

# HALÁSZAT - TUDOMÁNY

10. évfolyam | 1. szám | 2024

Alapítva: 2015



› (A Duna hazai szakaszán élő halak parazita férgei)

› A tizlábú rákok (Decapoda) magyar vonatkozású szakirodalmának áttekintése

› Eltérő korú és táplálkozású domolykók (*Squalius cephalus*) indikátszerepe a fémszennyezések kimutatásában

# HALÁSZAT – TUDOMÁNY

10. évfolyam | 1. szám | 2024

## Az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

A HALÁSZAT-TUDOMÁNY  
elektronikus lap szerkesztőbizottsága

Főszerkesztő:  
Dr. Urbányi Béla

Tudományos főszerkesztő-helyettes,  
szerkesztő:  
Dr. Bozáné Dr. Békefi Emese

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bercsényi Miklós  
Dr. Farkas Anna  
Dr. Hancz Csaba  
Dr. Harka Ákos  
Dr. Jeney Zsigmond  
Dr. Molnár Kálmán  
Dr. Németh István  
Dr. Orbán László

Patakiné Dr. Várkonyi Eszter

Dr. Székely Csaba  
Dr. Szűcs István  
Dr. Váradi László

A folyóirat megjelenését támogatja:  
az Agrárminisztérium megbízásából a  
Magyar Akvakultúra és Halászati  
Szakmaközi  
Szervezet

Kiadja:  
Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.  
1223 Budapest, Park u. 2.  
www.hermanottointezet.hu

Felelős kiadó:  
Füredi Kornél

HALÁSZAT-TUDOMÁNY  
Megjelenik félévenként

Szerkesztőség:  
Magyar Agrár- és Élettudományi  
Egyetem  
Akvakultúra és Környezetbiztonsági  
Intézet  
Halászati Kutatóközpont (HAKI)  
5540 Szarvas Anna-liget utca 35.  
Telefon: 06 66 515 300  
E-mail:  
bozanne.bekefi.emese@uni-mate.hu

A Halászat-tudomány című online  
kiadvány ISSN azonosítója:  
ISSN 3003-9797 (Online)  
Címlapkép: Kecskerák  
a Szarvasi-Holt-Körösből  
Fotót készítette: Sallai Zoltán

## Tisztelt Olvasó!

Örömmel tájékoztatom a Kedves Olvasót, hogy a kiadóval a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.-vel való együttműködés eredményeképpen a Halászat-Tudomány folyóirat megkapta az egyes közlemények beazonosítását és egyedi hozzáférhetőségét biztosító digitális online dokumentum azonosítót az úgynevezett DOI számot. Miután a folyóirat küldetésnyilatkozata, az etikai kódex, a szerzői- és lektori útmutató már korábban elkészült, a Halászat-Tudomány folyóirat megfelel az online megjelenő nemzetközi tudományos folyóiratokkal szemben támasztott követelményeknek. A lap szerkesztését önálló főszerkesztő, Prof. Urbányi Béla irányításával tudományos fokozattal rendelkező szerkesztőbizottság fogja végezni. Továbbra is törekszünk arra, hogy szerves kapcsolat maradjon a nyomtatott és az online formában megjelenő folyóiratok között. A Halászat nyomtatott változatában megőrizzük a „Tudomány” rovatot, amelyben rövid, közérthető formában tájékoztatjuk a kedves Olvasót a Halászat-Tudomány folyóiratban megjelent tudományos közlemények tartalmáról, különös tekintettel a halgazdálkodókat érdeklő témakörökre. Miután a Halászat-Tudomány folyóirat feladata lektorált, tudományos közlemények megjelentetése, a nyomtatott változatban adunk rendszeres tájékoztatást a halgazdálkodást érintő tudományos rendezvényekről, a halászati tudományok intézményi és személyi híreiről. A nyomtatott Halászat folyóirat szerkesztőségének nevében kívánom, hogy az új magyar tudományos folyóirat sikeresen járuljon hozzá a hazai halászat és akvakultúra tudományos értékeinek megőrzéséhez és gazdagításához, illetve a halgazdálkodás tudásalapú fejlesztéséhez.

Dr. Váradi László  
Halászat folyóirat  
főszerkesztő

## TARTALOM CONTENT

<https://doi.org/10.62397/HALTUD.2024.1.3>

### **Kálmán Molnár and Csaba Székely**

Helminth parasites of fishes from the Hungarian section of River Danube  
(A Duna hazai szakaszán élő halak parazita férgei).....3

<https://doi.org/10.62397/HALTUD.2024.1.21>

### **Udvari Zsolt**

A tizlábú rákok (Decapoda) magyar vonatkozású szakirodalmának áttekintése..... 21

<https://doi.org/10.62397/HALTUD.2024.1.31>

### **Nyeste Krisztián, Uzochukwu Ifeanyi Emmanuel, Somogyi Dóra, Nagy László<sup>1</sup>, Czeglédi István, Harangi Sándor, Baranyai Edina, Simon Edina, Nagy Sándor Alex, Velcheva Iliana, Yancheva Vesela, Antal László**

Eltérő korú és táplálkozású domolykók (*Squalius cephalus*) indikátorszerepe a fém-szenyvezések kimutatásában

Different age and feeding groups of chub (*Squalius cephalus*) as bioindicators of trace element pollutions..... 31

# Helminth parasites of fishes from the Hungarian section of River Danube (A Duna hazai szakaszán élő halak parazita férgek)

Kálmán Molnár and Csaba Székely

HUN-REN Veterinary Medical Research Institute, Budapest, Hungary  
(HUN-REN Állatorvostudományi Kutatóintézet)  
1143. Budapest. Hungária krt. 21.

## Summary

Although from Hungary several research works has been written which report on some parasites infecting Danube fishes, summary publication has not been presented, yet. Authors as a completion want to fill this gap with 60 years records of their research group.

## Introduction

Danube is the second largest river in Europe with its about 100 fish species. The parasite fauna of its fishes is relatively well studied. On different parasitic infections of Danube fishes several dozen papers have been published but only some of them contained the complete parasitic fauna of all species of the examined Danube sections. Such papers were written in Romania (Roman, 1955, Stroe et al. 2021), in Bulgaria (Kakacheva-Avramova, 1977, Kakacheva-Avramova et al. 1978), in Serbia (Kiskároly and Tafro, 1988, Djikanovic et al. 2012, 2018), in Slovakia (Vojtek, 1959, Žitňan, 1969, 1979), in Hungary (Molnár, 2018, 2019 a, b, c, 2020 a, b). Data on parasite fauna of fishes in the Slovakian section of the Danube is well represented in the book of Moravec (2001), who in the checklist of Czech and Slovakian fish parasites provided detailed data on the date, location and fish species of parasites recorded. A useful paper on parasitic infection of the barbel (*Barbus barbus*) in the Austrian, Slovakian and Hungarian section of Danube was written in international co-operation by Moravec et al. (1977).

In Hungary, contrary to the well-studied parasites of the Tisa River fishes (Edelényi, 1967, 1969, Ergens et al. 1975) and Lake Balaton fishes (Rátz, 1897, Jaczó, 1941, Mödlinger, 1934, Matskási, 1967, Molnár and Székely, 1995, 1998, Molnár et al. 2001, 2002), only small reports (Margó, 1879, Dudich, 1948) and an experimental study by Prettenhoffer (1930) were published on the parasites of the Danube fishes. Of the latter Margó (1879) from the vicinity of Budapest recorded the occurrence of *Piscicola geometra*, *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus elegans* and *Ligula simplicissima* spp., while Dudich (1948) mentioned the *Ligula avium*, *Apophallus donicus*,

*Triaenophorus nodulosus*, *Caryophyllaeus mutabilis*, *Amphilinea foliacea* and *Piscicola geometra* spp. Of the metacercariae infecting Danube fishes Prettenhoffer (1930) recorded the *Metagonimus romanicus*, *Rossicotrema donicum*, *Apophallus muehlingi* and *Echinochasmus perfoliatus* spp.

Specialists in the Veterinary Medical Research Institute from 1961 to the present time regularly examined the parasitic infections of Hungarian fishes, among them parasites infecting fishes of Lake Balaton, Danube and Tisza Rivers. Based on dissection records achieved by the above research group present authors summarised data concerning parasites of Danube fishes and arranged them into tables. The northern part of the Hungarian Danube section is bordered with Slovakia, therefore results of Slovakian fish parasitologists are also evaluated and listed in tables among data. Contrary to the small number of papers published by Hungarian authors on fish parasites in the Hungarian section of the Danube, several dozens of papers were written by Slovakian and Czech specialists on the parasites of fishes of the joint Hungarian-Slovakian section of Danube. Most of the fish studied by Slovakian researchers were collected at the district of Komarno city. Data on parasite fauna of fishes in the Slovakian section of the Danube is well represented in the book of Moravec (2001), who in the checklist of fish parasites in Czechia and Slovakia provided detailed data on the date, location and fish species of parasites recorded. Due to the richness of papers from Slovakian side, in our work we refer only those Slovakian data where authors collected their material from several fish species and performed regular and complete parasitological investigations like Vojtek (1959) and Žitňan (1971, 1974, 1979) or presented important data fitting to some subject studied by us.

The description of data obtained consists of two main chapters. In the first "Parasite-Host" chapter authors describe parasitic helminths found in Danube fishes, and besides the names of systematically classified parasites they also indicate the infected fishes, organs, district of Danube section where the parasite was collected, and refer to actual papers of Hungarian and Slovakian authors. In the second "Host-Parasite" chapter fish found to be

infected in our research are indicated and the names of helminths are added according their systematic positions.

## Összefoglaló

Annak ellenére, hogy Magyarországon már több olyan közlemény került kiadásra élősködőkről, melyek a Duna halainak parazitafaunájával kapcsolatosak, összefoglaló munka eddig nem került publikálásra. A szerzők 60 évet felölelő feljegyzések összegezésével kívánják pótolni ezt a hiányt.

## Bevezető

A Duna halainak parazitafaunája viszonylag jól tanulmányozott. A dunai halak parazitás fertőzéseiről nagyszámú közlemény jelent meg. A közlemények többsége egy-egy parazitás fertőzés eseti leírását tartalmazza, és csak kevés teljesítette az adott Duna szakaszon a parazitafauna felmérésének követelményeit. Ez utóbbiak közül ilyenek tekinthetők Romániából Roman (1955), Stroe et al. (2021), Bulgáriából Kakacheva-Avramova (1977), Kakacheva-Avramova et al. 1978), Szerbiából Kiskároly és Tafro (1988), Djikanovic et al. (2012, 2018), Szlovákiából Vojtek, (1959), Žitňan , 1969, 1974, 1979), Magyarországról Molnár (2018, 2019 a, b, c, 2020 a, b) munkái. Külön megemlíthető, hogy a gazdag cseh és szlovák anyag Moravec (2001) könyvében időpont, hely és halfajok szerint is rendezett. Ugyancsak említést érdemel, hogy az osztrák, szlovák és magyar Duna szakaszok márna-állományának parazitáit érintő adatok egy nemzetközi kooperáció keretében kerültek kutatásra és feldolgozásra (Moravec és mtsai, 1977).

Magyarországon a Tisza (Edelényi, 1967, 1969, Ergens et al. 1975) valamint a Balaton (Rátz, 1897, Jaczó, 1941, Mödlinger, 1934, Matskási (1967) Molnár and Székely, 1995, 1998, Molnár et al. 2001, 2002) halainak parazitáit illetően jelentős mennyiségű adat áll rendelkezésre, ugyanakkor a Dunát illetően csak rövidebb beszámolók (Margó, 1879, Dudich, 1948) és egy kísérletes munka (Prettenhoffer (1930) került publikálásra. Közülük Margó (1879) Budapest régiójában a *Piscicola geometra*, *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus elegans* és a *Ligula simplicissima* fajok előfordulását említette, míg Dudich (1948) a *Ligula avium*, *Aphallus donicus*, *Triaenophorus nodulosus*, *Caryophyllaeus mutabilis*, *Amphilina foliacea* és *Piscicola geometra* fajokat regisztrálta. Prettenhoffer (1930) a halakat fertőző metely-metacercáriák közül a *Metagonimus romanicus*, *Rossicotrema donicum*, *Aphallus muehlingi* és *Echinochasmus perfoliatus* fajok előfordulásáról tudósított.

Az Állatorvos-tudományi Kutatóintézet (és jogelődjeinek) kutatói 1961-től napjainkig folyamatosan vizsgálták a magyarországi halak parazitás fertőzöttségeit, köztük a balatoni, tiszai és dunai halak parazitáit. A kutatócsoport

felmérései kiegészítéseképpen jelen szerzők összegezték a dunai halak parazitáira vonatkozó feljegyzéseket, és táblázatokba foglalták azokat.

A magyar Duna szakasz északi része Szlovákiával határos, ezért a szerzők a szlovák halparazitológusok eredményeit is értékelték, és táblázataikban feltüntették. Szemben a magyar Duna szakasz halélősködőivel foglalkozó specialisták csekély számával a határ túloldalán nagyszámú szlovák és cseh szakember foglalkozott hal-kórtani problémákkal, és adataikat főként a Komárom körüli szakaszon fogott halak vizsgálata alapján szerezték. A közös magyar-szlovák Duna szakasz halainak parazitáira vonatkozó adatok jól prezentálva megtalálhatók Moravec (2001) könyvében, aki egy részletes listát készített a szlovák és cseh specialisták által végzett vizsgálatok idejéről, helyéről, és a parazitákkal fertőzött halak fajáról. A szlovák kutatók által írt közlemények gazdagsága következtében munkánkban mi azokat a publikációkat részesítjük előnyben, ahol a szerzők számos halfaj egyedeit vizsgálták, és rendszeres, teljes parazitológiai felmérést végeztek, mint Vojtek (1959) és Žitňan (1971, 1974, 1979), vagy az általunk tanulmányozott problémákhoz adatokat szolgáltatottak

Munkánk két fő részből áll. Az első, „Parazita-Gazda fejezetben” ismertetjük a dunai halakból kimutatott féreg parazitákat, s a rendszertani kategóriák szerint csoportosított paraziták mellett ismertetjük a fertőzöttnek talált halfajokat, szerveket, a Duna szakaszt, ahonnan a férgek begyűjtésre kerültek, és idézzük a magyar, illetve szlovák szerzők aktuális közleményeit. A második, „Gazda-Parazita fejezetben” feltüntetjük a magyar Duna szakaszon saját felmérésünk alapján parazitákkal fertőzöttnek talált halakat, és az azokból kimutatott férgeket rendszertani csoportosításban soroljuk fel.

## Materials and Methods

Data in the present checklist on fish parasites of Danube fishes is mainly based on results and unpublished records of the authors received during their long time fish health surveys of natural water fishes of Hungary. A part of results came from targeted investigation on parasite fauna of some selected fish species, while another part resulted from studying some economically important parasitic diseases. Fishes were collected in five selected sections of the Danube where large sized fishes were purchased from fisheries cooperatives, others were seined in sections of Danube where the river-bed was suitable for collecting small sized fishes with manual seining. Fish were carried to laboratory in oxygenated plastic sacs, held for some days in aerated tanks. In most cases a complete parasitological investigation was carried out. The examination included the skin, fins, gills, eyes (lens and vitreous humour), body cavity, and visceral organs (stomach, intestine, liver and gonads). The collected parasites were subjected to

standard parasitological procedures (Bylund et al., 1980, Gussev, 1985).

A táblázatokban feltüntetett, a Duna halainak parazitás fertőzöttségét illető adatok, azokon az eredményeken és feljegyzéseken alapulnak, melyet a szerzők Magyarországon az általuk természetes vízi halakon végzett, sok éves halegészségügyi vizsgálataik során kaptak. Az adatok egy része azokból a vizsgálatokból származik, melyet a szerzők néhány célzottan választott halfaj parazita faunájának megismerésére végeztek, más adatokat viszont egyes gazdaságilag fontosabb betegség tanulmányozása során szereztek. A vizsgált halak a Duna öt olyan pontjáról

származnak, ahol a nagyobb méretű halakat halászati szövetkezetektől be tudták szerezni, illetve olyan Duna-szakaszokról, ahol a meder alkalmas volt a kisebb halak kézi-hálóval történő begyűjtésére. A halakat a laboratóriumba élő állapotban, oxigénnel dúsított vízben szállították, és néhány napos, szellőztetett kádban való tartás után teljes parazitológiai boncolásnak vetették alá. A vizsgálatok a bőr, uszonyok, kopolytűk, szem, testüreg és belső szervek boncolására terjedtek ki. A gyűjtött parazitákat standard parazitológiai módszerekkel tanulmányozták (Bylund et al., 1980, Gussev, 1985).

### I. Parasite-Host list

#### Monogenea, Csáklýásférgék

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<b>Dactylogyridae</b>				
<i>D. alatus</i> Linstow, 1878	Al	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. alatus</i> f. maior Sidorov, 1956	Li	G	Bu, Sz	M2, M6,
<i>D. amphibothrium</i> Wagener, 1857	Gc, Gs	G	Sz, Er	M1, M2, M6, Vo, Z3
<i>D. anchoratus</i> Dujardin, 1845	C, Cc, Cg	G	Sz	Z3
<i>D. auriculatus</i> (Nordmann, 1832)	Ab, Bl	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Vo, Z3
<i>D. borealis</i> Nybelin, 1937	Li, Ph	G	Ko	Mr1
<i>D. carpathicus</i> Zachvatkin, 1951	Bb	G	Bu, Sz	M1, M2, M6, Z3
<i>D. chondrostomi</i> Malewiczka, 1941	Cn	G	Bu, Sz, Pa	M1, M2, M6, Z3
<i>D. chranilowi</i> Bychowsky, 1936	Ab, Bl	G	Bu, Sz, Pa	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. cordus</i> Nybelin, 1937	Ll	G	Sz, Ko	*, Z3
<i>D. cornu</i> Linstow, 1878	Bj, Vv	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Vo, Z1, Z3
<i>D. cristatus</i> Gussev, 1953	Gp	G	Er, Sz	*
<i>D. crucifer</i> Wagener, 1857	Ru	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. cryptomeres</i> Bychowsky, 1934	Gg, Rv	G	Bu, Sz, Ko	M1, Z1, Z3
<i>D. ctenopharyngodonis</i> Achmerov, 1952	Ci	G	Ko	Z2, Z3
<i>D. difformis</i> Wagener, 1857	Se	G	Sz, Er, Ko	M1, M2, M6, Vo, Z3
<i>D. distinguendus</i> Nybelin, 1936	Bj	G	Sz, Bu, Ko	M1, M2, M6, Z3
<i>D. ergensi</i> Molnár, 1964	Cn	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M2, M6, Z3
<i>D. extensus</i> Mueller et van Cleave, 1932	C	G	Sz, Ko	*, Vo, Z1, Z3
<i>D. falcatus</i> (Wedl, 1857)	Ab	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z3, JV, Vo
<i>D. fnitimus</i> Lukasch, 1933	Rv	G	Sz	*, Z3
<i>D. fokmanovae</i> Ergens, 1956	Sc	G	Sz, Gy	M2, Z1
<i>D. fraternus</i> Wegener, 1909	Al	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z1, Z1
<i>D. hemiamphibothrium</i> Ergens, 1956	Gc	G	Bu, Sz	*
<i>D. lamellatus</i> Achmerov, 1952	Ci	G	Ko	Z2, Z3
<i>D. malleus</i> Linstow, 1877	Bb	G	Pa, Sz, Gy,	M1, M2, M6, Z3
<i>D. minor</i> Wagener, 1857	Al, Ld	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, M8, Z3
<i>D. minutus</i> Kulwiec, 1927	C	G	Ko	*, Z3

**HALÁSZAT-TUDOMÁNY**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>D. nanoides</i> Gussev, 1966	Sc	G	Ko	*, Mr1
<i>D. nanus</i> Dogiel et Bychowsky, 1934	Ru, Ab	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy,	M1, M2, M6, P13, Z3
<i>D. naviculoides</i> Ergens, 1956	Sc	G	Sz, Gy	M2,
<i>D. parvus</i> Wegener, 1909	Al	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy,	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. propinquus</i> Bychowsky, 1931	Bs	G	Pa, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z3
<i>D. prostae</i> Molnár, 1964	Sc	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, K	M2, Z3
<i>D. rarissimus</i> Gussev, 1966	Ru	G	Sz, Ko	*, Z3
<i>D. similis</i> (Wegener, 1909)	Ru	G	Er	M3, M6, Z3
<i>D. simplicimalleata</i> Bychowsky, 1931	Pc	G	Ko	Z3
<i>D. sphyrna</i> Linstow, 1878	Gj, Vv, Ru, Cn,	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z1, Z3, JV, Vo
<i>D. tissensis</i> Zachvatkin, 1951	Al	G	Ko	Z3
<i>D. tuba</i> Linstow, 1848	As, Sc, Li, Bj	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy,	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. vastator</i> Nyberlin, 1924	C, Cc	G	Ko	Mr1, Z3
<i>D. vistulae</i> Prost, 1957	Cn, Sc, Ru	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Z1, Z3
<i>D. wunderi</i> Bychowsky, 1931	Ab	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Vo, Z1, Z3
<i>D. zandti</i> Bychowsky 1933	Ab	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M2, M6, Vo, Z1, Z3
<i>Pseudacolpenteron pavlovskii</i> Bychowsky et Gussev, 1955	C	Sk	Pa	M3
<b>Ancyrocephalidae</b>		G		
<i>Ancyrocephalus cruciatus</i> (Wedl, 1857)	Mf	G	Pa, Ko	M3, Vo, Z3
<i>A. paradoxus</i> Creplin 1839	Sl, Sv,	G	Gy	M3, Z3
<i>A. percae</i> Ergens, 1966	Pf	G	Ko	Mr1, Z1
<i>Onchocleidus dispar</i> (Mueller, 1936)	Lg	G	Sz, Ko	M3, Vo, Z3
<i>O. similis</i> (Mueller, 1936)	Lg	G	Sz, Ko	M3, Vo, Z3
<i>Cleidodiscus pricei</i> Mueller, 1934	An	G	Er, Ko	M6, M3, M1, Z3
<i>Thaparocleidus siluri</i> (Zandt, 1924), Syn. <i>Ancylodiscoides siluri</i> (Zandt, 1924)	Sg	G	Er, Ko	M3, M6, Z3
<i>T. vistulensis</i> (Siwak, 1932)	Sg	G	Pa, Ko	M3, M6, Z3
<b>Tetraonchidae</b>				
<i>Tetraonchus monenteron</i> (Wagener, 1857)	El	G	Er, Ko	M3, Z1, Z3
<b>Gyrodactylidae</b>				
<i>Gyrodactylus aphiae</i> Malmberg, 1957	Ph	F, Sk	Er, Ko	M6, Z3
<i>G. carassii</i> Malmberg, 1957	Al, Cc	F, G	Ko	Z3
<i>G. cobitis</i> Bychowsky, 1934	Ct	G, F	Sz, Ko	M3, Z3
<i>G. cyprini</i> Diarova, 1934	C	Sk, F, G	Pa, Sz	M3, M6, Z3
<i>G. decorus</i> Malmberg, 1956	Al, Ru, Sc, Se	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy,	M3

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>G. elegans</i> Nordmann, 1832	Ab, Sc, Cn, Bs, Bl	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M3, Z3
<i>G. fossilis</i> Lupu et Roman, 1956	Mf		Ko	Mr1, Z3
<i>G. hrabei</i> Ergens, 1957	Cg	Sk, G	Ko	Z3
<i>G. hronosus</i> Žitňan, 1964	Bs	G	Pa, Ko	M3, M6, Z3
<i>G. jiroveci</i> Ergens, 1967	Nb	G, F, Sk	Pa, Ko	M3, M6, Z3
<i>G. katharineri</i> Malmberg, 1964	C, Cc	Sk, F, G	Gy, Ko	*, Z1, Z3
<i>G. longiradix</i> Malmberg, 1956	Gc, Pf,	F, Sk	Er, Ko	M3, M6, Z3
<i>G. lotae</i> Gussev, 1953	Lo	G, Sk F	Ko	Z3
<i>G. lucii</i> Kulakovskaya, 1952	El	Sk, F	Gy, Ko	*, Z1, Z3
<i>G. luciopercae</i> Gussev, 1962	Sl	F, Sk, G	Ko	Z1
<i>G. markakulensis</i> Gvosdev, 1950	Gg	G, F	Ko	Z1
<i>G. medius</i> Katheriner, 1893	C	G	Pa, Ko	M3, Z1, Z1
<i>G. menschnikovi</i> Gvosdev, 1950	??	G	Ko	Z3
<i>G. minutus</i> Malmberg, 1957	C	G	Ko	Z3
<i>G. misgurni</i> Ling wo-en, 1962	Ct	F, Sk	Ko	Z3
<i>G. pannonicus</i> Molnár, 1968	Ph	F, Sk	Ko	Z3
<i>G. paulovskii</i> Ergens et Bykhovskiy, 1967	??	F	Ko	Z3
<i>G. prostaе</i> Ergens, 1963	Cypr.	F	Pa, Bu, Sz, Ko	M3 Z3
<i>G. rhodei</i> Žitňan, 1964	Ra	F, Sk	Er, Ko	M3, Z3
<i>G. shulmani</i> Ling Mo-en, 1962	C, Cc	G	Er, Ko	M6, Z3
<i>G. slovacicus</i> Ergens, 1968 <i>syn: K. pannonicus</i> Molnár, 1963	Ph	G, Sk, F	Ko	Z3
<i>G. sprostonae</i> Ling Mo-en, 1962	C	G	Ko	Z3
<i>G. stankovici</i> Ergens, 1970	C	F, Sk, G	Ko	Z3
<i>G. vimbi</i> Schulman, 1953	Vv, Ll	F, Sk, G	Bu, Ko	M3, M6, Mr1
<i>G. wagneri</i> Malmberg, 1956	Ph, Se, Ti, As	G, F	Pa, Er, Bu, Sz, Ko	M3 Z3
<b>Discocotylidae</b>				
<i>Octomacrum europeum</i> Roman et Bychowsky, 1956	Ab	G	Ko	Z3
<b>Diplozoididae</b>				
<i>Diplozoon paradoxum</i> Nordmann, 1832	Ab, Ci	G	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M3, M6, Z1, Z2, Z3, Vo
<i>Paradiplozoon bliccae</i> (Reichenbach-Klinke, 1961) <i>syn: D. gussevi</i> (Gläser et Gläser)	Bj	G	Er, Sz	M3, M6, Z3
<i>P. homoion</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	Ru, Bj, Ll, Rv	G	Pa, Er, Bu, Sz, Ko	M3, M6, Z3
<i>P. megan</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	Bl	G	Pa, Ko	M3, M6, Z1, Z3
<i>P. nagibinae</i> (Gläser, 1965)	Li	G	Er, Ko	M3, Z3
<i>P. paulovskii</i> (Bychowsky et Nagibina, 1959)	As	G	Pa, Bu Ko	M3, M6, Z3
<i>P. sapae</i> (Reichenbach-Klinke, 1961. <i>Syn. Diplozoon bergi</i> Gavrilova, 1964	Bs	G	Ko	Z3

**HALÁSZAT-TUDOMÁNY****Trematoda, Métélyek**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<b>Aspidogastrea</b>				
<b>Aspidogastridae</b>				
<i>Aspidogaster limacoides</i> Diesing, 1835	Ru, Ab, Bj, Bb	I	Bu, Sz, Ko	M4, Z3
<b>Digenea</b>				
<b>Bucephalidae</b>				
<i>Bucephalus polymorphus</i> Baer, 1827	Sl, El, Zz	I	Gy, Ko	M1, M4, Z3, Vo
<i>B. polymorphus</i> Baer, 1827 (l)	Cypr	G	Bu, Sz, Ko	M4, Z3, Vo
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845), <i>syn. Rhipidocotyle illense</i> (Ziegler, 1883)	Sl, El, Zz	I	Bu, Sz, Ko	M1, Z2, Z3
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845) (l)	Cypr	G, F	Sz, Ko	M1, Z3
<b>Sanguinicolidae</b>				
<i>Sanguinicola. inermis</i> Plehn, 1905	C, Cn, Cc,	Bv	Er, Ko	M4, Z3
<i>S. armata</i> Plehn, 1905	Ru, Li, Sc	Bv	Pa, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Z3
<i>S. volgensis</i> (Razin, 1920)	Es, Al, El, Bb	Bv	Sz	M4
<b>Monorchidae</b>				
<i>Asymphylogora imitans</i> (Mühling, 1898)	Cypr	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<i>A. tincae</i> (Modeer, 1790)	Tt,	I	Sz, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<i>A. markewitschi</i> Kulakovskaya, 1947	Se, Cypr	I	Pa, Bu,	M1, M4
<i>A. demeli</i> Markowski, 1935	Gg, Cypr	I	Ko	Mr1,
<i>A. kubanicum</i> Issaitschikoff, 1923	Cypr	I	Ko	Z3
<i>Palaeorchis incognitus</i> Szidat, 1943	Cypr	I	Pa, Er, Bu, Sz, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<i>P. unicus</i> Szidat, 1943	Cypr	I	Ko	Vo, Z3
<b>Bunoderidae</b>				
<i>Crepidostomum auriculatum</i> (Wedl, 1858). <i>Syn. Acrolichanus auriculatus</i> (Wedl, 1858)	Ac	I	Pa, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<i>C. metoecus</i> (Braun, 1900)	Sg	I	Ko	Mr1
<i>Bunodera luciopercae</i> (Mueller, 1776)	Sl, El, Sg, Gc	I	Pa, Sz, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<b>Gorgoderidae</b>				
<i>Phyllodistomum elongatum</i> Nybelin, 1926	Cypr	Ur	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko,	M4, Mr2, Z3
<i>P. folium</i> (Olfers, 1926)	Gc, Zz, Cypr	Ur	Pa, Ko	M4, Vo, Z1, Z3



Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>P. pseudofolium</i> Nybelin, 1926	Gs	Ur	Bu	*
<b>Acanthocolpidae</b>				
<i>Skrjabinopsolus semiarmatus</i> (Molin, 1858). Syn. <i>S. acipenseris</i> Ivanov, 1934	Ac	I,	Pa, Bu, Ko	M4, Z3
<b>Azygiidae</b>				
<i>Azygia lucii</i> (Müller, 1776)	El, Sg, Zz, Sl,	I	Ko	*, Vo, Z3
<b>Orientocreadiidae</b>				
<i>Orientocreadium siluri</i> (Bychowsky et Dubinina, 1954)	Sg	I	Pa, Bu.	M4, Z3
<b>Allocreadiidae</b>				
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	Sl, Bb, Gg	I	Pa, Gy, Ko	M4, Mr2, Vo, Z1, Z3
<i>A. markewitschi</i> Kowal, 1949	Cn, Cc, Bb	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, Z1, Z3
<i>A. transversale</i> (Rudolphi, 1802)	Mf, Ct, Nb	I	Ko	Z3
<b>Opecoelidae</b>				
<i>Nicolla skrjabini</i> (Iwanitzky, 1928) syn: <i>Crowcrocoecum skrjabini</i> (Iwanitzky, 1928)	Cypr. Perc.	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, Vo, Z1, Z3
<i>Sphaerostoma bramae</i> (Müller, 1776). Syn. <i>Shaerostomum bramae</i> (Müller, 1776)	Cypr.	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, Vo, Z3
<i>S. globiporum</i> (Rudolphi, 1802)	Cypr	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, Z3
<b>Larval stages</b>				
<b>Diplostomidae</b>				
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) sl. (l)	Cypr, Perc,	El	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Mr2, Vo, Z1, Z3, Ku1
<i>Tylodelphys clavata</i> (Nordmann, 1832) (l)	Perc, Cypr	Ev	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Mr1, Mr2, Z3
<i>Hysteromorpha triloba</i> (Rudolphi, 1819) (l)	Cypr	M	Ko, Sz	Z3 *
<i>Posthodiplostomum cuticola</i> (Nordmann, 1832) (l)	Cypr	Sk	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Mr2, Vo, Z1, Z2, Z3
<i>P. brevicaudatum</i> (Nordmann, 1832) (l)	Se	E	Ko	Mr1
<b>Prohemistomatidae Sudarikov, 1961</b>				

**HALÁSZAT-TUDOMÁNY**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>Mesostephanus appendiculatus</i> (Ciurea, 1916) (l)	Cypr	M	Ko	Mr1, Z3
<b>Strigeidae</b>				
<i>Apharyngostrigea cornu</i> (Zeder, 1800) (l)	Gg, Bb, C, Ci	Ac	Pa, Ko	*, Vo, Z1, Z3
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i> (Rudolphi, 1802) (l) syn. <i>Tetracotyle</i> spp.	Cypr, Perc	Ac, He	Sz, Ko	M4, Mr1
<i>I. platycephalus</i> (Creplin, 1852) (l) syn. <i>Tetracotyle</i> spp.	Cypr,	Ac, He	Bu, Sz, Ko	M4, Mr1, Z3,
<i>Apatemon cobitidis</i> (Linstow, 1880) (l)	Nb, Pm,	Ac	Er, Ko	M4, Mr1, Vo, Z3
<b>Cyathocotylidae</b>				
<i>Holostephanus cobitidis</i> Opravilová, 1968 (l)	Ct	M, Ac	Ko	Mr1, Z3,
<b>Prohemistomatidae</b>				
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> Katsurada, 1914 (l)	Vv, Se, Al, Cn	M	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Mr1, Z3
<b>Clinostomatidae</b>				
<i>Clinostomum complanatum</i> Rudolphi, 1819 (l)	Bb, Gc, Gs	B, Iz	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Mr1, T21, Vo, Z1
<b>Heterophyidae</b>				
<i>Metagonimus romanicus</i> (Chiurea, 1915) (l)	Pisces	Sc, Sk	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M4, Pr, Mr1, Mr2, Vo, Z1, Z3
<b>Opisthorchidae</b>				
<i>Metorchis intermedius</i> Heinemann, 1937	Ct, Cypr	M	Ko	Vo, Mr1
<i>Apophallus donicus</i> (Skrjabin et Lindtrop, 1919) (l)	Perc, Bb	F, Sk	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	*, S1, Mr1, Mr2, Pr, Z3
<i>A. muehlingi</i> (Jagerskiöld, 1898) (l)	Cypr	F, Sk	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M1, M4, S1, Pr, Mr2, Vo, Z3
<b>Echinostomatidae</b>				
<i>Echinochasmus perfoliatus</i> (Rátz, 1908) (l)	Cypr	M, G	Sz, Ko	Pr, Z3
<i>Echinochasmus</i> sp. (l)	Pisces	G	Sz	M4
<i>Petasiger phalacrocoracis</i> Yamaguti, 1939 (l)	Pisces	Sc	Sz	*, Ce,
<i>P. exaeretus</i> Dietz, 1909 (l)	Pisces	Sc	Sz	*, M9

\*Unpublished data of the authors

Betűjelzések, rövidítések az I. táblázat után találhatóak. ?= A végleges gazda kutyából kimutatva. \*= A Dunában biztosan előfordul, de leírásra nem került. l=larval stages

**Cestoda, Galandférgek**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<b>Cestoda</b>				
<b>Acrobothriidae</b>				
<i>Amphilina foliacea</i> Rudolphi, 1819	Ac	Ac	Pa, Bu, Ko	M5, Z3
<b>Caryophyllaeidae</b>				
<i>Cyathocephalus truncatus</i> Olsson, 1872	Bb	I	Ko	Z1
<i>Caryophyllaeus brachycollis</i> Janiszewska, 1951	Bb, Sc	I	Pa, Bu, Gy, Ko	M5, Z1, MR2, Z3
<i>C. fimbriceps</i> Annenkova-Chlopina, 1919	C	I	Pa, Ko	M5, Z3, G17,
<i>C. laticeps</i> (Pallas, 1781)	Cypr	I	Pa, Ko	M5, Vo, Z1, Z3
<i>Caryophyllaeides fennica</i> (Schneider, 1902)	Cypr	I	Bu, Sz, Ko	M5, Z1, Z2, Z3,
<i>Monobothrium wageneri</i> Nybelin, 1922	BJ	I	Sz	*
<i>Bathybothrium rectangulum</i> (Bloch, 1782	Bc	I	Pa, Ko,	M5, Z1
<i>Khawia rossitensis</i> (Szidat, 1937)	C	I	Ko	Mr1
<i>Paraglaridacris limnodrili</i> (Yamaguti, 1934)	Gg	I	Ko	Z3
<b>Trienophoridae</b>				
<i>Trienophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781)	El,	I	Pa, Gy, Ko	M5, Z1, Z3
<i>T. nodulosus</i> (Pallas, 1781) (l)	Sl, Pf, Gc,	Li	Sz, Ko	*, Z1, Z3, Vo, M5,
<i>T. crassus</i> Forel, 1880	El	I	Ko	Vo, Z1, Z3
<b>Bothriocephalidae</b>				
<i>Bothriocephalus acheliognathi</i> Yamaguti, 1934	C, Ci	I	Er, Ko	M7, Z2, Z3
<i>B. claviceps</i> Goeze, 1782)	Aa	I	Ko	Z3
<b>Diphyllobothriidae</b>				
<i>Diphyllobothrium latum</i> (L., 1758)	ex Canis	I	Bu	Rz1. Rz2
<b>Proteocephalidae</b>				
<i>Proteocephalus cernuae</i> (Gmelin, 1790)	Gc	I	Er, Bu, Ko	M5, Z3
<i>P. osculatus</i> (Goeze, 1789)	Sg	I	Er, Ko	M5, Z3
<i>P. percae</i> (Müller, 1780)	Sl, Gc, Pf	I	Sz, Ko	M5, Mr1
<i>P. sagittus</i> (Grimm, 1872)	Nb	I	Ko	Z1
<i>P. torulosus</i> (Batsch, 1786)	Al, Sc, Ab, As,	I	Er, Sz	M5, Z1, Z3
<i>Silurotaenia siluri</i> (Batsch, 1786)	Sg	I	Bu, Gy	M5, Z3
<b>Larval stages.</b>				
<b>Scolecus. Cysticercus etc.</b>				
<i>Paradilepis scolecina</i> (Rudolphi, 1819)	Cypr	Ac, Se	Er, Sz	*
<i>Valipora campilancristrota</i> (Wedl, 1855), syn. <i>Dilepis unilateralis</i> (Rudolphi, 1819)	Cypr	Gb	Sz, Ko	M5, Mr1

**HALÁSZAT-TUDOMÁNY**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>Neogryporchinus cheilancristrotus</i> (Wedl, 1855), syn. <i>Gryporchynchus pusillus</i> Nordmann, 1832	Cypr	I	Er	M5, Z3
<b>Ligulidae</b>				
<i>Ligula intestinalis</i> (Linnae, 1758)	Cypr	Ac	Pa, Bu, Sz, Ko	M5, Z1, Z3
<i>L. pavlovskyi</i> Dubinina, 1959	Nf	Ac		*
<i>L. columbi</i> Zeder, 1803	Ct	Ac		*
<i>Digamma interrupta</i> (Rudolphi, 1810)	Cypr	Ac	Pa	M5,

**Nematoda, Fonálférgék**  
**Acanthocephala, Buzogányfejű férgék**  
**Annellida, Gyűrűsférgék (piócák)**

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<b>Fonálférgék. Nematoda</b>				
<b>Anisakidae</b>				
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779)	El	I	B, Sz, Gy, Ko	M5, Vo, Z1, Z3,
<i>R. acus</i> (Bloch, 1779) (l)	Pisces	Ac, Se	Pa, Bu, Sz, Ko	M5, Z1, M54 Z3
<i>Contraeacum rudolphii</i> Hartwich, 1864 (l)	Ab, Bj	Se	Er, Sz, Ko	M5, Z1
<i>Hysterothylacium bidentatum</i> (Linstow, 1899)	Ac	St	Bu, Ko	*, Mr1
<b>Rhabdochonidae</b>				
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	Cypr Mf, Zs, Lo	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Mr1, Z1, Z3
<i>R. phoxini</i> Moravec, 1968	Ph	I	Ko	Mr1
<i>R. hellichi</i> (Srámek, 1901)	Bb	I	Ko	Z3, Mr1
<i>Capillospirula ovotrichuria</i> (Skrjabin, 1924) syn. ( <i>Ascarophis ovotrichuria</i> (Skrjabin, 1924))	Ac	I	Pa, Bu,	M5
<b>Camallanidae</b>				
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega, 1776)	Pf, Sl, Gc	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5,
<i>C. truncatus</i> (Rudolphi, 1814)	Perc, El, As	I	Pa, Ad, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Z3
<b>Cucullanidae</b>				
<i>Cucullanus dogieli</i> Krotas, 1959	Pisces	I	Er, Ko	*, Z3
<b>Philometridae</b>				
<i>Philometra. ovata</i> (Zeder 1803). syn. <i>P. abdominalis</i> Nybelin, 1928	Gg, Ph, Sc	Ac, Se	Sz, Ko	M5, Z3
<i>P. cyprinirutili</i> Creplin, 1825. syn. <i>P. ovata</i> in auctores	Ab, Ru,	Ac, Se	Er, Ko	M5, Vo, Z1, Z3
<i>P. kotlani</i> Molnár, 1969	As	Ac, Se	Gy, Ko	*, Z3
<i>P. rischta</i> (Skrjabin, 1917)	Al, Bj, Ab, Se	Gc	Sz, Ko	M5, Z1, Z3

Name of the parasite	Host fish(es)	Site of location	Distribution	References
<i>P. sanguinea</i> (Rudolphi, 1819)	Cc, Cg	F	Sz, Ko	*, Cák,
<b>Skrjabillanidae</b>				
<i>Molnaria intestinalis</i> (Dogiel et Bychowsky, 1934), syn: <i>Skrjabillanus erythophthalmi</i> Molnár, 1966	Se	Ac, Se	Sz, Gy, Ko	M5, Z3
<i>Skrjabillanus scardinii</i> Molnár, 1966	Se	Ac	Sz, Ko	*, Z3
<b>Capillariidae</b>				
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> (Dujardin, 1843)	Al, Ph, Ci	I	Sz, Ko	M5, Z2, Z3
<b>Cystoosidae</b>				
<i>Cystoopsis acipenseris</i> Wagner, 1867	Ar	Sk	Pa, Bu, Ko	*, Jd
<i>Schulmanella petruschewskii</i> (Schulman, 1948) syn: <i>Capillaria petruschewskii</i>	Pisces	Li	Sz, Ko	M5, Vo, Z3
<b>Acanthocephala, Buzogányfejű férgek.</b>				
<b>Neoechinorhynchidae</b>				
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	Pisces	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Z1, Z3
<b>Pomphorhynchidae</b>				
<i>Pomphorhynchus laevis</i> (Müller, 1776)	Pisces	I	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Z1, Z3
<i>P. laevis</i> (Müller, 1776) (l)	Pisces	Ac	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Z3
<b>Echinorhynchidae</b>				
<i>Acanthocephalus anguillae</i> (Müller, 1780)	Pisces	I	Pa, Bu, Sz, Ko	M5, Vo, Z1, Z3
<i>A. lucii</i> (Müller, 1780)	Pisces	I	Pa, Bu, Sz, Ko	M5, Vo, Z3
<b>Leptorhynchoididae</b>				
<i>Leptorhynchoides plagicephalus</i> (Westrumb, 1821)	Ac	I	Pa, Ko	M5, Z3
<b>Hirudinea, Piócák</b>				
<b>Piscicolidae</b>				
<i>Piscicola geometra</i> Blainville, 1818	Pisces	Sk, G, F	Pa, Er, Bu, Sz, Gy, Ko	M5, Z1
<i>Piscicola respirans</i> Troschel, 1850. Syn. <i>Cystobranchnus respirans</i> (Troschel, 1850)	Ct	Sk	Ko	Z1
<b>Glossiphonidae</b>				
<i>Hemiclepis marginata</i> (Müller, 1774)	C	Sk, G	Er, Ko	M5, Mr1

## Comments on tabular data

### 1/ Abbreviations of names of examined fishes:

Ab=*Abramis brama*; Ac=*Acipenser ruthenus*; As=*Leuciscus aspius*; Al=*Alburnus alburnus*; An=*Ameiurus nebulosus*; Bb=*Barbus barbatus*; Bc=*Barbus carpathicus*; Bj=*Blicca bjoerkna*; Bl=*Ballerus ballerus*; Bs=*Ballerus sapa*; Bu=*Barbatula barbatula*; C=*Cyprinus carpio*; Cc=*Carassius carassius*; Cn=*Chondrostoma nasus*; Ci=*Ctenopharyngodon idella*; Ct=*Cobitis elongatoides*; Cypr=*Cyprinids*; El=*Esox lucius*; Gc=*Gymnocephalus cernua*; Gg=*Gobio obtusirostris*; Gs=*Gymnocephalus schraetzer*; Gp=*Romanogobio vladkovi*; Ld=*Leucaspis delineatus*; Lg=*Lepomis gibbosus*; Li=*Leuciscus idus*; Ll=*Leuciscus leuciscus*; Lo=*Lota lota*; Mf=*Misgurnus fossilis*; Nb=*Nemacheilus barbatulus*; Nf=*Neogobius fluviatilis*; Nk=*Pontica kessleri*; Nm=*Neogobius melanostomus*; Pc=*Pelecus cultratus*; Pf=*Perca fluviatilis*; Ph=*Phoxinus phoxinus*; Pm=*Proterorhynchus semilunaris*; Pisces=More than one fish family; Ra=*Rhodeus amarus*; Ru=*Rutilus rutilus*; Rv=*Romanogobio vladkovi*; Sc=*Squalius cephalus*; Se=*Scardinius erythrophthalmus*; Sg=*Silurus glanis*; Sl=*Sander lucioperca*; Sv=*Sander volgensis*; Tt=*Tinca tinca*; Uk=*Umbra krameri*; Vv=*Vimba vimba*; Zz=*Zingel zingel*, Zs=*Zingel streber*,

2. **Location of parasites in fish:** Ab=air-bladder (léghólyag); Ac=abdominal cavity (hasüreg); As=abdom-

inal serosa (hashártya), B=brain (agy), Bv= blood vessels (vérerek), Ca= cartilage (porc); E =eyes (szem); F= fin (uszony); G=gills (kopoltyú); Gb=Gall bladder (epehólyag); Gc= gill-cover (kopoltyúfedő); He = heart (szív); I= intestine (bél); K= kidney (vese); Li=liver (máj); M=muscle (izom); N=nose (orrüreg); Sc=scales (pikkely); Se=serosa (savóshártyák); Sk=skin (bőr); Sp=spleen (lép); Ub=urinary bladder (húgyhólyag); Ur=ureter (húgyvezeték).

3. **Abbreviations of collection points:** Bu=Budapest (47°29'54"N 19°2'25"E.), Er=Ercsi (47.2482238, 18.8912626), Gy= Győr (47° 41,03', 17° 38,10'), Ko=Komárno (47° 44,15', 18° 9,38'), Pa= Paks (46° 37,32', 18° 51,36'), Sz=Szentendre (47° 40,41', 19° 4,35').

4: **Numbers referring to authors in referent list:** **Ce:** Cech et al. (2017); **Cák:** Cákay (1957); **Jd:** Jedlicka and Matis (1966); **Ku:** Kudlai et al. (2017); **M1:** Molnár (1963); **M2:** Molnár (1964); **M3:** Molnár (1968); **M4:** Molnár (1969); **M5:** Molnár (1970a); **M6:** Molnár (1970b); **M7:** Molnár (1972); **M8:** Molnár (1976); **M9:** Molnár et al. (2015); **Mr1:** Moravec (2001); **Mr2:** Moravec et al. (1997); **Pr:** Prettenhoffer (1930); **Rz1:** Rátz (1904a); **Rz2:** Rátz (1904b); **S1:** Sándor (2020); **Vo:** Vojtek (1959); **Z1:** Žitňan (1969); **Z2:** Žitňan (1974); **Z3:** Žitňan (1979).

5: **Signals in tables:** (l)=larval stages; \*= the occurrence of species was found but undescribed

## Host-Parasite list

### Family Acipenseridae

*Acipenser ruthenus* L. 1758

#### Trematoda:

*Crepidostomum auriculatum*, *Scrobabinopsolus semiarmatus*

#### Cestoda:

*Amphilina foliacea*

#### Nematoda:

*Cystoopsis acipenseris*, *Capillospirura ovotrichuria*, *Hysterothylacium bidentatum*

#### Acanthocephala:

*Leptorhynchoides plagicephalus*

### Fam. Cyprinidae

*Barbus barbatus* L. 1758

#### Monogenea

*Dactylogyrus carpathicus*, *D. malleus*,

#### Trematoda

*Aspidogaster limacoides*, *Phyllo-*

*distomum elongatum*, *Asymphylogora markewitschi*, *Allocreadium markewitschi*, *Palaeorchis incognitus*, *Nicolla skrjabini*, *Sanguinicola* sp., *Bucephalus polymorphus* (l), *Diplostomum* spp. (l), *Posthodiplostomum cuticola* (l), *Icthyocotylurus* sp. (l), *Apophallus muehlingi* (l), *Metagonimus romanicus* (l)

#### Cestoda

*Caryophylaeus brachycollis*

#### Nematoda

*Paracapillaria tomentosa*, *Rhabdochona hellichi*

#### Acanthocephala

*Pomphorhynchus laevis*, *Acanthocephalus anguillae*

#### Hirudinea

*Piscicola geometra*

### Fam. Leuciscidae

*Abramis brama* (L. 1758)

#### Monogenea

*Dactylogyrus nanus*, *D. distinguendus*, *D. falcatus*, *D. auriculatus*, *D. wunderi*, *D. zandti*, *Diplozoon homoion*, *D. paradoxum*, *Gyrodactylus elegans*

#### Trematoda

*Aspidogaster limacoides*, *Sanguinicola* sp., *Asymphylogora imitans*, *Palaeorchis incognitus*, *Phyllodistomum elongatum*, *Bucephalus polymorphus* (l), *Rhipidocotyle campanula* (l), *Diplostomum* spp. (l), *Tylodelphys clavata* (l), *Posthodiplostomum cuticola* (l), *Ornithodiplostomum* spp. (l), *Apophallus muehlingi* (l), *Metagonimus romanicus* (l)

- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*, *Ligula intestinalis* (1)
- Nematoda**  
*Schulmanella petruschewskii*, *Philometra cyprinirutili*, *Raphidascaris acus* (1), *Contracaecum rudolphii* (1)
- Acanthocephala**  
*Neoechinorhynchus rutili*
- Annelida, Hirudinea**  
*Piscicola geometra*
- Blicca björkna** (L., 1758)  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus cornu*, *D. cornoides*, *D. distinguendus*, *D. sphyrna*, *Gyrodactylus prostae*, *Diplozoon paradoxum*, *D. gussevi*
- Trematoda**  
*Aspidogaster limacoides*, *Sanguinicola* sp., *Phyllodistomum elongatum*, *Asymphylogora imitans*, *Palaeorchis incognitus*, *Allocreadium isoporum*, *Diplostomum* spp. (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1), *Echinochasmus* sp. (1)
- Cestoda**  
*Monobothrium wagneri*, *Caryophyllaeus laticeps*
- Nematoda**  
*Philometra rischta*
- Hirudinea**  
*Piscicola geometra*
- Ballerus ballerus** (L., 1758)  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus chranilowi*, *D. auriculatus*, *Gyrodactylus elegans*, *Paradiplozoon nagibinae*
- Trematoda**  
*Sanguinicola* sp., *Asymphylogora imitans*, *Palaeorchis incognitus*, *Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*
- clavata* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*, *Proteocephalus torulosus*, *Neogryporchynchus cheilancristrotus* (1)
- Nematoda**  
*Philometra rischta*
- Ballerus sapa** (Pallas, 1814)  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus propinguus*, *Paradiplozoon sapae*, *Gyrodactylus elegans*
- Trematoda**  
*Asymphylogora imitans*, *Palaeorchis incognitus*, *Allocreadium* sp., *Sanguinicola* sp., *Diplostomum* spp. (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*, *Caryophyllaeides fennica*
- Nematoda**  
*Rhabdochona denudata*, *Schulmanella petruschewskii*
- Acanthocephala**  
*Acanthocephalus lucii*
- Vimba vimba** (L., 1758)  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus cornu*, *D. sphyrna*, *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus prostae*, *Gyrodactylus vimbi*
- Trematoda**  
*Sanguinicola* sp., *Phyllodistomum elongatum*, *Allocreadium isoporum*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Echinochasmus* sp. (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*
- Acanthocephala**  
*Acanthocephalus lucii*, *Pomphorhynchus laevis*
- Alburnus alburnus** L. 1758  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus alatus*, *D. fraternus*, *D. minor*, *D. parvus*, *Paradiplozoon homoion*, *Gyrodactylus decorus*, *G. prostae*
- Trematoda**  
*Sanguinicola volgensis*, *Phyllodistomum elongatum*, *Sphaerostoma globiporum*, *Asymphylogora imitans*, *Nicolla skrjabini*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Paracoenogonimus ovatus* (1), *Echinochasmus* sp. (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Cestoda**  
*Caryophyllaeus laticeps*, *Caryophyllaeides fennica*, *Proterorhynchus torulosus*, *Ligula intestinalis* (1), *Valipora campilancristrota* (1)
- Nematoda**  
*Pseudocapillaria tomentosa*, *Rhabdochona denudata*, *Philometra rischta*, *Raphidascaris acus* (1)
- Acanthocephala**  
*Pomphorhynchus laevis*
- Hirudinea**  
*Piscicola geometra*
- Leuciscus aspius** (L. 1758)  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus tuba*, *Paradiplozoon pavlovskii*
- Trematoda**  
*Sphaerostoma globiporum*, *Sanguinicola* sp., *Nicolla skrjabini*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Holostephanus cobitidis* (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)

**Cestoda***Proteocephalus torulosus***Nematoda***Pseudocapillaria tomentosa*, *Camallanus truncatus*, *Philometra kotlani*, *Raphidascaris acus* (1)**Acantocephala***Neoechinorhynchus rutili*, *Acanthocephalus anguillae*, *Pomphorhynchus laevis***Hirudinea***Piscicola geometra***Leuciscus leuciscus (L. 1758)****Monogenea***Dactylogyrus cordus*, *Paradiplozoon homoion*, *Gyrodactylus prostaе***Trematoda***Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)**Nematoda***Philometra ovata***Acanthocephala***Pomphorhynchus laevis***Leuciscus idus (L. 1758)****Monogenea***Dactylogyrus similis*, *D. tuba*, *D. alatus f. maior*, *Paradiplozoon megan*, *Gyrodactylus prostaе***Trematoda***Sanguinicola* sp., *Phyllodistomum elongatum*, *Asymphyllodora imitans*, *Palaeorchis incognitus*, *Allocreadium isoporum*, *Sphaerostoma globiporum*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Ichthyocotylurus* spp. (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)**Cestoda***Caryophyllaeus laticeps*, *Caryophyllaeides fennica*, *Proteocephalus torulosus***Nematoda***Pseudocapillaria tomentosa*, *Philometra ovata*, *Raphidascaris acus* (1), *Contraeacum rudolphii* (1)**Acanthocephala***Acanthocephalus anguillae*, *Pomphorhynchus laevis***Hirudinea***Piscicola geometra*, *Hemiclepis marginata***Squalius cephalus (L. 1758)****Monogenea***Dactylogyrus folkmanovae*, *D. nanoides*, *D. navicoloides*, *D. prostaе*, *D. similis*, *D. sphyrna*, *D. tuba*, *D. vistulae*, *D. wranoviensis*, *Gyrodactylus decorus*, *G. elegans*, *G. leucisci*, *G. prostaе*,**Trematoda***Aspidogaster limacoides*, *Sanguinicola armata*, *Palaeorchis incognitus*, *Phyllodistomum elongatum*, *Sphaerostoma globiporum*, *Allocreadium isoporum*, *Nicolla skrjabini*, *Ichthyocotylurus* spp. (1), *Paracoenogonimus ovatus* (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)**Cestoda***Proteocephalus torulosus*, *Caryophyllaeus laticeps*, *Valipora campilancristota* (1)**Nematoda***Pseudocapillaria tomentosa*, *Rhabdochona denudata*, *Philometra ovata*, *Raphidascaris acus* (1)**Acanthocephala***Pomphorhynchus laevis***Chondrostoma nasus (L. 1758)****Monogenea***D. chondrostomi*, *D. ergensi*, *D. sphyrna*, *D. vistulae*, *Paradiplozoon homoion*, *Gyrodactylus elegans***Trematoda***Sanguinicola* sp., *Phyllodistomum elongatum*, *Asymphyllodora imitans*,*Palaeorchis incognitus*, *Allocreadium markewitschi*, *Nicolla skrjabini*, *Diplostomum* spp. (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1), *Paracoenogonimus ovatus* (1), *Holostephanus* sp. (1)**Cestoda***Caryophyllaeus laticeps***Rutilus rutilus (L. 1758)****Monogenea***Dactylogyrus crucifer*, *D. fallax*, *D. nanus*, *D. rarissimus*, *D. rutili*, *D. similis*, *D. sphyrna*, *D. suecicus*, *Paradiplozoon nagibinae*, *Gyrodactylus prostaе***Trematoda***Aspidogaster limacoides*, *Asymphyllodora* sp., *Palaeorchis incognitus*, *Phyllodistomum elongatum*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Posthodiplostomum cuticola*, *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1), *Clinostomum complanatum* (1), *Histeromorpha triloba* (1), *Petasiger phalacrocoracis* (1)**Acanthocephala***Acanthocephalus anguillae***Rutilus virgo (Lacépède, 1803)****Monogenea***Dactylogyrus vistulensis*, *Gyrodactylus prostaе*, *Paradiplozoon homoion***Trematoda***Nicolla skrjabini*, *Sanguinicola* sp., *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)**Scardinius erythrophthalmus (L. 1758)****Monogenea***Dactylogyrus difformis***Trematoda***Palaeorchis incognitus*, *Diplostomum* spp. (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Apophallus muehlingi* (1), *Metagonimus romanicus* (1)



- Nematoda**  
*Philometra cyprinirutili*
- Fam. Gobionidae**
- Gobio obtusirostris**  
**Valenciennes, 1842**  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus cryptomeres*,  
*Paradiplozoon homoion*, *Gyrodactylus gobii*, *G. markakulensis*
- Trematoda**  
*Diplostomum* spp. (1), *Ichthyocotylurus pileatus* (1), *Apophallus muehlingi* (1)
- Nematoda**  
*Philometra ovata*
- Acanthocephala**  
*Pomphorhynchus laevis*
- Romanogobio vladykovi**  
**(Fang, 1943)**  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus cryptomeres*, *D. finitimus*, *Paradiplozoon homoion*, *Gyrodactylus gobii*
- Trematoda**  
*Sanguinicola volgensis*, *Nicolla skrjabini*, *Rhipidocotyle campanula* (1), *Apophallus muehlingi* (1)
- Fam. Cobitidae**
- Misgurnus fossilis (L. 1758)**  
**Monogenea**  
*Ancyrocephalus cruciatus*, *Gyrodactylus cobitis*
- Trematoda**  
*Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys campanula* (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Echinochasmus* sp. (1)
- Cestoda**  
*Valipora campilancristota* (1)
- Nematoda**  
*Raphidascaris acus* (1)
- Cobitis elongatoides Bacescu et Mailer, 1969**  
**Monogenea**  
*Gyrodactylus cobitis*
- Trematoda**  
*Apatemon cobitidis* (1)
- Fam. Siluridae**
- Silurus glanis (L. 1758)**  
**Monogenea**  
*Thaparocleidus siluri*, *T. vistulensis*
- Trematoda**  
*Orientocreadium siluri*, *Nicolla skrjabini*
- Cestoda**  
*Proteocephalus osculatus*, *Silurotaenia siluri*
- Fam. Ictaluridae**
- Ameiurus nebulosus Lesueur, 1819**  
**Monogenea**  
*Cleidodiscus pricei*
- Trematoda**  
*Diplostomum* spp. (1)
- Fam. Esocidae**
- Esox lucius (L. 1758)**  
**Trematoda**  
*Bucephalus polymorphus*
- Cestoda**  
*Triaenophorus nodulosus*
- Nematoda**  
*Raphidascaris acus* (1)
- Gobiidae**
- Proterorhynchus semilunaris (Heckel, 1837)**  
**Monogenea**  
*Gyrodactylus proterorhyni*
- Trematoda**  
*Apatemon cobitidis* (1), *Ornithodiplostomum* sp. (1)
- Nematoda**  
*Rhabdochona denudata*
- Acanthocephala**  
*Pomphorhynchus laevis*
- Neogobius fluviatilis (Pallas, 1814)**  
**Trematoda**  
*Metagonimus romanicus*
- Acanthocephala**  
*Pomphorhynchus laevis*
- Neogobius melanostomus (Pallas, 1814)**  
**Acanthocephala**  
*Pomphorhynchus laevis*
- Ponticola kessleri (Günther, 1861)**  
**Monogenea**  
*Gyrodactylus* sp.
- Trematoda**  
*Nicolla skrjabini*, *Apatemon cobitidis* (1), *Metagonimus romanicus* (1)
- Nematoda**  
*Contraecaecum rudolphii*
- Acanthocephala**  
*Acanthocephalus lucii*, *Pomphorhynchus laevis*
- Perca fluviatilis L. 1758**  
**Monogenea**  
*Gyrodactylus longiradix*, *G. lucii*
- Trematoda**  
*Bucephalus polymorphus*, *Rhipidocotyle campanula*, *Bunodera luciopercae*, *Tylodelphis clavata* (1), *Posthodiplostomum cuticola* (1), *Ichthyocotylurus platicephalus* (1), *Apophallus donicus* (1)
- Cestoda**  
*Proteocephalus percae*, *Triaenophorus nodulosus* (1)
- Gymnocephalus cernua (L. 1758)**  
**Monogenea**  
*Dactylogyrus amphibothrium*, *D.*

*hemiamphibothrium*, *Gyrodactylus cernuae*, *G. longiradix*

#### Trematoda

*Bunodera luciopercae*, *Nicolla skrjabini*, *Bucephalus polymorphus* (1), *Rhipidocotyle campanula* (1), *Diplostomum* spp. (1), *Tylodelphys clavata* (1), *Apophallus donicus* (1), *Ichthyocotylurus platicephalus* (1)

#### Cestoda

*Proteocephalus cernuae*

#### Acanthocephala

*Pomphorhynchus laevis*

***Gymnocephalus schraetser* (L. 1758)**

#### Trematoda

*Phyllodistomum pseudofolium*, *Nicolla skrjabini*, *Diplostomum* spp. (1), *Ichthyocotylurus* sp. (1),

***Sander lucioperca* (L. 1758)**

#### Monogenea

*Ancyrocephalus paradoxus*, *Gyrodactylus luciopercae*

#### Trematoda

*Bucephalus polymorphus*, *Rhipidocotyle campanula*, *Bunodera luciopercae*, *Diplostomum* sp. (1), *Apophallus donicus* (1), *Ichthyocotylurus* spp. (1)

#### Cestoda

*Proteocephalus percae*

#### Nematoda

*Camallanus lacustris*

#### Acanthocephala

*Acanthocephalus anguillae*

***Sander volgensis* (Gmelin, 1788)**

#### Trematoda

*Nicolla skrjabini*, *Ichthyocotylurus* spp. (1), *Apophallus donicus* (1)

### Remarks to results

1/ Studies on helminth fauna of fishes in the Hungarian Danube section gave a very similar result as described by Kakacheva-Avramova et al. (1978), Djikanovich et al. (2012), and Stroe et al. (2021) in works of similar character on the helminth fauna of fishes in the lower Danube-stretches in Bulgaria, Serbia and Romania, respectively. It practically corresponds to data of Žitňan (1979) on fish helminths of the Slovak-Hungarian stretch.

2/ Data obtained by us derived from different sources which gives a heterogenic character to the work. The above differences come from the following reasons. From some fish species, like the bleak, chub, nose and ide approximately 100 specimens have been dissected, while from some other species, as sterlet, pike, pikeperch and asp only some specimens arrived to laboratory. No specimens were studied from the common carp.

3/ Only few helminths were recorded from gobionid fishes which except tube nose goby are invasive new comers in the Hungarian section of the Danube.

4/ Metacercariae from the lense of several fishes, recorded earlier by us as *Diplostomum spathaceum*, are indicated in results as *Diplostomum* spp., as new results, among them Kudlai et al. (2017), proved with molecular methods that Danube fishes belonging to different families and orders might be infected with *Diplostomum* metacercarians of *D. spathaceum* (Rudolphi, 1819), *D. pseudospathaceum* Niewiadomska 1984, *D. mergi* Dubois, 1932 and an unknown *Diplostomum* species. Probably the same concens other metacercarians (*Tylodelphis* and *Ichthyocotylurus* spp.), as during dissections frequently metacercariae differing in size and somewhat in shape were commonly found, but their reliable identification can be done with molecular genetic methods.

5/ Authors pay tribute to the memory of dr. Rudolf Žitňan who did the most to get the parasite fauna of fishes in rivers of the Carpathian basin and with whom the first author had a useful, professional and friendly relationship.

### Megjegyzések az eredményekhez

1. A Duna magyarországi szakaszán élő halak féregfaunájának tanulmányozása hasonló eredményeket adott, mint amelyekről Kakacheva-Avramova et al. (1978), Djikanovich et al. (2012), and Stroe et al. (2021) hasonló jellegű munkáikban a Duna alsóbb szakaszain élő halak helminth-faunáját illetően beszámoltak. Eredményeink gyakorlatilag megfelelnek azoknak az eredményeknek, melyeket Žitňan (1979) a Duna szlovák-magyar közös szakaszán kapott.
2. Eredményeinket a Duna különböző szakaszán fogott, és eltérő összetételű halfajok vizsgálata alapján összegeztük, s ezért azok viszonylag heterogén jelleget mutatnak. Ennek főbb oka a következő: egyes, könnyebben fogható halakból, mint a küsz, domolykó, paduc és a jáász, mintegy 100 példányt vizsgáltunk, míg néhány halfajból, mint a kecsge, csuka, süllő és balin csupán néhány példány került a laboratóriumunkba. Nem volt módunk például a dunai ponty vizsgálatára.
3. A Gobiidae családhoz tartozó halakból a tarka géb kivételével viszonylag kevés halat vizsgáltunk, mely utóbbiak a Dunában újabban megjelent inváziós fajokból kerültek ki.
4. A halak szemlencséjét fertőző metacerkáriák közül a *Diplostomum* fajokat számos halfajból kimutattuk. Ezeket korábban a *Diplostomum spathaceum* fajjal azonosítottuk. Jelen munkánkban ezeket *Diplostomum* spp.-ként jelöljük csak, mivel újabb eredmények, köztük Kudlai és munkatársai (2017) molekuláris munkája

bizonyította, hogy a dunai halak több *Diplostomum* fajjal, köztük a *D. spathaceum* (Rudolphi, 1819), *D. pseudospathaceum* Niewadomska, 1984, *D. mergi* Dubois, 1932 és egy még ismeretlen *Diplostomum* faj metacerkáriáival lehetnek fertőzöttek. Hasonló probléma adódik a *Tylodelphis* és *Ichthyocotylurus* fajok metacerkáriáit illetően is, ugyanis vizsgálataink során gyakran találtunk a fenti nemekhez sorolható példányok között méretben eltérő és alakban is kissé különböző példányokat. Ezek pontosabb azonosításához molekuláris vizsgálatok kellenek.

A szerzők ezúttal is szeretnének megemlékezni elhunyt kollégájukról dr. Rudolf Žitňan kassai kutatóról, aki a Kárpát Medence halait fertőző férgek legavatottabb ismerője volt, s akivel az első szerző hasznos professzionális és baráti kapcsolatot ápolt.

## Acknowledgements/Köszönetnyilvánítás

The authors are grateful to Mikuláš Oros, (Parazitologický ústav SAV) for helping them to obtain important Slovakian scientific papers. The authors thank to Boglárka Sellyei for collecting related Hungarian literature. The authors also thank Ákos Harka and co-workers for the information on the current correct names and systematic position of Hungarian fishes.

A szerzők köszönetet mondanak Oros Miklósnak a szlovák irodalmak beszerzésével kapcsolatos segítségéért. Ugyancsak köszönet illeti Sellyei Boglárkát a magyar nyelvű releváns cikkek felkutatásában. Megköszönjük Harka Ákos és kollégái segítségét a hazai halfajok és rendszertani besorolásuk naprakésszé tételében.

## References

- Bylund, G., Fagerholm, H.-P., Calenius, G., Wikgren, B.-J., Wikström, M. (1980): Parasites of Finland. II. Methods for studying parasite fauna in fish. Acta Akad. Aboen. Ser. B 40: 1 – 23
- Cech, G., Molnár, K., Székely, Cs. (2017): Molecular biological studies of adult and metacercarial stages of *Petasisger exaeretus* Dietz, 1909 (Digenea: Echinostomatidae). Acta Vet. Hung. 65: 198-207.
- Cákay, E. (1957) Nález *Philometra sanguinea* (Rudolphi, 1819) na Slovensku. Biologia, Bratislava, 12. 909-914 (in Slovakian).
- Djikanovic, V., Paunovic, M., Nikolic, V., Simonovich, P., Cakic, P. 2012 Parasitofauna of freshwater fishes in the Serbian open waters: a Checklist of parasites of freshwater fishes in the Serbian open waters. Reviews in fish biology and fisheries. 22, 297-324
- Djikanovic, V., Simonovic, P. Cakic, P., Nikolic, V. 2018 Parasitofauna of allochthonous fish species in the open waters of the Danube River basin (Serbian part) – Impact on the native fish fauna. Applied ecology and environmental research. 16, 6129-6142
- Dudich, E. (1948): A Duna Állatvilága. Természettudomány. 6:86-180 (in Hungarian).
- Edelényi, B. (1967): Data to the knowledge of piscicolous parasites on the river Tisza. Opusc. Zool. Budapest 6: 267-281.
- Edelényi, B. (1969): Worms infecting fishes of River Tisza and their dynamical appearance. (A Tisza halaiban élősködő férgek és dinamikus jelentkezésük). Debreceni Agrártud. Főiskola Tud. Közl. 3: 13-42 (in Hungarian).
- Ergens, R., Gussev, A. V., Izyumova, N. A., Molnár, K. (1975): Parasite fauna of fishes of the Tisa River basin. Rospr. Cescoslov. Acad Ved. 85: 117 pp. \*\*Jaczó, I. (1949): Parazitológiai jegyzete, III. Hidrobiol. Közl. 29: 100-102.
- Gussev, A. V. (1985): Guide of parasites in freshwater fishes of the USSR Fauna. T. II. Nauka, Leningrad
- Jaczó, I. (1941): Parazitológiai jegyzetek: On some parasites of Lake Balaton fishes. (Balatoni halak néhány élősködőjéről). I. Magyar Biol. Kut. Munk. 13: 277-289 (in Hungarian).
- Jedlicka, L., Matis, D. 1966 An additional finding of the species *Cystoopsis acipenseri* Wagner, 1867 (Cystoospiidae, Nematoda) in the Slovak section of the Danube. Ac. Rer. Natur. Slov., Bratislava, 12, 139-140. (in Slovak.)
- Kakacheva-Avramova, D. (1977). Studies on helminths of fishes in the Bulgarian section of the Danube River. Helminthologia, 3, 20-45.
- Kakacheva-Avramova, D., Margaritov, M., Grupcheva, G. 1978 Fish parasites in the Bulgarian stretch of the Danube River. in: Limnology of Bulgarian stretch of the Danube River. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia. pp. 250-271
- Kiskaroly M, Tafro A (1988) Prilog poznavanju helmintofaune nekih riba jednog dela Dunava [The contribution of knowledge of helminthofauna of some fishes in one part of the Danube River]. Veterinaria 37(2-3):211-221 (Sarajevo) [in Serbian]
- Kudlai, O., Oros, M., Kostadinova, A. and Georgieva, M. (2017): Exploring the diversity of *Diplostomum* (Digenea: Diplostomidae) in fishes from the River Danube using mitochondrial DNA barcodes. Parasites & Vectors (2017) 10:592
- Margó, T. (1879): Budapest és környéke állattani tekintetben. Budapest. pp140 (in Hungarian).
- Matskási, I. (1967): Helminthological investigations of fish in Lake Balaton, I. Annal. Biol. Tihany, 34: 153-156.
- Molnár, K (1963): Mono- és digenetikus mételyek halakból. Állattani közlemények. 50. 103-107.
- Molnár, K. (1964): Über die Parasitenfauna der Fische in Ungarn. II. Bekannte und neue *Dactylogyrus*-Arten an einheimischen Fischen. Acta Vet. Sci. Hung. 14. 455-467.
- Molnár, K. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Fischpar-

asiten in Ungarn. 3. Weitere Monogeneidenarten aus Fischen. Acta Vet. Sci. Hung. 18. 295-311.

Molnár, K. (1969): Beiträge zur Kenntnis der Fischparasitenfauna Ungarns IV. Trematoden. Parasit. Hung. 2. 119-136.

Molnár, K. (1970a): Beiträge zur Kenntnis der Fischparasitenfauna Ungarns VI. Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea. Parasit. Hung. 3, 51-76.

Molnár, K. (1970b): Métélyek I. – Trematodes I. Közvetlen fejlődésű méteyek, Monogenea.. Magyarország Állatvilága, Fauna Hungariae. 2(4) 75pp.

Molnár, K. (1972): A dunai halak bothriocephalus-fertőzöttsége. Halászat. 8, 93. Molnár, K. (1976): To the Knowledge of the Monogenea-fauna in Hungary. Parasit. Hung. 9, 31-33.

Molnár K. (2018): Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke (Checklist of parasites found in fish in Hungary). I: Protozoa, Egysejtűek. Halászat – Tudomány. 4/1. pp. 16-21

Molnár, K. (2019a): Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke. (Checklist of parasites found in fish in Hungary). II: Nyálkaspórások, Myxosporea. Halászat-Tudomány, 5/1. pp. 26-33.

Molnár, K. (2019b): Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke. (Checklist of parasites found in fish in Hungary). III: Férgék, Worms. III/I. Csákyásférgék, Monogenea. Halászat-Tudomány, 5/1. pp. 34-39.

Molnár, K. (2019c): Halakból Magyarországon kimutatott paraziták jegyzéke. (Checklist of parasites found in fish in Hungary). III: Férgék, Worms. III/II. Galandférgék, Tapeworms. Halászat-Tudomány, 5/2: 3-5.

Molnár, K., Gibson, D. I., Cech, G., Papp, M., Deák-Paulus, P., Juhász, L., Tóth, N., Székely, Cs. (2015): The occurrence of metacercariae of *Petasiiger* (Digenea: Echinostomatidae) in an unusual site, within the lateral line scales of cyprinid fishes. Folia Parasitol. 62: 017.

Molnár, K., Székely, Cs. (1995): Parasitological survey of some important fish species of Lake Balaton. Parasit. Hung. 28. 63-82.

Molnár, K., Székely, Cs. (1998): A Balaton és a Kis-Balaton életében fontosabb szerepet játszó halak parazitafaunájának és kórtani állapotának vizsgálata. In: Salánki, J., Padisák, J. szerkesztők: A Balaton kutatásának 1997-es eredményei. MTA Veszprémi Területi Bizottsága és MEH Balatoni Titkársága, Veszprém, 146-148.

Molnár, K., Székely, Cs., Csaba, Gy., Láng, M., Majoros, G. (2001): Balatoni halak kórtani kutatásának állategészségügyi eredményei. A Balaton kutatásának 2000. évi eredményei. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 158-166.

Molnár, K., Székely, Cs., Csaba, Gy., Láng, M., Majoros, G. (2002): Balatoni halak kórtani kutatása és állategészségügyi problémái II. A Balaton kutatásának 2001. évi eredményei. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 160-169.

Moravec, F. (2001) Checklist of the metazoan parasites of fishes of the Czech Republic and the Slovak Republic (1873-2000). Academia. Praha. pp 168.

Moravec, F., Konecny, R., Baska, F., Rydlo, M., Scholz, T., Molnár, K., Schiemer, F. (1997): Endohelminth fauna of barbel, *Barbus barbus* under ecological conditions of the Danube basin in Central Europe. Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha. 96p.

Prettenhoffer, Z. (1930): Kísérletes vizsgálatok dunai halakban élősködő trematoda-lárvák hazai előfordulásáról. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből Állatorvos-doktori Értekezés, Pátria nyomda, Budapest, 24: 1-17.

Rátz, I. (1897): A halakban élősködő férgek. In: A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei II. 8: 141-150.

Rátz, I. (1904a): A széles galandféreg előfordulása hazánkban. Természettud. Közl. 36: 23-28.

Rátz, I. (1904b): *Dibothriocephalus latus* im Hunde. Centralb. Bakt. Paras. Infect. 36: 383-387.

Roman, E. (1955): Cercetări asupra parazitofaunei pestilor din Dunare. Editura Academiei RPR. pp 119 (in Romanian)

Sándor D., Molnár K., Gibson D.I., Székely C., Majoros G., Cech G. (2020): An investigation of the host specificity of metacercariae of species of Apophallus (Digenea: Heterophyidae) in freshwater fishes using morphological, experimental and molecular methods. Parasitol. Res. 17:1-12.

Stroe, MD, Cretu, M, Docan, A., Tenciu M, Patrice, N 2021 Investigation on parasitofauna of some freshwater fish from Superior and Middle Area of Romanian Danube River sector. Scientific Papers-Series D-Animal Science. 64, 577-582.

Vojtek, J. (1959): Contribution to the knowledge of the helminth fauna of fishes in the vicinity of Komarno. (Prispevek k poznání helmintofauni ryb okolí Komárna). Publ. Fac. Sci. Univ. Brno, Tshescoslowaguie, 407: 437-465.

Žitňan, R. (1969): Zur Helminthenfauna der Fische in der Kleinen Donau. Helminthologia 10: 1-4

Žitnan R. (1974) Informations about preliminary results of the investigation of the helminths of herbivorous fishes in the Czechoslovak section of the Danube. Materialy XVI. sessii smeshannoy comisi po primeneniyu soglasheniya o rybolovstve v vodach Dunaya, Bratislava, pp. 50-54 (in Russian).

Žitnan, R. (1979): Helminths of fish of the Czechoslovak section of the Danube and their epizootical importance. Materialy XXI sessii smeshannoy comissii po primeneniyu soglasheniya o rybolovstve v vodach Dunaya, Budapest, pp 178-162 (in Russian).

# A tízlábú rákok (Decapoda) magyar vonatkozású szakirodalmának áttekintése

Udvari Zsolt

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Biológia Tudományi Doktori Iskola

**Kivonat:** A magyarországi halászatnak hagyományosan része a rákászat. Már első halászati törvényünk (a halászatról szóló 1888. évi XIX. törvénycikk) is számos rendelkezést tartalmaz a folyami rák (*Astacus astacus*) és a kecskerák (*Pontastacus leptodactylus*) fogásáról, e fajok tilalmi szabályairól. Magyarországon, a három őshonos tízlábú rákfaj mára már természetvédelmi védelemmel élve, ugyanakkor az idegenhonos, inváziós tízlábú rákok fajsza ma és gyakorisága az utóbbi évtizedekben ugrásszerűen megnövekedett. A jelen válogatás a hazánkban kimutatott tízlábú rákok (Decapoda rend) magyar szerzők tollából magyar nyelvű és nemzetközi kiadványokban megjelent publikációinak bibliográfiai összeírását tartalmazza.

**Abstract:** Crayfishing is a traditional part of Hungarian fisheries. Even our first fishing act (Article XIX of 1888 on Fishing) contains several regulations on the catching of European crayfish (*Astacus astacus*) and narrow-clawed crayfish (*Pontastacus leptodactylus*), as well as the prohibition rules for these species. In Hungary, the three native species of decapods are now protected by nature conservation, but at the same time, the number and frequency of non-native, invasive decapod crustacean species has increased dramatically in recent decades. This review contains a bibliographic summary of the publications of decapod crustaceans (Order Decapoda) detected in Hungary by Hungarian authors in Hungarian and international publications.

## Válogatott bibliográfia:

- Amerikai rákok a Dunában! 1988. *Élet és Tudomány* 43(6): 187.
- Édesvízi ráktenyésztés az Egyesült Államokban. 1983. *Halászat* 76(1): 14–15.
- Fogas-, süllő- és ráktenyésztés. 1908. *Zoologiai Lapok* 10(11): 119–120.
- A folyami rákok (Potamobiidae) hazai tenyésztéséről. 1994. *Akvárium* 8/9: 24–26.
- Humánus módszer az étkezésre szánt rákok megöléséhez. 1977. *Természet Világa* 108(7): 292.
- Jelzőrák. *Az Élet és Tudomány melléklete* 15: 128.
- Mikor még Csíkbán rákásztunk. (Kép a régi jó időkből.) *Halászat* 14(2): 14–16.
- A rák és annak tenyésztése. 1898. *Ismerteti az Országos Halászati Felügyelőség. Pátria*, Budapest, 14 p.
- Rákfajok megkülönböztetése. 1899. *Halászat* 1(1): 3–4.
- A rák közgazdasági jelentősége. 1916. *Halászat* 17(3): 24–25.
- A rákok pestise. 1908. *Halászat* 10(3): 18–21.
- A rákok táplálkozása és kannibalizmusa. 1914. *Halászat* 15(22): 239–241.
- A rákról. 1906. *Halászat* 8(3): 17–18.
- A rákról. 1916. *Halászat* 17(4): 35–36.
- A ráktenyésztés érdekében. 1904. *Állategészség* 8(5): 133.
- A ráktenyésztésről. 1903. *Halászat* 5(6): 47–48.
- Ráktenyésztés veszélyéről – a halászati rend. 1899. *Zoologiai Lapok* 1(1): 110.
- A szakszerű ráktelepítésről. 1937. *Halászat* 38(19–20): 76–78.
- Amir A. A., Rónyai A. (1987): Az óriási édesvízi garnélarák (*Macrobrachium rosenbergii*) magyarországi tenyésztésének lehetőségei. *Halászat* 80(1): 18–19.
- Bartsch S. (1878): *Az Astacus leptodactylus* Esch. táplálkozási és emésztési szervei: anatómiai tanulmány. Klny. a *Természettudományi Füzetekből*, Budapest, 8 p., 2 t.
- Bartsch S. (1878): *Az Astacus leptodactylus*, Esch. ivarszervei. Anatómiai tanulmány. *Természettudományi Füzetek* 2(2–3): 137–141.
- Bányai Zs., Weiperth A. (2018): A folyami géb (*Neogobius fluviatilis*), a feketeszájú géb (*Neogobius melanostomus*) és a cifrarák (*Faxonius limosus*) terjedése az Ipolyban. *Halászat* 111(3): 90.
- Behyna M. (1936): Rák az akváriumban. Klny. a *Természettudományi Közönyből*, Budapest, 3 p.
- Berényi D. A., Fekete G., Kópor I., Kuznyák B. M., Szabó G., Lehoczky I., Weiperth A. (2024): Amurgéb (*Perccottus glenii*) és márványrák (*Procambarus virginialis*) a Rákos-patak vízrendszerében. *Halászat* 117(2): 17.
- Birkenheuer V. (1992): A kövirák megfigyelése az Apátkúti-patakban. *Természet Világa* 123(11): 45–46.
- Bláha M., Patoka J., Policar T., Śliwińska K., Alekhovich A., Berezina N., Petrescu A.-M., Mumladze L., Weiperth A., Jelic M., Kozák P., Maguire I. (2023): Phylogeographic patterns of genetic diversity in *Pontastacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae): is the hypothesis of the taxonomically rich genus *Pontastacus* true? *Zoological Journal of the Linnean Society* 20: 1–16.
- Bláha M., Weiperth A., Patoka J., Szajbert B., Balogh E. R., Staszny Á., Ferincz Á., Lente V., Maciaszek R.,

Kouba A. (2022): The pet trade as a source of non-native decapods: the case of crayfish and shrimps in a thermal waterbody in Hungary. *Environmental Monitoring and Assessment* 194, Article number: 795.

28. Bódi E. (1999): A halászat, rákászat, békászás és a csíkászat gömőri emlékei táplálkozási szokások tükrében. In: Ujváry Zoltán (ed.): Ünnepi kötet Szabó László tiszteletére. *Ethnica*, Debrecen, 243-249.

29. Bódis E., Borza P., Potyó I., Weiperth A., Puky M., Guti G. (2012): Invasive mollusc, macrocrustacea, **fish** and reptile species along the Hungarian Danube section and some connected waters. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 58 (Supplement 1): 29–45.

30. Boros G., Czeglédi I., Erős T., Preiszner B. (2020): Scavenger-driven fish carcass decomposition and phosphorus recycling: Laboratory experiments with freshwater fish and crayfish. *Freshwater Biology* 65(10): 1740–1751.

31. Borza P., Puky M. (2012): A felszíni vizekben élő magasabbrendű rákok (Crustacea: Malacostraca) aktuális magyarországi helyzete: gyorsuló invázió, sérülékeny és veszélyeztetett őshonos fajok. *Acta Biologica Debrecina. Supplementum Oecologica Hungarica* 28: 33–46.

32. Botta-Dukát Zs. (szerk.) (2016): Inváziós fajok terjedési útvonalainak átfogó elemzése és hazai értékelése. Kutatási zárójelentés. MTA ÖK Ökológiai Botanikai Intézet, Vácrátót.

33. Csányi B., Weiperth A., Zorić K., Bammer V., Borza P., Trichkova T., Weigand A., Cardoso, A. C., Očadlik M., Bubíková K., Stanković I., Todorov M., Botev I., Kenderov M., Hubenov Z., Paunović M. (2021): Invasive and alien species. In: Liška I., Wagner F., Sengl M., Deutsch K., Slobodník J., Paunović M. (eds.): Joint Danube Survey 4. Scientific Report: A Shared Analysis of the Danube River. International Commission for the Protection of the Danube River, Vienna, 93-106. p.

34. Csengeri, I. (ed.) (2000): Fish and crustacean nutrition methodology and research for semi-intensive pond-based farming systems (Halak és rákok takarmányozásának módszertana és fél-intenzív halastavi rendszerek kutatása): Proceedings of EIFAC Workshop, 3-5 April 1996 *Fisheries Development Vol. 23 – Halászatfejlesztés* 23. HAKI, Szarvas, 211 p.

35. Cser B. (2014): Adatok Simontornya magasabbrendű rák (Malacostraca) faunájának ismeretéhez. Simontornya ízeltlábúi. In memoriam Pillich Ferenc. Magyar Biodiverzitás-Kutató Társaság, 42–43. p.

36. Csipkés R., Szepesi Zs. (2023): A folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) és a cifrarák (*Faxonius limosus*) megjelenése a Felső-Zagyván. *Halászat* 116(2): 14.

37. Dobrai L. (1990): A ráktenyésztés gazdasági lehetőségei Magyarország vizeiben. *Halászat* 83(1): 13–14.

38. Dudich E. (1947): Die höheren Krebse (Malacostraca) der Mittel-Donau. *Fragmenta Faunistica Hungarica* 10(1): 125–132.

39. Dudich E. (1926): Érdekesebb rákászati irodalom. *Állattani Közlemények* 23(1-2): 102.

40. Dudich E. (1941): Nachträge und Berichtigungen zum Crustaceen-Teil des ungarischen Faunenkaloges. *Fragmenta Faunistica Hungarica* 4(1): 30–33.

41. Endes M. (1989): Kövi rák (*Astacus torrentium*) a Dunában. *Calandrella* 3(2): 71.

42. Endes M. (1995): „Pf. 47.” (Kövi rák adatok). *Élet és Tudomány* 50(37): 1177.

43. Endes M., Szabó S. (2003): A Rakaca-patakvidék rákfaunájáról. *Calandrella* 12: 100.

44. Endresz I. (1981): Mesterséges ráktenyésztés Franciaországban. *Halászat* 74(6): 189.

45. Entz G., ifj. (1908): A magyarországi folyami rák. *Természettudományi Közlöny* 40: 58.

46. Entz G., ifj. (1909): A magyarországi folyami rákokról (Első közlemény). *Állattani Közlemények* 8: 37–52.

47. Entz G., ifj. (1909): A magyarországi folyami rákokról (Második közlemény). *Állattani Közlemények* 8: 97–110.

48. Entz G., ifj. (1909): A magyarországi folyami rákokról (Harmadik közlemény). *Állattani Közlemények* 8: 149–163.

49. Entz G. (1912): Über die Flußkrebse Ungarns. *Mathematischen Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn* 30: 67–125.

50. Erdélyi L. (1963): Histologische, histochemische und neurohistologische Untersuchungen am Herzen des *Astacus astacus* L. Klny. *Acta Biologica*, Szeged, 61–68.

51. Erzsi néni (1894): Hal- és vadfélék készítése. Eddig sehol sem tárgyalt elkészítés módja mindennemű halak, vadak, hazai és tengeri rákoknak. Ungvár, Lévai Mór Könyvkereskedése, 99 p.

52. Farkas B. (1906): Adatok a folyami rák tápcsövi mirigyének ismeretéhez. Közlemény a Kolozsvári Tudományegyetem állattani intézetéből. Múzeumi füzetek, Erdélyi Múzeum-Egyesület, I. kötet, 1906. 1. és 2. füzet, Kolozsvár, 28–49. p.

53. Farkas T. (1958): Néhány édesvízi rák karotinoidtartalmáról. Klny. a *Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézetének évkönyvéből*. Tihany, p. 187–195.

54. Farkas T. (1958): Összehasonlító vizsgálatok alacsonyabb és magasabbrendű rákok kémiai összetételében. Klny. a *Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézetének évkönyvéből*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 179–186.

55. Farkas T. (1958): Vizsgálatok néhány, a hazai vizek anyagforgalmában fontosabb szerepet játszó rák zsírsav-garnitúráján: előzetes közlemény. Klny. a *Magyar Tudományos Akadémia Tihanyi Biológiai Kutatóintézetének évkönyvéből*, Akad. Kiadó, p. 197–208.

56. Ferincz Á., Kováts N., Benkő-Kiss Á., Paulovits G. (2014): New record of the spiny-cheek crayfish, *Orconectes*

*limosus* (Rafinesque, 1817) in the catchment of Lake Balaton (Hungary). *BioInvasions Records* 3(1): 35–38.

57. Fischer F. (1928): A rák. *Halászat* 29: 19-20, 32-34, 39-42, 47-50, 55-56.

58. Fitala C. (2009): Cifrák a felsőtárkányi tavakban. Bükk Nemzeti Park, *Zöld Horizont* 4(3): 8.

59. Forró L. (é.n.): A természeti állapot felmérése időszakos kisvizekben a rákfauna fajösszetétele és genetikai szerkezete alapján. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 21 p.

60. Forró L. (1997): Rákok – Crustacea. In: Forró L. (ed.): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer V. Rákok, szitakötők és egyenesszárnyúak. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 15–32. p.

61. Forró L. (ed.) (1997): Rákok, szitakötők és egyenesszárnyúak. Mondat, Budapest, 81 p.

62. Gál B., Gábris V., Csányi B., Cser B., Danyik T., Farkas A., Farkas J., R. Gebauer, Répás E., Szajbert B., A. Kouba, J. Patoka, L. Pârvulescu, Weiperth A. (2018): A vörös mocsárrák *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) jelenlegi elterjedése és hatása a Duna egyes magyarországi befolyóinak halfaunájára. *Pisces Hungarici* 12: 71–76.

63. Gál B., Kuřiková P., Bláha M., Kouba A., Patoka J., Danyik T., Farkas A., Farkas J., Weiperth A. (2018): Distribution of Decapoda in Hungary and the impacts of the invasive red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard 1852) to the native ecosystem. 5th European Congress of Conservation Biology - ECCB 2018, 12-15. 06. 2018., University of Jyväskylä, Finland. <https://peerageofscience.org/conference/eccb2018/107373/>

64. Gáldean, N., Staicu, G., Bacalu, P. (1997): The assessment of lotic ecosystems from the hydrographical unity Criș/Körös river system, according to the benthic associations. In: The Criș/Körös rivers' valleys : a study of the geography, hydrobiology and ecology of the river system and its environment 2. pp. 243–261.

65. Garády Gauss V. (1911): A norvég rák vagy scampi (*Nephrops novergicus*) és halászata különös tekintettel tengeri halászati érdekeinkre. M. Kir. Áll. Tengeri Biológiai Állomás, Fiume, Budapest, 53 p., 2 t.

66. Gebhardt A. (1967): A Mecsek hegység állatvilága. Ízeltlábúak – Rákok – Soklábúak. A *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* 1966. Pécs, 7–15.

67. Gelei J. (1929): Eszik-e a balatoni kősüllő (*Lucioperca volgensis* Pall.) kecskerákot? *Halászat* 30(17-18): 98–99.

68. Guo W., Weiperth A., Md Shakhawate H., Kubec J., Grabicová K., Ložek F., Veselý L., Bláha M., Buřič M., Kouba A., Velíšek J. (2021): The effects of the herbicides terbuthylazine and metazachlor at environmental concentration on the burrowing behaviour of red swamp crayfish. *Chemosphere* 270 Paper: 128656, 4 p.

69. Györe K., Józsa V., Gál D. (2013): A magyar és román határon átnyúló Maros és Körös folyókban élő rák populációk elterjedése. *Halászat* 106(1): 24–28.

70. Györe K., Józsa V., Gál D. (2013): Rákvarsák alkalmazásának lehetősége a vízfolyások partszegélyi hal-közösségének mintázására. *Pisces Hungarici* 7: 27–36.

71. Györe K., Józsa V., Gál D. (2013): The distribution of crayfish (Decapoda: Astacidae, Cambaridae) population in Cris and Mures rivers crossing the Romanian-Hungarian border. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society, AACL BIOFLUX* 6(1): 18–26.

72. H. Bathó E. (1991): Rákfogás Jászdózsán. In: T. Bereczki I., Szabó L. (ed.): Gyűjtőúton : Néprajzi írások Gunda Béla tiszteletére, Szolnok, p. 37–40.

73. Hallósy F. (1935): A pestisszerű rákpusztulások okairól. *Halászat* 36(23-24): 99–101.

74. Hallósy F. (1937): A szakszerű ráktelepítésről. Klny. a „*Halászat*” című szaklapból, Budapest, váci kir. orsz. fegyintézet könyvnyomdája, 8 p.

75. Haraszthy L. (szerk.) (2022): Özönállatfajok Magyarországon. *ROSALIA kézikönyvek* 5. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest, 463 pp.

76. Haraszthy L. (ed.) (2022): Invasive Animal Species in Hungary. *ROSALIA Handbooks* 5. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest, 463 pp.

77. Harka Á. (2019): Folyami rák (*Astacus astacus*) a borszönyi Morgó-patakban. *Halászat* 112(4): 108.

78. Harsányi T., Rogovszky Z. (1996): Fogadj örökre egy patakot! 4: Rákfelismerés. Kutatástervezés és adatfeldolgozás. Fialatok Természetismereti Klubja and Göncöl Alapítvány, Budapest, Vác, 108 p.

79. Hegedűs R. (2007): A hazai folyami rákok elterjedése. *Halászat* 100(2): 88–97.

80. Hegedűs R., Rónyai A. (2005): A ráktenyésztés – a hazai akvakultúra kihasználatlan tartaléka. Áttekintés. *Halászat* 98(3): 123–128.

81. Herodek S., Farkas T. (1959): Évszakos változások az *Astacus leptodactylus* Esch. zsírsavösszetételében. Klny. a *Biológiai Közleményekből*, Akad. Kiadó, Budapest, 53–59.

82. Horvai V., Czirok A., Gyulavári H., Mauchart P. (2010): Adatok a Karasica vízgújútjének tízlábú rák-faunájához (Crustacea: Decapoda). *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 21: 91–97.

83. Illés P. (2002): A jeltörák (*Pacifastacus leniusculus*) előfordulása Magyarországon. *Cinege* 7: 39–41.

84. Illés P. (2004): A kövi rák (*Austropotamobius torrentium*) előfordulása a Kőszegi-hegységben. *Cinege* 9: 44–46.

85. Illés P. (2008): A kövi rák (*Austropotamobius torrentium*) újabb előfordulása a Kőszegi-hegységben. *Cinege* 13: 41–42.

86. Illés P. (2002): Az ötödik tízlábú : A jeltörák Magyarországon. *Élet és Tudomány* 57(6): 184–185.

87. Illés P. (2013): Folyami rák (*Astacus astacus*) az Ablánc-patakban. *Cinege* 18: 51–52.

88. Jablonowsky J. (1915): Kártékony rák. *Halászat* 16(10): 98.
89. Jaczó I. (1943): Adatok a kecskerák (*Astacus leptodactylus* Eschh.) postembrionális fejlődéséhez. *Állattani Közlemények* 40(3-4): 194–197.
90. Józsa V. (ed.) (2013): Két ország, egy cél, közös siker! „A magyar és román határon átnyúló Maros és Körös folyókban élő rák populációk alkalmazkodó-képességének vizsgálata”. HURO 1001/311/1.3.1 Rivercrayfish, Magyarország-Románia Határon Átnyúló Együttműködési Program 2007-2013, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 16 p.
91. Józsa V., Györe K., Harsányi D., Agócs P. (2015): Újabb adatok az amurgéb (*Perccottus glenii*), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*) és a cifrarák (*Orconectes limosus*) magyarországi előfordulásáról. *Halászat–Tudomány* 1(1): 3–7.
92. Juhász E. (1985): Rákos-e a Rákos? - Pusztuló törtenelmi patak. *Búvár* 40(12): 545–547.
93. Juhász P., Kovács K., Szabó T., Csipkés R., Kiss B., Müller Z. (2006): Faunistical results of the Malacostraca investigations carried out in the frames of the ecological survey of the surface waters of Hungary (ECOSURV) in 2005. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 30: 319–323.
94. Károli J. (1877): A karsú ollós rák ágas ollóval (*Astacus leptodactylus* Esch.). *Természetrajzi Füzetek* 1(1): 28–29.
95. Keller O. (1915): Folyami rákjaink szervezete, életmódja és tenyésztése. *A Természet* 11(8): 85–89.
96. Kiss Dala L. (1992): Előzetes adatok a jelzórák (*Pacifastacus leniusculus* Dana) növekedéséről Magyarországon. XVI. Halászati Tudományos Tanácskozás. 1992. június 10–11. Haltenyésztési Kutató Intézet, Szarvas. *A Halhústermelés Fejlesztése* 15: 140–145.
97. Kiss Dala L. (1991): Édesvízi ráktenyésztés Finnországban. XV. Halászati Tudományos Tanácskozás. 1991. június 12–13. Haltenyésztési Kutató Intézet, Szarvas. *A Halhústermelés Fejlesztése* 14: 43.
98. Kiss Dala L. (1993): Rákkeltető berendezés az *Astacidae* rákfajok számára. XVII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 1993. június 16–17. Haltenyésztési Kutató Intézet, Szarvas, *Halászatfejlesztés* 16: 52.
99. Kiszely P. (1992): A Balaton-felvidék és a Déli-Bakony rákállományának vizsgálata. 64 p.
100. Kiszely P. (1992): *Astacus*'92. A Balaton és a Bakony rákállományának kutatása. Research Report, p. 41.
101. Kiszely P. (1994): *Astacus*'94. A Balaton és a Bakony rákállományának kutatása. Research Report, p. 29.
102. Kiszely P. (1980): Édesvízi ráktenyésztés az Egyesült Államokban. *Halászat* 73(3): 93.
103. Kiszely P. (1999): Nemzetközi rákszimpozium Augsburgban. *Halászat* 92(1): 27–28.
104. Kollár I. G. (2005): Jövevény rákok az alsó Duna-völgyben. Élet a Duna-ártéren – ember a természetben, Tudományos tanácskozás, Érsekcsanád, 2005. szeptember 23–24., BITE Baja Ifjúsági Természetvédelmi Egyesület, Baja, Proceedings
105. Konok I. (1961): Studies on the light- and dark-adaptation of the colour of the crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholz (Decapoda) controlled by the secretory activity of the central nervous system. *Annal. Biol. Tihany* 28: 29–47.
106. Konok I. (1962): Studies on the light- and dark-adaptation of the colour of the crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholz ... 2. *Annal. Biol. Tihany* 29: 27–37., 2 t.
107. Konok I. (1963): Studies on the neuroendocrine activity in the central nervous system of newly hatched crayfishes (*Astacus leptodactylus* Eschz.) related to the light adaptation. *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 30: 37–43. +1 t.
108. Konok I. (1960): Studies on the neurosecretory activity of the brain in the fresh water Crustacean, *Astacus leptodactylus* Eschscholz (Decapoda). *Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 27: 15–28. +2 t.
109. Kotschán J. (2006): Abaúj és Zemplén tájainak makroszkópikus rákjai (Crustacea). Információk Északkelet-Magyarország természeti értékeiről 5. Abaúj-Zemplén Értékeiért Közhasznú Egyesület, Sátoraljaújhely, 91 p.
110. Kotschán J. (2001): Adatok Majk (Észak-Vértes) magasabbrendű rák (Crustacea: Amphipoda et Isopoda et Decapoda) faunájához. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 25: 65–68.
111. Kovács E. (2003): A ráktenyésztés helyzete Európában és magyarországi perspektívái. *Halászatfejlesztés* 28: 199–205.
112. Kovács K. (2004): A Rák-patak és mellékágainak gerinctelen makrofaunája (Soproni hg., Hidegvízvölgy). *Hidrológiai Közöny* 84(5-6): 69–70.
113. Kovács K. (2018): Egy ökoszisztéma-mérnök: a vörös mocsárrák. *Élet és Tudomány* 73(14): 430.
114. Kovács K., Nagy P. T., Mayer R. (2015): Adatok a tízlábú rákok (Decapoda: Astacidae, Cambaridae) északnyugat-magyarországi előfordulásához. Egy *Procambarus* faj első előkerülése természetes élőhelyéről Magyarországon. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 33: 177–186.
115. Kovács T., Juhász P. (2007): Data to the distribution of crayfish worms (Branchiobdellidae) in Hungary. *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 31: 77–79.
116. Kovács T., Juhász P., Ambrus A. (2005): Adatok a Magyarországon élő folyami rákok (Decapoda: Astacidae, Cambaridae) elterjedéséhez. *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 29: 85–89.
117. Kozubíková, E., Puky, M., Kiszely, P., Petrusek, A. (2010): Crayfish plague pathogen in invasive North American crayfish species in Hungary. *Journal of Fish Diseases* 33: 925–929.



118. Krenedits Ö. (1905): Rákászat. *Halászat* 6(23): 181-182.
119. Kriska G. (2006): Dunai rákszemle: Tízlábú hódítók. *Élet és Tudomány* 61(12): 370-371.
120. Kriska G. (1999): Tíz lábon a víz alatt. A kövi rák. *Természet* 6(7-8): 28.
121. Kriska G. (2004): Vízi gerinctelenek: szivacsok, kagylók, rákok és más vízi gerinctelenek. *Élővilág könyvtár*, Budapest, Kossuth Kiadó, 112 p.
122. Kuttner K. (1901): A rákok vedléséről. *Halászat* 3(3): 20-21.
123. Lakatos K. (1905): A ráktenyésztésről. *Halászat* 6: 148-149, 155-157.
124. László F. (1967): Történeti adatok a béka- és csigahúsról, valamint a rákról. *Magyar Állatorvosok Lapja* 22(3): 140-141.
125. Lehőcz J. (1990): Halételek, rák-, béka-, csigareceptek. Média, Budapest, 48 p.
126. Liziczai M. (2019): Jelzórák (*Pacifastacus leniusculus*, Dana 1852) észlelése a Lajtában. *Halászat* 112(2): 50.
127. Liziczai M., Csányi B., Szekeres J., Weiperth A. (2020): Jelzórák (*Pacifastacus leniusculus*, Dana 1852) megjelenése a Mosoni-Duna és a Duna magyarországi főágában. *Halászat* 113(3): 87.
128. Lókkös A., Müller T., Kovács K., Várkonyi L., Specziár A., Peer M. (2016): The alien, parthenogenetic marbled crayfish (Decapoda: Cambaridae) is entering Kis-Balaton (Hungary), one of Europe's most important wetland biotopes. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 417: 16.
129. Lovas-Kiss Á., Sánchez M. I., Molnár V. A., Valls L., Armengol X., Mesquita-Joanes F., Green A. J. (2018): Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. *Freshwater Biology* 63(4): 392-404.
130. Ludány G. (1930): A rák elektrokardiogramja: [2.] Klny. *A Magyar Biológiai Kutató Intézet II. Osztályának munkái*. Tihany, 5 p.
131. Ludányi M., Peeters E.T.H.M.E., Kiss B., Roessink I. (2016): Distribution of crayfish species in Hungarian waters. *Global Ecology and Conservation* 8: 254-262.
132. Ludányi M., Edwin T.H.M. Petters, Kiss B., Gáspár Á., I. Roessink., Magura T., Müller Z. (2023): The current status of *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) and their effect on aquatic macroinvertebrate communities in Hungarian watercourses. *Aquatic Invasions* 17 (4): 543-559.
133. Maciaszek R., Jabłońska A., Hoitsy M., Prati S., Świderek W. (2021): First record and DNA barcodes of non-native shrimp, *Caridina babaulti* (Bouvier, 1918) in Europe. *The European Zoological Journal* 88(1): 816-823.
134. Maiakovska O., Andriantsoa R., Tönges S., Legrand C., Gutekunst J., Hanna K., Pârvulescu L., Novitsky R., Weiperth A., Sciberras A., Deidun A., Ercoli F., Kouba A., Lyko F. (2021): Genome analysis of the monoclonal marbled crayfish reveals genetic separation over a short evolutionary timescale. *Communications Biology* 4, Article number: 74
135. Majoros G., Puky M. (2012): Egy behurcolt, invazív, parazitozoonosist terjesztő, kínai gyapjasollós rák (*Eriocheir sinensis* Milne Edwards, 1853) negatív eredményű parazitológiai vizsgálata. *Magyar Állatorvosok Lapja* 134(8): 487-490.
136. Méhely L. (1931): A rákok ősveséje / Die Urniere der Crustaceen. Klny. *Studia Zoologica* Budapest, 261-291. p., 3 t.
137. Mozsár A., Árva D., Józsa V., Györe K., Kajári B., Czeglédi I., Erős T., Weiperth A., Specziár A. (2021): Only one can remain? Environmental and spatial factors influencing habitat partitioning among invasive and native crayfishes in the Pannonian Ecoregion (Hungary). *Science of the Total Environment* 770, Paper: 145240.
138. Muraközy E. (1901): Ráktenyésztés tavakban. *Halászat* 2(21): 144-145.
139. N. László E. (2004): A rák és a rákászat a Kárpát-medencében. *Természet Világa* 135(5): 235-236.
140. Nagy G. (2021): A cifrarák barát vagy ellenség? *Halászat* 114(3): 97.
141. Neemann H., Pöckl M., Wittmann K. J. (1995): Distribution of epigeal Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). *Miscellanea Zoologica Hungarica* 10: 49-68.
142. Németh T., Balogh R. E., Berényi D., Franyó Sz., Ferincz Á., Lente V., Staszny Á., Weiperth A. (2022): A cifrarák (*Faxonius limosus*) téli aktivitásának igazolása hazánk természetes vizeiben. *Halászat* 115(3): 18.
143. Nyeste K., Gyöngy M. (2018): Cifrarákot (*Orconectes limosus*) evő balinok (*Leuciscus aspius*) a Nagykunsági-főcsatornából. *Halászat* 111(3): 90.
144. Nyeste K., Somogyi D. (2020): Kecskerák (*Astacus leptodactylus*) a Nagykunsági-főcsatornából. *Halászat* 113(1): 14.
145. Nyeste K., Somogyi D. (2021): Cifrarákot (*Orconectes limosus*) fogyasztó halak a Nagykunsági-főcsatornában. *Halászat* 114(1): 13.
146. Olajos P., Kiss B., Magura T., Sallai Z. (2023): Az elektromos fenékháló (elektromos kece) használati paramétereinek kísérletes meghatározása, fenéklakó hal-közösségek monitorozása (mintavételi protokoll javaslat). *Halászat-Tudomány* 9(1): 3-13.
147. Pacs I. (1960): Ismerjük meg a folyami rákot! *Halászat* 54(10): 186-187.
148. Papp K. (2008): A rákok. *Magyar Horgász* 62(4): 98.
149. Pârvulescu L., Pérez-Moreno J. L., Panaiotu C., Drăguț L., Schrimpf A., Popovici I.-D., Zaharia C., Weiperth A., Gál B., Schubart C. D., Bracken-Grissom H. (2019): A journey on plate tectonics sheds light on European crayfish phylogeography. *Ecology and Evolution* 9: 1957-1971.

150. Pasaréti Gy. (1994): A folyami rákok (*Potamobiidae*) hazai tenyésztéséről. *Akvárium Magazin* 3(23): 24–26.
151. Péterffy I. (1983): Rákászás Füreden. *Halászat* 76(1): B3
152. Pintér K. (1986): Belvízi halászat és rákászat Törökországban. *Halászat* 79(6): 182-186.
153. Pintér K. (1987): Ráktenyésztés Spanyolországban. *Halászat* 80(1): 20–22.
154. Pintér K., Thuránszky Z. (1983): A ráktermelés fejlesztésének lehetőségei Magyarországon. *Halászat* 76(1): 3–6.
155. Poller Z. (2000): A hazai rákfajokról és visszatelepítésük lehetőségeiről. *Madártásvlat* 7(2): 6.
156. Ponyi J. (2002): Jelentés „A Balatonba ömlő patakok zoológiai vizsgálata IV.” című téma kutatási eredményeiről. MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézete, Tihany, 111 p.
157. Ponyi J., Dévai I. (1977): A Fertő magyar területének rákjai (Crustacea). *Hidrológiai Közöny* 57(6-7): 262–270.
158. Potyó I. (2018): Beszélő képek. A patak ura (kövi rák = *Austropotamobius torrentium*). *Élet és Tudomány* 73(31): 976–977.
159. Pócsi L. (1995): Édesvízi rákfajok tenyésztésének és nevelésének fejlesztési lehetőségei. In: Sinkovics G., Bodnár K.: Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok „A Debreceni Agrártudományi Egyetem a Tiszántúli mezőgazdaságáért” II. kötet, 1995. április 21-22. DATE Állattenyésztési Főiskolai Kar, Hódmezővásárhely, 369–370. p.
160. Pócsi L. (1995): Kecskerák (*Astacus leptodactylus*) nevelése mesterséges környezetben. *Halászatfejlesztés* 18: 96–100.
161. Pödör E. K. (1990): A ráktenyésztés gazdasági lehetőségei Magyarország vizeiben. *Halászat* 83(1): 13–14.
162. Puky M. (2000): Distribution of Decapoda species along the Hungarian Danube section and some tributaries with special emphasis on their conservation status. International Association for Danube Research, 33<sup>rd</sup> Conference, Osijek, Croatia 2000, *Limnological Reports* 33: 285–290.
163. Puky M. (2001): Conservation status of Decapoda species in Hungary. In: Souty-Grosset, C; Grandjean, F (szerk.) *Spécial „Ecrevisses”. Volume 4: gestion basée sur la connaissance des écrevisses natives européennes. Dialogues entre chercheurs et gestionnaires = Crayfish special. 4. Knowledge-based management of European native crayfishes. Exchanges between researches and managers.* Paris, Franciaország: Conseil supérieur de la pêche: 36–36 p.
164. Puky M. (2004): Zoological mapping along the Hungarian lower Danube: Importance, aims and necessity discussed with the example of tree unrelated groups, Decapoda, Amphibia and Reptilia. In: Teodorović I., Radulović S., Bloesch J. (eds): Proceedings of the 35<sup>th</sup> Conference Novi Sad, Serbia and Montenegro 2004. Visio Mundi Academic Press and National Committee of IAD Serbia and Montenegro, Novi Sad. *IAD Limnological Reports* 35: 613–618.
165. Puky M. (2006): A new, volunteer-based, cost effective method for zoological mapping: the photo identification of freshwater crayfish (Crustacea: Decapoda) species and the importance of volunteers in crayfish research. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380–381: 927–936.
166. Puky M. (2009): Confirmation of the presence of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) in Slovakia. *North-Western Journal of Zoology* 5(1): 214–217.
167. Puky M. (2012): Do researchers have anything to do with „Danubian killer machines”? *Eriocheir sinensis* in Hungary. In: Berczik Á., Dinka M., Kiss A. (eds.): *Living Danube. 39<sup>th</sup> IAD Conference.* 21-24 August 2012, Szentendre, Hungary. Proceedings. MTA Ökológiai Kutatóközpont DKI, Göd – Vácrátót: 211–215.
168. Puky M. (2012): Decapoda invasion along the River Tisza: current status and trends. *Danube News* 14(26): 11–12.
169. Puky M. (2014): Invasive Crayfish on Land: *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Decapoda: Cambaridae) crossed a terrestrial barrier to move from a side arm into the Danube River at Szeremle, Hungary. *Acta Zoologica Bulgarica Supplement* 7: 143–146.
170. Puky M., Ács É., Bódis E., Borza P., Kiss K.T., Tóth A. (2009): Biológiai inváziók a magyarországi Duna-szakaszon. In: Török, K; Kiss, KT; Kertész, M (szerk.) *Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet kutatási eredményeiből.* MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet (ÖBKI): 147: 99–103 p.
171. Puky M., Ács É., Bódis E., Borza P., Kiss K.T., Tóth A. (2009): Invasive algae, plant, bivalve and crustacean species along the Hungarian Danube section: arrival time, colonisation characteristics, relative importance. In: Teodorovic, I; Bloesch, J; Sandu, C (szerk.) *The Danube River Basin in a Changing World: Proceedings of 37th IAD Conference.* Novi Sad, Szerbia: 76–81 p.
172. Puky, M., Reynolds, J.D., Grandjean, F. (2002): Education as a key to Decapod conservation. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 367: 911–916.
173. Puky M., Reynolds J.D., Schád P. (2005): Native and alien Decapoda species in Hungary: Distribution, status, conservation importance. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376–377: 553–568.
174. Puky M., Schád P. (2006): Magyarországi tízlábú rák (Decapoda) fajok elterjedése és természetvédelmi helyzete. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica* 14: 195–204.
175. Puky, M., Schád, P. (2006): *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the Danube in Hungary. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380–381: 919–925.

176. Reynolds, J.D., Demers, A., Peay, S., Puky, M., Sibley, P., Souty-Grosset, C., Taugbol, T. (2006): Crayfish conservation and management. In: Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noel, P.Y., Reynolds, J.D., Haffner, P. (szerk.) Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle. Párizs, 152–157 p.
177. Reynolds, J.D., Puky, M. (2005): Roundtable session 4: The importance of public education for the effective conservation of European native crayfish. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376–377: 837–845.
178. Répássy M. (1910): A rák mesterséges tenyésztése. *Halászat* 11(17): 131–133.
179. Répássy M. (1917): A rákkal való népesítésről. *Halászat* 18: 205–206, 213–216.
180. Répássy M. (1914): Édesvízi halászat és halgazdaság. (Második kiadás) *A m. kir. földművelésügyi minister kiadványa*. 15. sz., Pallas, Budapest, 549 p.
181. Rogovszky Z. (1995): A kövi rák. Marad-e esélye a kövi ráknak? *Élet és Tudomány* 50(34): 1059–1061.
182. Rogovszky Z. (1996): Csak az érdekes, ami ehető is? Kövirák. *Madártávlat* 3(2): 10–12.
183. Rónyai A. (1987): Az óriási édesvízi garnélarákkal végzett nevelési kísérletről. *Halászat* 80(2): 51–53.
184. Rónyai A. (1989): Kísérleti adatok az óriás édesvízi garnélarák takarmányozásához. *Halászat* 82(2): 54–56.
185. Sallai Z. (2010): A cifrarák [*Orconectes limosus* (Rafinesque 1817)] megkerülése a Hortobágy-Berettyóból. *A Puszta* 23: 309–310.
186. Sallai Z., Lelkes A. (2010): Jelzórák [*Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)] megjelenése a Murában. *A Puszta* 23: 311–312.
187. Sallai Z., Puky M. (1998): A „Nimfea” Természetvédelmi Egyesület Halfaunisztikai Munkacsoportjának rák- (*Decapoda*), kétéltű- (*Amphibia*) és hüllő- (*Reptilia*) faunisztikai adatai. *A Puszta* 15: 137–154.
188. Sallai Z., Puky M. (2008): A cifrarák (*Orconectes limosus*) megjelenése a Közép-Tisza vidékén. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 18: 203–208.
189. Seprős R., Csányi B., Danyik T., Farkas A., Gábris V., Gál B., Répás E., Szajbert B., Weiperth A. (2018): Idegenhonos inváziós tizslábú rákok (*Crustacea: Decapoda*) aktuális helyzete. In: Magyarország Környezeti Állapota 2017. Herman Ottó Intézet, Budapest, 62–70. p.
190. Seprős R., Farkas A., Sebestyén A., Lókkös A., Kelbert B., Gál B., †Puky M., Weiperth A. (2018): Current status and distribution of non-native spiny cheek crayfish (*Faxonius limosus* Rafinesque, 1817) in Lake Balaton. *Hungarian Agricultural Research* 27(3): 20–26.
191. Serfőző J. (1982): Functional anatomy of the innervated connective tissue strands in the coxal region of the second antenna of the crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschz.) = Innervált kötőszöveti rostcsoportok funkcionális anatómiai vizsgálata a kecskerák (*Astacus leptodactylus* Eschz.) második csápjának coxalis régiójában. *Acta Biologica Debrecina* 18: 141–148.
192. Serfőző J. (1993): Necrotic effects of the xenobiotics accumulation in the central nervous system of a crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschz.). *Acta Biologica Szegediensis* 39(1/4): 23–38.
193. Simonffy G. (1917): Az édesvízi rákról. *Halászat* 18: 6-7, 16-17, 25-27, 35-37, 44-45, 51-52, 61-63.
194. Szajbert B., Bártky G., Sevcsik A., Tóth B., Weiperth A. (2021): A márványrák (*Procambarus virginalis*) újabb hazai előfordulásai. *Halászat* 114(3): 99.
195. Széky P. (1981): Mellőzött állataink: a folyami rákok. *Természet Világa* 112(4): 178–180.
196. Szendőfi B., Bérces S., Csányi B., Gábris V., Gál B., Gönye Z., Répás E., Seprős R., Tóth B., A. Kouba, J. Patoka, Weiperth A. (2018): Egzotikus halfajok és decapodák a Barát- és Dera-pataokban, valamint a torkolatuk dunai élőhelyein. *Pisces Hungarici* 12: 47–51.
197. Szepesi Zs., Harka Á. (2011): A cifrarák (*Orconectes limosus*) terjedése a Zagyva alsó szakaszán. *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 38: 23–25.
198. Szepesi Zs., Harka Á. (2011): Adatok a tizslábú rákok (Decapoda) magyarországi előfordulásáról, különös tekintettel a cifrarák (*Orconectes limosus*) terjedésére. *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 35: 15–20.
199. Szepesi Zs., Harka Á., Csipkés R. (2021): Történeti áttekintés a tizslábú rákok (Decapoda) északmagyarországi elterjedéséről és jelenlegi helyzetéről. *Pisces Hungarici* 15: 63–78.
200. Szigethy K. (1886): A folyami rák (*Astacus fluviatilis* L.) életviszonya és tenyésztése. *Rovartani Lapok* 3(10): 206–209.
201. Szigethy K. (1885): A folyami rák zöldmirigyének boncz-, szövet- és élettana. Budapest, *M. T. Akad., Értekezések a természettudományok köréből*. 18 p., 2 t.
202. Szigethy K. (1885): Az *Astacus fluviatilis* és *Ascatas leptodactylus* átmeneti alakjai. *Mathematikai és természettudományi közlemények vonatkozólag a hazai viszonyokra*, XX. [1.] 49. p., 6 t.
203. Szipola I. (1986): A rákállomány alakulása, a Balaton vízgújítójelek területén. *Halászat* 79(5): 151–152.
204. Takács L. (1978): A Kis-Balaton és környéke (Halászat, rákászat). *Somogyi Almanach* 27–29. 207 p.
205. Takács L. (1977): Rákászat a Kis-Balaton mentén. *Ethnographia* 88(2-3): 437–440.
206. Thuránszky Z. (1956): A folyami rák növekedése és vedlése. *Halászat* 50(6): 104.
207. Thuránszky Z. (1956): Hogyan szaporodik – az amerikai rák? *Halászat* 50(4): 65.
208. Thuránszky Z. (1956): A ráktenyésztésről. *Halászat* 50(3): 44.
209. Thuránszky Z. (1960): Neveljünk rákivadékot! *Halászat* 54(3): 44.
210. Thuránszky Z. (1960): Rákászati beszámoló. *Halászat* 54(1): 18.

211. Thuránszky Z. (1960): A ráktelepítésről – se feledkezzünk meg! *Halászat* 54(2): 37.
212. Thuránszky Z. (1962): A „hidegvízi” rák. *Halászat* 55(1): 21.
213. Thuránszky Z. (1966): Angolna és rák. *Halászat* 59(3): 73.
214. Thuránszky M., Forró L. (1987): Data on the distribution of freshwater crayfish (Decapoda: Astacidae) in Hungary in the late 1950s. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 4: 65–69.
215. Turánszky (sic!) Z. (1956): Valamit – a rákokról... *Halászat* 50(1): 14.
216. Tóth L. (1979): Folyami rák a szobaakváriumban. *Búvár* 34(1): 43.
217. Unger E. (1910): A rákvészről. *Halászat* 12(7): 55.
218. Unger E. (1934): Vándorkagylóval belepített rákok a Balatonban. *Halászat* 35(23-24): 95.
219. Vajon I. (1967): A folyami rák mint kísérleti állat. *Búvár* 12(3): 172–174.
220. Varga L. (1944): Élőlények a folyami rák kopolyüregében. *Természettudományi Közlöny* 76(234. pót-füzet): 96–99.
221. Vásárhelyi I. (1938): A Bükk rákos vizei. *Halászat* 39(11-12): 56–57.
222. Vásárhelyi I. (1943): A rák életmódja, fogása, elterjedése és telepítése. *Halászat* 44(7): 58-59, 44(8): 63-65, 44(9): 73-74, 44(10): 79-80.
223. Vásárhelyi I. (1943): A rák életmódja, fogása, elterjedése és telepítése. Országos Halászati Egyesület, Budapest, 22 p.
224. Verzár F. (1933): Über die Aufrechterhaltung des Salzehaltes bei *Potamobius astacus* und *Potamobius leptodactylus*. Klny. *A Magyar Biológiai Kutató Intézet 2. osztályának munkáiból*, Tihany, 224–229.
225. Verzár F., Ludány G. (1929): A rák elektrokardiogramja. Klny. *A Magyar Biológiai Kutató Intézet 2. oszt. munkái*. Tihany, 237–242.
226. Verzár F., Ludány G. (1929): A rák ideg- és izomműködési áramai... Klny. *A Magyar Biológiai Kutató Intézet 2. oszt. munkái*. Tihany, 243–253.
227. Veselý L., Ruokonen T. J., Weiperth A., Kubeč J., Szajbert B., Guo W., Ercoli F., Bláha M., Buřič M., Hämäläinen H., Kouba A. (2021): Trophic niches of three sympatric invasive crayfish of EU concern. *Hydrobiologia* 848(2): 727–737.
228. Viga G. (1978-1979): Északkelet-magyarországi adatok a rákászathoz. *A Miskolci Herman Ottó Múzeum Közleményei* 17: 166–171.
229. Vilizzi, L., Copp, G.H., Adamovich, B., Almeida, D., Chan, J., Davison, P.I., Dembski, S., Ekmekçi, F.G., Ferincz, A., Forneck, S.C., Hill, J.E., Kim, J-E., Koutsikos, N., Leuven, R.S.E.W., Luna, S.A., Magalhães, F., Marr, S.M., Mendoza, R., Mourão, C.F., Neal, J.W., Onikura, N., Perdikaris, C., Piria, M., Poulet, N., Puntilla, R., Range, I.L., Simonović, P., Ribeiro, F., Tarkan, A.S., Troca, D.F.A., Vardakas, L., Verreycken, H., Vintsek, L., Weyl, O.L.F., Yeo, D.C.J., Zeng, Y. (2019): A global review and meta-analysis of applications of the freshwater Fish Invasiveness Screening Kit. *Rev. Fish. Biol. Fisheries* 29: 529–568.
230. Vilizzi L., Copp G.H., Hill J.E., Adamovich B., Aislabieb L., Aking D., Al-Faisal A.J., Almeida D., Azmai M.N.A., Bakiu R., Bellati A., Bernier R., Bies J.M., Bilge G., Branco P., Bui T.D., Canning-Clodes J., Ramos H.A.C.R., Castellanos-Galindo G.A.C., Castro N., Chaichana R., Chainho P., Chan J., Cunico A.M., Curd A., Dangchana P., Dashinova D., Davison P.I., de Camargo M.P., Dodd J.A., Donahou A.L.D., Edsman L., Ekmekçi F.G., Elphinstone-Davis J., Erős T., Evangelista C., Fenwick G., Ferincz Á., Ferreira T., Feunteun E., Filiz H., Forneck S.C., Gajduchenko H.S. Monteiro J.G., Gestoso I., Giannetto D., Gilles Jr. A.S., Gizzi F. Glamuzina F., Glamuzina L., Goldsmit J., Gollasch S., Gouletquer P., Grabowska J., Harmer R., Haubrock P.J., He D., Hean J.W., Herczeg G., Howland K.L., Ilhan A., Interesova E., Jakubčinová K., Jelmert A., Johnsen S.I., Kakareko T., Kanongdate K., Killi N., Jeoing-Eun K., Kirankaya S.G., Kňazovick D. Kopecký O., Kostov V., Koutsikos N., Koziz S., Kuljanishvili T., Kumar B., Kumar L., Kurita Y., Kurtul I., Lazzaro L., Lee L., Lehtiniemi M., Leonardi G., Leuven S.E.W.R., Li S., Lipinskaya T., Liu F., Lloyd L., Lorenzoni M., Luna S.A., Lyons T.J., Magellan K., Malmstrøm M., Marchini A., Marr S.M., Masson J., Masson L., McKenzie H.H., Memedemin D., Mendoza R., Minchin D., Miossec L., Moghaddas S.D., Moshobane M.C., Mumladze L., Naddafi R., Najafi-Majd E., Năstase A., Năvodaru I., Neal J.W., Nienhuis S., Nimtim M., Noland E.T., Occhipinti-Ambrogi A., Ojaveer H., Olenin S., Olsson K., Onikura N., O’Shaughnessy K., Paganelli D., Parrettis P., Patoka J., Pavia Jr. R.T.B., Pellitteri-Rosa D., Pelletier-Rousseau M., Peralta E.M., Perdikaris C., Pietraszewski D., Piria M., Pitois S., Pompei L., Poulet N., Predac C., Puntilla-Dodd R., Qashqaei A.D., Radočaj T., Rahmani H., Rajbu S., Reeves D., Ristovska M., Rizevsky V., Robertson D.R., Robertson P., Ruykys L., Sabaj A.O., Santos J.M., Sari H.M., Segurado P., Semenchenko V., Senanan W., Simard N., Simonović P., Skóra M.E., Slovák Švolíková K., Smeti E., Šmídová T., Špelić I., Srèbalienė G., Stasolla G., Stebbing P., Števo B., Sureshe V.E., Szajbert B., Kiu Anh T.T., Tarkan A.S., Tempesti J., Therriault T.W., Tidbury H.J., Top-Karakuş N.T., Tricarico E., Troca D.F.A., Tsiamise K., Tucket Q.M., Tutman P., Uyan U., Uzunova E., Vardakas L., Velle G. Verreycken H., Vintsek L., Wei H., Weiperth A., Weyl O.L.F., Winter E.R., Włodarczyk R., Wood L.E., Yang R., Yapıcı S., Yeo S.B.S., Yoğurtçuoğlu B., Yunnice A.L.E., Zhu Y., Zięba G., Žitňanová K. & Clarke S. (2021): A global-scale screening of non-native aquatic organisms to identify potentially invasive species under current and future climate conditions. *Science of the Total Environment* 788: 147868.

231. Vítál Z., Takács P. (2016): A lápi póc (*Umbra krameri*), az amurgéb (*Perccottus glenii*) és a cifrarák (*Orconectes limosus*) előfordulásának újabb adatai Dél-Magyarországról. *Halászat* 109(3): 16
232. Weiperth A. (2016): Cifrarák, jelzőrák, vörös mocsárrák, kínai gypjasollós rák. In: Botta- Dukát Zs. (ed.) *Inváziós fajok terjedési útvonalainak átfogó elemzése és hazai értékelése. Kutatási zárójelentés. Kézirat: 136–155.*
233. Weiperth A. (2022): Red Cherry Shrimp *Neocaridina denticulata* (De Haan, 1844). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 97–98.
234. Weiperth A. (2022): Cseresznyegarnéla *Neocaridina denticulata* (De Haan, 1844). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 97–98.
235. Weiperth A. (2022): Chinese Mitten Crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853. In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 99–101.
236. Weiperth A. (2022): Kínai gypjasollósrák *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853. In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 99–101.
237. Weiperth A. (2022): Australian Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 102–104.
238. Weiperth A. (2022): Ausztrál vörösollósrák *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 102–104.
239. Weiperth A. (2022): Signal Crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 105–107.
240. Weiperth A. (2022): Jelzőrák *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 105–107.
241. Weiperth A. (2022): Mexican Dwarf Crayfish *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943. In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 108–109.
242. Weiperth A. (2022): Mexikói törperák *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943. In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 108–109.
243. Weiperth A. (2022): Red Swamp Crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 110–112.
244. Weiperth A. (2022): Vörös mocsárrák *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 110–112.
245. Weiperth A. (2022): Florida Crayfish *Procambarus alleni* (Faxon, 1884). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 113–114.
246. Weiperth A. (2022): Floridai kékrák *Procambarus alleni* (Faxon, 1884). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 113–114.
247. Weiperth A. (2022): Marbled Crayfish *Procambarus virginalis* Lyko, 2017. In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 115–118.
248. Weiperth A. (2022): Márványrák *Procambarus virginalis* Lyko, 2017. In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 115–118.
249. Weiperth A. (2022): Cifrarák *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817). In: Haraszthy L. (szerk.) (2022): **Özönállatfajok Magyarországon**. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság – Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest: 119–121.
250. Weiperth A. (2022): Spiny-cheek Crayfish *Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817). In: Haraszthy L. (Ed.) (2022): *Invasive Animal Species in Hungary*. Duna-Ipoly National Park Directorate – Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary, Budapest: 119–121.
251. Weiperth A., Bányai Zs., Ferincz Á., Juhász V., Sevcsik A., Staszny Á., Szalóky Z., Tóth B. (2020): Az Ipoly magyarországi szakaszán élő tizlábú rákokra és a halakra vonatkozó faunisztikai kutatások áttekintése. (Overview of crayfish and fish fauna researches in the Hungarian section of the River Ipoly/Ipel.) *Pisces Hungarici* 14: 33–44.
252. Weiperth A., Bláha M., Szajbert B., Seprős R., Bányai Z., Patoka J., Kouba A. (2020): Hungary: a European hotspot of non-native crayfish biodiversity. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 421: 43.
253. Weiperth A., Csányi B., Gál B., György Á. I., Szalóky

Z., Szekeres J., Tóth B., †Puky M. (2015): Egzotikus rák-, hal- és kételtű fajok a Budapest környéki víztestekben. *Pisces Hungarici* 9: 65–70.

254. Weiperth A., Czeglédi I., Dragán P.E., Boross N., Erős T., Ferincz Á., Gál B., Juhász V., Lőkkös A., Lőkkösné Kelbert B., Specziár A., Staszny Á., Szivák I., Takács P., Vitál Z., Preiszner B. (2020): Tízlábú rákfajok aktuális elterjedése a Balatonban és vízgyűjtőjén. (Current occurrence of crayfishes in Lake Balaton and its drainage basin.) *Pisces Hungarici* 14: 145–150.

255. Weiperth A., Gábris V., Danyik T., Farkas A., Kuříková P., Kouba A., Patoka J. (2019): Occurrence of non-native red cherry shrimp in European temperate waterbodies: a case study from Hungary. *Knowledge and Management for Aquatic Ecosystems* 420, 9, pp: 7

256. Weiperth A., Gál B., Kuříková P., Bláha M., Kouba A., Patoka J. (2017): *Cambarellus patzcuarensis* in Hungary: The first dwarf crayfish established outside of North America. *Biologia* 72(12): 1529–1532.

257. Weiperth A., Gál B., Kuříková P., Langorova, I., Kouba, A., Patoka, J. (2019): Risk assessment of pet-traded decapod crustaceans in Hungary with evidence of *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the wild. *North-Western Journal of Zoology* 15(1): 42-47.

258. Weiperth A., Juhász V., Staszny Á., Ferincz Á. (2020): A cifrarák (*Faxonius limosus*) terjedése Fejér megye vizeiben. *Halászat* 113(4): 123.

259. Weiperth A., Juhász V., Staszny Á., Németh F., Ferincz Á. (2021): A cifrarák (*Faxonius limosus* Rafinesque, 1817) megjelenése a Balaton Keszthelyi-medencéjében és a Zala folyóban. *Halászat* 114(3): 101.

260. Weiperth A., Juhász V., Staszny Á., Urbányi B., Ferincz Á. (2020): Természetvédelmi kockázatuk és a halfaunára gyakorolt hatásai – Általánosságok a tízlábú rákokról. *Magyar Horgász* 74(9): 82–83.

261. Weiperth A., Király K., Bányai Zs. M. (2024): A cifrarák (*Faxonius limosus*) új észlelései Baranya és Tolna vármegyében. *Halászat* 117(2): 18.

262. Weiperth A., Kouba A., Csányi B., Danyik T., Farkas A., Gál B., Józsa V., Patoka J., Juhász V., Párvulescu L., Mozsár A., Seprős R., Staszny Á., Szajbert B., Ferincz Á. (2020): Az idegenhonos tízlábú rákok (*Crustacea: Decapoda*) helyzete Magyarországon. *Halászat* 113(2): 61–69.

263. Weiperth A., Lente V., Staszny Á., Ferincz Á. (2021): Vörös mocsárrák (*Procambarus clarkii*) a Hosszúréti-patak fővárosi szakaszán. *Halászat* 114(4): 144.

264. Wolsky S. (1934): Sauerstoffverbrauch und Körpergewicht beim Steinkrebs (*Potamobius torrentium* [Schrank] Ortmann), nebst kritischen Bemerkungen über

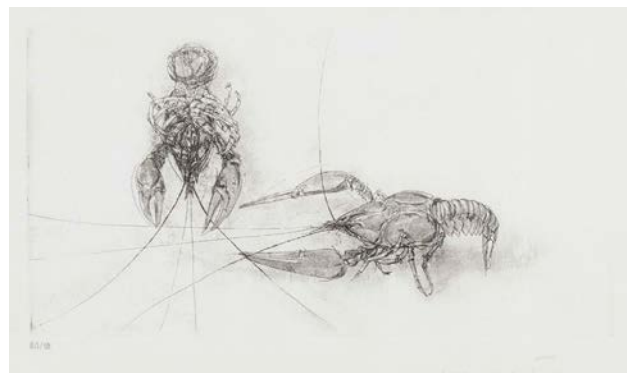
die Methoden der Bestimmung des Sauerstoffverbrauches. *A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái* 7: 116–125.

265. Wolsky S. (1934): **Über** einen Sumpfkrebs (*Potamobius leptodactylus* Eschh.) mit Missbildung an einer Schere. *Klny. a M. Biológiai Kutatóint. 1. oszt. munkáiból*, Tihany, 126–131.

266. Wolsky S., Jaczó I. (1943): Adatok a kecskerák (*Astacus leptodactylus* Eschh.) anyagseréjének ismeretéhez. *Állattani Közlemények* 40(3-4): 238–242.

267. Wolsky S., Lissmann H. W. (1933): Weitere Angaben **über** die Bedeutung der regenerierten Antennule f. d. Zusammenwirken d. Rezeptoren...bei *Potamobius leptodactylus* Eschh. *Klny. a M. Biológiai Kutatóint. 1. oszt. munkái*, Tihany, 127–132.

268. Woynárovich E. (1955): Telepítésünk amerikai rákot? *Halászat* 49(10): 190–191.



Würtz Ádám (1927-1994): Folyami rák tanulmány (rész-karc, papír)



Dísztányér, plasztikus rákokkal, fajansz. Tata, XVIII. sz vége (Kuny Domokos Múzeum)

# Eltérő korú és táplálkozású domolykók (*Squalius cephalus*) indikátorszerepe a fémszennyezések kimutatásában

## Different age and feeding groups of chub (*Squalius cephalus*) as bioindicators of trace element pollutions

Nyeste Krisztián<sup>1,2</sup>, Uzochukwu Ifeanyi Emmanuel<sup>1,3</sup>, Somogyi Dóra<sup>1,3</sup>, Nagy László<sup>1</sup>, Czeglédi István<sup>4,5</sup>, Harangi Sándor<sup>6</sup>, Baranyai Edina<sup>6</sup>, Simon Edina<sup>7,8</sup>, Nagy Sándor Alex<sup>1,2</sup>, Velcheva Iliana<sup>9</sup>, Yancheva Vesela<sup>9</sup>, Antal László<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1., e-mail: nyeste.krisztian@science.unideb.hu

University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Department of Hydrobiology, 4032 Debrecen, Egyetem sqr. 1., e-mail: nyeste.krisztian@science.unideb.hu

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. University of Debrecen, National Laboratory of Water Science and Water Safety, 4032 Debrecen, Egyetem sqr. 1.

<sup>3</sup> Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

University of Debrecen, Juhász-Nagy Pál Doctoral School, 4032 Debrecen, Egyetem sqr 1.

<sup>4</sup> Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH), 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno u. 3. Balaton Limnological Research Institute, Eötvös Loránd Research Network (ELKH), 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno St. 3.

<sup>5</sup> Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno u. 3.

Balaton Limnological Research Institute, National Laboratory of Water Science and Water Safety, 8237 Tihany, Klebelsberg Kuno St. 3.

<sup>6</sup> Debreceni Egyetem TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, Atomspektroszkópai Partner Laboratórium, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Atomic Spectroscopy Partner Laboratory, 4032 Debrecen, Egyetem sqr. 1.

<sup>7</sup> Debreceni Egyetem TTK Ökológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Department of Ecology, 4032 Debrecen, Egyetem sqr. 1.

<sup>8</sup> ELKH-DE Antropocén Ökológia Kutatócsoport, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

ELKH-DE Anthropocene Ecology Research Group, 4032 Debrecen, Egyetem sqr. 1.

<sup>9</sup> Plovdivi Egyetem, Ökológiai és Környezetvédelmi Tanszék, Bulgária, 4000 Plovdiv, Tsar Assen u. 24

Plovdiv University, Department of Ecology and Environmental Conservation, Bulgaria, 4000 Plovdiv, Tsar Assen Str. 24

Szerzők e-mail címei sorrendben: nyeste.krisztian@science.unideb.hu, ifeanyi.uzochukwu@science.unideb.hu, somogyi.dora@science.unideb.hu, nagylaszlo0002@gmail.com, czegledi.istvan@bki.hu, harangis87@gmail.com, baranyai.edina@science.unideb.hu, simon.edina@science.unideb.hu, nagy.sandor.alex@science.unideb.hu, vyancheva@uni-plovdiv.bg, antal.laszlo@science.unideb.hu

### Összefoglalás

2013 novemberében a Szamosból a domolykó (*Squalius cephalus* L. 1758) három, eltérő táplálkozású korcsoportjából gyűjtöttünk be egyedeket. A begyűjtött egyedek izom-, kopoltyú- és májmintáiból a Ca, K, Mg, Na, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr és Zn koncentrációit határoztuk meg mikrohullámú plazma atomemisziós spektrometriai eljárás (MP-AES) segítségével. Szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk az eltérő csoportok izmában és májában

mért fémkoncentrációi között. A csoportok kopoltyúmin-táiban meghatározott fémtartalmak között azonban nem voltak lényeges különbségek, feltehetően a kopoltyú fémtartalom mintázata inkább a habitatpreferenciát tükrözi, ami nem változik jelentősen a domolykó egyedfejlődése során. A hipotéziseinkkel ellentétben az ivadékok esetén tapasztaltuk a legmagasabb fémkoncentrációkat, amit számos tényező, mint például sajátos táplálkozásuk, gyors anyagcseréjük és kevésbé fejlett méregtelenítő rendszerük magyarázhat. Mindössze a réz esetén volt pozitív korre-

láció a fémkoncentráció a halak kora között. Leginkább azon fémek halmozódtak fel legnagyobb koncentrációban az ivadékokban, melyek mennyisége a Szamos vízében jóval magasabb volt 2013-ban, mint a korábbi években. Munkánk alapján az ivadékok szöveteinek fémtartalom mintázata a vízfolyásokat érő friss fémszennyezések kiváló bioindikátoraként szolgálhat.

**Kulcsszavak:** hal, izom, máj, kopoltyú, nehézfémek, MP-AES

## Summary

Chub (*Squalius cephalus* L. 1758) specimens from three distinct age groups, each with varying dietary habits, were collected in November 2013 from the River Szamos/Someş in Hungary. These age groups were chosen to explore how different feeding habits might affect the accumulation of trace elements in their tissues. Concentrations of calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), sodium (Na), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), lead (Pb), strontium (Sr), and zinc (Zn), were measured in muscle, gill, and liver samples using microwave-assisted plasma-atomic emission spectrometry (MP-AES).

Significant differences were revealed in trace element concentrations among the age groups, particularly in the liver, muscle, and gills. This suggests that age-related dietary variations contribute significantly to the accumulation of trace elements in different organs of the chub.

Interestingly, the patterns of trace element concentrations differed notably between muscle and liver tissues across the age groups. This divergence likely reflects the varying dietary preferences and metabolic processes characteristic of each age group. In contrast, trace element concentrations in the gills did not show significant variation among the age groups, indicating a consistent pattern potentially related to habitat preferences that remain stable throughout the chub's lifespan.

Unexpectedly, juveniles exhibited the highest concentrations of trace elements in most cases. This phenomenon can be attributed to their specific dietary habits, higher metabolic rates, and less developed detoxification systems compared to older chub. Notably, copper concentrations in the liver increased with age, highlighting a potential bioaccumulation pattern over time.

Furthermore, the observed significant concentrations of trace elements in juvenile tissues corresponded with elevated environmental levels detected in the River Szamos during 2013 compared to previous years. This suggests that juvenile chub may serve as sensitive indicators of recent pollution events in aquatic ecosystems, reflecting the dynamic relationship between environmental contamination and biological responses.

In summary, this study underscores the intricate interplay between age-specific dietary habits, trace element accumulation in tissues, and environmental pollution in chub populations. Understanding these relationships is crucial for assessing the health and ecological impacts of aquatic contaminants on freshwater ecosystems and their inhabitants.

**Keywords:** fish, muscle, liver, gill, heavy metals, MP-AES

*Jelen cikk a „Nyeste K., Dobrocsi P., Czeglédi I., Czédli H., Harangi S., Baranyai E., Simon E., Nagy S.A., Antal L. (2019): Age and diet-specific trace element accumulation patterns in different tissues of chub (Squalius cephalus): Juveniles are useful bioindicators of recent pollution”, (az Ecological Indicators folyóiratban megjelent) c. kézirat anyagának újraszerkesztett, kiegészített változata*

## Bevezetés

Manapság a vízi ökoszisztémák nehézfémterhelése komoly probléma világszerte, ugyanis ezek az elemek toxikusak is lehetnek, hosszú ideig jelen vannak a környezetben, valamint a bioakkumuláció és a biomagnifikáció folyamatai révén képesek a táplálékhálózatokba is bejutni (Miracle és Ankley, 2005; Carrasco és mtsai, 2011, Carneiro és mtsai, 2014). Ezek a fémek két fő úton juthatnak be a vízi ökoszisztémákba: egyrészt a természetes geológiai háttérből – vagyis a mederanyagot alkotó kőzetek mállásából származó fémekből –, másrészt antropogén folyamatok útján, mint például az ipari és a mezőgazdasági tevékenységek (MacDonald és mtsai, 2000; Lenhardt és mtsai, 2009). Mivel mindezek a fémek felvétele és felhalmozódása eltérő a különböző élőlényekben, ezért e mintázatok megismerése, később monitorozása kiemelt fontosságú feladat a környezeti kockázatok feltárása érdekében (Nakata és mtsai, 2005; Zhou és mtsai, 2008; Rašković és mtsai, 2018).

A vízi és vizes élőhelyek szennyezésének monitorozására a halközösségek vizsgálata széleskörűen elterjedt (Hermenean és mtsai, 2015; Jia és mtsai, 2016; Liu és mtsai, 2016). A szennyezett vízben élő hal testébe ezek az anyagok többféle útvonalon és eltérő mennyiségekben képesek bejutni: pl. a bőrön és a kopoltyún keresztül, vagy az emésztő szervrendszeren át a táplálkozás során (Yilmaz és mtsai, 2007; Lenhardt és mtsai, 2012). A halakban történő fémakkumulációt számos tényező befolyásolja. Függ egyrészt az adott elem kémiai sajátosságaitól, másrészt az adott egyed ökológiai igényeitől és fiziológiai állapotától, méretétől és korától, valamint életciklusától, életmenetétől és táplálkozási sajátosságaitól (Newman és Doubet, 1989; Canpolat és Çalta, 2003; Zhang és Wong, 2007; Lenhardt és mtsai, 2015).

Egy adott egyedden belül a felhalmozódott fémek mennyisége a különböző szervekben is eltérő, elsősorban azok



más és más fiziológiai sajátosságai miatt (Subotić és mtsai, 2013a,b). Elsősorban a kopolyú és a máj, mint metabolikusan aktív szervek a főbb színterei a fémek akkumulálódásának (Yılmaz és mtsai, 2007; Lenhardt és mtsai, 2012). Ebből adódóan ezeket mintegy célszervként használják a fémakkumulációs vizsgálatokban (Djikanović és mtsai, 2016; Jia és mtsai, 2017). Alapvetően az izomszövetben a fémek akkumulációja kevésbé kifejezett, ám az emberek elsősorban a halhúst (izmot) fogyasztják (Jia és mtsai, 2017; Subotić és mtsai, 2013a), éppen ezért ennek a vizsgálata is kiemelt fontosságú (Yancheva és mtsai, 2015; Traina és mtsai, 2019).

A domolykó [*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), korábban *Leuciscus cephalus*] az egyik legszélesebb körben elterjedt pontyféle Európában, továbbá igen kedvelt horgászhal (Kottelat és Freyhof, 2007). Elsősorban a kisebb folyókban, és nagyobb patakokban gyakori, de előfordul a nagyobb folyók lassan folyó alföldi szakaszán, valamint a nagyon kicsi hegyvidéki vizekben is (Kottelat és Freyhof, 2007). Idősebb egyedei elsősorban halakkal táplálkoznak (Czeglédi és Erős, 2013). A domolykó egy generalista faj, akár az erősebben szennyezett vizekben is megél (Machala és mtsai, 2001; Dragun és mtsai, 2012, 2016). Ezekből kifolyólag a domolykó egyre szélesebb körben használt bioindikátorszervezet a vizeinket érő szennyezések vizsgálatában, mivel értékes információkat adnak a vizeink veszélyeztetettségi állapotáról is (pl. Dragun és mtsai, 2007; Triebkorn és mtsai, 2007; Yılmaz és mtsai, 2007; Krasnići és mtsai, 2013).

Az elmúlt években a legtöbb nehézfém-akkumulációs vizsgálatot kifejlett halakon végezték (pl. Subotić és mtsai, 2013a,b; Hermenean és mtsai, 2015; Djikanović és mtsai, 2018). Ahogy fentebb említettük, a nehézfémek akkumulációját az egyes szervekben több tényező is befolyásolja, például a méret, a kor és a táplálkozás (Jia és mtsai, 2017; Ndimele és mtsai, 2017). Ezek közül a táplálkozás jelentősen megváltozhat az egyedfejlődés során, épp ezért az akkumulált fémek mintázata jelentősen eltérhet egy adott faj különböző korcsoportjai között (Handy és mtsai, 2003; Dragun és mtsai, 2009; Subotić és mtsai, 2013b). A domolykó egyedfejlődése során kifejezetten jellemző a táplálkozási szokások változása, a szakirodalmi adatok alapján a fajnak három eltérő táplálkozási típusa ismert (Balestrieri és mtsai, 2006; Marković és mtsai, 2007; Sasi és Ozay, 2017). Az ivadékok (0+) ún. planktofitófág táplálkozásúak, elsősorban kova- és zöldalgákat, valamint zooplankton szervezeteket fogyasztanak (Marković és mtsai, 2007). Az idősebb, de még nem ivarérett egyedek (1+ és 2+ korúak) ún. planktofitozoofág táplálkozásúak, egyrésztől még fogyasztanak kova- és zöldalgákat, valamint vízi növények részeit, de már ragadoznak makroszkopikus vízi gerinctelen szervezeteket is, például szitakötők,

tegezsek, kétszárnyúak és kérészek lárváit és imágóit egyaránt (Marković és mtsai, 2007). Ezzel szemben az ivarérett, felnőtt domolykók (3+ kortól) már főleg ragadozók. Táplálékuk zömét halak teszik ki, ám fogyasztanak rovarokat, puhatestűeket és kételtűeket is (Ünver és Erk'akan, 2011). A domolykó esetén ezek a jelentős változások a táplálkozásban a különböző korcsoportok eltérő bioakkumulációs (adott vegyület valamely élőlény szöveteiben való feldúsulása), és biomagnifikációs (adott vegyület koncentrációjának növekedése a táplálékhálózat magasabb trofikus szintjein) sajátosságait vonják maguk után (Merciai és mtsai, 2014). Továbbá, számos vizsgálat rámutatott arra, hogy egyes fémek főként az ivadékok szöveteiben képesek felhalmozódni, az ivadékok sajátos táplálkozása, gyorsabb metabolikus rátája, valamint a kevésbé kifejlődött méregtelenítő rendszere (Merciai és mtsai, 2014; Jia és mtsai, 2017; Ndimele és mtsai, 2017).

A Szamos Európa egyik legszennyezettebb folyóinak egyike (Kraft és mtsai, 2003, 2006, Simon és mtsai, 2017). A 2000-es évek elején jelentős cianid- és nehézfém-szennyezés érte a Szamos vizét és üledékét egyaránt (Lakatos és mtsai, 2003). Ennek következményeként egy ökológiai katasztrófa alakult ki nemcsak a Szamoson, hanem az azt befogadó Tiszán is, továbbá ezen vízfolyások üledékének nehézfém-tartalma a geokémiai háttérkoncentrációkhoz képest jelentősen megnövekedett (Van der Veen és mtsai, 2002; Fleit és Lakatos, 2003; Kraft és mtsai, 2003; Lakatos és mtsai, 2003). Az eseményt követően azonban a szennyezőanyagok koncentrációja mind a vízben és az üledékben is lecsökkent. (Óvári és mtsai, 2004). Például a cianid mellett a réz koncentrációja volt magas, február elején a Szamosban Csengernél 18 mg/l, míg a Tiszában Lónyánál 7400 mg/l volt. Áprilisra ezek koncentrációi már 0,01 mg/l alá csökkentek (Óvári és mtsai, 2004). Romániai bányászati tevékenységekből adódóan frissebb szennyezések elsősorban ólom, kadmium, réz és cink tekintetében mai napig előfordulnak a Szamoson (Simon és mtsai, 2017).

Jelen dolgozatunkban a Szamosban élő domolykó eltérő korú csoportjainak izom-, kopolyú- és májmin-táiban vizsgáltuk meg tizenkét fém koncentrációját. Hipotézisünk az volt, hogy a domolykó korcsoportjainak nehézfémkoncentrációi eltérőek lesznek, hiszen azok táplálkozása és fiziológiai sajátosságai is eltérőek. További hipotézisünk az volt, hogy a fémkoncentrációk nagyobbak lesznek az idősebb csoportok esetén, az elemek bioakkumulációjának és biomagnifikációjának következtében. Továbbá megállapítottuk, hogy a domolykó egyes korcsoportjainak fogyasztása jár-e humán egészségügyi kockázattal. Végezetül célul tűztük ki azt is, hogy megállapítsuk, a domolykó mely korcsoportja lehet a legjobb bioindikátor a környezetet érő fémszennyezések kimutatásában.

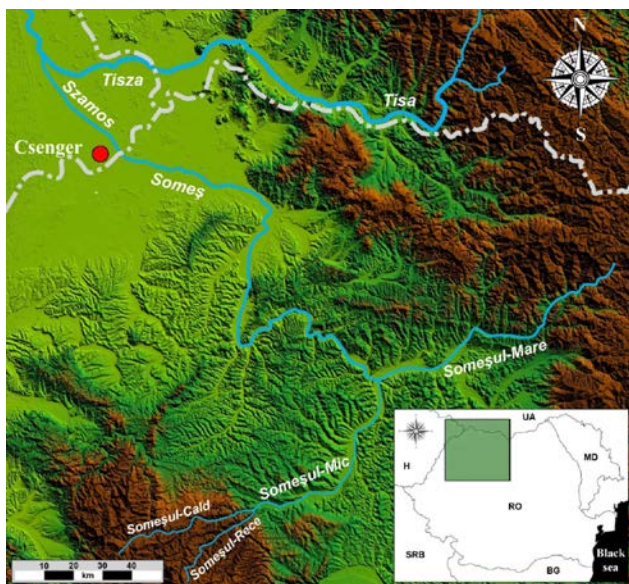
## Anyag és módszer

### A mintavételi hely és a mintavétel

A Szamos a Tisza második legnagyobb mellékfolyója. Vízyűjtőterülete mintegy 15 882 km<sup>2</sup>, ami Románia és Magyarország területén húzódik. Teljes hossza 415 km, de a magyar szakasz mindössze 50 km. A halakat Csengernél, a magyar-román határ közeli szakaszon gyűjtöttük be. Ezen a szakaszon a víz mélysége néhány centimétertől akár a 2-3 méterig változik, a fő mederalkotóanyag a sóder és a homok. A mintavételi helyszín pontos geokoordinátái: 47°50'17.89"N, 22°41'37.48"E (1. ábra).

A mintavételre 2013 novemberében került sor, és összesen 33 domolykó egyedeket gyűjtöttünk be elektromos halászgép segítségével (Hans Grassl IG200/2b, PDC, 75–100 Hz, 350–650 V, max. 10 kW, Hans Grassl GmbH, Németország). A begyűjtött egyedeket a Szamosból vett vízben szállítottuk a laboratóriumba. Ezt követően meghatároztuk az egyedek standard testhosszát (SL) 0,1 mm, valamint testtömegét (W) 0,01 g pontossággal. Ezután a halakat egy fejre mért ütéssel leöltük, és -18°C hőmérsékleten tároltuk a mintafeldolgozásig. A minták begyűjtését és feldolgozását az erre vonatkozó törvények és ajánlások alapján végeztük el (engedélyszám: HBH/01/00971-2/2013).

A halak életkorát a pikkelyek alapján határoztuk meg. A pikkelyeket a halak testének a hátúszó alatti és az oldalvonal feletti területéről vettük (Tesch, 1968). Az évgyűrűk vizsgálatát sztereomikroszkóp segítségével, 10x nagyításon végeztük el.



1. ábra. A Szamos vízgyűjtő területének térkép. A piros kör Csenger települést jelzi, a mintavételre a település melletti folyószakaszon került sor.  
*Map of the Szamos watershed area. The red circle indicates the town of Csenger; the sampling took place on the river section next to the town*

### A táplálkozási csoportok

Jelen vizsgálatunkban a szakirodalomnak megfelelően három csoportot különítettünk el (*Balestrieri és mtsai*, 2006; *Marković és mtsai*, 2007; *Caffrey és mtsai*, 2008). Ezt követően minden egyes egyedeket besoroltunk a csoportok egyikébe a kor és a méret alapján:

1. táplálkozási csoport: az ivadékok (0+ kor; N = 8);
2. táplálkozási csoport: a nem ivarérett egyedek (1+ és 2+ kor; N = 16);
3. táplálkozási csoport: ivarérett felnőttek (3+ kor és a felett; N = 9).

### A mintafeldolgozás és az elemanalízis

Az izom-, kopoltyú- és májmintákat műanyag eszközök segítségével preparáltuk, hogy elkerüljük a minták külső fémszennyezését. A kopoltyú esetén a teljes szervet eltávolítottuk, majd a baloldaltól kimetszettük a második kopoltyúívet. A preparált mintákat kétszeresen ioncserélt desztillált vízzel (Milli-Q) öblítettük, majd üvegfőzőpohárba helyezve meghatároztuk a tömegüket egy Precisa 240A típusú analitikai mérleg segítségével. Ezt követően tömegállandóságig szárítottuk őket 150°C hőmérsékleten, majd újból megmértük őket, hogy meghatározzuk a száraz tömeget. A minták feltárását egy elektromos sütőn 80°C-os hőmérsékleten 4 órán át végeztük el, melyhez 4 ml 65%-os (m/m) salétromsav-oldatot (Merck) és 1 ml 30%-os (m/m) hidrogén-peroxid-oldatot (Merck) használtunk. A feltárt mintákat 10 ml 1%-os (m/m) salétromsav-oldat (Merck, Milli-Q desztillált vízzel hígítva) segítségével vittük oldatba (*Braun és mtsai*, 2009, 2012). A Ca, K, Mg, Na, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr és Zn elemek koncentrációit mikrohullámú plazma atomemisziós spektrométer (MP-AES 4100, Agilent Technologies) segítségével határoztuk meg. Az egyes elemek kimutatási határértéke (LOD mg kg<sup>-1</sup> nedves mintatömeg) az alábbiak voltak: Ca <0,001; K 0,002; Mg 0,001; Na 0,004; Cd 0,009; Cr 0,004; Cu 0,003; Fe 0,006; Mn <0,001; Pb 0,009; Sr <0,001; and Zn 0,023. Az elem meghatározáshoz az MP-AES eljárás során az alábbi hullámhossz vonalakat használtuk: Ca 422,673 nm, K 766,491 nm, Mg 285,213 nm, Na 588,995 nm, Cd 228,802 nm, Cr 425,433 nm, Cu 324,754 nm, Fe 371,993 nm, Mn 403,076 nm, Pb 405,781 nm, Sr 407,771 nm, Zn 481,053 nm.

A kimutatás során egy automata mintavevőt (Agilent SPS3), Meinhard típusú koncentrikus porlasztót, valamint kúp alakú kvarc ködkamrát használtunk. Ötpontos kalibrációs eljárást végeztünk multielemes sztenderd oldat segítségével (Merck ICP multi-element standard solution IV). A kalibrálás során referencia anyagot használtunk (ERM-BB422, halizom). A visszanyerési százalékok 10%-os határon belül estek. A hullámhossztartományokat, valamint a mérési paramétereket a készülék szoftverének javaslata alapján választottuk meg (MP Expert). A kon-

centrációkat minden elem esetén mg kg<sup>-1</sup> nedves mintatömegre határoztuk meg.

### A biokoncentrációs faktor és a fémszennyezettségi index

Egy adott kémiai elem biokoncentrációs faktora (BCF) az elem koncentrációja egy élőlényben (vagy annak egy adott szövetében) és az környezeti koncentrációjának az aránya: (Ivanciuc és mtsai, 2006):

$$BCF = C_{\text{fish}}/C_{\text{water}}$$

ahol  $C_{\text{fish}}$  a szervezetben vagy az adott szövetben a kémiai elem koncentrációja mg kg<sup>-1</sup> nedves mintatömegre vonatkoztatva,  $C_{\text{water}}$  pedig az adott kémiai elem koncentrációja a vízben, ahol az élőlény él, mg l<sup>-1</sup>-ben kifejezve. A vízkémiai adatokat az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) adatbázisából nyertük ki. Az adatokat a Szamos csengeri szakaszán történt 2013-as havi mérések eredményei adták. Ezeket összevetettük az USEPA által előírt kritikus krónikus koncentrációk (CCCs) értékeivel (USEPA, 2017).

A fémszennyezettségi index (MPI) segítségével összevetettük a táplálkozási csoportok makroelemek nélküli teljes fémtartalmát (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Zn) szerвенként. Az MPI egyenlete az alábbi (Usero és mtsai, 1997; Ju és mtsai, 2017):

$$MPI = (C_1 \times C_2 \times C_3 \times \dots \times C_n)^{1/n}$$

ahol  $C_n$   $n$  elem átlagos koncentrációja a vizsgált szervben (mg kg<sup>-1</sup> nedves mintatömegre vonatkoztatva).

### Statisztikai eljárások

A statisztikai eljárások során IBM SPSS Statistics for Windows (Version 20.0) (IBM, 2011) és Past 3.03 (Hammer és mtsai, 2001) szoftvereket használtunk. Az adatscsoportok normalitását a Shapiro-Wilk teszt segítségével határoztuk meg. A varianciahomogenitást a Levene-teszt segítségével vizsgáltuk. Mivel az adatscsoportok nem mutattak normáloszlást (Shapiro-Wilk teszt,  $p < 0,05$ ) ezért a mintacsoportok fémkoncentrációi, valamint BCF értékei közötti különbségeket a három szerv esetén (izom, kopoltyú, máj) a nemparaméteres Kruskal-Wallis teszt

segítségével határoztuk meg. Legkisebb szignifikáns különbség (LSD – least significant difference) többszörös összehasonlító próbát használtunk post hoc tesztként, hogy a csoportok között páronként is összevessük az adatokat. Spearman-féle nemparaméteres korrelációs teszt segítségével vizsgáltuk meg a fémkoncentrációk és a csoportok közötti összefüggéseket. Főkomponens analízist (PCA) segítségével határoztuk meg az egyes táplálkozási csoportok elkülönülését a makroelemek nélküli fémtartalom-mintázatok (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Zn) függvényében.

Az izomban (halhús) mért csoportonkénti átlagos fémkoncentrációkat összevetettük az Európai Unió (EU, 2008), valamint az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmiszeügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO, 1983) által megállapított maximális megengedhető koncentráció (MACs) értékekkel, annak érdekében, hogy megállapítsuk a domolykó fogyasztásának kockázatát az emberi egészségre.

## Eredmények

### A táplálkozási csoportok

A korelemzés alapján a vizsgálati anyagként szolgáló halak kora 0+ és 4+ között változott. Az egyes táplálkozási csoportokba tartozó domolykók átlagos standard testhosszát és testtömegét az 1. táblázat foglalja össze. A Kruskal-Wallis teszt alapján mind az átlagos standard testhossz, mind az átlagos testtömeg tekintetében szignifikánsan (standard hossz:  $H = 27,27$ ,  $p < 0,001$ ; testtömeg:  $H = 27,27$ ,  $p < 0,001$ ) eltért a három táplálkozási csoport.

### A mintavételi hely jellemzése

Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) adatbázisából kinyert vízkémiai adatok leíró statisztikáit a 2. táblázat foglalja össze. A réz, az ólom és a cink átlagos koncentrációi meghaladták az USEPA (2017) által az édesvizekre előírt kritikus krónikus koncentrációértékeket (CCs) (2. táblázat).

#### 1. táblázat.

Az egyes táplálkozási csoportokba tartozó domolykók egyedszáma (n), valamint csoportonként a minimum, a maximum, és az átlagos standard testhossza (SL, mm) és testtömege (W, g), valamint azok szórása (SD) The number of chubs (n) in each feeding group, as well as the minimum, maximum, and average standard length (SL, mm) and weight (W, g), and their standard deviation (SD) for each group.

Táplálkozási csoport	n	SL ± SD (mm)	Min.	Max.	W ± SD (g)	Min.	Max.
0+ kor	8	65,8 ± 8,2	54,2	75,5	5,11 ± 1,73	2,49	6,97
1+, 2+ kor	16	119,2 ± 18,0	93,6	140,5	34,09 ± 15,23	15,64	53,19
3+≥ kor	9	171,9 ± 17,3	152,0	212,3	99,93 ± 30,50	65,54	169,55

## 2. táblázat.

A Szamos vízében mért fémkoncentrációk leíró statisztikái. Az adatok az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) adatbázisából származnak.

*Descriptive statistics of metal concentrations measured in the water of the River Szamos. The data are sourced from the National Environmental Information System (OKIR) database.*

Elem	Fémkoncentráció ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )			Határérték ( $\mu\text{g l}^{-1}$ ) <sup>a</sup>
	Min	Max	Átlag $\pm$ SD	
<b>Cd</b>	0,2	1,4	0,58 $\pm$ 0,44	0,72
<b>Cr</b>	1	12	3,18 $\pm$ 3,68	74
<b>Cu</b>	5	20	9,47 $\pm$ 5,72*	3,1
<b>Fe</b>	45	658	365,78 $\pm$ 226,59	1000
<b>Mn</b>	1,8	388	145,98 $\pm$ 110,72	–
<b>Pb</b>	3	20	6,92 $\pm$ 6,25*	2,5
<b>Zn</b>	1	270	136,22 $\pm$ 93,55*	120

<sup>a</sup> Az USEPA (2017) által az édesvizekre előírt kritikus krónikus koncentrációértékeket (CCs)

\* A vízben mért átlagos koncentrációérték magasabb volt, mint az előírt határérték

<sup>a</sup> *Critical chronic concentration values (CCs) for freshwater prescribed by the USEPA (2017)*

\* *The average concentration measured in the water was higher than the prescribed limit value*

## 3. táblázat.

Az egyes fémek koncentrációi ( $\text{mg kg}^{-1}$  nedves tömeg) a szamosi domolykó táplálkozási csoportjainak izom-, kopoltyú- és májszövetében (átlag  $\pm$  szórás).

*Concentrations of trace elements ( $\text{mg kg}^{-1}$  wet weight) in muscle, gill, and liver tissues of chubs from different feeding groups in the River Szamos (mean  $\pm$  standard deviation).*

Szövet (1)	Elem (2)	0+	1+, 2+	3+ $\geq$
<b>Izom (3)</b>	<b>Ca</b>	150,70 $\pm$ 156,86 <sup>a</sup>	307,07 $\pm$ 89,64 <sup>b</sup>	263,30 $\pm$ 114,23 <sup>b</sup>
	<b>K</b>	1063,41 $\pm$ 1130,07 <sup>a</sup>	2745,29 $\pm$ 154,38 <sup>b</sup>	3070,33 $\pm$ 227,90 <sup>c</sup>
	<b>Mg</b>	105,29 $\pm$ 129,10 <sup>a</sup>	236,26 $\pm$ 15,36 <sup>b</sup>	264,11 $\pm$ 33,99 <sup>c</sup>
	<b>Na</b>	185,55 $\pm$ 207,07 <sup>a</sup>	363,83 $\pm$ 71,76 <sup>a</sup>	320,63 $\pm$ 41,11 <sup>a</sup>
	<b>Cd</b>	0,12 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	BDL
	<b>Cr</b>	0,27 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,06 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
	<b>Cu</b>	0,33 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	0,25 $\pm$ 0,10 <sup>a,b</sup>
	<b>Fe</b>	8,27 $\pm$ 3,19 <sup>a</sup>	1,62 $\pm$ 0,54 <sup>b</sup>	1,58 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>
	<b>Mn</b>	0,33 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	0,25 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	0,17 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>
	<b>Pb</b>	0,30 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	0,02 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,01 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>
<b>Kopoltyú (4)</b>	<b>Sr</b>	1,25 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup>	0,33 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	0,49 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>
	<b>Zn</b>	10,48 $\pm$ 4,92 <sup>a</sup>	3,40 $\pm$ 0,68 <sup>b</sup>	3,21 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>
	<b>Ca</b>	4253,80 $\pm$ 5131,17 <sup>a</sup>	9283,52 $\pm$ 1273,91 <sup>b</sup>	9014,05 $\pm$ 1337,04 <sup>b</sup>
	<b>K</b>	529,26 $\pm$ 553,50 <sup>a</sup>	1676,47 $\pm$ 260,34 <sup>b</sup>	1688,21 $\pm$ 236,43 <sup>b</sup>
	<b>Mg</b>	155,25 $\pm$ 174,05 <sup>a</sup>	418,39 $\pm$ 70,92 <sup>b</sup>	439,64 $\pm$ 72,62 <sup>b</sup>
	<b>Na</b>	220,30 $\pm$ 243,82 <sup>a</sup>	796,50 $\pm$ 168,31 <sup>b</sup>	905,11 $\pm$ 168,73 <sup>b</sup>
	<b>Cd</b>	0,16 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	0,01 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
<b>Cr</b>	0,29 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	0,14 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,23 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	
<b>Cu</b>	0,66 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	0,51 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	0,62 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	

## Makroelemek

Az izomban, a kopoltyúban és a májban mért átlagos makroelem-koncentrációk a 3. táblázatban szerepelnek. A legnagyobb Ca, Mg és Na koncentrációkat a kopoltyú, míg a legmagasabb K mennyiséget az izom esetén tapasztaltuk.

A Kruskal-Wallis teszt alapján a csoportok között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk az izomban a Ca, K és Mg ( $p < 0,05$ ), a kopoltyúban a Ca, K, Mg és Na ( $p < 0,05$ ), míg a májban a K, Mg és Na ( $p < 0,05$ ) esetén. Az LSD többszörös összehasonlító teszt alapján elmondható, hogy ezek az elemek koncentrációi az ivadékok esetén szignifikánsan alacsonyabbak voltak ( $p < 0,05$ ) a többi csoporthoz képest (3. táblázat).

Számos esetben a hal kora és a makroelem koncentrációja között szignifikáns összefüggést tapasztaltunk (4. táblázat). A K és Mg minden vizsgált szövettípus, míg a Na koncentrációi a kopoltyú és máj esetén mutattak pozitív korrelációt az életkorral (4. táblázat).

Szövet (1)	Elem (2)	0+	1+, 2+	3+≥
	Fe	30,29 ± 18,69 <sup>a</sup>	22,35 ± 8,05 <sup>a</sup>	25,24 ± 11,88 <sup>a</sup>
	Mn	8,37 ± 5,15 <sup>a</sup>	7,64 ± 3,11 <sup>a</sup>	6,20 ± 1,92 <sup>a</sup>
	Pb	1,36 ± 1,92 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,06 ± 0,03 <sup>b</sup>
	Sr	40,22 ± 36,56 <sup>a</sup>	18,81 ± 3,22 <sup>a</sup>	21,33 ± 3,80 <sup>a</sup>
	Zn	61,78 ± 9,12 <sup>a</sup>	60,97 ± 10,26 <sup>a</sup>	68,88 ± 9,48 <sup>a</sup>
Máj (5)	Ca	97,40 ± 63,12 <sup>a</sup>	165,50 ± 87,64 <sup>a</sup>	165,87 ± 95,00 <sup>a</sup>
	K	496,23 ± 637,97 <sup>a</sup>	1760,90 ± 370,74 <sup>b</sup>	2110,18 ± 397,94 <sup>c</sup>
	Mg	66,51 ± 114,83 <sup>a</sup>	139,03 ± 44,13 <sup>b</sup>	161,54 ± 38,14 <sup>b</sup>
	Na	200,89 ± 297,06 <sup>a</sup>	557,94 ± 117,29 <sup>b</sup>	744,42 ± 128,18 <sup>c</sup>
	Cd	0,18 ± 0,35 <sup>a</sup>	0,17 ± 0,49 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,17 <sup>a</sup>
	Cr	0,81 ± 0,40 <sup>a</sup>	0,41 ± 0,15 <sup>b</sup>	1,21 ± 1,32 <sup>a,b</sup>
	Cu	2,03 ± 1,41 <sup>a</sup>	2,54 ± 1,03 <sup>a</sup>	4,33 ± 1,36 <sup>b</sup>
	Fe	52,32 ± 43,23 <sup>a</sup>	66,15 ± 35,52 <sup>a</sup>	70,46 ± 11,64 <sup>a</sup>
	Mn	2,54 ± 2,08 <sup>a</sup>	2,13 ± 1,45 <sup>a</sup>	2,00 ± 1,47 <sup>a</sup>
	Pb	1,48 ± 1,02 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,24 <sup>b</sup>	0,04 ± 0,03 <sup>c</sup>
	Sr	1,85 ± 0,90 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,55 <sup>b</sup>	1,07 ± 0,67 <sup>a,b</sup>
	Zn	36,52 ± 29,58 <sup>a</sup>	23,56 ± 9,36 <sup>a</sup>	18,59 ± 6,79 <sup>a</sup>

Szövet (1); Elem (2); Izom (3); Kopolyú (4); Máj (5)

Tissue (1); Element (2); Muscle (3); Gill (4); Liver (5)

BDL: Kimutatási határérték alatt

<sup>a,b,c</sup> Az azonos sorban különböző betűvel szereplő értékek szignifikánsan eltérnek (LSD többszörös összehasonlító próba,  $p < 0.05$ ).

BDL: Below detection limit

<sup>a,b,c</sup> Values in the same row with different letters differ significantly (LSD multiple comparison test,  $p < 0.05$ ).

#### 4. táblázat.

A szamosi domolykó szerveiben mért fémkoncentrációk és a korcsoportok szignifikáns összefüggéseinek ( $p < 0,05$ ) korrelációs együtthatói ( $N = 33$ )  
**Correlation coefficients indicating significant relationships ( $p < 0.05$ ) between trace element concentrations measured in the organs of chubs from the River Szamos and age groups ( $N = 33$ ).**

Elem (1)	Szövet (2)		
	Izom (3)	Kopolyú (4)	Máj (5)
K	0,834	0,575	0,708
Mg	0,625	0,564	0,526
Na	n,s,	0,688	0,693
Cr	-0,749	n,s,	n,s,
Cu	n,s,	n,s,	0,549
Fe	-0,643	n,s,	n,s,
Mn	-0,395	n,s,	n,s,
Pb	-0,791	-0,624	-0,888
Zn	-0,643	n,s,	n,s,

Elem (1); Szövet (2); Izom (3); Kopolyú (4); Máj (5)

Element (1); Tissue (2); Muscle (3); Gill (4); Liver (5)

n.s.: Nem szignifikáns összefüggés

n.s.: Non-significant correlation

#### Mikroelemek

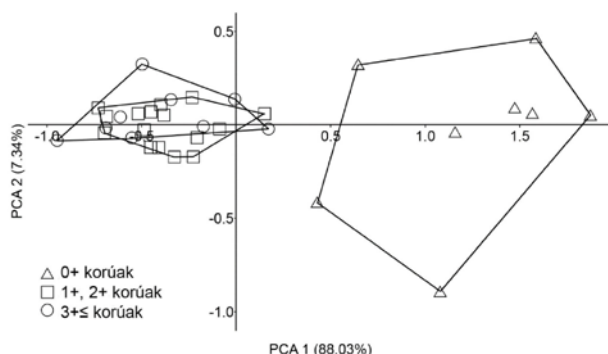
A mikroelemek izomban, kopolyúban és májban meghatározott átlagos koncentrációit a 3. táblázat foglalja össze. A legidősebb csoport (3+≥ kor) izomszövetében mért Cd koncentrációk a kimutatási határ alatt voltak. A Cd, Cr, Cu, Fe és Pb esetén a májban, míg a Mn, Sr és Zn esetén a kopolyúban mértük a legnagyobb koncentrációkat. A mikroelemek zöme az izomban fordult elő legkisebb koncentrációban.

A Kruskal-Wallis teszt alapján elmondható, hogy a táplálkozási csoportok között az izom esetén a Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr és Zn ( $p < 0,05$ ), a kopolyú esetén a Cr és a Pb, míg a máj esetén a Cr, Cu, Pb és Sr ( $p < 0,05$ ) fémek esetén tapasztaltunk szignifikáns különbségeket.

Az LSD többszörös összehasonlító próba rámutatott arra, hogy a Cr, Fe, Pb, Sr és Zn koncentrációi az izom esetén az ivadékokban szignifikánsan nagyobbak ( $p < 0.05$ ) voltak, mint a többi csoport esetén (3. táblázat). A Pb koncentrációk mind a kopolyú, mind a máj esetén szintén az ivadékokban voltak szignifikánsan nagyobbak (LSD többszörös összehasonlító próba,  $p < 0,05$ ). A májban mért rézkoncentrációk közül a legidősebb csoporté (3. táblázat) volt szignifikánsan magasabb (LSD többszörös összehasonlító próba,  $p < 0,05$ ).

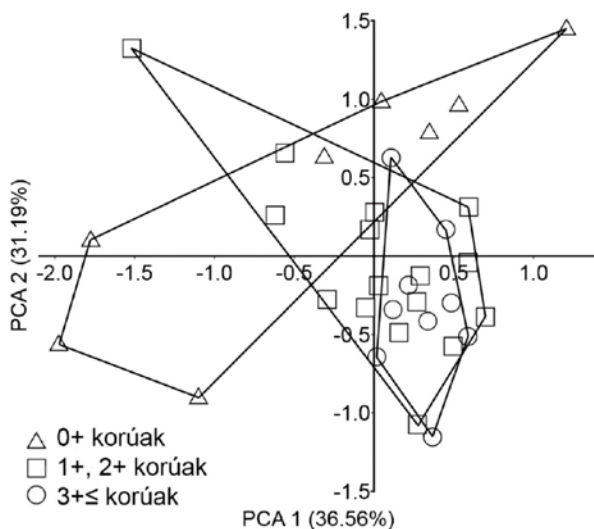
A mikroelemek közül mindössze a réz májban mért koncentrációi mutattak szignifikáns pozitív összefüggést az életkorral ( $p < 0,05$ ) (4. táblázat). Ezzel szemben a legtöbb mikroelem esetén negatív szignifikáns korrelációt tapasztaltunk a fémkoncentráció és a halak kora között ( $p < 0,05$ ). Az ólom esetén minden szövettípus esetén negatív szignifikáns korreláció állt fent a fémmennyiség és az életkor között ( $p < 0,05$ ) (4. táblázat). Továbbá, az izomban mért Cr, Fe, Mn és Zn koncentrációk szintén negatív korrelációt mutattak az életkorral (4. táblázat).

A PCA elemzés a különböző táplálkozási csoportok között jelentős elválásokat mutatott az izom (2. ábra),



2. ábra

Főkomponens analízis a domolykó három táplálkozási csoportjának izomszövetében mért fémkoncentrációi ( $\text{mg kg}^{-1}$  nedves mintatömeg) alapján  
Principal component analysis of metal concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$  wet weight) in muscle tissue of chubs from three feeding groups.



3. ábra

Főkomponens analízis a domolykó három táplálkozási csoportjának májszövetében mért fémkoncentrációi ( $\text{mg kg}^{-1}$  nedves mintatömeg) alapján  
Principal component analysis of metal concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$  wet weight) in liver tissue of chubs from three feeding groups.

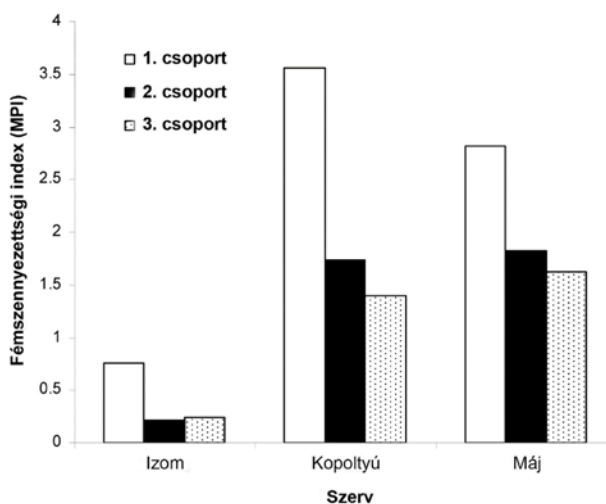
valamint a máj fémkoncentrációi (3. ábra) alapján. Az izom esetén az első főkomponens (PCA 1) a teljes variancia 88,03%-át, míg a második komponens (PCA 2) a 7,34%-át adta. A fémtartalom-mintázatok alapján az ivadékok teljesen elkülönültek a többi csoporttól (2. ábra). A második csoport (1+ és 2+ kor), valamint a legidősebb csoport (3+≥ kor) között a PCA alapján már kisebb volt a szeparáció.

A PCA elemzés a máj fémkoncentrációi alapján már kisebb elkülönülést mutatott (3. ábra), az első főkomponens (PCA 1) a teljes variancia 36,56%-át, míg a második komponens (PCA 2) a 31,19%-át adta. Az ivadékok jól elkülönültek azonban a többi csoporttól, különösképp a legidősebb csoportból (3+≥ kor) (3. ábra). A második csoport (1+ és 2+ kor) mindkét másik csoporttal jelentős átfedéseket mutatott (3. ábra). A főkomponens analízis a kopolyú fémtartalma alapján a táplálkozási csoportok között nem mutatott számottevő eltéréseket.

### Biokoncentrációs faktor és fémszennyezettségi index

A biokoncentrációs faktor értékeit az 5. táblázat mutatja be. A Cd, Cr, Cu, Fe és Pb BCF értékei a májszövetben voltak a legnagyobbak. A Mn és a Zn BCF értékei ezzel szemben a kopolyúban voltak kiemelkedőek. A BCF értékek szintén azt mutatták, hogy a mikroelemek akkumulációja az ivadékok szöveteiben jóval magasabb volt.

A legnagyobb MPI értékeket minden szövettípus esetén az ivadékok esetén tapasztaltuk (4. ábra).



4. ábra.

A domolykó eltérő táplálkozási csoportjainak fémszennyezettségi indexei (MPI) az egyes szervek esetén. Az egyes csoportok az alábbi korosztályokat jelölik: 1. csoport: 0+; 2. csoport: 1+, 2+; 3. csoport: 3+≥.  
Metal Pollution Indices (MPI) of chub from different feeding groups for each organ. The groups indicate the following age categories: Group 1: 0+; Group 2: 1+, 2+; Group 3: 3+≥.

## 5. táblázat.

A biokoncentrációs faktor (BCF) értékei az elemek szövetekben ( $\text{mg kg}^{-1}$  nedves tömeg), valamint a vízben mért koncentrációi ( $\text{mg l}^{-1}$ ) alapján (átlag  $\pm$  szórás)

*Bioconcentration factor (BCF) values for elements in tissues ( $\text{mg kg}^{-1}$  wet weight), based on concentrations measured in water ( $\text{mg l}^{-1}$ ) (mean  $\pm$  standard deviation).*

Elem (1)	Szövet (2)	0+	1+, 2+	3+ $\geq$
Cd	Izom (3)	203,40 $\pm$ 336,81 <sup>a</sup>	88,05 $\pm$ 159,41 <sup>a</sup>	–
	Kopoltyú (4)	275,12 $\pm$ 600,70 <sup>a</sup>	123,12 $\pm$ 232,64 <sup>a</sup>	12,40 $\pm$ 28,21 <sup>a</sup>
	Máj (5)	319,63 $\pm$ 609,11 <sup>a</sup>	303,77 $\pm$ 851,01 <sup>a</sup>	126,67 $\pm$ 288,73 <sup>a</sup>
Cr	Izom (3)	85,96 $\pm$ 108,46 <sup>a</sup>	20,68 $\pm$ 4,05 <sup>b</sup>	19,07 $\pm$ 2,25 <sup>b</sup>
	Kopoltyú (4)	92,39 $\pm$ 32,59 <sup>a</sup>	43,52 $\pm$ 8,07 <sup>b</sup>	72,41 $\pm$ 5,74 <sup>a</sup>
	Máj (5)	253,62 $\pm$ 126,2 <sup>a8</sup>	130,40 $\pm$ 46,42 <sup>b</sup>	380,88 $\pm$ 416,36 <sup>a, b</sup>
Cu	Izom (3)	34,75 $\pm$ 14,08 <sup>a</sup>	17,24 $\pm$ 5,99 <sup>b</sup>	26,44 $\pm$ 10,54 <sup>a</sup>
	Kopoltyú (4)	69,28 $\pm$ 28,22 <sup>a</sup>	53,59 $\pm$ 19,28 <sup>a</sup>	65,63 $\pm$ 21,42 <sup>a</sup>
	Máj (5)	214,54 $\pm$ 149,01 <sup>a</sup>	268,41 $\pm$ 109,13 <sup>a</sup>	457,36 $\pm$ 143,25 <sup>b</sup>
Fe	Izom (3)	22,62 $\pm$ 8,71 <sup>a</sup>	4,42 $\pm$ 1,48 <sup>b</sup>	4,31 $\pm$ 2,11 <sup>b</sup>
	Kopoltyú (4)	82,82 $\pm$ 51,09 <sup>a</sup>	61,11 $\pm$ 22,01 <sup>a</sup>	69,02 $\pm$ 32,48 <sup>a</sup>
	Máj (5)	143,04 $\pm$ 118,19 <sup>a</sup>	180,84 $\pm$ 97,11 <sup>a</sup>	192,64 $\pm$ 31,83 <sup>a</sup>
Mn	Izom (3)	2,26 $\pm$ 1,06 <sup>a</sup>	1,69 $\pm$ 0,47 <sup>a, b</sup>	1,19 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>
	Kopoltyú (4)	57,33 $\pm$ 35,27 <sup>a</sup>	52,32 $\pm$ 21,27 <sup>a</sup>	42,46 $\pm$ 13,16 <sup>a</sup>
	Máj (5)	17,38 $\pm$ 14,27 <sup>a</sup>	14,56 $\pm$ 9,94 <sup>a</sup>	13,70 $\pm$ 10,08 <sup>a</sup>
Pb	Izom (3)	42,69 $\pm$ 36,55 <sup>a</sup>	2,36 $\pm$ 1,50 <sup>b</sup>	1,17 $\pm$ 0,85 <sup>c</sup>
	Kopoltyú (4)	196,14 $\pm$ 277,06 <sup>a</sup>	12,26 $\pm$ 6,19 <sup>b</sup>	8,74 $\pm$ 4,65 <sup>b</sup>
	Máj (5)	214,18 $\pm$ 147,40 <sup>a</sup>	41,25 $\pm$ 35,39 <sup>b</sup>	6,42 $\pm$ 4,06 <sup>c</sup>
Zn	Izom (3)	76,90 $\pm$ 36,13 <sup>a</sup>	24,95 $\pm$ 5,02 <sup>b</sup>	23,57 $\pm$ 5,67 <sup>b</sup>
	Kopoltyú (4)	453,54 $\pm$ 66,92 <sup>a</sup>	447,54 $\pm$ 75,35 <sup>a</sup>	505,63 $\pm$ 69,61 <sup>a</sup>
	Máj (5)	268,12 $\pm$ 217,18 <sup>a</sup>	172,97 $\pm$ 68,71 <sup>a</sup>	136,45 $\pm$ 49,83 <sup>a</sup>

Elem (1); Szövet (2); Izom (3); Kopoltyú (4); Máj (5)

*Element (1); Tissue (2); Muscle (3); Gill (4); Liver (5)*

Megjegyzés: A legidősebb csoport (3+ kor és afölött) izmában mért Cd koncentrációk a kimutatási határérték alatt voltak

<sup>a,b,c</sup> Az azonos sorban különböző betűvel szereplő értékek szignifikánsan eltérnek (LSD többszörös összehasonlító próba,  $p < 0.05$ ).

*Note: Cadmium concentrations in muscle tissue of the oldest group (age 3+ and above) were below the detection limit.*

<sup>a,b,c</sup> *Values in the same row with different letters differ significantly (LSD multiple comparison test,  $p < 0.05$ ).*

### Humán egészségügyi vonatkozások

Az Európai Unió által halhúsra megállapított határértékek a Cd esetén 0,05, míg a Pb esetén 0,30  $\text{mg kg}^{-1}$  nedves mintatömegre vonatkoztatva. A FAO halhúsban maximálisan megengedett határértékei a Cr, Cu, Fe, Mn és Zn fémekre rendre 1,0, 30,0, 43,0, 1,0, és 40,0 0,30  $\text{mg kg}^{-1}$  nedves mintatömegre vonatkoztatva.

Az ivadékok (0+) és a második csoport (1+ és 2+ kor)

Cd, míg az ivadékok Pb koncentrációi az izom esetén meghaladták az Európai Unió határértékeit (EU, 2008). A többi fém mennyisége a halhúsban egyik határértéket sem lépte túl (FAO 1983, EU 2008).

### Eredmények értékelése

Mind a jelen vizsgálat, mind a korábbi szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a Szamost a 2000. évi

cianid- és nehézfémzennyezés óta is érik ipari, bányászati és mezőgazdasági tevékenységek révén. *Woelfl és mtsai* (2006), *Málnás és mtsai* (2014) és *Simon és mtsai* (2017) rámutattak arra, hogy a Szamos fémszennyezettsége a közeli folyókhoz képest jelentősebb, különösen Cu, Cr, Mn, Pb, Sr és Zn tekintetében. Ezzel együtt a korábbi vizsgálatok, valamint az OKIR vízkémiai eredményei egyaránt alátámasztják, hogy a Szamos folyamatosan érik szennyezések. A vizsgálati év során a Cu, az Pb és a Zn vízben mért koncentrációi még az *USEPA* (2017) által meghatározott határértékeket is meghaladták.

A makroelemek (Ca, K, Mg, Na) főként a biológiai funkcióik alapján dúsultak fel az egyes szövettípusokban. *Általánosságban elmondható, hogy a makroelemek az ivadékok szöveteiben fordultak elő legkisebb mennyiségben, aminek különböző fiziológiai sajátosságok lehetnek az okozói* (*Venugopal és Shahidi* 1996, *Uysal és mtsai*, 2008). Például a Ca és a Mg – melyek főleg a kopolyú csontos elemeiben (pl. kopolyúlemezek és -ívek) akkumulálódnak (*Mayer-Gostan és mtsai*, 1983, *Playle* 1998) – az ivadékok kopolyújában fordultak elő legkisebb mennyiségben. Ennek az oka valószínűleg az egyedfejlődési sajátosság, hogy az ivadékok csontjai még nem teljesen fejlettek (*Witten és mtsai*, 2001). Laboratóriumi kísérletek alapján is hasonló eredményeket tapasztaltak (*Harangi és mtsai*, 2016).

17 esszenciális mikroelem, mint például a Cu, Cr, Fe, Mn és Zn szükségesek a szárazföldi és a vízi élőlények életéhez (*Yılmaz és mtsai*, 2017). Ezek az elemek kis mennyiségben elengedhetetlenek a szervezet normális növekedéséhez és fejlődéséhez. Ugyanakkor magasabb koncentrációban akár veszélyesek is lehetnek a vízi élőlényekre (*Yılmaz és mtsai*, 2017). A hipotézisünkkel ellentétben, mindössze a máj réztartalma mutatott pozitív szignifikáns összefüggést az életkorral. A legidősebb csoport (3+≥ korúak) *májában tapasztalt magas réztartalom valószínűleg a piscivor táplálkozással magyarázható* (*Djedjibegovic és mtsai*, 2012). A domolykó izomszöveve esetén a Cr, Fe, Mn és Zn elemek negatív szignifikáns korrelációt mutattak az életkorral, továbbá különböztek a táplálkozási csoportok között. Korábbi vizsgálatok bebizonyították, hogy az említett fémek tekintetében jelentős szennyezések jellemzik a Szamosot (pl. *Óvári és mtsai*, 2004, *Woelfl és mtsai*, 2006, *Málnás és mtsai*, 2014, *Simon és mtsai*, 2017). Az OKIR vízkémiai adatai alapján a vizsgálat évében jelentős Cr, Fe és Zn szennyezések voltak a Szamoson, melyek mennyisége 2–10-szer magasabb volt, mint a korábbi években. Eredményeinkhez hasonlóan *Djikanović és mtsai*. (2016) a szerbiai Medjuvršje tározóban a paducnál tapasztalták azt, hogy az izom Mn és a Zn koncentrációi negatív korrelációt mutatnak az életkorral és a testhosszal. Mindezek az ivadékhalk bioindikátor-szerepét erősítik a vízfolyásokon ért szennyezések kimutatásában és monitorozásában.

Relatív magas Sr koncentrációkat tapasztaltunk mindhárom csoport kopolyújában. *Woelfl és mtsai*. (2006),

*Málnás és mtsai*. (2014), valamint *Simon és mtsai*. (2017) munkáikban egyaránt rámutattak arra, hogy a Szamos jelentős mennyiségű stronciummal van szennyezve, melyek elsősorban mezőgazdasági és ipari tevékenységekből erednek. *Farrel és Campana* (1996) pedig arra hívta fel a figyelmet, hogy a halak szervezetébe jutó Sr fő forrása a vízben, nem pedig a táplálékban található. *Dragun és mtsai*. (2016) azt tapasztalták, hogy a kopolyúban az oldható frakció Sr tartalma nem tükrözi a víz Sr terheltségét, ugyanis az Sr főleg a csontos elemekben (pl. kopolyúívek és -lemezek) halmazódnak fel Ca-mal való kicserélődés útján, semmint a puha szövetes állományban (*Hermenean és mtsai*, 2017).

A nem esszenciális mikroelemeknek nem ismertek jótékony hatásai, ezek (pl. Cd és Pb) már kis mennyiségben kis toxikusak a szervezet számára (*Eisler* 1985). Az Pb koncentrációi jelen vizsgálatunk esetén a domolykó minden szövetében negatív korrelációt mutattak az életkorral, azok minden esetben a fiatalokban voltak legnagyobb mennyiségben jelen. Hasonlókat tapasztaltak más fajok vizsgálata során *Demirak és mtsai*. (2006), *Merciai és mtsai*. (2014), *Ndimele és mtsai*. (2017). Az ivadékokban tapasztalható magasabb ólomkoncentrációt okozhatja többek között az ivadékok nagyobb metabolikus rátája, valamint a kevésbé fejlett detoxifikáló mechanizmusuk (*Kljaković Gašpićet és mtsai*, 2002, *Jia és mtsai*, 2017). Az ivadékokban tapasztalt magasabb Pb koncentrációk szintén egy frissebb szennyezés következményei lehetnek. Az OKIR adatai alapján a Szamosban 2013-ban közel 14-szer volt magasabb az Pb koncentrációja, mint az előző években. Az ilyen friss szennyezések minden halra hatással vannak, de a fent említett tényezők miatt az ivadékoknál ezek jóval jelentősebbek. Mindezek következtében elmondható, hogy az ivadékok szöveteinek mikroelem mintázata nemcsak az esszenciális, hanem más fémek esetén is a friss szennyezések bioindikátora lehet.

Korábbi vizsgálatok és saját eredményeink is rámutattak arra, hogy a fémek zöme az izomban kisebb koncentrációban fordul elő (*Djikanović és mtsai*, 2016, *Jia és mtsai*, 2017). Ezek hogy a halak teljes szervezetét érő fémszennyezéseket kevésbé jól jelzi az izom fémtartalmának vizsgálata, ugyanis alacsony az izom bioakkumulációs potenciálja (*Jia és mtsai*, 2017). Ennek ellenére az utóbbi években számos publikáció vizsgálta a halhús (izom) mikroelemtartalmát, hiszen a humán ételmezés fontos részét képezi (*Subotić és mtsai*, 2013a, b, *Yancheva és mtsai*, 2015, *Jia és mtsai*, 2017). Jelen vizsgálatunk arra is rávilágított, hogy az izom fémtartalma jelentősen változhat egy adott faj korcsoportjai között, különféle tényezők miatt (pl. sajátos táplálkozás). Mindezekből adódóan a halhús fémtartalom-mintázatának vizsgálata továbbra is fontos.

Habár az izomban történő mikroelem akkumuláció a fentiek alapján jelentős, annak fő színtere a fő mérgeztelenítő szerv, a máj (*Dragun és mtsai*, 2012, *Lenhardt és mtsai*,



2012). Miután ezek a fémek bekerülnek a vérkeringésbe, előbb vagy utóbb eléri a májat és ott akkumulálódnak (Yancheva és mtsai, 2015), ezért a máj az egyik legfontosabb bioindikátora a vízszennyezéseknek (Jovanović és mtsai, 2011). A vizsgált elemek zömének (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb) a BCF-értékei a májnál voltak a legnagyobbak, ami szintén a máj vizsgálatának fontosságát hangsúlyozza. Mindezek ellenére azonban a máj mikroelem mintázata nem különbözött olyan mértékben a táplálkozási csoportok között, mint az izom esetén.

A táplálkozási csoportok kopolytában mért fémkoncentrációi alig különböztek egymástól, ugyanis az elsősorban a habitatpreferencia függvénye (Subotić és mtsai, 2013a). S habár a domolykó táplálkozása jelentősen változik az életkor előrehaladtával, a habitatpreferencia állandó, ugyanis a faj egész élete során a vízfolyások nyílt vízi régiójának lakója (Kottelat és Freyhof 2007). A Mn, Sr és Zn BCF-értékei a kopolytú esetén voltak a legnagyobbak, ugyanis ezek főleg a vízből kerülnek a szervezetbe, semmint az elfogyasztott táplálék útján (Subotić és mtsai, 2013a, b, Jia és mtsai, 2017). Ezek a tényezők azt mutatják, hogy a kopolytú szintén kiemelkedő fontosságú a halak által akkumulált fémek vizsgálatában.

Hipotézisünk szerint a mikroelem koncentrációk valószínűsíthetően különbözőek a táplálkozási csoportok között. Eredményeink ezt a hipotézist megerősítették, ugyanis a legtöbb fém esetén különbségeket tapasztaltunk a csoportok között, kifejezetten az izom és a máj esetén. Másik hipotézisünk az volt, hogy az idősebb csoportokban magasabb fémkoncentrációk mérhetők, mint a fiatalabbaknál. Ezt azonban nem támasztották alá az eredményeink, ugyanis a legtöbb fém az ivadékokban volt, továbbá a legtöbb fém koncentrációja negatív korrelációt mutatott az életkorral, főleg az izomban. Az ivadékokban tapasztalható magasabb fémtartalmat, továbbá a fémtartalom és a halak mérete közötti szignifikáns negatív összefüggést már több szerző is tapasztalta (pl. Merciai és mtsai, 2014, Jia és mtsai, 2017, Ndimele és mtsai, 2017). Számos olyan tényező van, ami ezt a jelenséget magyarázhatja. A domolykó például egy relatíve nagyméretű halfaj, valamint növekedése is gyors az első években (Vlach és mtsai, 2005), ebből adódóan a szövetek növekedése gyorsabb, mint a fémek felvétele (Ndimele és mtsai, 2017). Másrésztől több szerző úgy gondolja, hogy a szövetek magasabb lipidtartalma mintegy hígító hatással bír az akkumulált fémekre (Braune és mtsai, 1999, Farkas és mtsai, 2003), ezért az alacsonyabb zsírtartalommal rendelkező ivadékokban a fémek koncentrációja (relatív mennyisége) magasabb lesz, mint az adultokban (Merciai és mtsai, 2014). Másrésztől a szervezet lipidtartalma a fő táplálkozási időszak, tehát az ősz végére, novemberre a legmagasabb, és ez a relatív hígító hatás a felnőttekben ilyenkor még jelentősebb (Farkas és mtsai, 2003). Továbbá a halak anyagcsere-aktivitása méretfüggő, az ivadékok esetén magasabb (Newman és Doubet 1989), ezért a re-

latív táplálékfelvétel és a kopolytú átáramló víz (mint a nehézfémek fő forrásai) viszonylagos mennyisége nagyobb az ivadékok esetén (Ndimele és mtsai, 2017). A különböző táplálkozási csoportok sajátos táplálkozása szintén fontos. Az ivadékok elsősorban fito-, valamint zooplankton szervezeteket fogyasztanak, s a szakirodalmi adatok szerint például a zöld- és a kovaalgák jelentős mennyiségű fém akkumulálhatnak (González-Dávila és mtsai, 2000, Novák és mtsai, 2014, Bácsi és mtsai, 2015). Az OKIR adatai alapján a Szamost 2013-ban az előző évekhez képest jelentősebb nehézfémterhelés érte, főleg Cr, Fe, Pb és Zn, és az ivadékok relatív fémterhelése a nagyobb metabolikus ráta miatt magasabb. Emellett más tényezők is befolyásolhatják ezeket a folyamatokat, mint pl. a növekedés során a testfelület-testtérfogó arányának változása, valamint az ivadékok gyorsabb elemfelvétele (Merciai és mtsai, 2014, Jia és mtsai, 2017). Végezetül mindezek a tényezők akár interakcióba is léphetnek egymással (Merciai és mtsai, 2014). A fent említett tények alapján elmondható, hogy az ivadékok fémtartalom mintázata effektív bioindikátorként használható a környezetet érő aktuális fémszennyezések tekintetében (Jia és mtsai, 2017). Egy friss szennyezés az egész élettartamra vetítve relatíve nagyobb terhelést jelent az ivadékokra nézve, mint az idősebbekre (Merciai és mtsai, 2014). Továbbá az ivadékkorú domolykók a vízi táplálékhálózatok elsődleges/másodlagos fogyasztói, így a fémek hamarabb akkumulálódnak a szervezetükben, mint a harmadlagos fogyasztónak számító adult halakban (Croteau és mtsai, 2005).

Az ivadékokban az izom Cd és Pb koncentrációi meghaladták a megengedett egészségügyi határértékeket. Ugyanakkor az idősebb egyedek izmában nem voltak határérték-túllépések.

A kopolytú és a máj fémkoncentrációi több esetben is meghaladták az egészségügyi határértékeket, ezért a belső szervek (pl. a kopolytú és a máj) fogyasztása nem ajánlott.

## Összefoglalás

Összefoglalásként elmondható, hogy jelen vizsgálatunk rávilágított, hogy jelentős különbségek vannak a domolykó táplálkozási csoportjai között a fémakkumulációs-mintázat alapján. Ezen különbségek hátterében számos fiziológiai sajátosság, továbbá a korcsoportok sajátos táplálkozása állhat.

Hipotézisünkkel ellentétben, a legnagyobb fémkoncentrációkat az ivadékok esetén tapasztaltuk. Ennek számos magyarázata lehet, pl. az ivadékok sajátos táplálkozása, a nagyobb relatív metabolikus ráta, továbbá a nem megfelelően kifejlődött méregtelenítő rendszer. Ebből adódóan az egészségügyi határértékeket az ivadékokban mért mennyiségek számos esetben átlépték. Jelen vizsgálatunk arra is rámutatott, hogy az ivadékok nehézfém-tartalom mintázata kiváló indikátorként szolgálhat az adott vízfolyások friss szennyezésének tekintetében, ugyanis az

összes környezeti faktor (köztük a fémszennyezések is), melyek hatással vannak az adott évben a halakra, mintegy integrálódnak a fiatalok szervezetében. Az ivadékori domolykók fémtartalom-mintázatának vizsgálata során olyan friss szennyezések nyomait tapasztaltuk, melyeket az OKIR vízkémiai adatai alátámasztottak.

Habár az idősebb domolykók húsában mért fémnyiségek nem haladták meg az előírt egészségügyi határértékeket, de a belső szervek (pl. kopolyú és máj) igen. Ebből adódóan a szamosi domolykó belsősegeinek rendszeres fogyasztását nem javasoljuk.

A domolykó általánosan elterjedt faj a viszonylag gyorsan folyó középhegységi, dombvidéki és síkvidéki kisvízfolyásban és folyóban, továbbá fontos szerepet töltenek be a vizek táplálékhálózatában és horgászatában egyaránt, mindezen túl pedig széles körben elterjedt Európában. Mindezek, valamint eredményeink tekintetében elmondható, hogy a domolykó ivadékok egy széles körben elterjedt és effektív bioindikátorként használhatók a vízi ökoszisztémák friss fémszennyezésének vizsgálatában.

### Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-23-2 és 23-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja, valamint EKÖP-24-4-II Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program támogatta. Nyeste Krisztiánt és Antal Lászlót a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta. A TKP2021-NKTA-32 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 és a GINOP\_PLUSZ-2.1.1-21-2022-00245 számú projektek támogatásával valósult meg. Ezt a munkát az Európai Unió-NextGenerationEU támogatta Bulgária nemzeti helyreállítási és alkalmazkodóképességi tervén keresztül (BG-RRP-2.004-0001-Co1, DUECOS project). Somogyi Dórát a Gróf Tisza István Alapítvány által a Debreceni Egyetem számára kiírt PhD Kiválósági Ösztöndíj támogatta. Czeglédi Istvánt az OTKA PD 138296 számú ösztöndíj (Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal - NKFIH) támogatta. A műszeres mérések a DE Szerzetlen és Analitikai Kémiai Tanszék Agilent Atomspektroszkópiai Partner Laboratóriumában történtek. Az Agilent Technologies 4100 MP-AES készüléket a Novo-Lab Kft. biztosította. Köszönetünket szeretnénk kifejezni Tóth Csilla Noéminek és Vári Juditnak. Végezetül köszönjük a Rákóczi Halászati Szövetkezetnek, hogy engedélyezték a halak begyűjtését.

### Irodalom

Bácsi, I., Novák, Z., Jánószky, M., B-Béres, V., Grigorszky, I., Nagy, S.A., 2015. The sensitivity of two *Monoraphidium* species to zinc - their possible future role in bioremediation. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12 (8), 2455–2466. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0647-3>.

Balestrieri, A., Prigioni, C., Remonti, L., Sgrosso, S., Priore, G., 2006. Feeding ecology of *Leuciscus cephalus* and *Rutilus rubilio* in southern Italy. *Italian Journal of Zoology* 73 (2), 129–135. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/11250000600679561>.

Braun, M., Simon, E., Fábrián, I., Tóthmérész, B., 2009. The effects of ethylene glycol and ethanol on the body mass and elemental composition of insects collected with pitfall traps. *Chemosphere* 77, 1447–1452. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.08.051>.

Braun, M., Simon, E., Fábrián, I., Tóthmérész, B., 2012. Elemental analysis of pitfall-trapped insect samples: effects of ethylene glycol grades. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 143, 89–94. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2012.01225.x>.

Braune, B., Muir, D., DeMarch, B., Gamberg, M., Poole, K., Currie, R., Dodd, M., Duschenko, W., Eamer, J., Elkin, B., Evans, M., Grundy, S., Hebert, C., Johnstone, R., Kidd, K., Koenig, B., Lockhart, L., Marshall, H., Reimer, K., Sanderson, J., Shutt, L., 1999. Spatial and temporal trends of contaminants in Canadian Arctic freshwater and terrestrial ecosystems: a review. *Science of the Total Environment* 230, 145–207. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00038-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00038-8).

Caffrey, J.M., Acevedo, S., Gallagher, K., Britton, R., 2008. Chub (*Leuciscus cephalus*): a new potentially invasive fish species in Ireland. *Aquatic Invasions* 3 (2), 201–209. DOI: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2008.3.2.11>.

Canpolat, Ö., Çalta, M., 2003. Heavy metals in some tissues and organs of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) fish species relation to body size, age, sex and seasons. *Fresenius Environmental Bulletin* 12 (9), 961–966.

Carneiro, M.F.H., Grotto, D., Barbosa, Jr., F., 2014. Inorganic and methylmercury levels in plasma are differentially associated with age, gender, and oxidative stress markers in a population exposed to mercury through fish consumption. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 77 (1–3), 69–79. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/15287394.2014.865584>.

Carrasco, L., Benejam, L., Benito, J., Bayon, J.M., Díez S.S., 2011. Methylmercury levels and bioaccumulation

- in the aquatic food web of a highly mercury-contaminated reservoir. *Environment International* 37, 1213–1218. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.004>.
- Croteau, M.-N., Luoma, S.N., Stewart, A.R., 2005. Trophic transfer of metals along freshwater food webs: Evidence of cadmium biomagnification in nature. *Limnology and Oceanography* 50 (5), 1511–1519. DOI: <https://doi.org/10.4319/lo.2005.50.5.1511>.
- Czeglédi, I., Erős, T., 2013. Characterizing the long-term taxonomic and functional variability of a stream fish assemblage. *Fundamental and Applied Limnology* 138 (2), 153–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/1863-9135/2013/0495>.
- Demirak, A., Yilmaz, F., Levent Tuna, A., Özdemir, N., 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere* 63, 1451–1458. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.09.033>.
- Djikanović, V., Skorić, S., Jarić, I., Lenhardt, M., 2016. Age-specific metal and accumulation patterns in different tissues of nase (*Chodrostoma nasus*) from the Medjuvršje Reservoir. *Science of the Total Environment* 566–597, 185–190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.072>.
- Djikanović, V., Skorić, S., Spasić, S., Naunovic, Z., Lenhardt, M., 2018. Ecological risk assessment for different macrophytes and fish species in reservoirs using biota-sediment accumulation factors as a useful tool. *Environmental Pollution* 241, 1167–1174. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.054>.
- Djedjibegovic, J., Larssen, T., Skrbo, A., Marjanović, A., Sober, M., 2012. Contents of cadmium, copper, mercury and lead in fish from the Neretva river (Bosnia and Herzegovina) determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Food Chemistry* 131, 469–476. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.009>.
- Dragun, Z., Raspor, B., Podrug, M., 2007. The influence of the season and the biotic factors on the cytosolic metal concentrations in the gills of the European chub (*Leuciscus cephalus* L.). *Chemosphere* 69, 911–919. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.05.069>.
- Dragun, Z., Podrug, M., Raspor, B., 2009. The assessment of natural causes of metallothionein variability in the gills of European chub (*Squalius cephalus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 150, 209–217. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2009.04.011>.
- Dragun, Z., Krasnići, N., Strižak, Ž., Raspor, B., 2012. Lead concentration increase in the hepatic and gill soluble fractions of European chub (*Squalius cephalus*) - an indicator of increased Pb exposure from the river water. *Environmental Science and Pollution Research* 19, 2088–2095. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-011-0706-y>.
- Dragun, Z., Tepić, N., Krasnići, N., Teskeredžić, E., 2016. Accumulation of metals relevant for agricultural contamination in gills of European chub (*Squalius cephalus*). *Environmental Science and Pollution Research* 23, 16802–16815. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-6830-y>.
- Eisler, R., 1985. Cadmium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review.
- European Union (EU), 2008. Commission Regulation (EC) No.629/2008. Setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. *Official Journal of the European Union* L 173.
- FAO of the United Nations, 1983. *Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products*. FAO Fishery Circular, No. 464, Rome, Italy.
- Farkas, A., Salánki, J., Specziár, A., 2003. Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low contaminated site. *Water Research* 37, 959–964. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00447-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00447-5).
- Farrell, J., Campana, S.E., 1996. Regulation of calcium and strontium deposition on the otoliths of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 115 (2), 103–109. DOI: [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(96\)00015-1](https://doi.org/10.1016/0300-9629(96)00015-1).
- Fleit, E., Lakatos, Gy., 2003. Accumulative heavy metal patterns in the sediment and biotic compartments of the Tisza watershed. *Toxicology Letters* 140 (141), 323–332. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4274\(03\)00029-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00029-8).
- González-Dávila, M.J., Santana-Casiano, M., Laglera, L.M., 2000. Copper adsorption in diatom cultures. *Marine Chemistry* 70 (1–3), 161–170. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4203\(00\)00020-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(00)00020-7).
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1), 9.
- Handy, R.D., Galloway, T.S., Depledge, M.H., 2003. A proposal for the use of biomarkers for the assessment of chronic pollution and in regulatory toxicology. *Ecotoxicology* 12, 331–343. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022527432252>.
- Harangi, S., Baranyai, E., Fehér, M., Tóth, Cs.N., Herman, P., Stündl, L., Fábíán, I., Tóthmérész, B., Simon, E., 2016. Accumulation of metals in juvenile carp (*Cyprinus carpio*) exposed to sublethal levels of iron and manganese: survival, body weight and tissue. *Biological Trace Element Research* 177 (1), 187–195. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0854-5>.
- Hermenean, A., Damache, G., Albu, P., Ardelean, A., Ardelean, G., Ardelean D.P., Horge, M., Nagy, T., Braun, M., Zsuga, M., Kéki, S., Costache, M., Dinischiotu, A., 2015. Histopathological alterations and oxidative stress in liver and kidney of *Leuciscus cephalus* following exposure to heavy metals in the Tur River, North Western Romania. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 119, 198–205. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.05.029>.

- Hermenean, A., Gheorghiu, G., Stan, M.S., Herman, H., Onita, B., Ardelean, D.P., Ardelean, A., Braun, M., Zsuga, M., Kéki, S., Costache, M., Dinischiotu, A., 2017. Biochemical, Histopathological and Molecular Responses in Gills of *Leuciscus cephalus* Exposed to Metals. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 73 (4), 607–618. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-017-0450-5>.
- IBM Corp. Released, 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Ivanciuc, T., Ivanciuc, O., Klein, D.J., 2006. Modeling the bioconcentration factors and bioaccumulation factors of polychlorinated biphenyls with posetic quantitative super-structure/activity relationships (QSSAR). *Molecular Diversity* 10, 133–145. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11030-005-9003-3>.
- Jia, Y., Kong, Q., Yang, Z., Wang, L., 2016. Accumulation behavior and risk assessment of heavy metals and arsenic in tissues of white bream (*Parabramis pekinensis*) from the Xiang River, southern China. *Environ Sci Pollut Res* 23(24), 25056–25064. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7734-6>
- Jia, Y., Wang, L., Qu, Z., Wang, C., Yang, Z., 2017. Effects on heavy metal accumulation in freshwater fishes: species, tissues, and sizes. *Environmental Science and Pollution Research* 24 (10), 9379–9386. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-8606-4>.
- Jovanović, B., Mihaljev, Ž., Maletin, S., Palić, D., 2011. **Assessment of heavy metal load in chub liver (*Cyprinidae* – *Leuciscus cephalus*) from the Nišava River (Serbia).** *Biologica Nyssana* 2 (1), 51–58.
- Ju, Y.-R., Chen, C.-W., Chen, C.-F., Chuang, X.-Y., Dong, C.-D., 2017. Assessment of heavy metals in aquaculture fishes collected from southwest coast of Taiwan and human consumption risk. *International Biodeterioration & Biodegradation* 124, 314–325. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.04.003>.
- Kljaković Gašpić, Z., Zvonarić, T., Vrgoč, N., Odžak, N., Barić, A., 2002. Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea. *Water Research* 36 (20), 5023–5028. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00111-2](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00111-2).
- Kottelat, M., Freyhof, J., 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
- Kraft, C., von Tümpling, W., Zachmann, D.W., 2003. Auswirkungen von Schwermetallemissionen nach Unfällen im rumänischen Bergbau auf das Sediment der Flüsse Szamos und Theiß (Ungarn). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1, 153–169.
- Kraft, C., von Tümpling, W., Zachmann, D.W., 2006. The effects of mining in Northern Romania on the heavy metal distribution in sediments of the rivers Szamos and Tisza (Hungary). *Clean - Soil, Air, Water* 34, 257–264. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/aheh.200400622>.
- Krasnići, N., Dragun, Z., Erk, M., Raspor, B., 2013. Distribution of selected essential (Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, and Zn) and nonessential (Cd, Pb) trace elements among protein fractions from hepatic cytosol of European chub (*Squalius cephalus* L.). *Environmental Science and Pollution Research* 20, 2340–2351. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-012-1105-8>.
- Lakatos, Gy., Fleit, E., Mészáros, I., 2003. Ecotoxicological studies and risk assessment on the cyanide contamination in Tisza river. *Toxicology Letters* 140–141, 333–342. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4274\(03\)00030-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00030-4).
- Lenhardt, M., Markovic, G., Gacic, Z., 2009. Decline in the index of biotic integrity of the fish assemblage as a response to reservoir aging. *Water Resources Management* 23, 1713–1723. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-008-9348-3>.
- Lenhardt, M., Jarić, I., Višnjić-Jeftić, Ž., Skorić, S., Gačić, Z., Pucar, M., Hegediš, A., 2012. Concentrations of 17 elements in muscle, gills, liver and gonads of five economically important fish species from the Danube River. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 407, 02. DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae/2012028>.
- Lenhardt, M., Poleksić, V., Vuković-Gačić, B., Rašković, B., Sunjog, K., Kolarević, S., Jarić, I., Gačić, Z., 2015. Integrated use of different fish related parameters to assess the status of water bodies. *Slovenian Veterinary Research* 52, 5–13.
- Liu, L., Li, Y., Coelhan, M., Chan, H.M., Ma, W., Liu, L., 2016. Relative developmental toxicity of short-chain chlorinated paraffins in Zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Environmental Pollution* 219, 1122–1130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.016>.
- MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G., Berger, T.A., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39, 20–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s002440010075>.
- Machala, M., Dušek, L., Hilscherová, K., Kubínová, R., Jurajda, P., Neča, J., Ulrich, R., Gelnar, M., Studničková, Z., Holoubek, I., 2001. Determination and multivariate statistical analysis of biochemical responses to environmental contaminants in feral freshwater fish *Leuciscus cephalus*, L. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20 (5), 1141–1148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/etc.5620200528>.
- Málnás, K., Harangi, S., Balogh, Zs., Baranyai, E., Braun, M., Dévai, Gy., Simon, E., 2014. Nehézfém analitikai vizsgálatok a Felső-Tisza és a Szamos folyó hazai szakaszán [Toxic element analysis on the Upper-Tisza and the River Szamos]. *Hidrológiai Közlelöny* 94 (5–6), 62–64.
- Marković, G.S., Simić, V.M., Ostojić, A.M., Simić, S.B., 2007. Seasonal variational in nutrition of chub (*Leuciscus cephalus* L., *Cyprinidae*, *Osteichthyes*) in one reservoir of West Serbia. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke /*

- Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad 112, 107–113. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/ZMSPNO712107M>.
- Mayer-Gostan, N., Bornancin, M., de Renzis, G., Naon, R., Yee, J.A., Shew, R.L., Pang, P.K.T., 1983. Extraintestinal calcium uptake in the killifish, *Fundulus heteroclitus*. *Comparative Physiology and Biochemistry* 227 (3), 329–338. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jez.1402270302>.
- Merciai, R., Guasch, H., Kumar, A., Sabater, S., García-Berthou, E., 2014. Trace metal concentration and fish size: Variation among fish species in a Mediterranean river. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 107, 154–161. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.05.006>.
- Milošković, A., Biljana Dojčinović, B., Kovačević, S., Radojković, N., Radenković, M., Milošević, D., Simić, V., 2016. Spatial monitoring of heavy metals in the inland waters of Serbia: a multispecies approach based on commercial fish. *Environmental Science and Pollution Research* 23 (10), 9918–9933. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-6207-2>.
- Miracle, A.L., Ankley, G.T., 2005. Ecotoxicogenomics: linkages between exposure and effects in assessing risks of aquatic contaminants to fish. *Reproductive Toxicology* 19, 321–326. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.reprotox.2004.06.007>.
- Nakata, H., Hirakawa, Y., Kawazoe, M., Nakabo, T., Arizono, K., Abe, S.-I., Kitano, T., Shimada, H., Watanabe, I., Li, W., Ding, X., 2005. Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in sediments, soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hangzhou Bay and Shanghai city region, China. *Environmental Pollution* 133, 415–429. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2004.07.003>.
- Ndimele, P.E., Pedro, M.O., Agboola, J.I., Chukwuka, K.S., Ekwu, A.O., 2017. Heavy metal accumulation in organs of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) from industrial effluent-polluted aquatic ecosystem in Lagos, Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment* 189 (6), 255. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-017-5944-0>.
- Newman, M.C., Doubet, D.K., 1989. Size-dependence of mercury (II) accumulation kinetics in the mosquitofish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 18 (6), 819–825. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01160295>.
- Novák, Z., Jánószky, M., B-Béres, V., Nagy, S.A., Bácsi, I., 2014. Zinc Tolerance and Zinc Removal Ability of Living and Dried Biomass of *Desmodesmus communis*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 93, 676–682. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-014-1374-7>.
- Óvári, M., Mages, M., Woelfl, S., von Tümpling, W., Kröpfel, K., Záray, Gy., 2004. Total reflection X-ray fluorescence spectrometric determination of element inlets from mining activities at the upper Tisza catchment area, Hungary. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 59 (8), 1173–1181. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sab.2004.01.011>.
- Playle, R.C., 1998. Modelling metal interactions at fish gills. *Science of the Total Environment* 219, 147–163. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00232-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00232-0).
- Rašković, B., Poleksić, V., Skorić, S., Jovičić, K., Spasić, S., Hegediš, A., Vasić, N., Lenhardt, M., 2018. Effects of mine tailing and mixed contamination on metals, trace elements accumulation and histopathology of the chub (*Squalius cephalus*) tissues: Evidence from three differently contaminated sites in Serbia. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 153, 238–247. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.01.058>.
- Sasi, H., Ozay, G.G., 2017. Age, Growth, Length-Weight Relationship and Reproduction of Chub, *Squalius cephalus* (L., 1758) in Upper Akcay River, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 49 (5), 1571–1580. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1571.1580>.
- Simon, E., Kis, O., Jakab, T., Kolozsvári, I., Málnás, K., Harangi, S., Baranyai, E., Miskolczi, M., Tóthmérész, B., Dévai, Gy., 2017. Assessment of contamination based on trace element concentrations in *Gomphus flavipes* (Odonata: Insect) larvae of the Upper Tisza Region. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 136, 55–61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.10.034>.
- Subotić, S., Spasić, S., Višnjić-Jeftić, Ž., Hegediš, A., Krpo-Četković, J., Mićković, B., Skorić, S., Lenhardt, M., 2013a. Heavy metal and trace element bioaccumulation in target tissues of four edible fish species from the Danube River (Serbia). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 98, 196–202. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.08.020>.
- Subotić, S., Ž. Višnjić-Jeftić, Ž., Spasić, S., Hegediš, A., Krpo-Četković, J., Lenhardt, M., 2013b. Distribution and accumulation of elements (As, Cu, Fe, Hg, Mn, and Zn) in tissues of fish species from different trophic levels in the Danube River at the confluence with the Sava River (Serbia). *Environmental Science and Pollution Research* 20, 5309–5317. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-013-1522-3>.
- Tesch, F.W., 1968. Age and growth, in: Ricker, W.E., (Ed.), *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 93–123.
- Traina, A., Bono, G., Bonsignore, M., Falco, F., Giuga, M., Quinci, E.M., Vitale, S., Sprovieri, M., 2019. Heavy metals concentrations in some commercially key species from Sicilian coasts (Mediterranean Sea): Potential human health risk estimation. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 168, 466–478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.10.056>.
- Triebeskorn, R., Telcean, I., Casper, H., Farkas, A., Sandu, C., Stan, G., Colărescu, O., Dori, T., Köhler, H.-R., 2007. Monitoring pollution in River Mureș, Romania, part II: Metal accumulation and histopathology in fish.

- Environmental Monitoring and Assessment 141, 177–188. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-9886-9>.
- Ünver, B., Erk'akan, F., 2011. Diet composition of chub, *Squalius cephalus* (Teleostei: Cyprinidae), in Lake Tödürge, Sivas, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 27, 1350–1355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01766.x>.
- USEPA (2017) National recommended water quality criteria - aquatic life criteria table. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC
- Usero, J., Gozalez-Regalado, E., Graccia, I., 1997. Trace metals in the bivalve molluscs *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* from the Atlantic coast of Southern Spain. *Environment International* 23, 291–298. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(97\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(97)00030-5).
- Uysal, K., Emre, Y., Köse, E., 2008. The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). *Microchemical Journal* 90, 67–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2008.03.005>.
- Van der Veen, A., Baborowski, M., Kraft, C., Kraft, J., Mages, M., Óvári, M., von Tümpling, W., 2002. Dynamics of heavy metals and arsenic-Hungarian Tisza river sediment after mining spills in the catchment area, in: Westrich, B., Förstner, U., (Eds.), *Sediments dynamics and pollutant mobility in rivers*, Springer, New York, pp. 335–342.
- Venugopal, V., Shahidi, F., 1996. Structure and composition of fish muscle. *Food Reviews International* 12, 175–197. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/87559129609541074>.
- Vlach, P., Dušek, J., Švátora, M., Moravec, P., 2005. Growth analysis of chub, *Leuciscus cephalus* (L.), and dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), in the Úpoř stream using growth data of recaptured marked fish. *Czech Journal of Animal Science* 50 (7), 329–339.
- Witten, P.E., Hansen, A., Hall, B.K., 2001. Features of mono- and multinucleated bone resorbing cells of the zebrafish *Danio rerio* and their contribution to skeletal development, remodeling, and growth. *Journal of Morphology* 250 (3), 197–207. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.1065>.
- Woelfl, S., Mages, M., Óvári, M., Geller, W., 2006. Determination of heavy metals in macrozoobenthos from the rivers Tisza and Szamos by total reflection X-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 61 (10–11), 1153–1157. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sab.2006.09.015>.
- Yancheva, V., Velcheva, I., Stoyanova, S., Georgieva, E., 2015. Fish in ecotoxicological studies. *Ecologia Balkanica* 7 (1), 149–169.
- Yilmaz, A.B., Yanar, A., Alkan, E.N., 2017. Review of heavy metal accumulation on aquatic environment in Northern East Mediterranean Sea part I: some essential metals. *Reviews on Environmental Health* 32 (1–2), 119–163. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/reveh-2016-0065>.
- Yilmaz, F., Özdemir, N., Demirak, A., Levent Tuna, A., 2007. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food Chemistry* 100, 830–835. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.020>.
- Zhang, I., Wong, M.H., 2007. Environmental mercury contamination in China: Sources and impacts. *Environment International* 33 (1), 108–121. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2006.06.022>.
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J., Jiang, G., 2008. Biomonitoring: an appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica Chimica Acta* 606, 135–150. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2007.11.018>.