

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Barbora Klečková

Invazní druhy zooplanktonu v Evropě a faktory ovlivňující jejich výskyt
Invasive zooplankton species in Europe and factors influencing their occurrence

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Veronika Sacherová, Ph.D.

Praha, 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 29.4.2024

Barbora Klečková

Poděkování

Ráda bych vyjádřila svou vděčnost Veronice Sacherové za vedení mé práce, za čas, který mi věnovala, a za cenné připomínky, které pomohly zorganizovat mé nápady a myšlenky. Poděkování patří i přátelům a rodině, kteří mě v psaní této práce podporovali.

Abstrakt

V Evropě se nachází přinejmenším 8 invazních druhů sladkovodního zooplanktonu: vířníci *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) a *Lecane decipiens* (Murray, 1913), klanonožci *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892), *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) a *Skistodiaptomus pallidus* (Herrick, 1879) a perloočky *Pleuroxus denticulatus* Birge, 1879, *Daphnia ambigua* Scourfield, 1946 a *Daphnia parvula* Fordyce, 1901. Tyto invazní druhy musejí v nepůvodním prostředí čelit různým kombinacím faktorů které mohou ovlivňovat jejich výskyt a jejich přítomnost má v některých případech negativní dopady na nativní společenstva. Pro Evropu se zdá nejvýznamnější invaze druhů ze Severní Ameriky. První část práce shrnuje poznatky o těchto 8 druzích a faktorech, které se zdají být limitující v jejich výskytu.

Mezi nejlépe prozkoumané invazní druhy v Evropě se řadí *Daphnia ambigua* a *Daphnia parvula*, jejichž výskyt byl v České republice hojně zkoumán na přelomu 21. století. Druhá část této práce proto také podrobně zkoumá poznatky o faktorech, které mohou hrát výraznou roli při osidlování vod těmito druhy ve střední Evropě.

Klíčová slova: evropské invazní druhy zooplanktonu, biotické faktory, abiotické faktory, sladkovodní zooplankton, invaze

Abstract

In Europe, there are at least 8 invasive species of freshwater zooplankton: rotifers *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) and *Lecane decipiens* (Murray, 1913), copepods *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892), *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) and *Skistodiaptomus pallidus* (Herrick, 1879), and cladocerans *Pleuroxus denticulatus* Birge, 1879, *Daphnia ambigua* Scourfield, 1946 and *Daphnia parvula* Fordyce, 1901. These invasive species must face various combinations of factors in non-native environments, which can influence their occurrence, and their presence can have negative impacts on native communities in some cases. The most significant invasions seem to be those of species from North America. The first part of this work summarizes knowledge about these 8 species, mainly about the factors that appear to be limiting their occurrence.

Among the best-studied invasive species in Europe are cladocerans *Daphnia ambigua* and *Daphnia parvula*, whose presence has been extensively studied in the Czech Republic at the turn of the 21st century. Therefore, the second part of this work also thoroughly examines the factors that may play a significant role in the colonization of waters by these species in Central Europe.

Key words: European invasive zooplankton species, biotic factors, abiotic factors, freshwater zooplankton, invasion

Obsah

1	Úvod a cíle práce.....	1
2	Invazní druhy sladkovodního zooplanktonu v Evropě	2
2.1	Rotifera	3
2.2	Copepoda	5
2.3	Cladocera	7
3	Abiotické Parametry	11
3.1	Teplota.....	11
3.2	Koncentrace iontů.....	12
4	Biotické parametry.....	14
4.1	Predate.....	14
4.2	Výskyt makrofyt.....	16
4.3	Parazitismus, patogeny.....	17
4.4	Zdroje potravy	18
4.5	Koexistence s jinými druhy – mezidruhová kompetice	18
5	Okolnosti výskytu <i>D. ambigua</i> a <i>D. parvula</i> v ČR	19
6	Závěr.....	20
7	Seznam Literatury.....	22

1 Úvod a cíle práce

Rostlinné i živočišné invaze jsou sledovány již několik desetiletí. Některé nepůvodní druhy jsou v krajině více nápadné, u zooplanktonu byly v centru pozornosti zejména invaze pontokaspických perlooček do jezer Severní Ameriky (*Cercopagis pengoi*, *Bythotrephes longimanus*) kde působí velké problémy tím, že přímo kompetují o potravu s malými druhy planktivorních ryb (Benoît et al. 2002; Strecker a Arnott 2008), a také svým působením mění druhové složení společenstva zooplanktonu (Dumitru et al. 2001; Strecker a Arnott 2008; Cutter et al. 2023). Druhy zooplanktonu, které nemají na společenstvo viditelný negativní vliv, jsou pak často opomíjené. K invazím však nepochybně dochází neustále, zejména působením člověka – s převážením rybní násady, lodní dopravou, ale i při výzkumné činnosti, například na sítích, na podrážkách nebo na kolech aut. V této bakalářské práci bych se tedy chtěla zaměřit na sladkovodní invazní druhy zooplanktonu v Evropě, zejména odkud a jak se šíří a co je známo o jejich ekologii.

V druhé části práce bych se chtěla detailněji podívat na dva druhy perlooček: *Daphnia ambigua* Scourfield, 1947 a *D. parvula* Fordyce, 1901. Ty jsou v evropských vodách invazními druhy, v České republice byly poprvé pozorovány v 80. a 90. letech. Na přelomu tisíciletí byly jejich populace poměrně hojně studovány (Maier 1996; Horálek 2003; Žofková et al. 2002), později jejich sledování přestalo být v centru pozornosti. Nyní, po dvaceti letech, je proto žádoucí zjistit, jak evropské vody osídlily. Tato část bakalářské práce by tedy měla být rešerší poznatků o faktorech, které ovlivňují výskyt těchto dvou perlooček, ať už jde o faktory abiotické – teplota, koncentrace iontů, nebo faktory biotické – interakce ve společenstvech, kompetice, predace, parazitismus.

V rámci vědního oboru zabývajícího se invazemi může docházet k zmatkům a mystifikacím kvůli nepevně dané a poměrně volné interpretaci terminologie. Díky tomu může pak být složité na základě literatury stanovit závěry ohledně nově se vyskytujících nepůvodních druhů. V anglicky psaných publikacích se vyskytují různé pojmy označující nepůvodní druhy, mezi ty běžně používané patří ‘alien’, ‘non-native’, ‘exotic’, nebo ‘introduced’, nejčastěji používaným je ale ‘invasive’, s tím, že každý z těchto termínů sděluje jinou informaci o vlastnostech nebo dopadech jeho výskytu na nepůvodní lokalitě (viz Table 1. z Soto et al. 2024). Pro předcházení nedorozumění navrhuje Soto et al. (2024) ve své publikaci zavedení jednotné terminologie a to tří pojmů:

1) NEPŮVODNÍ (non–native) – druh zavlečený na novou lokalitu, kde nemá žádnou evoluční historii, pomocí přímého působení lidské aktivity, přirozeného rozšíření areálu po odstranění biogeografické bariéry nebo skrze uměle vytvořenou cestu po odstranění umělého environmentálního gradientu v důsledku lidského zásahu.

2) USAZENÝ NEPŮVODNÍ (established non–native) – nepůvodní druh který se na lokalitě kde je nepůvodní (nemá zde žádnou evoluční historii) rozmnožuje, ale nešíří se nebo toto šíření zatím není známo.

3) INVAZNÍ NEPŮVODNÍ (invasive non–native) – usazený nepůvodní druh, který se aktivně, nebo pasivně šíří na další lokality, kde není původním druhem.

Pojmy nikterak neudávají informaci, zda má druh neblahý vliv na nativní populace, tento vliv tedy vůbec nemusí existovat nebo se může objevovat v jakémkoli stupni invaze.

V této práci termín invaze zahrnuje jakýkoli stupeň z výše vysvětlených stádií proniknutí nového druhu na lokalitu, kde se předtím nevyskytoval. U popisu druhů se pak budu držet příslušné výše zmíněné kategorie.

2 Invazní druhy sladkovodního zooplanktonu v Evropě

Zooplanktonní invaze probíhají po celém světě. V posledních letech narůstá počet publikací pojednávajících o invazních druzích zooplanktonu, ovšem většina těchto textů neshrnuje větší množství informací o různých taxonech a většinou se zaměřuje jen na úzkou skupinu druhů (Dexter a Bollens 2020). Největším problémem mezikontinentálního přenosu je balastní voda, která může obsahovat až desítky tisíc jedinců zooplanktonu na metr krychlový vody (Cordell et al. 2009; Chan et al. 2014). V roce 2004 proto došlo ke stanovení *Mezinárodní úmluvy pro kontrolu a řízení lodní zátěžové vody a sedimentů* snažící se regulovat vypouštění organismů (International Maritime Organization 2004), která by postupně měla přicházet v platnost. K zamezení možnosti transportu organismů by od roku 2024 (místo systému výměny balastní vody) měl pomáhat management balastní vody a to pomocí hydrocyklonové separace nebo filtrace vody, dále také chemické nebo fyzikální desinfekční procesy (Bailey et al. 2022).

Každý organismus má svoje optimum kombinace faktorů prostředí, ve kterém se vyskytuje. Není jednoduché vyzdvihnout, který z nich je ten hlavní, který druh limituje ve výskytu na lokalitě. Stačí, když je jeden z faktorů pod naprostým minimem, který je daný druh schopen ještě tolerovat a tento druh v tomto prostředí nepřežije (Arora 1965).

2.1 Rotifera

Vířníci (Rotifera) jsou důležitou a jednou z hlavních složek sladkovodních zooplanktonních společenstev. Obývají téměř všechny typy vodních prostředí, jako jsou periodické tůňe, rybníky, velká jezera i opravu malé vodní plochy, kde se žíví filtrací bakterií a řas. Díky jejich malé velikosti, fenotypové plasticitě, snadné pasivní disperzi (pomocí trvalých stádií odolných vůči vyschnutí) a partenogenetickému rozmnožování se jedná o velmi úspěšnou skupinu – stačí aby se na lokalitu dostalo jedno trvalé vajíčko a může dojít k rychlému osídlení lokality novým druhem (Segers 2008).

Přes jejich význam ve vodních ekosystémech jim není věnováno tolik pozornosti v souvislosti s šířením invazních druhů. K tomu dochází pravděpodobně kvůli obtížné identifikaci, která je časově náročná, v některých případech i složitosti a ceně terénních odběrů vzorků, ale nejzásadnější limitací ve výzkumu je nedostatek zkušených a trénovaných odborníků v taxonomii vířníků (Ejsmont-Karabin 2019). Všechny tyto aspekty přispívají k situaci, kdy není dostatek informací o nativních populacích, což komplikuje rozhodování, zda se jedná či nejedná invazi. I z toho důvodu valná většina seznamů invazních druhů neobsahuje vířníky (Ejsmont–Karabin 2014).

U řady invazních druhů vířníků se tedy předpokládá, že se v evropských a/nebo našich vodách mohou vyskytovat, přesto, že zatím nebyly nalezeny. To se může týkat například druhů *Brachionus variabilis* Hempel, 1896 a *Synchaeta verrucosa* Nipkow, 1961 (ústní sdělení I. Příkryl a M. Devetter) Často je jejich výskyt v nové části areálu vázán na vznik nových lokalit, například *Hexarthra fennica* (Levander, 1892), nebo *Brachionus plicatilis* Müller, 1786, kteří jsou původně mořskými/brakickými druhy, se na našem území nyní minoritně vyskytují v zasolených důlních vodách nebo na lokalitě Nesyt (ústní sdělení I. Příkryl a M. Devetter). Níže zmíním nejlépe popsané případy invazí vířníků v Evropě – *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) a *Lecane decipiens* (Murray, 1913). V literatuře se objevují i zmínky o *L. shieli* Segers & Sanoamuang, 1994, ale těchto informací je poměrně málo.

Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908)

Druh *Kellicottia bostoniensis* má původní areál výskytu v Severní Americe, kde je i hojně rozšířen (José De Paggi 2002). V Evropě byl poprvé evidován roku 1943 ve Švédsku, kam byl pravděpodobně transportován spolu s balastní vodou a odtud se pak šířil na další lokality (např. spolu s lodní dopravou nebo chovy ryb) (Arnemo et al. 1968). Je možné, že se dále šíří také přenosem trvalých vajíček migrujícími ptáky (Zhdanova a Dobrynin 2011).

Vyskytuje se i v dalších evropských zemích: Finsku (Eloranta 1988), Rusku (Lazareva a Zhdanova 2014), Francii (Balvay 1994) i v České republice (Devetter et al. 2020). Není invazní druh jen v Evropě, ale i v Jižní Americe (José De Paggi 2002) a také v Asii (Yang a Min 2020).

Potenciál v osidlování nových lokalit je vskutku velký – *K. bostoniensis* je velmi tolerantní k širokému spektru podmínek prostředí. Obývá různě hluboké vodní plochy (Zhdanova a Dobrynin 2011), primárně tedy jejich hlubších částí (Campbell 1941) a i přesto že jí nevádí poměrně nízké koncentrace kyslíku (do 2,4 mg/l) (Arnemo et al. 1968), můžou jí extrémnější podmínky vyhnat do vyšších vrstev (Campbell 1941). Výskyt tohoto druhu je evidován v prostředí s vyšší trofickou hladinou, od mezotrofních po eutrofní vody, s různým pH (Zhdanova a Dobrynin 2011) a s optimální teplotou mezi 7–15 °C (Arnemo et al. 1968). Na lokalitách se vyskytuje od dubna do listopadu (Arnemo et al. 1968) a nejhojnější je v období, kdy je nízká kompetice (Arcifa et al. 2020).

Pozice, kterou zaujímá v prostředích, do kterých invaduje, je stejná jako pozice v nativním areálu rozšíření (Arcifa et al. 2020). Jedná se tedy o invazní nepůvodní druh, jehož vliv na nativní společenstva není zcela znám (Josefsson a Andersson 2001), ale jelikož období, kdy populace dosahuje nejvyšších abundancí nastává zpravidla tehdy, když ostatní druhy vířníků mají naopak velmi nízké populační hustoty, nebude zřejmě těmto druhům nějak výrazně konkurovat (Arcifa et al. 2020).

Lecane decipiens (Murray, 1913)

Tento vířník je nativní v oblasti střední a jižní Ameriky (Azémar et al. 2007), jeho výskyt v Evropě je diskutabilní a některé jeho nálezy nebyly potvrzeny nebo byly chybné (záměna s *L. hamata*) (Segers 1996). Prvním potvrzeným areálem výskytu v Evropě je povodí řeky Schelde (Belgie) v letech 2002 a 2003 (Azémar et al. 2007). Existuje málo informací o tomto druhu, jaké má nároky na prostředí a kde se vyskytuje, v některých publikacích pocházejících z Asie je evidován jako *Monostyla decipiens*. Jednou z mála zmiňovaných charakteristik pro tento druh je jeho výskyt hlavně v litorálu (Segers 1996).

Podle některých zdrojů se jedná o relativně vzácný druh vířníka (Chittapun et al. 1999), ale s popisovaným širokým rozšířením po celém světě (Segers 2007), Poeciecha et al. (2016) ho ve své publikaci nepovažuje za významný invazní druh v Evropě, s čímž souhlasí i Azémar et al. (2007), označující vliv *L. decipiens* na fungování ekosystému za zanedbatelný. Lze jej tedy označit za usazený nepůvodní druh.

2.2 Copepoda

Klanonožci (Copepoda) jsou majoritní složkou zooplanktonu (spolu s vířníky a perloočkami) v rybnících, jezerech a tůních a jsou planktonní (Calanoida, Cyclopoida), litorální nebo bentické (Cyclopoida, Harpacticoida).

Ve světě existuje minimálně 18 druhů (některé mořské), které byly lidskou činností, zejména s balastní vodou přeneseny na nový kontinent. Dalšími lidskými aktivitami, o kterých je známo, že pomohly s přenosem nějakého druhu klanonožců, je chov ryb nebo převoz vodních rostlin (shrnutí Francisem 2012). Další možností pasivního transportu je zavlečení na nové lokality díky migrujícímu vodnímu ptactvu (Reid a Reed 1994). Dále uvádím příklady invazí klanonožců, které se nejčastěji objevují v literatuře.

Acanthocyclops americanus (Marsh, 1892)

Acanthocyclops americanus je druh buchanky nativní v Severní Americe. Poprvé byl v Evropě zaznamenán v nádrži Coate ve Swindonu ve Velké Británii v 1. pol. 20. století (Lowndes 1928) od té doby se rozšířil po celé Evropě (Alekseev 2021; Alekseev et al. 2002). Aktivace po zimní diapauze z trvalých vajíček nastává až při vyšších teplotách (okolo 14 °C) právě díky tomu dochází k efektivnímu transportu trvalých stádií migrujícím vodním ptactvem na nové lokality (Alekseev 2021).

Historie tohoto druhu je složitá, v průběhu dvacátého století byl *A. americanus* opakovaně odmítán jako samostatný druh a považován pouze za synonymum pro *A. robustus*, později došlo k opětovnému rozdělení na 3 druhy: *A. vernalis*, *A. robustus* a *A. americanus* (Alekseev et al. 2002), které byly potvrzeny i molekulárně–genetickými analýzami (Miracle et al. 2013).

Jedná se o typický planktonní druh osidlující hlavně pelagiál eutrofních vod (Alekseev et al. 2002), může ovšem pronikat i do litorálu (Trokhymets 2014). Dospělí jedinci jsou generalisté, mezi potravu se řadí vířníci, perloočky, nauplia buchanek a také fytoplankton (Enríquez-García et al. 2013). Podobně jako u dalších druhů klanonožců dochází také ke kanibalismu, kdy dospělci konzumují nauplia vlastního druhu, neděje se to ale s takovou intenzitou jako predace jiné kořisti a to ani v situacích, kdy není jiné potravu dostatek (Enríquez–García et al. 2013). Juvenilní stádia *A. americanus* si vyvinula antipredační behaviorální adaptaci, kdy se chovají při nebezpečí naprosto odlišně než nauplia obou původních druhů, zůstávají nehnutě, dokud stresová situace nepomine. Nauplia dalších dvou

druhů v reakci na predátora typicky zrychlí svůj pohyb, odlišné chování juvenilních stádií *A. americanus* umožňuje tedy lépe unikat konzumaci dospělci (Alekseev 2021).

Na lokalitách, kde se vyskytuje, může působit v letním období jako jeden z dominantních druhů (Lazareva et al. 2024; Alekseev 2021; Alekseev et al. 2020) a nahrazuje/vytlačuje původní druh *A. robustus* (Alekseev et al. 2020). Také rychleji dospívá, dosahuje větší velikosti těla než nativní druhy, což ho může zvýhodňovat v kompetici (Alekseev 2021). Dalším faktorem, díky kterému je úspěšný, je způsob lovu – samice zabije během krátké doby mnohem víc kořisti než může spotřebovat, jedná o tzv. overconsuming phenomenon (Alekseev a Sukhikh 2022). Jedná se tedy o invazní nepůvodní druh, kdy jeho invaze má negativní dopady na nativní společenstva.

Boeckella triarticulata (Thomson, 1883)

Boeckella triarticulata patří mezi nejběžnější druhy vznášivek v Austrálii. Poprvé byla v Evropě evidována v Itálii, v chovném rybníku na severu země, kam byla pravděpodobně zavlečena s násadou čínských kaprů. Lokálně zde rozšiřovala svůj areál skrze vodní toky spojující jednotlivé vodní plochy, dál na jih se pak pravděpodobně rozšířila spolu s migrujícími ptáky (Alfonso a Belmonte 2008). Úspěšné osidlování nových lokalit jí usnadňují produkce poměrně velkých snůšek, také schopnost vytvářet trvalá stadia (Maly 1991) a tolerance širokého spektra salinity a to i poměrně vysokých hodnot (Bayly 1966). Kvůli vysokým nárokům na množství potravy upřednostňuje hlavně vysoce produktivní typy prostředí (Jamieson 1988).

Itálie je zatím jediný evropský stát, kde je výskyt této vznášivky evidován. Na místní populace má spíše negativní vliv, v nových lokalitách se obvykle vyskytuje v průběhu celého roku a během zimních měsíců na některých lokalitách dokonce dominovala. Při vysokých abundancích *B. triarticulata* dochází ke snižování biomasy fytoplanktonu a snížení výskytu ostatních mikrofiltrátorů ve společenstvu (Ferrari et al. 1991).

Neexistují studie, které by se zabývaly konkurenceschopností nativních druhů vznášivek z čeledi Diaptomidae, nelze tedy říct zda je *B. triarticulata* vytlačuje (Ferrari 2006). Za posledních deset let pozornost, věnovaná tomuto druhu v Evropě, značně opadla a nevznikly žádné nové studie, které by se zabývaly výskytem a rozšířením. Bylo by tedy zajímavé zjistit, zda se z Itálie dále šíří i do jiných evropských států – např. právě pomocí migrujících ptáků.

Skistodiaptomus pallidus (Herrick, 1879)

Tento druh vznášivky nativní v Severní Americe (USA) byl poprvé v Evropě evidován na severu Německa v Brémách v roce 2010 na dvou lokalitách, které jsou napojené na řeku Weser, na které byl po většinu 20. století v Brémách významný přístav. Sem byl tedy pravděpodobně zavlečen lodní dopravou (balastní voda) (Brandorff 2011). Produkce trvalých vajíček (Dowell 1997) umožňuje transport na dlouhé vzdálenosti právě v sedimentu balastní vody nebo s migrujícím ptactvem (Panov et al. 2004). V areálu nativního rozšíření obývá především vysoce produktivní jezera, řeky nebo periodické tůň (Torke 2001), v prostředí, kde je invazní obývá hlavně člověkem vytvořené mělké eutrofní nádrže (Brandorff 2011). Jedná se o omnivora, mezi potravu se řadí řasy, vířníci a jiný mikrozooplankton (Williamson 1987). Nejsou žádné náznaky, že by přítomnost druhu *Skistodiaptomus pallidus* měla nějaký vliv na nativní druhy vyskytující se v brémském vodním příkopu (Brandorff 2011).

Německo je jedinou evropskou zemí s potvrzeným výskytem, k odhalení rozšíření této usazené nepůvodní vznášivky z čeledi Diaptomidae po Evropě a jejího vlivu na nativní společenstva by muselo dojít k prozkoumání více vodních ploch s vhodnými podmínkami umožňujícími její výskyt.

2.3 Cladocera

Perloočky jsou jednou z nejlépe prostudovaných skupin zooplanktonu, hrají důležitou roli v potravní síti – jde o významné spásače, kteří přenášejí energii z primární produkce do vyšších pater potravních sítí. Obývají všechny typy vodních ploch, od velkých jezer až po malé periodické tůň. Jsou extrémně přizpůsobivé, kolikrát v areálu, kam pronikají, obývají úplně odlišný typ prostředí než v areálu svého nativního rozšíření – brakické druhy invadují do sladkovodních ekosystémů – např. *Cercopagis pengoi* ve Velkých jezerech (MacIsaac et al. 1999). Pelagické druhy patří rozhodně mezi ty lépe prozkoumané, bohužel výzkumy litorálu a bentosu nejsou tak intenzivní, proto je velice pravděpodobné, že jsou i zde další invazní druhy, které zatím nebyly zaznamenány. Následuje popis tří nejčastěji v literatuře zmiňovaných invazních druhů perlooček.

Pleuroxus denticulatus Birge, 1879

Druh *Pleuroxus denticulatus* je litorální perloočka rozšířená na severní polokouli (Frey 1993) s původním evropským areálem v západním Středomoří a Atlantiku (Smirnov 1971). Dle studie publikované v roce 1977 (Flössner a Kraus) mohlo dojít k zavlečení tohoto druhu

původně ze Severní Ameriky (souzeno na základě podobnosti amerického i evropského *P. denticulatus*), podobně jako u druhů *D. ambigua* nebo *D. parvula*. S tím částečně souhlasí i Hudec a Illyová (1998). Jeho výskyt byl zaznamenán v Itálii (Margaritora 1983), Německu (Flössner a Kraus 1977), Rusku (Zhikharev et al. 2022), Španělsku (Alonso 1996) a na Slovensku (Hudec a Illyová 1998). Toto jsou jediné dobře zdokumentované nálezy (ilustrace + popis) z Evropy (Zhikharev et al. 2022). Ve Španělsku se jedná o vzácný druh, vyskytuje v oblasti povodí řeky Ter, kdy populace (které nikdy nejsou dominantní) dosahují maxima v prosinci (Sabater 1987), ale vyskytují se už od srpna až do února. Vodní prostředí, které obývá, je charakterizováno čistou vodou s poměrně velkým množstvím ponořených vodních rostlin (Alonso 1996).

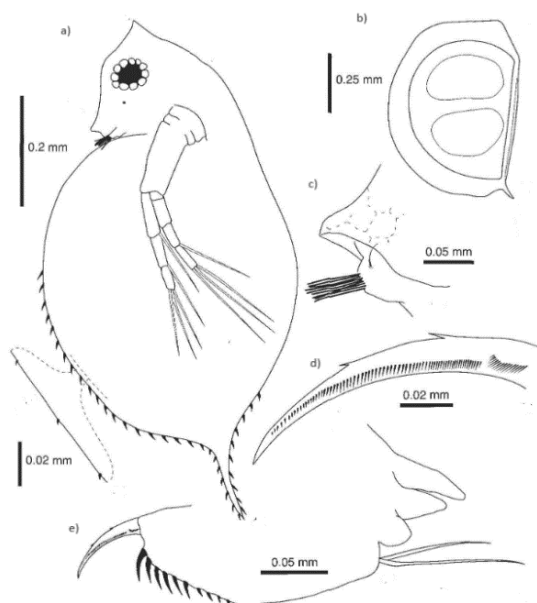
Kotov et al. (2022) se ve své publikaci přiklání k názoru, že se nejedná o invazivní druh ze Severní Ameriky a jeho šíření z jihu dál na sever Evropy je pouze lokální rozšiřování původního areálu. Dále se domývá, že v případě *Pleuroxus denticulatus* se tedy pravděpodobně nejedná o jeden druh, ale spíše o dva různé druhy, případně druhový komplex (Kotov et al. 2022), což by potvrdily i nálezy ze Severní Ameriky, kde byly pozorovány alespoň dva odlišné morfotypy *P. denticulatus* (Frey 1995). Rozhodně je tedy žádoucí provést podrobnější revizi tohoto druhu.

Následující dva druhy představím detailněji, jelikož se jedná asi o nejvíce prostudovanou invazi do Evropy a na tomto příkladu budu zkoumat invaze perlooček do evropských vod podrobněji.

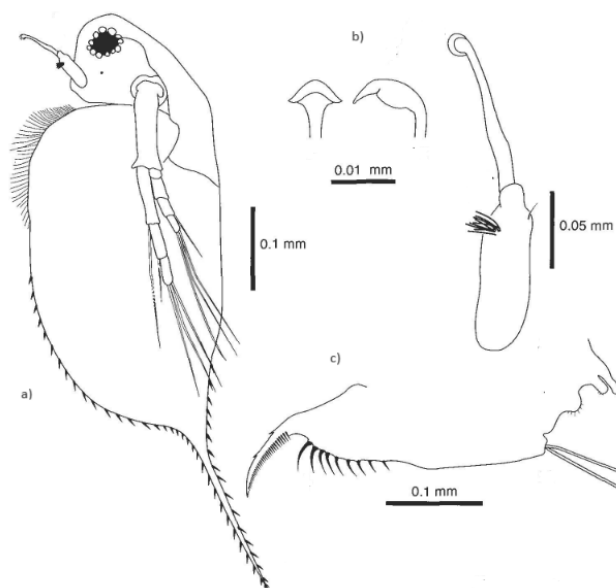
Daphnia ambigua Scourfield, 1946

Jedná se o původně severoamerický druh perloočky přirozeně se vyskytující ve Střední, Severní a Jižní Americe. Do Evropy se rozšířila ze severovýchodu Spojených států (Hebert et al. 2003) a popsána zde byla D. J. Scourfieldem v Anglii roku 1946 v jezírku Královské botanické zahrady v Kew (Fox 1948). Jde se o malý druh hrotnatky, většina samic (obr.1) se velikostí těla pohybuje mezi 0,67–1,54 mm (Flössner a Kraus 1976) s charakteristickým tvarem hlavy, krátkým tupým rostrem a velkým okem (Johnson 1952). Jedinci jsou schopni vytvářet helmy v reakci na výskyt různých chemických látek ve vodě, například přítomnost kairomonů larev rodu *Chaoborus* (Hebert a Grewe 1985) nebo přítomnost některých pesticidů (např: carbaryl, BPMC) (Hanazato 1991). Má krátkou spinu, postabdominální drápek s třemi skupinami jemných trnečků (Benzie 2005). Samci (obr.2) jsou menší (0,57–0,67 mm) (Flössner a Kraus 1976) s antenulami stejně dlouhými jako hlava a dlouhou spinou (0,5x velikost těla)

(Benzie 2005). Vyskytuje se v malých periodických tůňích i velkých vodních plochách s optimální teplotou 10–23 °C, není znám případ hybridizace s jinými druhy (Benzie 2005).



Obr. 1 – Samice *Daphnia ambigua*
 a) laterální pohled, b) epiphium, c) rostrum a antenuly, d) postabdominální drápek, e) postabdomen

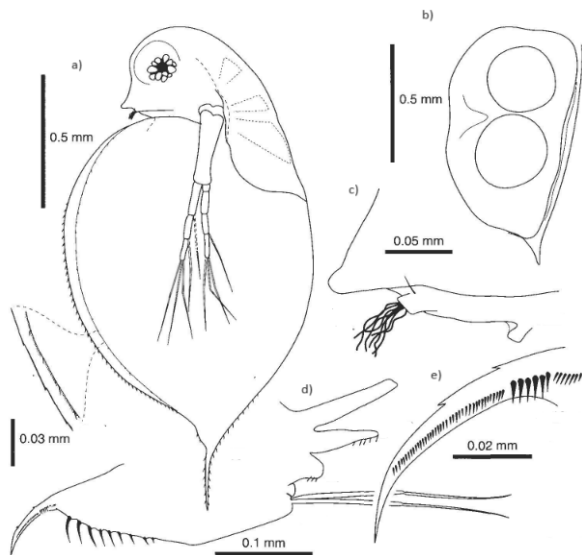


Obr. 2 – Samec *Daphnia ambigua*
 a) Laterální pohled, b) antenuly, c) postabdomen

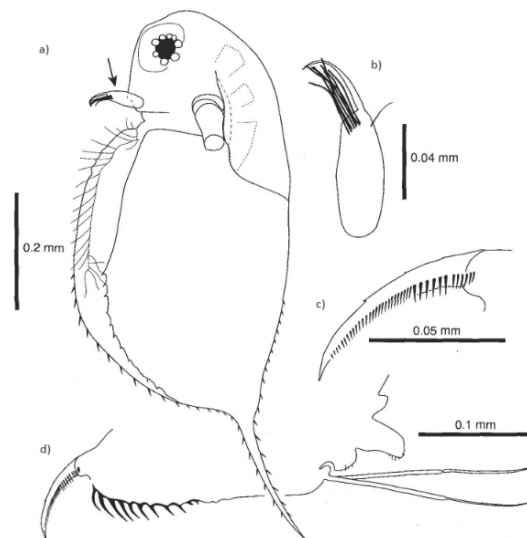
Převzato z *The genus Daphnia (including Daphniopsis) (Anomopoda: Daphniidae)*, Benzie 2005 – upraveno

Daphnia parvula Fordyce, 1901

Tato perloočka byla popsána roku 1901 na Aljašce, primárně obývá menší jezera a rybníky (Fordyce 1901), vyskytuje se i ve vodách se silným predačním tlakem ryb (Hudec 1990). V Evropě byla poprvé objevena v Německu (Flössner a Kraus 1976). Podobně jako u *D. ambigua* se jedná o menší druh – samice (obr.3) s délkou těla 0,83–1,30 mm s menšími samci (obr.4) 0,74–0,82 mm (Flössner a Kraus 1976). Charakteristickými znaky jsou malé oko, krátká spina, postabdominální drápek s třemi skupinami trnečků – trnečky z prostřední skupiny jsou dvakrát delší a mnohem silnější než trnečky z distální skupiny. Hlava je okrouhlá, zaoblená a netvoří helmy (Brooks 1957).



Obr. 3 – samice *Daphnia parvula*
 a) laterální pohled, b) epiphium, c) rostrum a
 antenuly, d) postabdomen,
 e) postabdominální drápek



Obr. 4 – Samec *Daphnia parvula*
 a) Laterální pohled, b) antenuly,
 c) postabdominální drápek,
 d) postabdomen

Převzato z *The genus Daphnia (including Daphniopsis) (Anomopoda: Daphniidae)*, Benzie 2005 – upraveno

Na začátku dvacátého prvního století byly tyto dva druhy hojně studovány jak v Evropě, tak i u nás v České republice. *D. parvula* se na našem území objevuje jako první okolo 70. let 20. století, *D. ambigua* je pak poprvé zaznamenána o necelých 20 let později (Žofková et al. 2002). V našich vodách se rychle rozšířily, načasování jejich výskytu se ale mezi lokalitami zřejmě liší. Zatímco dle pozorování Žofkové et al. (2002) a Horálka (2003) se populace *D. ambigua* vyskytovaly už od května a maximálních abundancí nabývaly hlavně v srpnu a na začátku září, podle průzkumu pražských nádrží během let 2005–2006 zjistila Hamrová (2007), že *D. ambigua* během léta úplně vymizela a vyskytovala se jen brzy na jaře a pozdě na podzim, v některých případech se vyskytovaly přezimující populace (Hamrová 2007), které byly na dvou lokalitách pozorovány i Horálkem (2003).

V době intenzivního průzkumu těchto hrotnatek na našem území byla častěji zaznamenávána *D. parvula*, Horálek (2003) ji našel mezi lety 1999 až 2003 na 27,43 % lokalit, *D. ambigua* pouze na 15,93 % lokalit. Autoři vyvozovali že její častější výskyt mohl být způsoben dřívější introdukcí *D. parvula* do našich vod. Ze všech studií ale vyplývá, že oba

invazní druhy u nás osídlily hlavně mělké eutrofních nádrže s vysokou rybí obsádkou a staly se běžnou součástí zooplanktonu (Žofková et al. 2002; Horálek 2003; Hamrová 2007).

V posledních pár letech neproběhl žádný výzkum, který by se přímo zaměřil na tyto dva druhy, ale byly zaznamenány v několika kvalifikačních pracích. Dvě z nich se týkají třeboňských rybníků, kde Musil (2016) pozoroval v letech 2008 a 2011 na rybníku Služebný populace druhu *D. ambigua* čítající až několik desítek ind/l, tu pozoroval i Baxa (2018) mezi lety 2008–2017 na 5 lokalitách na jaře i v průběhu léta. Z těchto výzkumů se zdá, že *D. parvula* je spíše na ústupu a její výskyt je méně častý, než byl před a okolo roku 2000. V disertační práci M. Baxa registruje její výskyt pouze na 2 lokalitách a jen v jarním období, poté úplně vymizela z planktonu.

Z dat zveřejněných na portálu AOPK ČR (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2024), lze vyčíst nálezy v různých částech republiky, tyto nálezy jsou ovšem omezeny výběrem studovaných oblastí a také tím, zda autoři nálezů vloží údaje do databáze. Dle osobní zkušenosti a komunikace školitelky lze ale říci, že se oba invazní druhy vyskytují po celé České republice.

Jedním z cílů této práce je pokusit se identifikovat faktory, které se zdají být hlavními v limitaci výskytu těchto dvou invazních druhů na našem území, a zda se díky tomu dá predikovat, kde se budou vyskytovat.

3 Abiotické Parametry

Abiotické parametry jsou důležitou složkou utvářející podmínky pro organismy žijící v daném ekosystému. Jedná se tedy například o pH, teplotu nebo množství vápníku. Níže zmíním jen vybrané faktory, které by mohly ovlivňovat výskyt zájmových perlooček rodu *Daphnia*.

3.1 Teplota

Teplota je parametr, který ovlivňuje celou řadu fyziologických pochodů u perlooček – růst těla, délku života, plodnost, stáří při dosažení pohlavní dospělosti a další (MacArthur a Baillie 1929).

D. parvula se v nativním prostředí vyskytuje ve vodách, které během roku mohou dosahovat teplot od 4–32 °C (Orcutt a Porter 1983; 1984). Délka života roste spolu se zvyšující se teplotou do 20 °C, od této hranice se délka života snižuje a při 30 °C klesne až o 78 % (Orcutt

a Porter 1983). Podobné trendy vykazuje i *D. ambigua*, kdy se jedinci dožívají nejvyššího věku při teplotách okolo 10 °C (Armitage a Landau 1982; Lei a Armitage 1980). Tyto parametry platí za ideálního stavu, kdy nedochází k limitaci potravou, zároveň v terénních podmínkách hrají roli i jiné parametry než je teplota, jednou z hlavních proměnných je právě množství potravy a její kvalita (Martínez-Jerónimo et al. 1994), nebo třeba i fotoperioda (Armitage a Landau 1982).

Pohlavní dospělost u *D. parvula* je taky touto proměnou značně ovlivněna – při dostatečném množství potravy v laboratorních podmínkách docházelo k první reprodukci už za necelých 5 dní při 25 °C, na rozdíl u jedinců chovaných při 10 °C, kdy došlo k prvnímu rozmnožování až ve věku 19 dní (Orcutt a Porter 1984), i plodnost obou druhů je nejvyšší při 25 °C (Mallin a Partin 1989).

Oba americké druhy nejen že se rozmnožují dřív a dorůstají větší velikosti při vyšších teplotách (okolo 20 °C), ale dožívají se nižšího věku než jedinci chovaní v nižších teplotách (10-15 °C). Za jejich občasně pozorovaným vymizením z letního zooplanktonu (ve střední Evropě např. Hamrová 2007), nebo jejich nízkým abundancím během těchto měsíců pravděpodobně tedy nebude důvodem vysoká teplota (Orcutt a Porter 1984) ale změny v dostupnosti potravy a zvyšující se riziko predace a také zvyšující se kompetice (Threlkeld 1979).

V České republice se teploty vody pohybují v letních měsících pohybují okolo 20–25 °C, minimum pak nastává během ledna nebo února kdy se teploty udrží lehce nad bodem mrazu (Český hydrometeorologický ústav 2024). Vyšší teploty vody (nad 30 °C) nejsou běžné a tím pádem nijak neohrožují výskyt dvou invazních druhů hrotnatek, které by v takových podmínkách na lokalitě nepřežily (Mallin a Partin 1989).

Celkově lze říct, že v reakci na teplotu v našich vodách se tyto invazní druhy nijak neliší od našich druhů.

3.2 Koncentrace iontů

Koncentrace a typ iontů rozpuštěných ve vodě je důležitým faktorem udávajícím kvalitu a obyvatelnost vodního prostředí. Některé látky jsou esenciální mikroživiny důležité pro správné fungování fyziologických pochodů živočichů, ti můžou tyto látky získávat z potravy anebo formou rozpuštěných iontů z vody, ve které se vyskytují. Naopak existují i látky toxické, které mohou způsobovat neobyvatelnost lokalit.

Chemické složení těla hrotnatek přímo odráží chemické složení vody, ve které se vyskytují, a potravu kterou konzumují (Cowgill 1976). Asi nejdůležitějším prvkem, který může být pro perloočky ve vodě limitující, je vápník.

Vápník

Vápník je jedním z nejdůležitějších prvků, který zooplankton potřebuje k životu. Hrotnatky jsou organismy jejichž tělo je poměrně bohaté na vápník (2,5–7,7% sušiny), to je řádově víc než u jiných zooplanktonních taxonů (Jeziorski a Yan 2006). Celkové množství vápníku, které jedinec naakumuluje ve svém těle, přímo souvisí s koncentrací ve vodním prostředí (Porcella et al. 1969). Koncentrace vápníku ve vodě se tak jeví jako podstatněji zdroj než koncentrace Ca v potravě (Cowgill et al. 1986). Většina z celkového množství Ca je obsažena v karapaxu (až 90%) (Alstad et al. 1999), který je pravidelně svlékán, a během tohoto děje dochází k vysokým ztrátám, které musí hrotnatka doplnit (Porcella et al. 1969).

Obecně se množství vápníku v těle různí i u jednotlivých druhů – právě menší druhy jako je *Daphnia ambigua* mají tyto koncentrace nižší než větší druhy (např. *D. pulex*, *D. mendotae*) (Jeziorski a Yan 2006). S tím souvisí i její schopnost tolerovat nízké hladiny rozpuštěných Ca^{2+} ve vodním prostředí. Jedním z mechanismů, které jí to umožňují, je malá koncentrace iontů Ca^{2+} v hemolymfě – např. Durant et al. (2018) zjistil rozdíly v koncentraci vápenatých iontů v hemolymfě: *D. ambigua* 0,11–0,17 mmol/l na rozdíl např. od *D. pulicaria*, která ve stejných podmínkách měla hladiny 0,35–0,45 mmol/l. Nižší hladiny pak snižují difuzní gradient a nedochází tedy k tak velkým ztrátám vápenatých iontů, zároveň to usnadňuje jejich vycytávání z okolního prostředí (Durant et al. 2018).

Nevyhovující koncentrace vápenatých iontů mohou způsobit defekty v dalších generacích. Jedním z dopadů může být, že není dostatečné množství pro vybudování exoskeletů neonatálních jedinců ve snůšce, potomci matek žijící ve vodě s nevhovujícími koncentracemi Ca^{2+} jsou tak hůře vybaveni pro přežití v prostředí (Pérez–Fuentetaja a Goodberry 2016). Je tedy zřejmé, že hladina rozpuštěného vápníku je limitující pro výskyt hrotnatek v daném prostředí. Obecně platí, že pokud je koncentrace Ca^{2+} ve vodě 0,5 mg/l a nižší, je to pro jedince chované v laboratorních podmínkách letální. Tyto hodnoty ale nemusí platit v terénních podmínkách, kde jsou jedinci vystaveni různým kombinacím stresorů, biotických a abiotických faktorů (Cairns a Yan 2009).

Ve střední Evropě nebude tento faktor pravděpodobně hrát důležitou roli, protože valná většina vodních prostředí má koncentrace Ca^{2+} přes 20 mg/l (Weyhenmeyer et al. 2019), dál na

sever Evropy (Velká Británie, Skandinávie) už by tolerance nízkých hladin mohla zvýhodňovat jedince přizpůsobivé rapidně se snižujícím koncentracím 1,5–5 mg/l a nižším (pod 1,5 mg/l) (Weyhenmeyer et al. 2019).

4 Biotické parametry

Biotické parametry se týkají živých organismů a interakcí mezi nimi – například predace, kompetice, koexistence a další.

4.1 Predace

Predace přímo i nepřímo ovlivňuje strukturu i velikost zooplanktonních společenstev (Arcifa et al. 2015), u hrotnatek může jejím vlivem docházet k morfologickým (Hebert a Grewe 1985) nebo i behaviorálním změnám (Dodson 1988). Preference kořisti se liší v závislosti na druhu predátora a s tím souvisí i různost adaptací a antipredačních obran. Některé hrotnatky jsou lépe uzpůsobeny vůči predaci, u vizuálně orientovaných predátorů hraje velkou roli velikost těla (Černý a Bytel 1991) nebo pigmentace (stupeň průhlednosti těla) (Tollrian a Heibl 2004). Důležité jsou také obranné antipredační struktury jako jsou např. helmy nebo neckteeth (Laforsch a Tollrian 2004; Lass a Spaak 2003), jejichž indukce je důležitou součástí interakce mezi kořistí a predátorem (Boeing a Ramcharan 2010). Mezi predátory volné vody se řadí planktivorní ryby, a bezobratlí živočichové jako jsou larvy koreter nebo třeba dravé perloočky rodu *Leptodora* a *Bythotrephes*. Dravá perloočka rodu *Bythotrephes* by se dala zařadit do obou skupin. Orientuje se jak pomocí mechanoreceptorů, kdy detekuje kořist na základě vlnění vody, tak i vizuálně pomocí velkého složeného oka (Muirhead a Sprules 2003).

Vizuální predátoři

Mezi vizuálně orientované predátory volné vody se řadí planktivorní ryby, případně bezobratlí predátoři jako dravé ploštice, které jsou ale typické spíše pro menší zarostlé vody (znakoplavky) nebo horská jezera (*Glaenocorisa propinqua*) a tím pádem na zájmové druhy perlooček vliv spíše nemají. Vizuální predátoři jsou vysoce selektivní, ale potřebují vždy alespoň minimum světla, proto je predací tlak omezen na vrchní část vodního sloupce (Gliwicz a Pijanowska 1989). Obecně využívá zooplankton následující strategie, jak se vyhnout predaci:

nebýt viděn – s tím se pojí redukce pigmentace těla (Tollrian a Heibl 2004), zmenšení celkové velikosti (Černý a Bytel 1991), nebo vyhnutí se kontaktu s predátorem. Nejvýraznější úniková strategie je nepochybně diurnální vertikální migrace (Dodson 1988), další možností je ale i únik do porostu makrofyt (viz kapitola makrofyta).

Ryby upřednostňují kořist o větší velikosti (dle Dodsona 1974 1 mm a více), v jejich přítomnosti dochází hlavně k eliminaci velkých druhů (Brooks a Dodson 1965; Šorf et al. 2014). Přestože dospělé samice *D. ambigua* i *D. parvula* dorůstají délky těla nad 1 mm, zdá se, že nemusí být rybami za všech okolností upřednostňovány. Již Dodson (1989) pozoroval, že u *D. ambigua* nemusí k dojít k zmenšení délky těla dospělých jedinců v přítomnosti planktivorních ryb, s čímž souhlasí i výsledky experimentů Maiera z roku 1996. Obranná reakce se ale projevovala vertikálními migracemi, kdy se ve studii Ramos-Jiliberta a Zúñiga z roku 2001 *D. ambigua* vyskytovala v největších hloubkách kolem poledne a během noci, kdy jsou zhoršené světelné podmínky, docházelo k návratu jedinců do vyšších vrstev vodního sloupce. Migrace ovšem nemusí být dány jen predací, ale i upřednostněním různých teplotních podmínek nebo množstvím rozpuštěného kyslíku (Ramos–Jiliberto a Zúñiga 2001). K dalším obranným mechanismům se u *D. ambigua* řadí změny životních strategií jako je zrychlení růstu, zároveň dřívější dosáhnutí dospělosti a zvětšování velikosti snůšek (Walsh a Post 2012).

Druh *D. parvula* je z těchto dvou amerických druhů rozhodně ten méně zkoumaný, ale z důvodu podobnosti v morfologii a ekologii s *D. ambigua* lze očekávat podobnou odpověď – ta se ukazuje například právě ve vertikální migraci (Hudcovicová a Vranovsky 2006; Dodson 1988) nebo zvětšování délky spiny a zmenšování velikosti těla (Dodson 1989).

Celkově se dá říci, že *Daphnia ambigua* i *Daphnia parvula* jsou malé druhy perlooček dobře adaptované na koexistenci planktivorními rybami – s čímž korespondují pozorování v České republice, kde hlavně osidluje rybníky s velkou rybí obsádkou (Žofková et al. 2002) – může je to i zvýhodňovat v kompetici s našimi nativními druhy hrotnatek (Maier 1996).

Taktilní predátoři

Jedná se o typ predátorů, kteří se orientují pomocí mechanoreceptorů. Mezi ně patří například larva rodu *Chaoborus* (Diptera), která se nehybně vznáší ve vodním sloupci a svou kořist detekuje, jakmile se pohybuje dostatečně blízko, pomocí mechanoreceptorů rozmístěných po těle (Riessen et al. 1984). Výběr kořisti je zde omezen maximální velikostí,

kteřou je larva schopna pozřít. Důvodem je konzumace potravy vcelku, kořist tedy nesmí být příliš široká, aby se vešla do ústního ústrojí larvy. Jednotlivé instary se mezi sebou liší v preferované velikosti. Velikost ústního otvoru se může průměrně pohybovat od 0,13 mm (1. instar *Ch. punctipennis*) do 0.71 mm (4. instar *Ch. americanus*), může dojít k i pozření mírně širší kořisti, než je průměr ústního otvoru, záleží ovšem i na tvaru kořisti. Různé trny nebo výběžky mohou komplikovat konzumaci kořisti (Swift 1992). Mezi taktilní predátory se řadí i dravé perloočky rodu *Leptodora*, které se aktivně pohybují vodním sloupcem a svou kořist registrují pomocí přímého kontaktu (Browman et al. 1989; Herzig a Auer 1990). Velikost potravy, kterou konzumují přímo souvisí s velikostí lapacího koše, proto preferují spíše menší kořist (Herzig a Auer 1990).

Stejně jako u ryb, tak i zde může přítomnost predátora u hrotnatek vyvolat vertikální migraci, to ale zřejmě neplatí u druhu *D. ambigua* a *D. parvula*, kdy ani jeden z těchto dvou druhů v přítomnosti larev rodu *Chaoborus* vertikálně nemigroval (Dodson 1988). Pozorované ale byly morfologické změny, konkrétně v přítomnosti kairomonů produkovaných larvou rodu *Chaoborus* u jedinců *D. ambigua* prodlužování spiny a/nebo vytváření helmy – ta u dospělých jedinců může dosahovat až 4x větší délky než u jedinců chovaných bez těchto larev (Hebert a Grewe 1985). Existence helmy ovšem nemusí být jen následkem intenzivní predace, ale i vystavení jiným chemickým látkám rozpuštěným ve vodě (Hanazato 1991). U *D. ambigua* nedochází (na rozdíl od některých druhů hrotnatek) k vytváření helmy už během embryonálního vývoje. Jedinci druhu *D. ambigua* dokáží prodloužit hrot helmy během jednoho svleku, k formování a zvětšování dochází tedy až během raných juvenilních stádií (Laforsch a Tollrian 2004), typicky u 2. nebo 3. instaru (Hanazato 1990). Jedinci druhu *D. parvula* naopak nedokáží vytvářet helmy, ale dochází u nich k produkci dlouhé spiny (Dodson 1989).

4.2 Výskyt makrofyt

Hrotnatky (rod *Daphnia*) jsou perloočky, které jsou primárně pelagické – dávají přednost životu ve volné vodě, porost vodních rostlin tedy není prostředí, které by vyhledávaly, naopak se mu vyhýbají (Dorgelo a Heykoop 1985). Existuje situace, kdy pelagické druhy budou přesto toto prostředí upřednostňovat, nastává to při vysokém ohrožení predací planktivorními rybami. V tomto případě dochází k jasnému posunu hrotnatek z volné vody do porostu vodních rostlin, ale i tak se jedinci koncentrují hlavně na okrajích nebo v mezerách („mýtinách“) mezi rostlinami (Perrow et al. 1999). *D. ambigua* i *D. parvula* jsou druhy patřící mezi malé hrotnatky, vysoký

predační tlak ryb tolik nelimituje jejich výskyt jako jiné větší druhy (viz kapitola Predace). V několika málo pozorováních měl porost makrofyt pozitivní vliv na abundance a velikost těla těchto dvou amerických druhů ale zároveň byl tento pozitivní vliv mnohem výraznější u koexistující *D. galeata*, která na lokalitě s možností úkrytu početně převyšovala oba invazní druhy (Gabaldón et al. 2018). Je tedy otázkou, zda nejsou naopak těmito úkryty *D. parvula* a *D. ambigua* znevýhodněny, protože se musí vypořádat s kompeticí s většími druhy hrotnatek, které by bez možnosti úkrytu na lokalitě dosahovaly výrazně nižších abundancí (Gabaldón et al. 2018). Neexistuje ale studie, která by se přímo zabývala efektem porostu vodních rostlin na tyto dva druhy či snad zda je využívají jako úkryt před predací. Dle Pennak (1966) *D. ambigua* ani *D. parvula* nikdy nejsou abundantní ve vegetaci.

4.3 Parazitismus, patogeny

Patogeny a parazité hrají významnou roli v dynamice vodních ekosystémů, díky tomu, že jsou schopni ovlivňovat fitness svého hostitele, jeho chování a abundance (Fischhoff et al. 2020). Hrotnatky mohou prodělávat široké spektrum onemocnění/parazitóz (Strauss et al. 2024) hlavně v průběhu léta (Duncan et al. 2006), na jeho konci a na podzim (Wolinska et al. 2011). Při infekci většinou nedochází k usmrcení hostitele a pokud ano, tak až po nějaké době, během které se může parazit šířit k dalším hostitelům. Nejvýraznější dopady se projevují ve snížení plodnosti, někdy i zkrácení délky života jedince (Ebert 2005).

V České republice mohou být americké druhy perlooček vystaveny např. prvoku druhu *Caullerya mesnili*, parazitickým oomycetám a mikrosporídiím nebo kvasince rodu *Metschnikowia* sp. (Wolinska et al. 2011). Mezi mikrosporídiie vyskytující se v českých rybnících patří například *Conglomerata obtusa* nebo *Pseudoberwaldia daphniae* (Vávra et al. 2019), které nejsou v nativním areálu výskytu druhů *D. ambigua* a *D. parvula* běžné. První evidovaný výskyt těchto dvou parazitů v Severní Americe je popisován v publikaci Strauss et al. (2024), zároveň se jedná i o první evidovaný případ infekce u *D. ambigua* a *D. parvula*. Na lokalitě proběhlo měření infikovaných populací, na základě těchto dat pak byly stanoveny dopady infekce na oba druhy hrotnatek. Pokud byla *D. ambigua* vystavena oběma těmito parazitickým mikrosporídiím, docházelo u ní k infekci především *P. daphniae* s prevalencí 17 %, následným snížením plodnosti o 71 %. Na rozdíl od toho u *D. parvula* docházelo k infekci jak *C. obtusa* tak *P. daphniae*, u které způsobily pokles plodnosti o 98 % s 5% prevalencí (Strauss et al. 2024). S oběma těmito mikrosporídiemi se tyto dva druhy mohou

setkat i v našich vodách, a to může mít zásadní dopad na jejich populace. *Conglomerata obtusa* napadá i naše nativní druhy *D. magna*, *D. pulex*, u které byla pozorována maximální prevalence 52 %, a druhový komplex *D. longispina*. U *D. pulex* a *D. longispina* bylo při napadení tímto parazitem pozorované snížení velikosti snůšky o 98 % (Ebert 2005). Zásadní by byla informace, jak jsou těmito parazity postiženy *D. cucullata* a *D. galeata*, které s invazními druhy hrotnatek nejčastěji koexistují, tuto informaci se mi bohužel v literatuře nepodařilo najít.

U hrotnatek se vyskytují i bakteriální infekce pronikající do hemolymfy nebo působící jako intracelulární parazit. Negativně ovlivňují zdraví jedinců a výrazně snižují reprodukční schopnosti. *Pasteuria ramosa* patří mezi ty lépe prozkoumané bakteriální infekce, vyskytuje se v Evropě a Severní Americe, kde infikuje hlavně *D. magna* ale i další druhy jako např. *D. pulex* a *D. longispina* (Ebert 2005). U napadených samic dochází nejdříve k radikální redukci produkce vajíček (až o 96 %) a některé samice nebyly vůbec schopny rozmnožování. Okolo 45 dne pak dochází k úmrtí (Ebert et al. 1996). Onemocnění se projevuje i u *D. parvula*, ale v porovnání s ostatními druhy, s kterými se na lokalitě vyskytovala, dosahovala nižších procent nakažených jedinců (Davenport et al. 2024), je tedy možné že je vůči bakterii odolnější.

4.4 Zdroje potravy

Jednou z nejdůležitějších vlastností prostředí je jeho úživnost, tedy množství potravy. Hrotnatky jsou filtrátoři schopní konzumovat řasy, bakterie a prvoky (Picard 2000), nejdůležitější složku tvoří malé řasy o velikosti 1–25 μm (Dodson et al. 2010). U perlooček platí, že prahová hladina množství potravy (food threshold) klesá se zvyšující se velikostí těla – velké druhy hrotnatek dokážou lépe a rychleji růst při nízkých koncentracích potravy na rozdíl od malých druhů, které rostou pomaleji nebo vůbec (Gliwicz 1990).

Daphnia parvula i *Daphnia ambigua* jsou v Evropě evidovány hlavně ve vysoce eutrofních vodách, kde nemusí řešit problém s nedostatkem potravy, který je tedy nelimituje v kompetici s většími druhy hrotnatek.

4.5 Koexistence s jinými druhy – mezidruhová kompetice

Kompetice probíhá vždy, když více jedinců využívá stejný zdroj, jehož není dostatek pro všechny. Může se jednat o potravu, prostor nebo třeba světlo.

Dle závěrů diplomové práce Viktora Horálka z roku 2003, který analyzoval vzorky z 113 lokalit v České republice, se *D. ambigua* a *D. parvula* nejčastěji vyskytovaly na lokalitách spolu s druhem *D. galeata* méně už pak s *D. cucullata*, s velkými druhy jako jsou *D. magna*, *D. pulicaria*, *D. curvirostris* se nevyskytovaly vůbec. Dále se zmiňuje o potenciálních konkurentech v rámci potravní guildy a to o rodech jako je *Bosmina* a *Ceriodaphnia*. (Horálek 2003). *Daphnia ambigua* ani *Daphnia parvula* nejsou schopny konkurovat velkým druhům hrotnatek o potravní zdroje, protože se jedná o méně efektivní filtrátory (Tessier et al. 2001).

Při koexistenci *D. ambigua* a *D. cucullata* může docházet k posunu invazního druhu do větších hloubek, kde je vystaven nižším teplotám. Za těchto okolností byl nativní druh výrazně početnější i přes to, že jedinci *D. ambigua* i *D. cucullata* měli stejně velké snůšky a samice měly podobné proporce. Rozdíl ve velikosti populací bude pak tedy pravděpodobně následkem pomalejšího vývoje *D. ambigua* za nižších teplot v hlubší vodě. Situace se obrátí ve prospěch invazního druhu, pokud jsou vystaveny stejné teplotě, v experimentálních podmínkách velikost populace *D. ambigua* jasně převyšovala *D. cucullata* (Maier 1996). V našich podmínkách nemusí být na většině lokalit dostatek prostoru pro vertikální rozdělení těchto dvou druhů, což by mohlo vysvětlovat proč jsou tyto dva druhy nalézány na lokalitách společně v málo případech, i když mají téměř stejné nároky na dostupnost potravy (Gliwicz 1990).

5 Okolnosti výskytu *D. ambigua* a *D. parvula* v ČR

V České republice je hojný počet vodních ploch, k roku 2017 tvoří 31,9 % z nich rybníky, 21,8 % umělé vodní nádrže a 1,8 % přírodní vodní nádrže. Zbytek připadá na vodní toky a zamokřené plochy (44,4 %) (Česko v datech 2018).

Valná většina nálezů obou invazních druhů je hlavně z eutrofních vod s velkou rybí obsádkou. Od 30. let 20. století se hospodaření v českých rybnících hodně změnilo. Hnojení a vápnění se zařadilo mezi běžně používané metody zvyšování produkce rybníků, což vedlo k zásadní změně trofických stavů od oligo-mezotrofních rybníků na hypertrofní rybníky. Pokud je vodní plocha dlouhodobě přetěžována přísunem živin, může časem dojít k převládnutí biodegradčních procesů nahromaděných organických materiálů. Následkem toho může ve vodním prostředí dojít ke kyslíkovému deficitu. Zároveň velké množství živin vede k rozvinutí vysokých abundancí fytoplanktonu a sinic. Nestabilita rybníčních ekosystémů se tak může projevat výkyvy v pH a koncentracích rozpuštěného kyslíku. Zároveň i velikost rybí obsádky se výrazně zvýšila, v roce 1930 se velikost obsádky pohybovala okolo 100 ind/ha, zatímco

v letech 1994-1997 830 ind/ha (Pechar 2000). V těchto typech prostředí se tak nejen invazní druhy, ale i nativní druhy, musejí vyrovnávat s vysokým rizikem predace, výkyvy v koncentracích rozpuštěného kyslíku – zároveň zde ale nedochází k limitaci potravními zdroji.

Invazní druhy perlooček se vyskytují nejen v rybnících, ale jsou dokumentovány i z nově vzniklých, člověkem vytvořených vodních ploch (Žofková et al. 2002; Kosík 2007). Zdá se tedy, že jejich potenciál se šířit je velký, a osidlují tak nejrůznější typy vod. V případě pozorování Kosíka (2003) se jednalo o výskyt druhu *D. ambigua* v nově zbudované nádrži po těžbě uhlí s mezotrofním charakterem a rybí obsádkou. V případě Žofkové et al. (2002) se jednalo o pozorování *D. parvula* hlavně v nově zbudovaných nádržích kam pronikla pravděpodobně krátce po jejich vybudování.

Jak se zdá oba invazní druhy málokdy na lokalitách dominují, jsou ale zaznamenány i situace kdy např. *D. ambigua* byla jedním z nejběžněji se vyskytujících zástupců hrotnatek v polabských fluviálních jezerech (Havlíková et al. 2019). Na rozdíl od situace kolem roku 2000, kdy byla na lokalitách v České republice běžnější *D. parvula* (Horálek 2003) se zdají být její populace na ústupu a mnohem častěji je na lokalitách z těchto dvou druhů nalézána *D. ambigua*. Na základě dosud zjištěných informací bude v našich vodách hrát pravděpodobně nejdůležitější roli množství potravy a velikost rybí obsádky, které výrazně regulují výskyt velkých druhů perlooček a zároveň mohou regulovat množství bezobratlých predátorů volné vody, kteří výrazně víc ohrožují menší druhy perlooček (Gliwicz a Pijanowska 1989). *D. ambigua* a *D. parvula* jsou díky své malé velikosti a velké průhlednosti dobře adaptované na vizuální predaci. Pravděpodobně zde ale budou i jiné faktory které způsobují například právě pozorovaný ústup *D. parvula*, nebo situaci, kdy na většině pozorovaných lokalit většinou nedosahují příliš vysokých abundancí. V návaznosti na tuto bakalářskou práci a poznatky, které zde shrnuji, bych se ve své diplomové práci chtěla zaměřit na aktuální obsazení našich vod invazními druhy hrotnatek, a na parametry, které tyto lokality mají, a na analýzu faktorů, které jsou pro jejich výskyt určující. Zároveň bych chtěla zjistit, zda je skutečně *D. ambigua* nyní běžnější než *D. parvula*, a jaké jsou příčiny tohoto stavu.

6 Závěr

Na základě průzkumu dostupné literatury jsem v Evropě identifikovala 8 sladkovodních zooplanktonních invazních druhů, které patří mezi ty lépe prostudované. Je pravděpodobné že těchto druhů bude mnohem více ale zatím nebyly nalezeny. Zároveň několik málo zdrojů uvádí

i jiné než výše popsané druhy, ovšem jedná se o málo popsané případy a názory na jejich situaci se různí.

Z těchto osmi má prokázaný negativní dopad pouze druh *Acanthocyclops americanus*. Dále by se dala zmínit i *Boeckella triarticulata* o jejíž negativním vlivu se zmiňuje Ferrari et al. (1991), ideální by ale bylo tento invazní druh podrobit intenzivnějším zkoumáním. V Evropě se tedy vyskytuje 5 invazních nepůvodních druhů (*A. americanus*, *B. triarticulata*, *K. bostoniensis*, *D. ambigua* a *D. parvula*) a 2 usazené nepůvodní druhy (*L. decipiens* a *S. pallidus*). Situace týkající se druhu *Pleuroxus denticulatus* je složitá a ke stanovení, zda se jedná či nejedná o invazi je potřeba podrobněji prozkoumat evropské a americké populace z hlediska morfologické podobnosti nebo i použitím molekulárně–genetických metod.

Invaze obvykle probíhají skrze: lidskou činnost jako je přenos balastní vodou, akvakulturu s násadou ryb nebo s přenosem vodních rostlin. Bez lidského přičinění je pak nejvýznamnější přenos migrujícím vodním ptactvem.

Nacházení invazních druhů není mnohdy jednoduché. Je to ztíženo například kryptickou diverzitou, nedostatečnou prozkoumaností některých habitatů anebo nedostatečnými znalostmi o některých zooplanktonních skupinách.

Daphnia ambigua a *Daphnia parvula* jsou invazní druhy perlooček běžně se vyskytující ve střední Evropě. Ve výskytu v nepůvodním prostředí je pravděpodobně bude nejvíce limitovat dostatečné množství potravy a velký význam hraje i velikost rybní obsádky, která moduluje predaci bezobratlými živočichy a kompetici s velkými druhy perlooček. Přesto zde budou pravděpodobně i jiné parametry způsobující, které je v našich vodách limitují ve výskytu. Tyto parametry by stálo za to podrobit dalšímu zkoumání zároveň s prozkoumáním aktuálního zastoupení obou invazních druhů v našich zooplanktonních společenstvech. Podle průzkumu literatury není u *D. parvula* ani *D. ambigua* znám žádný negativní vliv na nativní společenstva v Evropě.

7 Seznam Literatury

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR., 2024. Mapa výskytu *Daphnia parvula* Fordyce, 1901 a Mapa výskytu *Daphnia ambigua* Scourfield, 1946. *Portál Informačního systému ochrany přírody (ISOP)* [online]. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-69225/> a <https://portal.nature.cz/w/druh-69224/>

ALEKSEEV, V. a N. SUKHIKH, 2022. Copepod cryptic species as aquatic invaders. *Limnology and Freshwater Biology* [online]. (5), 1645–1655. ISSN 26583518. Dostupné z: doi:10.31951/2658-3518-2022-A-5-1645

ALEKSEEV, Victor, Elena FEFILOVA a Henri J DUMONT, 2002. Some noteworthy free-living copepods from surface freshwater in Belgium. *Belg. J. Zool.* **132**(2), 133–139.

ALEKSEEV, Victor R., 2021. Confusing Invader: *Acanthocyclops americanus* (Copepoda: Cyclopoida) and Its Biological, Anthropogenic and Climate-Dependent Mechanisms of Rapid Distribution in Eurasia. *Water* [online]. **13**(10), 1423. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w13101423

ALEKSEEV, Victor R., Maria R. MIRACLE a Eduardo VICENTE, 2020. Redescription of *Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853) and *Acanthocyclops robustus* (Sars, 1863) from neotypes, with special reference to their distinction from *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892) and its invasion of Eurasia. *Limnetica* [online]. **40**(1), 57–78. ISSN 0213-8409. Dostupné z: doi:10.23818/limn.40.05

ALFONSO, Giuseppe a Genuario BELMONTE, 2008. Expanding distribution of *Boeckella triarticulata* (Thomson, 1883) (Copepoda: Calanoida: Centropagidae) in Southern Italy. *Aquatic Invasions* [online]. **3**(2), 247–251. ISSN 18185487. Dostupné z: doi:10.3391/ai.2008.3.2.17

ALONSO, Miguel, 1996. *Crustacea, branchiopoda*. Fauna Iberica. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Fauna Iberica., Vol.7. ISBN 84-00-07571-4.

ALSTAD, Nina E. W., Liz SKARDAL a Dag O. HESSEN, 1999. The effect of calcium concentration on the calcification of *Daphnia magna*. *Limnology and Oceanography* [online]. **44**(8), 2011–2017. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.1999.44.8.2011

ARCIFA, Marlene S., Tânia C. DOS SANTOS FERREIRA, Claudia FILETO, Maria S. MAIOLI CASTILHO-NOLL, Taís C. BUNIOTO a Walter J. MINTO, 2015. A long-term study on crustacean plankton of a shallow tropical lake: the role of invertebrate predation. *Journal of Limnology* [online]. [vid. 2024-04-15]. ISSN 1723-8633, 1129-5767. Dostupné z: doi:10.4081/jlimnol.2015.1132

ARCIFA, Marlene Sofia, Bruno Barretto DE SOUZA, Cláudio Simões DE MORAIS-JUNIOR, Cyntia GOULART a Corrêa BRUNO, 2020. Functional groups of rotifers and an exotic species in a tropical shallow lake. *Scientific Reports*. (10), 14698.

ARMITAGE, Kenneth B. a Les M. LANDAU, 1982. The effects of photoperiod and temperature on growth and reproduction of *Daphnia ambigua* A. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* [online]. **71**(1), 137–140. ISSN 03009629. Dostupné z: doi:10.1016/0300-9629(82)90379-6

ARNEMO, Rolf, Bruno BERZINS, Barbro GRÖNBERG, Inger MELLGREN a Barbro GRONBERG, 1968. The Dispersal in Swedish Waters of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet) (Rotatoria). *Oikos* [online]. **19**(2), 351. ISSN 00301299. Dostupné z: doi:10.2307/3565021

ARORA, H. C., 1965. Responses of rotifera to variations in some ecological factors. *Central Public Health Engineering Research Institute, Nagpur*. 57–66.

AZÉMAR, Frédéric, Stefan Van DAMME, Patrick MEIRE a Micky TACKX, 2007. New occurrence of *Lecane decipiens* (Murray, 1913) and some other alien rotifers in the Schelde estuary (Belgium). *Belg. J. Zool.* **137**(1), 5–83.

BAILEY, Sarah A., Torben BRYDGES, Oscar CASAS-MONROY, Jocelyn KYDD, R. Dallas LINLEY, Robin M. ROZON a John A. DARLING, 2022. First evaluation of ballast water management systems on operational ships for minimizing introductions of nonindigenous zooplankton. *Marine Pollution Bulletin* [online]. **182**, 113947. ISSN 0025326X. Dostupné z: doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113947

BALVAY, Gérard, 1994. First record of the rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in France. *Journal of Plankton Research* [online]. **16**(8), 1071–1074. ISSN 0142-7873, 1464-3774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/16.8.1071

BAXA, Marek, 2018. *Struktura a formování planktonních společenstev v silně ovlivněných vodních ekosystémech - rybnících, ve vztahu k rybářskému hospodaření*. B.m. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

BAYLY, Ian A. E., 1966. Chemical and biological studies on some saline lakes of south-eastern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Researches*. **33**, 599–606.

BENOÎT, Hugues P., Ora E. JOHANSSON, David M. WARNER, W. Gary SPRULES a Lars G. RUDSTAM, 2002. Assessing the impact of a recent predatory invader: The population dynamics, vertical distribution, and potential prey of *Cercopagis pengoi* in Lake Ontario. *Limnology and Oceanography* [online]. **47**(3), 626–635. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.2002.47.3.0626

BENZIE, John A. H., 2005. *The genus Daphnia (including Daphniopsis) (Anomopoda:Daphniidae)*. Ghent: Leiden: Kenobi Productions; Backhuys. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, 21. ISBN 978-90-5782-151-6.

BOEING, Wiebke J. a Charles W. RAMCHARAN, 2010. Inducible defences are a stabilizing factor for predator and prey populations: a field experiment. *Freshwater Biology* [online]. **55**(11), 2332–2338. ISSN 0046-5070, 1365-2427. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2427.2010.02446.x

BRANDORFF, Gerd-Oltmann, 2011. The copepod invader *Skistodiaptomus pallidus* (Herrick, 1879) (Crustacea, Copepoda, Diaptomidae) from North America in water bodies of Bremen, northern Germany. *Aquatic Invasions* [online]. **6**(Supplement 1), S1–S5. ISSN 18185487. Dostupné z: doi:10.3391/ai.2011.6.S1.001

BROOKS, J.L., 1957. *The Systematics of North American Daphnia* [online]. B.m.: The Academy. Connecticut Academy of Arts and Sciences: Publications. ISBN 978-0-598-21998-5. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=os4dAQAAIAAJ>

BROOKS, John Langdon a Stanley I. DODSON, 1965. Predation, Body Size, and Composition of Plankton. *Science*. **150**(3692), 28–35.

BROWMAN, Howard I., Silke KRUSE a W. John O'BRIEN, 1989. Foraging behavior of the predaceous cladoceran, *Leptodora kindtii*, and escape responses of their prey. *Journal of Plankton Research* [online]. **11**(5), 1075–1088. ISSN 0142-7873, 1464-3774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/11.5.1075

CAIRNS, Allegra a Norman YAN, 2009. A review of the influence of low ambient calcium concentrations on freshwater daphniids, gammarids, and crayfish. *Environmental Reviews* [online]. **17**(NA), 67–79. ISSN 1181-8700, 1208-6053. Dostupné z: doi:10.1139/A09-005

CAMPBELL, Robert S., 1941. Vertical Distribution of the Plankton Rotifera in Douglas Lake, Michigan, with Special Reference to Submerged Depression Individuality. *Ecological Monographs*. **11**(1), 1–19.

CORDELL, Jeffery R., David J. LAWRENCE, Nissa C. FERM, Lucinda M. TEAR, Scott S. SMITH a Russell P. HERWIG, 2009. Factors influencing densities of non-indigenous species in the ballast water of ships arriving at ports in Puget Sound, Washington, United States. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* [online]. **19**(3), 322–343. ISSN 1052-7613, 1099-0755. Dostupné z: doi:10.1002/aqc.986

COWGILL, U. M., 1976. The chemical composition of two species of *Daphnia*, their algal food and their environment. *Science of The Total Environment* [online]. **6**(1), 79–102. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/0048-9697(76)90008-5

COWGILL, U.M., H.W. EMMEL, D.L. HOPKINS, S.L. APPLGATH a I.T. TAKAHASHI, 1986. The influence of water on reproductive success and chemical composition of laboratory reared populations of *Daphnia magna*. *Water Research* [online]. **20**(3), 317–323. ISSN 00431354. Dostupné z: doi:10.1016/0043-1354(86)90079-5

CUTTER, Zachary A., Timothy B. MIHUC a Luke W. MYERS, 2023. Invasion of *Bythotrephes longimanus* and *Cercopagis pengoi* in Lake Champlain: Impacts on the Native Zooplankton Community. *Diversity* [online]. **15**(11), 1112. ISSN 1424-2818. Dostupné z: doi:10.3390/d15111112

ČERNÝ, Martin a Jiří BYTEL, 1991. Density and size distribution of *Daphnia* populations at different fish predation levels. *Hydrobiologia*. (225), 199–208.

ČESKO V DATECH, 2018. Vodní plochy v Česku. *Česko v datech* [online]. Dostupné z: <https://www.ceskovdatech.cz/clanek/111-vodni-plochy-v-cesku/>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2024. ISVS - Evidence množství povrchových vod - Vodoměrné stanice. *ISVS - Evidence množství povrchových vod* [online]. Dostupné z: <https://isvs.chmi.cz/ords/f?p=11002:1:4980373202029:.....>

DAVENPORT, Elizabeth S., Marcin K. DZIUBA, Logan E. JACOBSON, Siobhan K. CALHOUN, Kira J. MONELL a Meghan A. DUFFY, 2024. How does parasite environmental transmission stage concentration change before, during, and after disease outbreaks? *Ecology* [online]. **105**(2), e4235. ISSN 0012-9658, 1939-9170. Dostupné z: doi:10.1002/ecy.4235

DEVETTER, Miloslav, Veronika KREIDLOVÁ a Daniel VONDRÁK, 2020. *Checklist of rotifers (Phylum: Rotifera) of the Czech Republic*. 1. vydání. Plzeň: Západočeské muzeum. ISBN 978-80-7247-166-9.

DEXTER, Eric a Stephen M. BOLLENS, 2020. Zooplankton invasions in the early 21st century: a global survey of recent studies and recommendations for future research. *Hydrobiologia* [online]. **847**(1), 309–319. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-019-04096-x

DODSON, Stanley, 1988. The ecological role of chemical stimuli for the zooplankton: Predator-avoidance behavior in *Daphnia*. *Limnology and Oceanography* [online]. **33**(6part2), 1431–1439. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.1988.33.6part2.1431

DODSON, Stanley I., 1974. Zooplankton Competition and Predation: An Experimental Test of the Size-Efficiency Hypothesis. *Ecology* [online]. **55**(3), 605–613. ISSN 0012-9658, 1939-9170. Dostupné z: doi:10.2307/1935150

DODSON, Stanley I., 1989. The ecological role of chemical stimuli for the zooplankton: predator-induced morphology in *Daphnia*. *Oecologia* [online]. **78**(3), 361–367. ISSN 0029-8549, 1432-1939. Dostupné z: doi:10.1007/BF00379110

DODSON, Stanley I, Carla E. CÁCERES a D Christopher ROGERS, 2010. Cladocera and Other Branchiopoda. In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. s. 773–827.

DORGELO, Jaap a Marco HEYKOOOP, 1985. Avoidance of macrophytes by *Daphnia longispina*: With 1 figure and 1 table in the text. *SIL Proceedings, 1922-2010* [online]. **22**(5), 3369–3372. ISSN 0368-0770. Dostupné z: doi:10.1080/03680770.1983.11897892

DOWELL, Katherine M., 1997. Evidence for Diapause in the Freshwater Copepod *Skistodiaptomus pallidus*. *American Midland Naturalist* [online]. **137**(2), 362. ISSN 00030031. Dostupné z: doi:10.2307/2426855

DUMITRU, Cristina, W. Gary SPRULES a Norman D. YAN, 2001. Impact of *Bythotrephes longimanus* on zooplankton assemblages of Harp Lake, Canada: an assessment based on predator consumption and prey production. *Freshwater Biology* [online]. **46**(2), 241–251. ISSN 0046-5070, 1365-2427. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2427.2001.00649.x

DUNCAN, Alison B., S. E. MITCHELL a T. J. LITTLE, 2006. Parasite-mediated selection and the role of sex and diapause in *Daphnia*. *Journal of Evolutionary Biology*. **19**(4), 1183–1189.

DURANT, Andrea C., Martha P. CELIS-SALGADO, Shayan EZATOLLAHPOUR, Norman D. YAN, Shelley E. ARNOTT a Andrew DONINI, 2018. Ca²⁺ levels in *Daphnia* hemolymph may explain occurrences of daphniid species along recent Ca gradients in Canadian soft-water lakes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* [online]. **218**, 8–15. ISSN 10956433. Dostupné z: doi:10.1016/j.cbpa.2018.01.009

EBERT, Dieter, 2005. *Ecology, epidemiology, and evolution of parasitism in Daphnia*. Bethesda, MD: National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information. ISBN 978-1-932811-06-3.

EBERT, Dieter, Paul RAINEY, T. Martin EMBLEY a Dimitri SCHOLZ, 1996. Development, life cycle, ultrastructure and phylogenetic position of *Pasteuria ramosa* Metchnikoff 1888: rediscovery of an obligate endoparasite of *Daphnia magna* Straus. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. **351**(1348), 1689–1701.

EJSMONT-KARABIN, Jolanta, 2014. Rotifer Invasion? On Appearance and Abundance of Tropical Species in Lakes of North-Eastern Poland. *Polish Journal of Ecology* [online]. **62**(4), 821–827. ISSN 1505-2249. Dostupné z: doi:10.3161/104.062.0405

EJSMONT-KARABIN, Jolanta, 2019. Does the world need faunists? Based on rotifer (*Rotifera*) occurrence reflections on the role of faunistic research in ecology. *International Review of Hydrobiology* [online]. **104**(3–4), 49–56. ISSN 1434-2944, 1522-2632. Dostupné z: doi:10.1002/iroh.201901991

ELORANTA, Perti, 1988. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet), a planktonic rotifer species new to Finland. *Ann. Zool. Fenni*. **25**, 249–252.

ENRÍQUEZ-GARCÍA, C., S. NANDINI a S.S.S. SARMA, 2013. Feeding behaviour of *Acanthocyclops americanus* (Marsh) (Copepoda: Cyclopoida). *Journal of Natural History* [online]. **47**(5–12), 853–862. ISSN 0022-2933, 1464-5262. Dostupné z: doi:10.1080/00222933.2012.747637

FERRARI, I., A. FARABEGOLI, A. PUGNETTI a E. STELLA, 1991. The occurrence of a calanoid Australasian species, *Boeckella triarticulata* (Thomson), in fish ponds of Northern Italy. *SIL Proceedings, 1922-2010* [online]. **24**(5), 2822–2827. ISSN 0368-0770. Dostupné z: doi:10.1080/03680770.1989.11899173

FERRARI, Ireneo, 2006. New records of the centropagid *Boeckella triarticulata* (Copepoda: Calanoida) in Northern Italy: evidence of a successful invasion? *Aquatic Invasions* [online]. **1**(4), 219–222. ISSN 18185487. Dostupné z: doi:10.3391/ai.2006.1.4.5

FISCHHOFF, Ilya R., Tao HUANG, Stephen K. HAMILTON, Barbara A. HAN, Shannon L. LADEAU, Richard S. OSTFELD, Emma J. ROSI a Christopher T. SOLOMON, 2020. Parasite and pathogen effects on ecosystem processes: A quantitative review. *Ecosphere* [online]. **11**(5), e03057. ISSN 2150-8925, 2150-8925. Dostupné z: doi:10.1002/ecs2.3057

FLÖSSNER, Dietrich a Karl KRAUS, 1976. Zwei Fur Mitteleuropa Neue Cladoceren-Arten (*Daphnia Ambigua* Scourfield, 1946, Und *Daphnia Parvula* Fordyce, 1901) Aus Süddeutschland. *Crustaceana* [online]. **30**, 301–309. Dostupné z: doi:10.1163/156854076X00666

FLÖSSNER, Dietrich a Karl KRAUS, 1977. On the Variability and Taxonomy of *Pleuroxus denticulatus* Birge (Cladocera: Chydoridae). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* [online]. **34**(4), 463–476. ISSN 0015-296X. Dostupné z: doi:10.1139/f77-077

FORDYCE, Charles, 1901. The Cladocera of Nebraska. *Transactions of the American Microscopical Society* [online]. **22**, 119. ISSN 00030023. Dostupné z: doi:10.2307/3221319

FOX, H. Munro, 1948. Apus and a Rare Cladoceran in Britain. *Nature* [online]. **162**(4107), 116–116. ISSN 1476-4687. Dostupné z: doi:10.1038/162116b0

FRANCIS, Robert A., ed., 2012. *A handbook of global freshwater invasive species*. London ; New York: Earthscan. ISBN 978-1-84971-228-6.

FREY, David G., 1993. Subdivision of the genus *Pleuroxus* (Anomopoda, Chydoridae) into subgenera worldwide. *Hydrobiologia* [online]. **262**(3), 133–144. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/BF00010881

FREY, David G., 1995. Changing attitudes toward chydorid anomopods since 1769. *Hydrobiologia*. **307**, 43–55.

GABALDÓN, Carmen, Zhanna BUSEVA, Marta ILLYOVÁ a Jaromir SEDA, 2018. Littoral vegetation improves the productivity of drainable fish ponds: Interactive effects of refuge for *Daphnia* individuals and resting eggs. *Aquaculture* [online]. **485**, 111–118. ISSN 00448486. Dostupné z: doi:10.1016/j.aquaculture.2017.11.027

GLIWICZ, Z. Maciej, 1990. Food thresholds and body size in cladocerans. *Nature*. **343**(6259), 638–640.

GLIWICZ, Z. Maciej a Joanna PIJANOWSKA, 1989. The Role of Predation in Zooplankton Succession. In: Ulrich SOMMER, ed. *Plankton Ecology* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience, s. 253–296 [vid. 2024-04-13]. ISBN 978-3-642-74892-9. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-74890-5_7

HAMROVÁ, Eva, 2007. *Ekologie invazních druhů perlooček *Daphnia ambigua* a *Daphnia parvula**. B.m. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta University Karlovy v Praze.

HANAZATO, Takayuki, 1990. Induction of helmet development by a *Chaoborus* factor in *Daphnia ambigua* during juvenile stages. *Journal of Plankton Research* [online]. **12**(6), 1287–1294. ISSN 0142-7873, 1464-3774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/12.6.1287

HANAZATO, Takayuki, 1991. Pesticides as chemical agents inducing helmet formation in *Daphnia ambigua*. *Freshwater Biology* [online]. **26**(3), 419–424. ISSN 0046-5070, 1365-2427. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2427.1991.tb01408.x

HAVLÍKOVÁ, Petra, Miroslav ŠOBR, Tomáš CHUMAN a Bohumír JANSKÝ, 2019. Zooplankton of four cut backwaters of the Elbe River. (25), 113–133.

HEBERT, Paul D. N. a Peter M. GREWE, 1985. *Chaoborus* -induced shifts in the morphology of *Daphnia ambigua* 1. *Limnology and Oceanography* [online]. **30**(6), 1291–1297. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.1985.30.6.1291

HEBERT, Paul D. N., Jonathan D. S. WITT a Sarah J. ADAMOWICZ, 2003. Phylogeographical patterning in *Daphnia ambigua*: Regional divergence and intercontinental cohesion. *Limnology and Oceanography* [online]. **48**(1), 261–268. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.2003.48.1.0261

HERZIG, Alois a Brigitte AUER, 1990. The feeding behaviour of *Leptodora kindti* and its impact on the zooplankton community of Neusiedler See (Austria). *Hydrobiologia*. (198), 107–117.

HORÁLEK, Viktor, 2003. *Ekologie invazních druhů perlooček Daphnia ambigua Scourfield a Daphnia parvula Fordyce*. B.m. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta University Karlovy v Praze.

HUDCOVICOVÁ, Martina a Marian VRANOVSKY, 2006. Vertical distribution of pelagial zooplankton in a middle-sized dimictic valley reservoir. *Biologia* [online]. **61**(2), 171–177. ISSN 0006-3088, 1336-9563. Dostupné z: doi:10.2478/s11756-006-0028-6

HUDEC, Igor, 1990. DAPHNIA na Slovensku. 1 (D. obtusa, D. pulicaria, D. parvula). *Biologia (Bratislava)*. **45**(6), 491–494.

HUDEC, Igor a Marta ILLYOVÁ, 1998. Pleuroxus denticulatus (Crustacea: Anomopoda: Chydoridae) a new invader in the Danube Basin. *Hydrobiologia*. **368**, 65–73.

CHAN, Farrah T., Elizabeta BRISKI, Sarah A. BAILEY a Hugh J. MACISAAC, 2014. Richness–abundance relationships for zooplankton in ballast water: temperate versus Arctic comparisons. *ICES Journal of Marine Science* [online]. **71**(7), 1876–1884. ISSN 1095-9289, 1054-3139. Dostupné z: doi:10.1093/icesjms/fsu020

CHITTAPUN, Supenya, Pornsilp PHOLPUNTHIN a Hendrik SEGERS, 1999. Rotifera from Peat-Swamps in Phuket Province, Thailand, with the Description of a New *Colurella* B ORY DE S T . V INCENT. *International Review of Hydrobiology* [online]. **84**(6), 587–593. ISSN 1434-2944, 1522-2632. Dostupné z: doi:10.1002/iroh.199900052

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2004. *International Convention for the control and management of ships ballast water and sediments*. 2004. B.m.: International Maritime Organization, London, U.K.. BWM/CONF/36, 16 February 2004.

JAMIESON, Colleen, 1988. The biogeography of three Boeckella species (Copepoda: Calanoida) in New Zealand. *Hydrobiologia* [online]. **164**(3), 259–270. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/BF00005944

JEZIORSKI, Adam a Norman D YAN, 2006. Species identity and aqueous calcium concentrations as determinants of calcium concentrations of freshwater crustacean zooplankton. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. **63**(5), 1007–1013. ISSN 0706-652X, 1205-7533. Dostupné z: doi:10.1139/f06-019

JOHNSON, D. S., 1952. The British species of the genus *Daphnia* (Crustacea, Cladocera). *Proceedings of the Zoological Society of London* [online]. **122**(2), 435–462. ISSN 0370-2774. Dostupné z: doi:10.1111/j.1096-3642.1952.tb00320.x

JOSÉ DE PAGGI, Susana, 2002. New Data on the Distribution of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Monogononta: Brachionidae): Its Presence in Argentina. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* [online]. **241**(4), 363–368. ISSN 00445231. Dostupné z: doi:10.1078/0044-5231-00077

JOSEFSSON, Melanie a Berta ANDERSSON, 2001. The Environmental Consequences of Alien Species in the Swedish Lakes Mälaren, Hjälmaren, Vänern and Vättern. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* [online]. **30**(8), 514–521. ISSN 0044-7447. Dostupné z: doi:10.1579/0044-7447-30.8.514

KOSÍK, Miroslav, 2007. *Srovnání sezónního vývoje zooplanktonu různých typů nádrží*. B.m. Bakalářská práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA.

KOTOV, Alexey A., Dmitry P. KARABANOV a Kay VAN DAMME, 2022. Non-Indigenous Cladocera (Crustacea: Branchiopoda): From a Few Notorious Cases to a Potential Global Faunal Mixing in Aquatic Ecosystems. *Water* [online]. **14**(18), 2806. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w14182806

LAFORSCH, Christian a Ralph TOLLRIAN, 2004. Embryological aspects of inducible morphological defenses in *Daphnia*. *Journal of Morphology* [online]. **262**(3), 701–707. ISSN 0362-2525, 1097-4687. Dostupné z: doi:10.1002/jmor.10270

LASS, Sandra a Piet SPAAK, 2003. Chemically induced anti-predator defences in plankton: a review. *Hydrobiologia* [online]. **491**(1–3), 221–239. ISSN 0018-8158. Dostupné z: doi:10.1023/A:1024487804497

LAZAREVA, V. I. a S. M. ZHDANOVA, 2014. American rotifer *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in reservoirs of the Upper Volga Basin. *Inland Water Biology* [online]. **7**(3), 259–263. ISSN 1995-0829, 1995-0837. Dostupné z: doi:10.1134/S1995082914030110

LAZAREVA, V. I., S. M. ZHDANOVA, R. Z. SABITOVA a E. A. SOKOLOVA, 2024. Zooplankton of Volga River Reservoirs: Structure, Abundance and Dynamics. *Inland Water Biology* [online]. **17**(1), 148–161. ISSN 1995-0829, 1995-0837. Dostupné z: doi:10.1134/S1995082924010103

LEI, Chi-Hsiang a Kenneth B. ARMITAGE, 1980. Growth, Development and Body Size of Field and Laboratory Populations of *Daphnia Ambigua*. *Oikos* [online]. **35**(1), 31. ISSN 00301299. Dostupné z: doi:10.2307/3544724

LOWNDES, A. G., 1928. *Cyclops Americanus* Marsh. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* [online]. **19**(1–2), 12–20. ISSN 0020-9309. Dostupné z: doi:10.1002/iroh.19280190103

MACARTHUR, J. W. a W. H. T. BAILLIE, 1929. Metabolic activity and duration of life. I. Influence of temperature on longevity in *Daphnia magna*. *Journal of Experimental Zoology* [online]. **53**(2), 221–242. ISSN 0022-104X, 1097-010X. Dostupné z: doi:10.1002/jez.1400530205

MACISAAC, Hugh J, Igor A GRIGOROVICH, James A HOYLE, Norman D YAN a Vadim E PANOVA, 1999. Invasion of Lake Ontario by the Ponto–Caspian predatory cladoceran *Cercopagis pengoi*. **56**.

MAIER, Gerhard, 1996. *Daphnia* invasion: population dynamics of *Daphnia* assemblages in two eutrophic lakes with particular reference to the introduced alien *Daphnia ambigua*. *Journal of Plankton Research* [online]. **18**(11), 2001–2015. ISSN 0142-7873, 1464-3774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/18.11.2001

MALLIN, Michael A. a Willard E. PARTIN, 1989. Thermal Tolerances of Common Cladocera. *Journal of Freshwater Ecology* [online]. **5**(1), 45–51. ISSN 0270-5060, 2156-6941. Dostupné z: doi:10.1080/02705060.1989.9665212

MALY, Edward J., 1991. Dispersal ability and its relation to incidence and geographic distribution of Australian centropagid copepods. *SIL Proceedings, 1922-2010* [online]. **24**(5), 2828–2832. ISSN 0368-0770. Dostupné z: doi:10.1080/03680770.1989.11899174

MARGARITORA, Fiorenza, 1983. *Cladoceri (Crustacea: Cladocera) // Guide per il Riconoscimento delle specie Animali delle acque interne Italiane*. Consiglio Nazionale Delle Ricerche. Verona., 22.

MARTÍNEZ-JERÓNIMO, Fernando, Rafael VILLASEÑOR, Guillermo RIOS a Félix ESPINOSA, 1994. Effect of food type and concentration on the survival, longevity, and reproduction of *Daphnia magna*. *Hydrobiologia* [online]. **287**(2), 207–214. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/BF00010735

MIRACLE, M.R., V. ALEKSEEV, V. MONCHENKO, V. SENTANDREU a E. VICENTE, 2013. Molecular-genetic-based contribution to the taxonomy of the *Acanthocyclops robustus* group. *Journal of Natural History* [online]. **47**(5–12), 863–888. ISSN 0022-2933, 1464-5262. Dostupné z: doi:10.1080/00222933.2012.744432

MUIRHEAD, Jim a W. Gary SPRULES, 2003. Reaction distance of *Bythotrephes longimanus*, encounter rate and index of prey risk for Harp Lake, Ontario. *Freshwater Biology* [online]. **48**(1), 135–146. ISSN 0046-5070, 1365-2427. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2427.2003.00986.x

MUSIL, Ing Martin, 2016. *FORMOVÁNÍ PLANKTONU A PRODUKČNÍ CHARAKTERISTIKY V EUTROFNÍCH RYBNÍCÍCH*. B.m. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta.

ORCUTT, John D. a Karen G. PORTER, 1983. Diel vertical migration by zooplankton: Constant and fluctuating temperature effects on life history parameters of *Daphnia* 1. *Limnology and Oceanography* [online]. **28**(4), 720–730. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.1983.28.4.0720

ORCUTT, John D a Karen G PORTER, 1984. The synergistic effects of temperature and food concentration on life history parameters of *Daphnia*. *Oecologia (Berlin)*. (63), 300–306.

PANOV, Vadim E., Piotr I. KRYLOV a Nicoletta RICCARDI, 2004. Role of diapause in dispersal and invasion success by aquatic invertebrates. *Journal of Limnology* [online]. **63**(1s), 56. ISSN 1723-8633, 1129-5767. Dostupné z: doi:10.4081/jlimnol.2004.s1.56

PECHAR, L., 2000. Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries management and Ecology*. **7**(1-2), 23–31.

PENNAK, Robert W., 1966. Structure of Zooplankton Populations in the Littoral Macrophyte Zone of Some Colorado Lakes. *Transactions of the American Microscopical Society* [online]. **85**(3), 329. ISSN 00030023. Dostupné z: doi:10.2307/3224313

PÉREZ-FUENTETAJA, Alicia a Fawn GOODBERRY, 2016. *Daphnia*'s challenge: survival and reproduction when calcium and food are limiting. *Journal of Plankton Research* [online]. 1–10. ISSN 0142-7873, 1464-3774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/fbw077

PERROW, Martin R., Adrian J. D. JOWITT, Julia H. STANSFIELD a Geoff L. PHILLIPS, 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes

in shallow lake restoration. In: David M. HARPER, Bill BRIERLEY, Alastair J. D. FERGUSON a Geoff PHILLIPS, ed. *The Ecological Bases for Lake and Reservoir Management* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, s. 199–210 [vid. 2024-03-09]. ISBN 978-90-481-5251-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-94-017-3282-6_19

PICARD, V., 2000. The influence of autotrophic and heterotrophic foods on the demography of *Daphnia longispina* under starved, semi-natural and enriched conditions. *Journal of Plankton Research* [online]. **22**(10), 1925–1944. ISSN 14643774. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/22.10.1925

PORCELLA, Donald B., Charles E. RIXFORD a John V. SLATER, 1969. Molting and Calcification in *Daphnia magna*. *Physiological Zoology* [online]. **42**(2), 148–159. ISSN 0031-935X. Dostupné z: doi:10.1086/physzool.42.2.30158469

RAMOS-JILIBERTO, Rodrigo a Luis R. ZÚÑIGA, 2001. Depth-selection patterns and diel vertical migration of *Daphnia ambigua* (Crustacea: Cladocera) in lake El Plateado. *Revista chilena de historia natural* [online]. **74**(3) [vid. 2024-04-13]. ISSN 0716-078X. Dostupné z: doi:10.4067/S0716-078X2001000300007

REID, Janet W. a Edward B. REED, 1994. First Records of Two Neotropical Species of *Mesocyclops* (Copepoda) from Yukon Territory: Cases of Passive Dispersal? *ARCTIC* [online]. **47**(1), 80–87. ISSN 1923-1245, 0004-0843. Dostupné z: doi:10.14430/arctic1275

RIESSEN, Howard P., W. John O'BRIEN a Brad LOVELESS, 1984. An Analysis of the Components of Chaoborus Predation on Zooplankton and the Calculation of Relative Prey Vulnerabilities. *Ecology* [online]. **65**(2), 514–522. ISSN 0012-9658, 1939-9170. Dostupné z: doi:10.2307/1941413

SABATER, Francesc, 1987. On the interstitial cladocera of the River Ter (Catalonia, NE Spain), with a description of the male of *Alona Phreatica*. *Hydrobiologia* [online]. **144**(1), 51–62. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/BF00008051

SEGERS, Hendrik, 1996. The biogeography of littoral *Lecane* Rotifera. *Hydrobiologia* [online]. **323**(3), 169–197. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/BF00007845

SEGERS, Hendrik, 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa* [online]. **1564**(1) [vid. 2024-04-05]. ISSN 1175-5334, 1175-5326. Dostupné z: doi:10.11646/zootaxa.1564.1.1

SEGERS, Hendrik, 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia* [online]. **595**(1), 49–59. ISSN 0018-8158, 1573-5117. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-007-9003-7

SMIRNOV, Nikolai N., 1971. *Fauna of the USSR.: Crustacea. Vol. 1, No. 2. Chydoridae*. B.m.: Academy of Sciences of the USSR • Zoological Institute.

SOTO, Ismael, Paride BALZANI, Laís CARNEIRO, Ross N. CUTHBERT, Rafael MACÊDO, Ali SERHAN TARKAN, Danish A. AHMED, Alok BANG, Karolina BACELASPYCHALSKA, Sarah A. BAILEY, Thomas BAUDRY, Liliana BALLESTEROS-MEJIA, Alejandro BORTOLUS, Elizabeta BRISKI, J. Robert BRITTON, Miloš BUŘIČ, Morelia CAMACHO-CERVANTES, Carlos CANO-BARBACIL, Denis COPILAŞ-CIOCIANU, Neil

E. COUGHLAN, Pierre COURTOIS, Zoltán CSABAI, Tatenda DALU, Vanessa DE SANTIS, James W. E. DICKEY, Romina D. DIMARCO, Jannike FALK-ANDERSSON, Romina D. FERNANDEZ, Margarita FLORENCIO, Ana Clara S. FRANCO, Emili GARCÍA-BERTHOU, Daniela GIANNETTO, Milka M. GLAVENDEKIC, Michał GRABOWSKI, Gustavo HERINGER, Ileana HERRERA, Wei HUANG, Katie L. KAMELAMELA, Natalia I. KIRICHENKO, Antonín KOUBA, Melina KOURANTIDOU, Irmak KURTUL, Gabriel LAUFER, Boris LIPTÁK, Chunlong LIU, Eugenia LÓPEZ-LÓPEZ, Vanessa LOZANO, Stefano MAMMOLA, Agnese MARCHINI, Valentyna MESHKOVA, Marco MILARDI, Dmitrii L. MUSOLIN, Martin A. NUÑEZ, Francisco J. OFICIALDEGUI, Jiří PATOKA, Zarah PATTISON, Daniel PINCHEIRA-DONOSO, Marina PIRIA, Anna F. PROBERT, Jes Jessen RASMUSSEN, David RENAULT, Filipe RIBEIRO, Gil RILOV, Tamara B. ROBINSON, Axel E. SANCHEZ, Evangelina SCHWINDT, Josie SOUTH, Peter STOETT, Hugo VERREYCKEN, Lorenzo VILIZZI, Yong-Jian WANG, Yuya WATARI, Priscilla M. WEHI, András WEIPERTH, Peter WIBERG-LARSEN, Sercan YAPICI, Baran YOĞURTÇUOĞLU, Rafael D. ZENNI, Bella S. GALIL, Jaimie T. A. DICK, James C. RUSSELL, Anthony RICCIARDI, Daniel SIMBERLOFF, Corey J. A. BRADSHAW a Phillip J. HAUBROCK, 2024. Taming the terminological tempest in invasion science. *Biological Reviews* [online]. brv.13071. ISSN 1464-7931, 1469-185X. Dostupné z: doi:10.1111/brv.13071

STRAUSS, Alexander T., Daniel C. SUH, Kate GALBRAITH, Sarah M. COKER, Katie SCHROEDER, Christopher BRANDON, Elizabeth M. WARBURTON, Michael J. YABSLEY a Christopher A. CLEVELAND, 2024. Mysterious microsporidians: springtime outbreaks of disease in *Daphnia* communities in shallow pond ecosystems. *Oecologia* [online]. **204**(2), 303–314. ISSN 0029-8549, 1432-1939. Dostupné z: doi:10.1007/s00442-023-05421-x

STRECKER, Angela L. a Shelley E. ARNOTT, 2008. Invasive Predator, Bythotrephes, has Varied Effects on Ecosystem Function in Freshwater Lakes. *Ecosystems* [online]. **11**(3), 490–503. ISSN 1432-9840, 1435-0629. Dostupné z: doi:10.1007/s10021-008-9137-0

SWIFT, Michael C., 1992. Prey capture by the four larval instars of *Chaoborus crystallinus*. *Limnology and Oceanography* [online]. **37**(1), 14–24. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.1992.37.1.0014

ŠORF, Michal, Zdeněk BRANDL, Petr ZNACHOR a Mojmír VAŠEK, 2014. Different effects of planktonic invertebrate predators and fish on the plankton community in experimental mesocosms. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* [online]. **50**(1), 71–83. ISSN 0003-4088, 2100-000X. Dostupné z: doi:10.1051/limn/2014001

TESSIER, Alan J., Elena V. BIZINA a Kevin C. GEEDEY, 2001. Grazer—resource interactions in the plankton: Are all daphniids alike. *Limnology and Oceanography* [online]. **46**(7), 1585–1595. ISSN 0024-3590, 1939-5590. Dostupné z: doi:10.4319/lo.2001.46.7.1585

THRELKELD, Stephen T., 1979. The Midsummer Dynamics of Two *Daphnia* Species in Wintergreen Lake, Michigan. *Ecology* [online]. **60**(1), 165–179. ISSN 0012-9658, 1939-9170. Dostupné z: doi:10.2307/1936478

TOLLRIAN, R. a C. HEIBL, 2004. Phenotypic plasticity in pigmentation in *Daphnia* induced by UV radiation and fish kairomones. *Functional Ecology* [online]. **18**(4), 497–502. ISSN 0269-8463, 1365-2435. Dostupné z: doi:10.1111/j.0269-8463.2004.00870.x

TORKE, Byron, 2001. The distribution of calanoid copepods in the plankton of Wisconsin Lakes. In: Rubens M. LOPES, Janet W. REID a Carlos E. F. ROCHA, ed. *Copepoda: Developments in Ecology, Biology and Systematics* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, s. 351–365 [vid. 2024-04-11]. ISBN 978-0-7923-7048-2. Dostupné z: doi:10.1007/0-306-47537-5_29

TROKHYMETS, V. N., 2014. Littoral zooplankton of the downstream Area of Kaniv Reservoir. *Inland Water Biology* [online]. 7(2), 154–160. ISSN 1995-0829, 1995-0837. Dostupné z: doi:10.1134/S1995082914020138

VÁVRA, Jiří, Ivan FIALA, Pavla KRYLOVÁ, Adam PETRUSEK a Miroslav HYLIŠ, 2019. Establishment of a new microsporidian genus and species, *Pseudoberwaldia daphniae* (Microsporidia, Opisthosporidia), a common parasite of the *Daphnia longispina* complex in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology* [online]. 162, 43–54. ISSN 00222011. Dostupné z: doi:10.1016/j.jip.2019.02.004

WALSH, M. R. a D. M. POST, 2012. The impact of intraspecific variation in a fish predator on the evolution of phenotypic plasticity and investment in sex in *Daphnia ambigua*. *Journal of Evolutionary Biology* [online]. 25(1), 80–89. ISSN 1010-061X, 1420-9101. Dostupné z: doi:10.1111/j.1420-9101.2011.02403.x

WEYHENMEYER, Gesa A., Jens HARTMANN, Dag O. HESSEN, Jiří KOPÁČEK, Josef HEJZLAR, Stéphan JACQUET, Stephen K. HAMILTON, Piet VERBURG, Taylor H. LEACH, Martin SCHMID, Giovanna FLAIM, Tiina NÖGES, Peeter NÖGES, Valerie C. WENTZKY, Michela ROGORA, James A. RUSAK, Sarian KOSTEN, Andrew M. PATERSON, Katrin TEUBNER, Scott N. HIGGINS, Gregory LAWRENCE, Külli KANGUR, Ilga KOKORITE, Leonardo CERASINO, Clara FUNK, Rebecca HARVEY, Florentina MOATAR, Heleen A. DE WIT a Thomas ZECHMEISTER, 2019. Widespread diminishing anthropogenic effects on calcium in freshwaters. *Scientific Reports* [online]. 9(1), 10450. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-019-46838-w

WILLIAMSON, Craig E., 1987. Predator-prey interactions between omnivorous diaptomid copepods and rotifers: The role of prey morphology and behavior 1. *Limnology and Oceanography*. 32(1), 167–177.

WOLINSKA, Justyna, Jaromir SEDA, Henrike KOERNER, Petr SMILAUER a Adam PETRUSEK, 2011. Spatial variation of *Daphnia* parasite load within individual water bodies. *Journal of Plankton Research* [online]. 33(8), 1284–1294. ISSN 1464-3774, 0142-7873. Dostupné z: doi:10.1093/plankt/fbr016

YANG, Hee-Min a Gi-Sik MIN, 2020. New record of *Kellicottia bostoniensis* and redescription of two freshwater rotifers from Korea (Rotifera: Monogononta). *Animal Systematics, Evolution and Diversity*. 36(3), 222–227.

ZHDANOVA, S. M. a A. E. DOBRYNIN, 2011. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in Waterbodies of European Russia. *Biologiya Vnutrennikh Vod*. 4(1), 39–46.

ZHIKHAREV, V. S., A. Yu SINEV a G. V. SHURGANOVA, 2022. New record of non-indigenous cladoceran *Pleuroxus denticulatus* Birge, 1879 (Cladocera: Chydoridae) in the European Russia. *Invertebr. Biol.* 19, 317–323.

ŽOFKOVÁ M., KOŘÍNEK, V. & ČERNÝ, M. (2002) Two recent immigrants into Czech aquatic habitats: *Daphnia ambigua* and *D. parvula* (Crustacea: Cladocera). *Acta Societatis zoologicae Bohemicae*, 66, 221–230.