

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury

Bakalářská práce

**Porovnání druhového složení a dynamiky
společenstva zooplanktonu v rybnících
s extenzivním obhospodařováním.**

Autor:

Adam Seicherstein

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Bláha, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

RNDr. Richard Faina

Studijní program a obor:

B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia:

Prezenční

Ročník:

3.

České Budějovice, 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že, v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 2. 5. 2012

Adam Seicherstein

Poděkování

Chtěl bych poděkovat především svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Bláhovi, Ph.D. za metodické vedení, odbornou pomoc, poskytnuté rady a cenné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům VÚRH JU Vodňany, kteří se podíleli na odběru vzorků a chemických rozborech. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu při studiu.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybnářství a ochrany vod
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adam SEICHERSTEIN**
Osobní číslo: **V09B081P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Druhové složení a dynamika společenstva zooplanktonu v rybnících s extenzivním obhospodařováním.**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce bude určit dynamiku a druhové složení společenstva zooplanktonu v rybnících s extenzivním obhospodařováním. Počet nasazených ryb, stejně jako druh a jejich staří, mají významný vliv na strukturu planktonního společenstva. Při vysokých obsádkách dochází již v první polovině vegetační sezóny k výrazné eliminaci tzv. hrubého zooplanktonu (větší druhy perlooček a buchaneček) a růst obsádky je posléze závislý pouze na příkrmování či omezené potravě základně. V rybnících s šetrným obhospodařováním jsou zástupci hrubého zooplanktonu v menší či větší míře přítomni po celou vegetační sezónu a obsádka ryb není plně závislá pouze na příkrmování.

Metodický postup: student bude zpracovávat vzorky již odebrané v rámci pokusu probíhajícího v minulých letech.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Adámek, Z, Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M. 2008. Aplikovaná hydrobiologie. VURH JU Vodňany, 257 pp.
Faina, R. 1983. Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících. Edice metodik VURH Vodňany, 18 pp.
Kalff, J. 2002. Limnology. Prentice hall, 592 pp.
Kosík, M. 2007. Srovnání sezónního vývoje zooplanktonu různých typů nádrží. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
Příkryl, I. 1996. Vývoj hospodaření na českých rybnících a jeho odraz ve struktuře zooplanktonu, jako možného kritéria biologické hodnoty rybníků. In: Flajšhans, M. (ed.) - Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH Vodňany, 13: 3-20.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Bláha**
Ústav akvakultury
Konzultant bakalářské práce: **RNDr. Richard Fajna**
Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2010**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**


prof. Ing. Otomár Lihart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Začí 728/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. ledna 2011

Obsah:

1. Úvod	7
2. Literární rešerše.....	8
2.1. Historický vývoj rybníků z hlediska obhospodařování a rybníčních společenstev	8
2.2. Podstata rybníční produkce	9
2.3. Společenstvo zooplanktonu	9
2.4. Sezónní dynamika zooplanktonu	11
2.5. Vliv rybí obsádky na složení planktonu	14
2.6. Vliv rybářského obhospodařování na složení planktonu.....	17
2.7. Zásahy ovlivňující společenství zooplanktonu v rybníkářství	18
2.8. Přehled a biologie hlavních zástupců zooplanktonu u nás	18
3. Materiál a metodika.....	23
3.1. Odběr vzorků zooplanktonu	23
3.2. Determinace vzorků zooplanktonu	24
3.3. Rybí obsádka	25
4. Výsledky.....	26
4.1. Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 43	26
4.2. Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 46	27
4.3. Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 48	28
5. Diskuze.....	31
6. Závěr	34
7. Seznam použité literatury	35
8. Abstrakt	38
9. Abstract.....	39

1. Úvod

„Pouhý výčet dotyčného zvířectva zajisté by neuspokojil; hospodář alespoň přeje si více zvědět. Jakmile naznačena přirozená, výživná potrava, ihned dostaví se přání, bychom toho, co ryba požívá, možná-li, nejhojněji v rybníce měli, bychom opatřili chovance vodního tak dobrou a vydatnou stravu, jako činíme v dokonale spořádané domácnosti při výchovu a výkrmu skotu a bravu. V příčině té znamenáme, že nejsme již u konce, nýbrž že se nám cesta k výkonu potřebnému dále než při domácím zvířectvu protahuje, neboť kapr není býložravec. Víme-li, které plodiny a v kterém množství a smíšení domácímu zvířeti nejlépe jdou k duhu, netřeba než je vypěstovati a jimi krmiti. Ale tu máme opět zvířenu před sebou. Požívá-li kapr jiných živoků, musíme i při nich právě tak jako při rybě vyzkoumati, čím se živí, jinak bychom jich nemohli dle vůle rychle a v nevelké ceně míti na snadě.“ Šusta (1884).

To, jak důležité jsou planktonní společenstva pro zdárné rybářské hospodaření na rybnících, věděl Šusta již před více než stoletím. V dnešní době, kdy se chov ryb spíše zintenzivňuje, se však na tuto skutečnost často zapomíná. Cílem většiny rybářských podniků je zvyšování produkce ryb a tím i zisku. Tím ale rostou i náklady na provoz a krmení. Zvláště proto, ale i z mnoha jiných důvodů je důležité pečovat o rybníky a podporovat v nich rozvoj přirozené potravy, která má pozitivní účinky nejen na ekonomiku podniku, ale hlavně na ryby samotné.

Cílem této práce bylo určit dynamiku a druhové složení společenstva zooplanktonu v rybnících s extenzivním obhospodařováním.

2. Literární rešerše

2.1 Historický vývoj rybníků z hlediska obhospodařování a rybníčních společenstev

Rybníční ekosystémy, staré několik století prošly od vzniku rybníkářství v Čechách dlouhým vývojem. Jejich podobu vedle přírodních podmínek nepochybně vždy dotvářel i způsob rybářského hospodaření. O podobě rybníčních ekosystémů v nejstarším období se můžeme jen dohadovat, ale období jejich největších změn od konce minulého století je již dokumentováno hydrobiologickým výzkumem. V této době došlo k významnému rozšíření druhového spektra chovaných ryb, k širokému uplatnění řady technologických změn v chovu - krmení, hnojení a vápnění, k celkovému nárůstu trofie povrchových vod a dalším jevům ovlivňujícím rybníční ekosystémy. Mnohé faktory ovlivňující podobu rybníků po určité době kulminovaly a poté jejich rozsah poklesl (letnění rybníků, minerální hnojení, chov kachen, splachy živin z povodí) (Čítek a kol, 1998; Přikryl, 1996).

Ještě v první polovině 20. století byly u nás běžné oligotrofní rybníky vyskytující se zejména ve vyšších polohách na neúrodném podkladě kyselých hornin. Pobřežní rostlinstvo chybělo nebo se vyskytovalo jen v úzkém pásu. Voda, bez vegetačního zákalu či vodního květu, měla průhlednost i několik metrů. Společenstva zooplanktonu i zoobentosu byla chudá, a také roční přírůstek ryb ($15 - 30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) nedosahoval zdaleka dnešních hodnot. V současnosti se již u nás takové oligotrofní rybníky téměř nevyskytují. Rybníky, které mají dnes podobný charakter, zpravidla neslouží k chovu kaprovitých ryb, ale užívají se k jiným účelům. Přibližně od poloviny 20. století došlo k výraznému zvýšení trofie rybníků v důsledku intenzifikace hospodaření zavedením hnojení a krmení, ale také v důsledku zvýšených splachů ze zemědělské půdy a zvýšeného přísunu živin pocházejících z odpadních vod. Dnes je většina rybníků eutrofních nebo ještě častěji hypertrofních. To se projevuje sníženou průhledností, bohatým rozvojem fytoplanktonu, zooplanktonu i zoobentosu a celkově zvýšenou přirozenou produkcí ryb. Kvalitativní i kvantitativní složení rybníční biocenózy je v současnosti určováno především intenzitou a způsobem rybářského hospodaření a zvláště biomasou obsádky ryb a jejím druhovým složením (Hartman a kol., 2005).

Také na struktuře zooplanktonu je tedy zřetelný určitý pokles biologické hodnoty rybníků v posledních desetiletích. Přikryl (1996), jenž studoval historii složení

společenstev zooplanktonu u nás, uvádí, že u perlooček se množství druhů nalézaných v rybnících od nejstarších napsaných prací postupně snižuje, především úbytkem fytofilních druhů. Počet druhů klanonožců od nejstarších prací nejprve mírně narůstal a až s výraznějším růstem intenzifikace rybářství v 50. letech začal silně klesat. Druhová pestrost vířníků i jejich zastoupení v zooplanktonu s růstem intenzifikace rybářství rostlo rovněž zhruba do 50. let. Potom se počet druhů začal snižovat, ale zastoupení vířníků v zooplanktonu dále rostlo.

2.2 Podstata rybníční produkce

Obsádka rybníků je ve většině příkladů tvořena jedním nebo několika málo druhy ryb, zpravidla stejného stáří. Dosahovaná produkce ryb v rybnících (několikrát vyšší než ve stejně úživných jezerech) představuje zvýšený predační tlak na větší planktonní i bentické živočichy, čímž modeluje podobu celé rybníční biocenózy (Hartman a kol., 2005).

V intenzivních rybníčních chovech, kde je právě větší část produkce podmíněna použitím vhodných krmiv, je i přesto množství přirozené potravy důležité pro efektivní využití krmiv a celkovou produkci. Přirozená potrava významně snižuje spotřebu krmiv na jednotku produkce (relativní krmný koeficient – RKK) (Čítek a kol., 1998). Michaels (1988) poukazuje, že masová produkce zooplanktonu je na úspěšné kapří farmě téměř tak důležitá jako produkce kapra samotného. Jestliže se potravní řetězec zhroutí, živočišný protein musí být nahrazen krmivem, které je drahé.

Schopnost vytvářet přirozenou potravu pro ryby nazýváme úrodností a vyjadřuje se celkovou hmotností přírůstku ryb na jednotku plochy (ha), výjimečně na jednotku objemu (m³). Přirozený přírůstek ovlivňují i účinky běžných hospodářských opatření, kterými zvyšujeme množství přirozené potravy. Jde o rybníční meliorace, vápnění a hnojení rybníků. O úrodnosti tedy v jisté míře rozhodují i uvedené nepřímé intenzifikační faktory (Čítek a kol., 1998).

2.3 Společenstvo zooplanktonu

Obecně je plankton společenstvo organismů vznášejících se ve vodě, které nedokáže aktivním pohybem překonávat rychlejší proud vody (Moss, 1988).

Podle velikosti jednotlivých složek se plankton dělí na nanoplankton, zahrnující organismy menší než 50 μm , a na síťový plankton, který zahrnuje ostatní větší organismy nad 50 μm . Pro organismy menší než několik μm se používá označení pikoplankton. Je možné i podrobnější dělení podle velikosti, názvosloví ani meze však nejsou sjednoceny (Brönmark a Hansson, 1998; Lellák 1992).

Zooplankton je složka biocenóy poměrně dobře přístupná pozorování, dostatečně dynamická i dostatečně konzervativní, která ve svém druhovém a velikostním složení, v celkové biomase i v abundanci jednotlivých druhů nese spoustu informací umožňujících sledovat vývoj rybníčního ekosystému jako celku a také informací umožňujících tento ekosystém podle potřeb řídit (Přikryl, 1996).

Společenstvo zooplanktonu tvoří především tři hlavní skupiny organismů: vířníci (*Rotifera*), perloočky (*Cladocera*) a klanonožci (*Copepoda*). Heterotrofní jednobuněční se jen zřídka vyskytují ve větším množství v planktonu přirozených vod (především v oligotrofních a naopak v hypertrofních vodách). Poměrně pravidelně jsou však v různých typech vod přítomny larvy koreter (*Chaoborus sp.*) (Lampert, 1997).

Abundance zooplanktonu je v jednotlivých typech vod velmi proměnlivá. V jezerech, tedy oligotrofních nádržích je jeho početnost nejčastěji 100 ind.l⁻¹ (Frutos a kol., 2009), zatímco v rybnících může podle úživnosti a hustoty rybí obsádky kolísat od 10 do 1000 ind.l⁻¹ (Michels a kol., 2001). Vysoká obsádka snižuje nejen biomasu planktonu, ale mění i jeho druhové složení. Vysoce produktivní planktonní společenstvo, složené hlavně z velkých druhů perlooček (*Daphnia magna*, *D. pulicaria*) je při silícím tlaku rybí obsádky redukováno a postupně je nahrazován větším počtem menších velikostních tříd a poté ještě menšími druhy filtrátorů, které již nejsou rybami přijímány (drobné perloočky a vířníci) (Kubíček a Zelinka, 1982 in Maxová, 2005; Kubečka a kol., 1998; Brooks a Dodson, 1965)

Zooplankton a zoobentos je velice dobře stravitelný. Tělo těchto živočichů obsahuje 10 % (zooplankton) až 20 % (zoobentos) sušiny. V sušině je obsaženo 50 – 65 % bílkovin, 3 – 30 % tuků, 5 – 25 % sacharidů (Hartman a kol., 2005). Jedná-li se o obsah bílkovin v krmivu je zooplankton optimální potravou pro kapry i jiné všežravé ryby. Perloočka *Daphnia magna* obsahuje v čerstvém či sušeném stavu 1,18 %, respektive 39,24 % bílkovin. Obsah tuku splňuje požadavky pro dospělého kapra, kapří plůdek ale potřebuje vyšší podíl (asi 8 %). Všechny esenciální aminokyseliny (kromě částečného deficitu fenylalaninu) jsou přítomny v přiměřeném množství pro všechny růstové

kategorie kaprů i dalších všežravých ryb. Koncentrace omega-3 mastných kyselin, poměr mezi omega-3 a omega-6 mastnými kyselinami a poměr mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami zcela splňují požadavky pro krmení všech růstových kategorií kapra (Bogut a kol., 2010).

V rybníkářské praxi je společenstvo zooplanktonu výborným ukazatelem zdravotního stavu, potravní aktivity obsádky či její početnosti, vše ve vztahu k vyžíracímu tlaku. Čím nižší (méně aktivní, nemocné) obsádky tím pravděpodobnější přítomnost větších druhů zooplanktonu a naopak. Tyto aspekty shrnul ve své metodice Faina (1983).

Struktura litorálního zooplanktonu je zřejmě lepším indikátorem biologické hodnoty rybníka a obnovy původních společenstev, než struktura pelagiálního zooplanktonu, protože druhová pestrost celé rybníční biocenózy koreluje významně s rozvojem rybníční vegetace. Na druhé straně může být, alespoň po určitou dobu, litorál značně nezávislý na vodní mase ovlivněné chovem ryb (Přikryl, 1996).

Hlavním, byť slabým, ukazatelem hojnosti korýšů a vířníků je také rozloha vodního tělesa. To je vysvětleno tím, že větší vodní tělesa obsahují větší počet stanovišť a jednotlivé druhy jsou nejlépe přizpůsobeny konkrétnímu stanovišti. Rozdíly mezi stanovišti jsou nejen mezi mělkými a hlubokými vodami, ale také mezi teplou a studenou vodou, osvětlenými a tmavými oblastmi a oblastmi s nízkou a vysokou hladinou rozpuštěného kyslíku (Kalff, 2002).

2.4 Sezónní dynamika zooplanktonu

Kvalitativní i kvantitativní složení rybníčního zooplanktonu je zásadně ovlivňováno vyžíracím tlakem rybní obsádky, přičemž ve výsledném efektu se uplatňuje nejen její biomasa, ale také hustota a druhové složení. Na počátku vegetační sezóny, kdy je příjem potravy rybami limitován teplotou vody, se v zooplanktonu rybníků uplatňují i větší druhy perlooček, jako je *Daphnia magna*, *D. pulicaria* či *Simocephalus vetulus* (Adámek a kol., 2010). Zvláště perloočky rodu *Daphnia* jsou mimořádně efektivní v redukci potravních zdrojů (fytoplankton, bakterioplankton) pro ostatní druhy zooplanktonu (Brooks a Dodson, 1965). Biomasa drobných druhů zooplanktonu často významně klesá v přítomnosti početných populací dafnií, které jsou pro ně rozhodujícím konkurentem (Kerfoot a kol. 1985). Výsledkem jejich filtračního tlaku na

fytoplankton (spolu s vyčerpáním živin první vlnou fytoplanktonu a nastartováním rozvoje makrovegetace) je pak obvykle na přelomu května a června vznik tzv. fáze čisté vody („clear water“), která se vyznačuje vysokou průhledností vody v důsledku redukce fytoplanktonu (Brönmark a Hansson, 1998). Se stoupající teplotou vody se zvyšuje vyžírací tlak rybí obsádky zaměřený na tyto největší a snadno dostupné velké druhy filtrujícího zooplanktonu. Proto se větší perloočky v rybnících udrží obvykle jen v začátku vegetační sezóny a průhlednost vody se následně opět snižuje v návaznosti na zvýšený rozvoj fytoplanktonu podpořený navíc teplotou vody a zvýšenou sluneční radiací. Ve společenstvu zooplanktonu dominují menší druhy perlooček (*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp., Chydoridae) a klanonožci (*Cyclops vicinus* a *Acanthocyclops trajani*) s převahou svých vývojových stádií (nauplií a kopepoditů). S růstem biomasy obsádky pak kromě těchto menších druhů roste i podíl vířníků, kteří nejsou filtračním aparátem kapra zachyceni. Podle druhového a velikostního složení zooplanktonu tak lze dobře vyvozovat hustotu obsádky, případně její zdravotní stav a složení. Masový výskyt velkých planktonních filtrátorů (*Daphnia magna*, *D. pulicaria*, *D. longispina*) doprovázený vysokou průhledností vody tak indikuje slabý vyžírací tlak obsádky v důsledku nízké biomasy, případně úhynu, onemocnění apod. V případě nepříznivého poměru mezi koncentrací dusíku a fosforu (limitace dusíkem), pak jsou vegetačním obdobím vytvořeny příznivé podmínky pro rozvoj sinicového vodního květu. Naproti tomu z masového výskytu drobných forem zooplanktonu spolu s nízkou průhledností vody lze vyvozovat vysokou biomasu obsádky, případně masový výskyt drobných kaprovitých ryb – obvykle se s ním v rybnících setkáváme na konci vegetační sezóny. Masový výskyt buchank a vířníků v letním období pak signalizuje extrémně vysoký vyžírací tlak, normálně se zvýšeným rozvojem buchankového zooplanktonu v rybnících setkáváme především v chladnějších ročních obdobích (Adámek a kol., 2010; Šusta, 1997; Scheffer, 1998; Negreiros a kol., 2009).

Příčiny hromadného zjevu koryšů jsou rozličné. Především jmenovati třeba plodnost, neboť čím rychleji a čteněji ten který druh se rozplemeňuje, tím větší možnost hromadného bytí a hojnějšího požívání kaprem. Avšak nemalé váhy dlužno také přisouditi způsobnosti těla korního, i náklonnosti toho živoka ke spolčování se i k vodnímu tahu pospolitému. Mocnými krovkami obrněné lasturnatky nemohou se dáti v zápas s perloočkami a buchankami, jde-li o hbité projímání vody (Šusta, 1997).

Početnost planktonních druhů se v průběhu roku značně mění, u některých druhů dosti pravidelně, u jiných nepravidelně. Chladnomilné druhy se vyskytují hlavně v zimním období, ve studených nádržích nebo v hypolimnionu hlubokých jezer, kde mohou být přítomny celoročně (např. vířník *Keratella hamalis*). Na teplé roční období je vázán výskyt většiny perlooček, mnohých buchanek (*Thermocyclops crassus*, *Mesocyclops leuckartii*, *Acanthocyclops trajani* aj.) a některých vířníků (*Hexarthra*, *Pompholyx*, *Anuraeopsis* aj.). Málo druhů se může vyskytovat hojně po celý rok, jako perloočky *Chydorus sphaericus*, vířníci *Keratella quadrata* či *Polyarthra* sp. (Hartman a kol., 2005). Dobře prostudovaná mesotrofní sladkovodní jezera a nížinné řeky v mírném zeměpisném pásmu obsahují zhruba 50 až 100 druhů zooplanktonu, včetně heterotrofních jednobuněčných (Morgan, 1980) in (Kalff, 2002). Ve stejné publikaci zmiňuje Kalff další výzkum Morgana (1980), který udává, že ve společenství zooplanktonu mírného a tropického pásma jednotlivých sladkovodních jezer každoročně dominuje jeden až tři druhy buchanek, jeden druh vznášivky, typicky tři až deset druhů perlooček a podobný počet vířníků, s nejhojnějšími druhy zhruba mezi 60-90 % z celkového počet jedinců v každé z těchto tří taxonomických skupin.

Potužák (2004) ve své diplomové práci udává nejčastější zástupce zooplanktonu, kteří se u nás vyskytují na rybářsky obhospodařovaných eutrofních rybnících v průběhu roku.

Na jaře jsou to z perlooček *Daphnia magna*, *D. pulicaria*, *D. longispina*, *D. galeata* a *Bosmina longirostris*, klanonožce reprezentují zejména dva druhy buchanek rodu *Cyclops* (*Cyclops vicinus*, *C. strenuus*) a vznášivky druhů *Eudiaptomus vulgaris* a *E. gracilis*. Vířníky typickými pro jarní období jsou druhy *Brachionus calyciflorus*, *B. angularis*, *B. quadridentatus*, *B. diversicornis* a *Keratella cochlearis* a *K. quadrata*.

V létě převažují z perlooček *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma* sp. a *Ceriodaphnia* sp., klanonožce zastupují zejména buchanky druhů *Acanthocyclops trajani*, *Mesocyclops leuckartii*, *Thermocyclops crassus* a *Metacyclops gracilis*. Vířníky vyskytujícími se především v letním období jsou druhy *Brachionus falcatus*, *B. budapestinensis*, *B. rubens*, *B. variabilis*, *Polyarthra* sp., *Hexarthra* sp. a *Keratella* sp.

Na podzim (konci vegetační sezóny) se nejčastěji setkáme z perlooček *Daphnia galeata*, *D. longispina* a *Bosmina longirostris*, zástupci klanonožců jsou tvořeni zejména buchankami druhů *Metacyclops* sp., *Eucyclops* sp., *Thermocyclops* sp. a *Acanthocyclops trajani*. Hlavními druhy vířníků vyskytujícími se na podzim jsou

Brachionus angularis, *B. quadridentatus*, *Keratella* sp., *Polyarthra* sp., *Hexarthra* sp. a *Filinia* sp.

2.5 Vliv rybí obsádky na složení planktonu

Je zcela zřejmé, že vztahy mezi společenstvem ryb a zooplanktonem jsou přinejmenším stejně důležité jako vliv fyzikálních a chemických látek na vývoj zooplanktonu. Extrémní hodnoty fyzikálních a chemických faktorů tedy nemusí působit jako absolutně limitující faktory (Hrbáček a kol., 1961).

Během posledních 30 let se ujal názor, že planktivorní ryby a jiní predátoři bezobratlých, pokud jsou v dostatečném množství, mají významný přímý i nepřímý (top-down efekt) vliv na hojnost a druhovou skladbu zooplanktonu. Tento názor změnil dřívější myšlenku, že dostupnost zdrojů (bottom-up efekt), a kompetice o tyto zdroje mezi zooplanktonem jsou hlavními faktory, které ovlivňují množství, distribuci a skladbu společenstev planktonu v přírodě (Kalff, 2002; Kubečka a kol., 1998; Bergman a Bergstrand, 1999).

Zvýšením počtu piscivorních ryb můžeme snížit počet planktonožravých ryb, zvýšit počet spásáčů a snížit počet fytoplanktonu. Chov piscivorních ryb tedy může být nástrojem k obnově eutrofních jezer (Carpenter a kol., 1985).

Současné rybníkářství je však založeno na udržování vysoké obsádky ryb v rybnících. V důsledku toho potlačuje vysoký predační tlak ryb na zooplankton rozvoj velkých druhů perlooček rodu *Daphnia* (Potužák a kol., 2007), které jsou postupně nahrazovány menšími druhy perlooček rodu *Daphnia*, *Bosmina* či *Moina*. (Seďa a Duncan, 1994).

Je pouze málo pochyb o tom, že ryby si vybírají větší kořist, kterou mohou zachytit a spolknout. Čím větší je kořist, tím větší je návratnost energie, investované do jejího chycení (Moss, 1988).

Vedle sezónních změn abiotických faktorů a trofie nádrže má na charakter a dynamiku planktonu největší vliv obsádka ryb. Klíčovou skupinou planktonu jsou velké perloočky, zejména rodu *Daphnia*, které jsou velmi účinnými filtrátory a stačí jim k růstu i k rozmnožování i velmi malé koncentrace biosestonu. Je-li v nádrži málo planktonožravých ryb, není rozvoj velkých filtrujících perlooček jejich predačním tlakem omezen, takže se značně rozmnoží. Je-li v nádrži naopak mnoho planktonožravých ryb, převažují v zooplanktonu drobnější perloočky, klanonožci, popř.

vířníci (Hartman a kol., 2005; Kubečka a kol., 1998; Negreiros a kol., 2009; Brooks a Dodson, 1965).

V zooplanktonu klasických produkčních rybníků se vyskytují zejména perloočky *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris*, *Moina brachiata*, buchanky *Cyclops vicinus* a *Acanthocyclops trajani*, velmi početní jsou vířníci rodů *Polyarthra*, *Keratella*, *Brachionus*, *Asplanchna*, *Filinia*, *Conochilus* a *Hexarthra*, příležitostně se objevují ve větším množství i heterotrofní jednobuněční (Pennak, 1957).

V rybnících polointenzifikačních nebo extenzivních (víceúčelových) je druhové spektrum nejen zooplanktonu širší a lze v nich nalézt většinu druhů stojatých vod (Hartman a kol., 2005).

Většina hydrobiologických studií, zabývajících se vztahem mezi strukturou zooplanktonu a obsádkou kaprových rybníků, soustřeďuje pozornost na abundanci a biomasu zooplanktonu. Kromě toho, že je to poměrně časově náročný a pracný postup, je těžké získat i kvantitativně reprezentativní vzorek. (Adámek a kol., 2010). Pechar (1995) prokázal, že mezi poměrným zastoupením perlooček rodu *Daphnia* a jejich průměrnou velikostí existuje vztah, který dále významně koreluje s průhledností a biomasou obsádky čímž ilustruje celkovou strukturu zooplanktonu. Tento vztah dále rozpracoval Potužák (2009), který definoval tzv. Daphnia index, který je vyjádřením vztahu mezi jejich velikostí a poměrným zastoupením v zooplanktonu. Index tak vlastně určuje jejich filtrační kapacitu, neboť ta je na jejich velikosti významně závislá, a zároveň demonstruje schopnost filtrujícího zooplanktonu kontrolovat rozvoj fytoplanktonu. Výjimkou jsou pouze situace v hypertrofiních rybnících s vysokou biomasou nekonzumovatelných sinic. V nich se pak uplatňuje tzv. mikrobiální smyčka („microbial loop“), kdy se hlavní potravou perlooček stávají heterotrofní mikroorganismy a nikoliv fytoplankton (Adámek a kol., 2010; Scheffer, 1998; Moss, 1988).

Charakteristické rysy rybničního ekosystému jsou pak následovné (Adámek a kol., 2010) :

Biomasa obsádky

Reakce zooplanktonu a fytoplanktonu

do 200 kg.ha⁻¹

zooplankton: masový výskyt *Daphnia magna* (mnoho samic s vajíčky) nebo velké druhy vznášivek a *Daphnia pulicaria*

fytoplankton: prakticky chybí (vyfiltrován perloočkami), v létě často výskyt sinic rodu *Aphanizomenon*

průhlednost: více než 150 cm

makrofyta: často masový rozvoj v důsledku nulové kompetice s fytoplanktonem a dobrých světelných podmínek

200 – 300 kg.ha⁻¹

zooplankton: hojný výskyt *Daphnia magna* i *Daphnia pulicaria* s vajíčky, ostatní druhy zooplanktonu jen ojediněle

fytoplankton: jaro bez vegetačního zákalu, v létě výskyt sinic

průhlednost: více než 150 cm

makrofyta: často hojně především v litorálu

300 – 400 kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia pulicaria* (menší samice s vajíčky, mladí jedinci výrazně nepřevažují), případně i mladí jedinci *Daphnia magna*

fytoplankton: mírný vegetační zákal, v létě výskyt sinic rodu *Aphanizomenon*

průhlednost: 100 – 150 cm

makrofyta: porosty především v litorálu

400 – 500 kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia pulicaria* (menší samice s vajíčky, převaha mladých jedinců)

fytoplankton: vegetační zákal, v létě výskyt sinic rodu *Aphanizomenon*

průhlednost: 70 – 100 cm

makrofyta: izolované porosty

500 – 600 kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia pulicaria* (mladí jedinci), přítomny i *D. galeata* (převaha samic s mnoha vajíčky), buchanky, vznášivky a vířníci

fytoplankton: vegetační zákal, v létě *Aphanizomenon* v převaze nad *Microcystis*

průhlednost: 60 – 80 cm

makrofyta: izolované porosty

600 – 700 kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia galeata* s vajíčky, ojediněle i *Daphnia pulicaria* (mladí jedinci), hojná naupliová a kopepoditová stadia buchanek, drobné vznášivky

fytoplankton: vegetační zákal, v létě *Microcystis* v převaze nad *Aphanizomenon*

průhlednost: 50 – 70 cm

makrofyta: chybí

700 – 800 kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia galeata* (převaha mladých jedinců, menší samičky smálo vajíčky), ojediněle *Bosmina*, hojná naupliová a kopepoditová stadia buchanek a vířníci

fytoplankton: vegetační zákal, v létě *Microcystis*, málo *Aphanizomenon*

průhlednost: 40 -60 cm

makrofyta: chybí

800 – 1000kg.ha⁻¹

zooplankton: *Daphnia galeata* (drobné samičky s málo vajíčky, převaha mladých jedinců), běžně *Bosmina*, hojná naupliová a kopepoditová stadia drobných buchanek, hojně vířníci

fytoplankton: silný zelenohnědý vegetační zákal, *Microcystis*

průhlednost: 20 – 40 cm

makrofyta: chybí

nad 1000 kg.ha⁻¹

zooplankton: sporadicky *Daphnia galeata* (mladí jedinci), hojně *Bosmina*, řídce *Moina*, hojná naupliová a kopepoditová stadia drobných buchanek, hojně vířníci

fytoplankton: silný zelenohnědý vegetační zákal s bohatým abiosestonem, *Microcystis*

průhlednost: do 20 cm

makrofyta: chybí

2.6 Vliv rybářského obhospodařování na složení planktonu

Dlouhodobý vývoj druhové skladby planktonu je úzce spjat se změnami v rybářském hospodaření (IUCN, 1997).

Čím intenzivnější je hospodaření, tím užší je druhové spektrum rybníka a tím je také labilnější jeho ekosystém., Udržení příznivých podmínek pro život ryb tak vyžaduje častější zásahy rybníkáře (Hartman a kol., 2005).

Z hlediska diverzity společenstva zooplanktonu není nejvyšší druhová pestrost zjišťována v podmínkách extenzivní rybníční akvakultury, nýbrž v rybnících s nízkou až střední úrovní intenzifikace. V takových rybnících zůstává zachován dostatečný

rozsah vodní vegetace a je zde současně i dostatečná potravní nabídka (Adámek a kol., 2010; Příkryl, 1996).

K méně výrazným změnám v druhovém složení zooplanktonu může docházet také vzájemným působením jednotlivých druhů či skupin zooplanktonu. V tom případě se uplatňuje buď predace dravými druhy (*Leptodora kindtii*, *Cyclops sp.*) nebo především kompetice, kdy efektivní filtrátoři (perloočky) vytlačují méně efektivní filtrátory (vířníci) (Adámek a kol., 2010).

Přírodní jezera a člověkem vybudované nádrže mají mnoho společného, z velké části sdílejí stejné živočišné druhy a mají stejné oblasti (např. pelagická zóna). Většina zkoumaných přírodních jezer je dimiktických, zatímco většina nádrží je polymiktická nebo monomiktická (pokud jsou dostatečně hluboké pro stratifikaci). Kromě toho u nádrží (a mnohdy i přírodních jezer) v mírném pásmu obvykle dochází k delšímu vegetačnímu období, delší době stratifikace, vyšší teplotě vody, nedostatku ledové pokrývky, a obvykle dostávají mnohem větší množství anorganických látek z jejich méně zarostlých povodí než dimiktická jezera (Kalff, 2002).

2.7 Zásahy ovlivňující společenství zooplanktonu v rybníkářství

V rybnících se rozvoj přirozené potravy ryb podporuje zejména vysekáváním porostů makrovegetace, odbahňováním dna, hnojením, zimováním a letněním. Rovněž krmení ryb podporuje rozvoj přirozené potravy: přímo využitím nestráveného a mineralizovaného podílu, nepřímo snížením predačního tlaku ryb (Michaels, 1988; Hartman a kol., 2005).

Při hrozící nadprodukci hrubého zooplanktonu, kterou již není stávající rybí obsádka schopna svým vyžíráním redukovat, a hrozícím nebezpečím vzniku kyslíkového deficitu má v jarních měsících pro přežití obsádky rozhodující význam použití biocidu (dříve se používal přípravek Soldep, v současné době je to Diazinon 60 EC) (Adámek a kol., 2010; Faina a kol., 2007).

2.8 Přehled a biologie hlavních zástupců zooplanktonu u nás

Životní strategie se mezi jednotlivými druhy zooplanktonu liší. Samičky vířníků i perlooček produkují vajíčka asexuálně. Z nich se poté líhnou další samičky. To

umožňuje rychle nahradit populaci, která je náchylná k predaci. U vířníků jsou vajíčka většinou umístěna vně těla, u perlooček uvnitř těla, krytá krunýřem. Mladí jedinci, kteří jsou podobní dospělcům, velice rychle dospívají. Produkce vajíček je rychlá, nová generace vířníků je produkována během několika dní a každá samička může za celý svůj život (1-3 týdny) vyprodukovat až 25 potomků. Perloočkám trvá produkce jedné generace déle (1-4 týdny), na druhou stranu mají delší život (až 12 týdnů) a mohou během něho vyprodukovat až 700 nových jedinců.

U klanonožců je to značně odlišné. Každá generace je sexuální a předtím než se utvoří jedinci schopní reprodukce, musí projít jedenácti stádii. Prvních šest, po vylíhnutí, tvoří nauplium, které vypadá od dospělců značně odlišně. Dalších pět, kopepoditových stadií, vypadá již podobně jako dospělec (šesté kopepoditové stádium), liší se pouze v počtu článků, které při přechodu do vyššího stádia přibývají. V záležitostech délky života a plodnosti jsou klanonožci přirovnáváni k perloočkám.

Existuje celá řada mechanismů, díky nimž může zooplankton minimalizovat riziko predace. Perloočky často během léta, kdy je predace ryb největší, produkují jedince, kteří jsou drobnější. Ryby tyto formy hůře vidí, na druhou stranu menší jedinci mají menší plodové komory a produkují tak méně vajíček (Moss, 1988).

Podkmen: Koryši - Crustacea

Řád: Perloočky – Cladocera

Většina perlooček se živí filtrací sestonu z vody. Dravé druhy se živí drobnými planktonními živočichy. U některých druhů je běžná cyklomorfóza. Projevuje se nápadnými změnami velikosti a tvaru těla během roku jako reakce na změnu viskozity vody a sílicí predační tlak ze strany ryb. Z našich druhů se projevuje zejména u druhů *Daphnia galeata*, *D. cucullata*, *Scapholeberis mucronata*, *Bosmina longirostris* a *B. coregoni*.

Masová produkce těchto malých živočichů je jednou z nejdůležitějších věcí při chovu kapra. Přirozeně se vyskytují ve většině volných vod. Jestliže jsou v rybníce bohaté potravní zdroje (fytoplankton, detrit), jedinci rostou rychle a i bez hnojení po nějakém čase produkují 50 – 150 mladých dafnií. Tento proces se opakuje a zhruba za měsíc mohou být v rybníce miliony dafnií – všechny z jednoho vajíčka. Náhlé změny ve fyzikálně-chemických parametrech prostředí nebo příliš velký predační tlak ryb způsobí, že se z vajíček vylíhnou samci, kteří pak mohou oplodnit zbývající samice.

Oplodněná samice produkuje jedno (Chydoridae) až dvě vajíčka, okolo kterých se vytvoří silně chitinizovaná schránka. Tato tzv. trvalá vajíčka pak zůstanou po smrti samice dále v prostředí a díky silné chitinizaci odolávají povětrnostním podmínkám včetně vyschnutí a vymrznutí. Další sezónu, nebo dokud se podmínky opět nezlepší, se potom líhnou nové samice (Brönmark a Hansson, 1998; Michaels, 1988).

Při nepatrné délce života, dvou až tří měsíců, opatří jediný korýš hojným potomstvem svým za jediný rok veliké spousty vody, má-li v nich potravu a pohodlí. Jsouť korýšové, kteří mají co do rodnosti ve všem zvířectvu jenom několik soupeřů (Šusta, 1997).

Významné jsou druhy rodu *Daphnia* (hrotnatka). Velmi účinně filtrují seston a umějí využít i jeho nízké koncentrace. Tím ovlivňují složení fytoplanktonu i zooplanktonu. Pro svou velikost jsou preferovanou potravou ryb. *Daphnia magna* může být až 6 mm velká. Vyskytuje se masově v návesních a v biologických rybnících. *Daphnia pulicaria* dosahuje až 3,5 mm. Je typickým druhem kaprových rybníků s nižší intenzitou výroby, vyskytuje se však i v pelagiálu jezer. Řidčeji se v kaprových rybnících vyskytuje až 4 mm velká *D. longispina*. Podobná, ale menší a gracilnější *D. galeata* je typicky pelagiální. Vyskytuje se v jezerech, údolních nádržích a v rybnících. Její velikost zřídka přesahuje 2,5 mm. V rybnících nastupuje při zvýšení predančního tlaku ryb po druhu *D. pulicaria*. Poslední náš významný druh hrotnatek je *Daphnia cucullata* vyskytující se v především v pelagiálu velkých nádrží. Z rybníků byla zřejmě vytlačena pravidelným vápněním. Poslední dva druhy se vyznačují nápadnou cyklomorfózou.

Rod *Ceriodaphnia* zahrnuje menší druhy, které se vyskytují převážně v porostech litorální makrovegetace.

Druhy rodu *Simocephalus* jsou typické pro zarostlé tůně nebo litorál rybníků. Dokáží se zachytávat makrovegetace pomocí antén a přísavky umístěné v týlu. Mohou být až 4 mm velké.

Druhy rodu *Scapholebris* a *Megafenestra* se vyskytují pravidelně u břehů vod chráněných proti větru, popř. mezi pobřežní vegetací. Pohybují se jako drobné černé tečky těsně pod hladinou, na níž jsou zavěšeny hřbetem dolů.

Rod *Moina* je u nás zastoupen čtyřmi druhy. Vyskytují se často masově v návesních rybnících znečištěných organickými látkami. Občas tvoří významnou složku rybníčního zooplanktonu.

Bosmina longirostris (nosatička obecná) dosahuje velikosti až 0,6 mm. Často se vyskytuje jako jedna z vůdčích složek zooplanktonu v různých typech vod, nezářídka masově. Charakteristická je pro plůdkové rybníky, když predanční tlak rybí obsádky eliminuje jiné větší druhy.

Čeď *Chydoridae* zahrnuje drobnější perloočky, které jsou typickými obyvateli dna a rostlinných porostů. *Chydorus sphaericus* (čočkovec obecný) je velký 0,5 mm a je u nás nejběžnějším druhem vyskytujícím se takřka ve všech typech vod. Někdy pronika i do planktonu (Hartman a kol., 2005).

Řád: Klanonožci – Copepoda

Jak již bylo zmíněno výše, rozmnožují se klanonožci pohlavně. Z vajíčka se líhne larva - nauplium. Vývoj prochází šesti naupliovými stádii s nečlánkovaným tělem a šesti kopepoditovými stádii s postupně rostoucím počtem tělních článků. Převažují mořské druhy, ale i ve sladkých vodách jsou významnou složkou zooplanktonu. Jsou významnými mezihostiteli řady parazitů. Podle tvaru těla a způsobu života se rozdělují do tří skupin.

Co nedostává se buchance plodnosti oproti perloočce, doplňuje ona částečně větší otužilost těla a delší dobou rození. Buchanka jest mezi koryši, co řasy mezi rostlinami vodními. Pokolení do zimy příšle nezaniká tak snadno jako perloočky (Šusta, 1997).

Podřád: Vznášivky – Calanoida

Ve vodě se vznášivky pohybují pomalu ve spirálách, občas prudce poskočí. Většina druhů se živí planktonními řasami, které filtrují z vody. Vyvíjejí se ve srovnání s ostatními planktonními živočichy velmi pomalu. V létě jejich vývoj trvá 1,5 až 2 měsíce, v chladném ročním období mnohem déle. Nejběžnější naše druhy jsou *Eudiaptomus gracilis* a *E. vulgaris* (až 2 mm). Žijí v rybnících, údolních nádržích i tůních.

Podřád: Buchanky – Cyclopoida

Planktonní druhy *Cyclops vicinus*, *C. strenuus*, *Mesocyclops leuckarti* a *Acanthocyclops trajani* jsou dravci. Loví vířníky, perloočky a vývojová stádia klanonožců. V rybnících se zjara vyskytuje hlavně *Cyclops vicinus*. V extenzivně

obhospodařovaných rybnících ho v průběhu sezóny nahrazuje *Mesocyclops leuckarti*, v rybnících s hustými obsádkami ryb *Acanthocyclops trajani* (Hartman a kol., 2005).

Kmen: Vířníci – Rotifera

Vířníci jsou mikroskopičtí živočichové, kteří – až na řídké výjimky – žijí volně a mají velmi různý tvar těla. Žijí převážně ve sladké vodě, v planktonu, litorálu i na dně, i v nejmenších vodních prostorách. Četné druhy vytvářejí kolonie, ale jedinci v koloniích si trvale podržují samostatnost (Bartoš, 1959). Délka těla se pohybuje mezi 40 μm – 2,5 mm (*Asplanchnella sieboldi*), zpravidla však mezi 100 – 500 μm . Většina druhů se živí řasami a částicemi detritu menšími než 10 μm , které si přihánají k ústnímu otvoru vířivým ústrojím. Vířníci jsou odděleného pohlaví. Vajíčka se zpravidla vyvíjejí bez oplození (partenogeneticky) a vznikají z nich samičky. Mají rychlý vývoj a za příznivých podmínek se jejich počet rychle zvyšuje. Dochází k tomu např. krátce po napuštění rybníků, takže jsou významnou složkou potravy nejranějšího plůdku ryb. Většina vířníků je poměrně náročná na obsah kyslíku ve vodě, jejich přítomnost tedy současně indikuje dobré kyslíkové poměry (Hartman a kol., 2005).

V litorálním planktonu úživných vod se pravidelně vyskytuje rod *Brachionus*. Masově vyskytujícími se druhy jsou *Brachionus angularis* a *B. calyciflorus*, kteří jsou hodnotnou potravou pro rybí plůdek. *Brachionus rubens* v silně eutrofizovaných vodách (např. návesní rybníky) přisedá hromadně na perloočky rodů *Daphnia* a *Moina*.

Pravidelnou součástí pelagiálního planktonu jsou vířníci rodu *Keratella*. Nejčastěji lze najít druhy *Keratella quadrata* a *K. cochlearis*.

Dalšími častými druhy jsou *Asplanchna sp.* a *Asplanchnella sp.*, které se živí většinou velkými řasami, vířníky i mladými jedinci některých perlooček (*Bosmina*).

Vířníci rodu *Polyarthra* se vyskytují především v létě (Kalff, 2002; Moss, 1988; Bartoš, 1959; Hartman a kol., 2005).

3. Materiál a metodika

Pro sledování byly vybrány tři experimentální rybníky (č. 43, 46 a 48) umístěné v areálu pokusnictví VÚRH JU ve Vodňanech. Každý z těchto rybníků má plochu zhruba 0,16 ha a průměrnou hloubku 0,80 m a na každém byl prováděn extenzivní způsob odchovu kapra obecného.

3.1 Odběr vzorků zooplanktonu

Na jednotlivých rybnících probíhaly odběry ve třech letech (2008 – 2010) vždy od května do konce září, případně až do listopadu (2010). Odběry byly prováděny přibližně každé tři týdny tak, aby jejich četnost i časové rozložení umožnilo analyzovat změny ve společenstvech zooplanktonu v průběhu vegetační sezóny.

Na odběrech se podíleli pracovníci VÚRH JU Vodňany, kteří také provedli chemické rozborů vody (viz tabulka č. 1, 2 a 3).

Tabulka č. 1. Vybrané parametry chemismu na rybníku č. 43.

Datum	NH ₄ ⁻ N	NO ₃ ⁻ N	NO ₂ ⁻ N	N	PO ₄ ³⁻ -P	P	KNK _{4,5}	CHSK _{Mn}	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
19. 5. 2008	0,14	0,30	0,010	1,0	0,029	0,06	0,80	8,9	23,0	3,4	*
2. 6. 2008	0,13	0,26	0,017	1,2	0,028	0,07	0,85	10,2	26,2	4,2	*
16. 6. 2008	0,17	0,16	0,006	0,8	0,033	0,09	0,90	10,8	28,0	5,3	*
21. 7. 2008	0,09	0,10	0,003	0,8	0,023	0,12	1,00	10,6	29,0	6,2	*
11. 8. 2008	0,10	0,08	0,002	1,4	0,033	0,14	0,90	0,90	28,0	6,1	*
8. 9. 2008	0,17	0,12	0,002	2,1	0,052	0,13	0,80	14,5	24,0	4,5	*
4. 5. 2009	0,14	0,55	0,012	1,5	0,030	0,11	0,60	14,1	28,2	8,7	17,0
10. 6. 2009	0,25	0,18	0,012	2,5	0,110	0,33	0,50	15,2	36,4	9,0	56,5
20. 7. 2009	0,20	0,18	0,014	1,9	0,076	0,34	0,65	16,0	33,3	9,3	40,5
18. 8. 2009	0,29	0,13	0,020	2,4	0,119	0,50	0,50	17,9	70,0	10,9	73,5
5. 10. 2009	0,18	0,15	0,012	2,0	0,049	0,23	0,80	9,8	30,0	2,5	29,3
22. 9. 2010	0,12	0,93	0,015	2,5	0,024	0,20	1,10	13,1	24,0	9,1	29,3

* Hodnoty nejsou k dispozici

Tabulka č. 2. Vybrané parametry chemismu na rybníku č. 46.

Datum	NH ₄ ⁻ N	NO ₃ ⁻ N	NO ₂ ⁻ N	N	PO ₄ ³⁻ -P	P	KNK _{4,5}	CHSK _{Mn}	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
25. 5. 2010	0,07	0,61	0,026	2,2	0,010	0,04	0,70	12,8	16,4	7,0	6,6
22. 6. 2010	0,12	0,70	0,009	1,8	0,016	0,03	0,75	11,1	15,5	*	3,7
26. 7. 2010	0,08	0,14	0,003	1,8	0,041	0,15	1,10	14,2	29,0	5,8	19,0
24. 8. 2010	0,11	0,13	0,008	2,4	0,026	0,17	1,15	15,0	33,0	6,9	18,8

*BSK 22. 6. 2010 - v průběhu měření došlo k nočnímu výpadku proudu, odečtené hodnoty se pohybují od 1,4 – 5,1 mg/l. Nelze použít.

Tabulka č. 3. Vybrané parametry chemismu na rybníku č. 48.

Datum	NH ₄ ⁻ N	NO ₃ ⁻ N	NO ₂ ⁻ N	N	PO ₄ ³⁻ P	P	KNK _{4,5}	CHSK _{Mn}	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/ l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
25. 5. 2010	0,14	0,88	0,042	2,4	0,013	0,04	0,70	8,7	10,0	4,0	2,9
22. 6. 2010	0,15	0,36	0,003	1,8	0,008	0,05	1,00	14,0	25,0	*	8,0
26. 7. 2010	0,10	0,12	0,001	2,2	0,023	0,18	1,00	16,2	38,0	8,7	23,0
24. 8. 2010	0,08	0,15	0,003	4,6	0,020	0,27	0,85	24,5	56,0	17,5	34,7

*BSK 22. 6. 2010 - v průběhu měření došlo k nočnímu výpadku proudu, odečtené hodnoty se pohybují od 1,4 – 5,1 mg/l. Nelze použít.

Zooplankton byl odebírán pomocí vrhací planktonní sítě o velikosti ok 80 µm (průměr 21 cm). Při odběru vzorku byla síť vrhána třikrát do třímetrové vzdálenosti a po dopadu byla tažena horizontálním tahem zpět. Po odběru byl směsný vzorek ze tří tahů přelit do vzorkovnice a fixován v roztoku formaldehydu (4%).

3.2 Determinace vzorků zooplanktonu

Rozbor vzorků probíhal na Fakultě rybářství a ochrany vod v Českých Budějovicích. Ke kvantitativnímu a kvalitativnímu hodnocení zooplanktonu byla použita Sedgwick-

Rafterova počítací komůrka o objemu 2 ml a mikroskop Olympus (CX21) se zvětšením 10 x 4 (zorné pole 4,5 mm). Z každého vzorku zooplanktonu byly spočítány 2 podvzorky. Vzorky zooplanktonu byly ředěny, tak aby bylo u všech významných druhů napočítáno alespoň 400 jedinců.

3.3 Rybí obsádka

Rybí obsádku tvořil ve všech třech rybnících a všech letech kapr obecný (*Cyprinus carpio*). Ryby nebyly přikrmovány (extenzivní chov).

Detailnější informace udává tabulka č. 4.

Tabulka č. 4. Rybí obsádky v jednotlivých rybnících a letech.

Rybník č.	Rok	Počet ryb (ks)	Celková hmotnost (kg)	Průměrná kusová hmotnost (kg)	Počet ryb (ks/ha)	Celková hmotnost (kg/ha)
43	2008	50	15	0,30	313	94
43	2009	60	46	0,77	375	288
46	2010	22	7,5	0,34	134	47
48	2010	22	7,5	0,34	134	47

4. Výsledky

4.1 Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 43

V roce 2008 kolísala celková početnost zooplanktonu od 20 do 153 ind.l⁻¹. Nejmenší hodnota byla zaznamenána na začátku července, nejvyšší pak v srpnu. Početnost od dubna do června nepřesáhla 89 ind.l⁻¹.

Poměr zastoupení mezi jednotlivými skupinami zooplanktonu se v průběhu vegetační sezóny měnil. Vířníci (Rotifera) dominovali především v dubnu (96 %), v květnu převažovali perloočky (Cladocera) (61 %) a na začátku června klanonožci (Copepoda) (66 %). V polovině června se situace změnila a dominantní skupinou se stali vířníci (57 %). Na začátku července převládali v zooplanktonu perloočky společně s klanonožci (40 %), v srpnu se k převaze vrátili opět vířníci (54 %).

Klanonožci byli zastoupeni především buchankami (Cyclopoida), které se vyskytovaly ve všech vzorcích zooplanktonu. Početnost u této skupiny se pohybovala od 4 do 51 ind.l⁻¹ s minimem na konci dubna a maximem v srpnu. Ve vzorcích převládala kopepoditová a naupliová stádia buchank. V pěti ze šesti odběrů se v tomto roce také objevily zástupci vířníků a perlooček. U první z těchto skupin se početnost pohybovala od 1 do 85 ind.l⁻¹, při čemž nejmenší početnost byla zaznamenána na začátku června a největší na konci dubna. Nejčastější byly zástupci rodů *Brachionus* (*B. calyciflorus*, *B. variabilis*) a *Keratella* (*K. quadrata*, *K. cochlearis*). V případě perlooček se jejich početnost pohybovala od 8 do 37 ind.l⁻¹ s minimem na začátku července a maximem v polovině května. Nejčastějšími zástupci byly *Bosmina longirostris* (květen až červen), *Daphnia pulex* (začátek července) a *D. longispina* (srpen).

Detailnější informace udává graf 1A a 2A.

V roce 2009 byly početnosti zooplanktonu vyšší než v předchozím roce. Celková početnost se pohybovala od 147 do 551 ind.l⁻¹, s minimem v květnu a maximem na začátku června. V další části sezóny nejdříve početnost v červenci klesla na 152 ind.l⁻¹, v srpnu stoupla na 391 ind.l⁻¹ a v říjnu poté opět klesla na 358 ind.l⁻¹.

V květnu byly dominantní skupinou perloočky společně s klanonožci (50 %). V červnu převládaly perloočky (67 %). Další část sezóny byli nejpočetnější skupinou klanonožci (57 %), až na začátek října, kdy byli nahrazeni vířníky (48 %).

Ve všech odběrech byly v tomto roce přítomny zástupci klanonožců a perlooček. U klanonožců se početnost pohybovala od 67 do 243 ind.l⁻¹, s minimem v červenci a maximem v srpnu. Nejčastějšími zástupci byla kopepoditová a naupliová stadia buchanek. U perlooček byla největší početnost zaznamenána na začátku června, 371 ind.l⁻¹, kdy společenstvu dominovala *Bosmina longirostris* (98 %). Nejmenší početnost byla zaznamenána v červenci (59 ind.l⁻¹). Druh *Bosmina longirostris* byl nejpočetnějším druhem této skupiny v celém sledovaném období tohoto roku, dalšími častými druhy byly *Daphnia longispina* (v květnu 37 %) a *Daphnia galeata* (v červenci 39 %). Vířníci převládali v říjnu, kdy jejich početnost dosáhla 171 ind.l⁻¹. V tomto datu vysoce dominovala *Polyarthra vulgaris* (94 %). Naopak nejmenší početnost měla tato skupina v červenci (26 ind.l⁻¹). Dalšími nejpočetnějšími zástupci byli *Brachionus variabilis* (červen, červenec) a *Keratella cochlearis* (kromě května v celém sledovaném období).

Detailnější informace udává graf č. 1B a 2B.

4.2 Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 46

Početnost zooplanktonu se ve sledovaném období v jednotlivých odběrech příliš nelišila, minimum bylo zaznamenáno na začátku května (62 ind.l⁻¹), maximum pak na konci července (106 ind.l⁻¹). Početnost v ostatních měsících v průběhu sezony nepřekročila 86 ind.l⁻¹.

V květnu dominovali společenstvu zooplanktonu vířníci (69 %), kteří byli v červnu nahrazeni klanonožci (63 %). V červenci opět převládali vířníci (50 %) a na konci sezóny se staly dominantní skupinou perloočky (54 %).

Vířníci byli prezentováni především druhy *Brachionus variabilis* a *Keratella quadratta*. Početnost kolísala od 4 ind.l⁻¹ (konec června) do 56 ind.l⁻¹ (začátek května). V létě převládaly klanonožci, jejichž početnost se v průběhu sledovaného období pohybovala od 4 do 44 ind.l⁻¹. Přítomna byla zejména vývojová stadia (nauplia a kopepoditi). Konec sezóny ovládly perloočky, jejichž početnost se v této době dosáhla 35 ind.l⁻¹. Nejpočetnějším druhem byla *Bosmina longirostris* a *Daphnia longispina* (v srpnu 31 ind.l⁻¹).

Detailnější informace udává graf 1C a 2C.

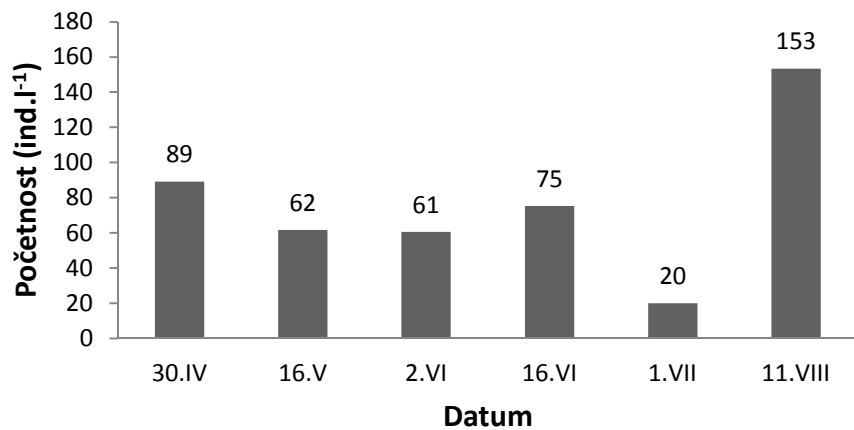
4.3 Dynamika a početnost zooplanktonu v experimentálním rybníku č. 48

Na začátku května byla zjištěna početnost zooplanktonu 239 ind.l⁻¹, poté v závěru května početnost klesla na 29 ind.l⁻¹, avšak od té doby až do konce sledovaného období stoupala a na konci srpna dosáhla 394 ind.l⁻¹.

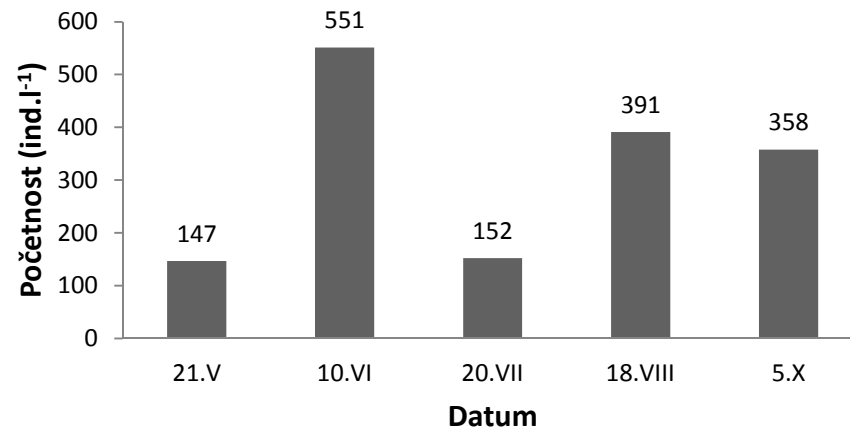
Zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu se v průběhu sezóny měnilo od převahy vířníku na začátku května (90 %), přes dominanci perlooček na konci května (59 %) k převaze klanonožců ke konci června (55 %). Zbytek sezóny pak opět ovládli vířníci (52 %), avšak pouze s malou převahou nad klanonožci (44 %).

U vířníků se početnost ve sledovaném období pohybovala od 21 do 214 ind.l⁻¹. Největší početnost byla zjištěna na začátku května (214 ind.l⁻¹). Nejčastější zástupci byly *Brachionus plicatilis* (květen), *Keratella cochlearis* (téměř po celou sezónu), *Asplanchna priodonta* (srpen) a *Polyarthra vulgaris* (květen, červen). U skupiny klanonožců byla nejvyšší početnost zjištěna v srpnu (181 ind.l⁻¹), naopak nejmenší početnost byla zjištěna na konci května (12 ind.l⁻¹). V komunitě klanonožců převládala především nauplia a kopepoditová stadia buchanek. Perloočky měly největší podíl (59 %) v zastoupení na konci května, ovšem největší početnost byla zjištěna na konci července (21 ind.l⁻¹). V tomto období byla dominantním druhem *Ceriodaphnia* sp (100 %). Nejmenší početnost byla zjištěna na začátku května (3 ind.l⁻¹).

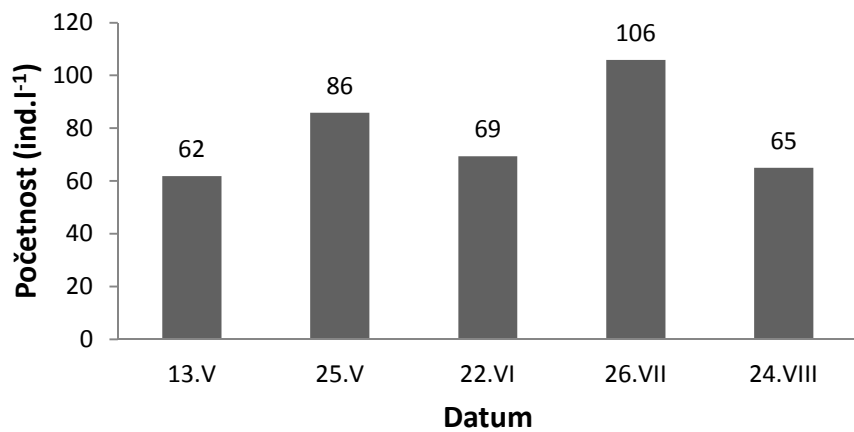
Detailnější informace udává graf 1D a 2D.



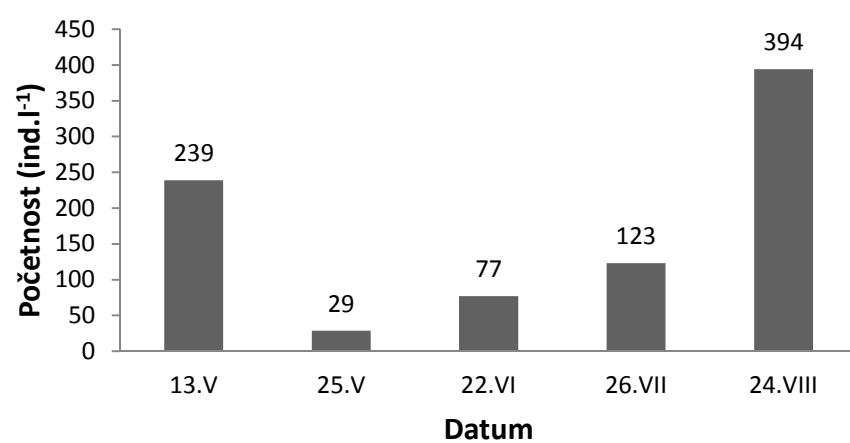
Graf 1A: Početnost zooplanktonu v rybníku č. 43 v průběhu vegetační sezóny 2008.



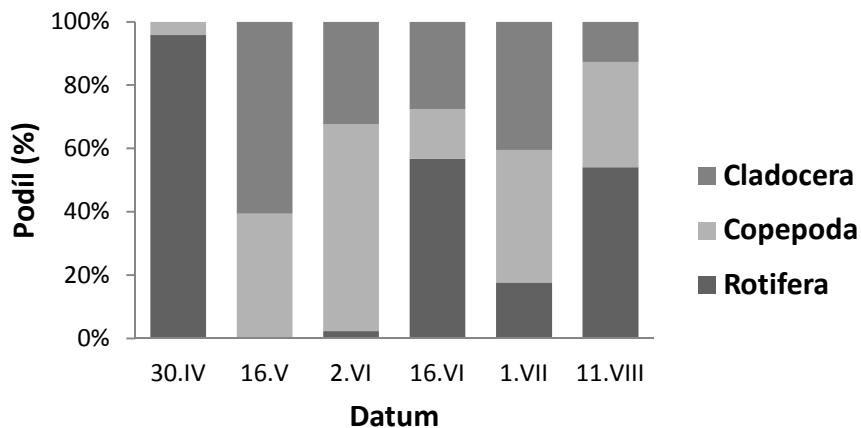
Graf 1B: Početnost zooplanktonu v rybníku č. 43 v průběhu vegetační sezóny 2009.



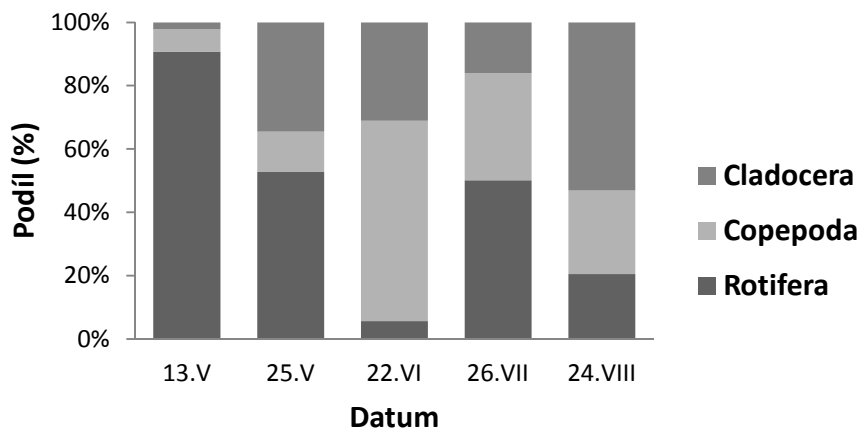
Graf 1C: Početnost zooplanktonu v rybníku č. 46 v průběhu vegetační sezóny 2010.



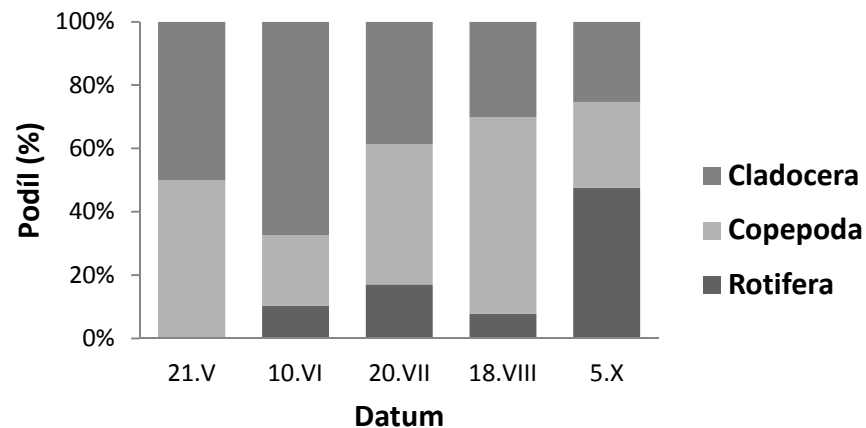
Graf 1D: Početnost zooplanktonu v rybníku č. 48 v průběhu vegetační sezóny 2010.



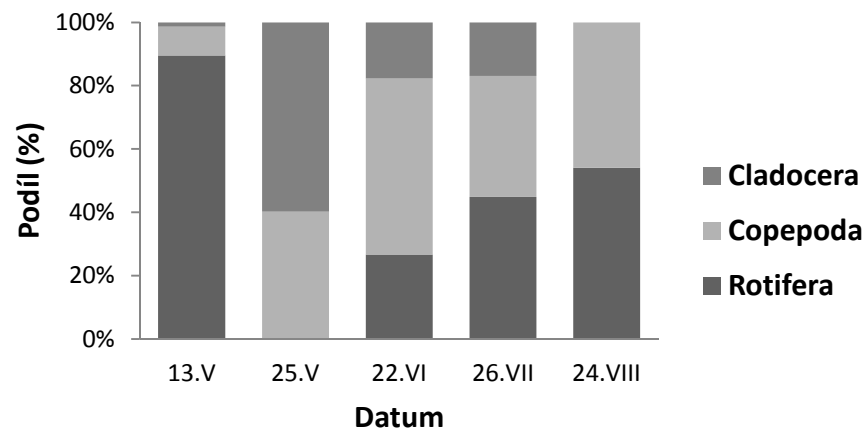
Graf 2A: Podíl zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku č. 43 v průběhu vegetační sezóny 2008.



Graf 2C: Podíl zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku č. 48 v průběhu vegetační sezóny 2010.



Graf 2B: Podíl zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku č. 43 v průběhu vegetační sezóny 2009.



Graf 2D: Podíl zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku č. 46 v průběhu vegetační sezóny 2010.

5. Diskuze

Extenzivní rybníky, na kterých byla společenstva zooplanktonu v této práci sledována, se vyznačují hlavně tím, že ryby v nich nejsou přikrmovány a jsou závislé pouze na přirozené potravě. Počet ryb v nádrži je tedy přizpůsoben úživnosti nádrže a množství přirozené potravy.

Podíl a zastoupení jednotlivých druhů a skupin zooplanktonu ve sledovaných experimentálních rybnících ovlivňovala především rybí obsádka svým vyžíracím tlakem.

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*), který tvořil rybí obsádku ve sledovaných rybnících je u nás hlavní chovanou rybou. Jeho jídelníček tvoří v dospělosti zejména zooplankton a bentos a to zhruba v poměru 6:5 (Kubů a Kouřil, 1985). To znamená, že především v extenzivním chovu se dá předpokládat z jeho strany silná selektivní likvidace velkých druhů perlooček. K té také docházelo i v rámci našeho pokusu, jak dokládá převaha drobných perlooček, zejména druhu *Bosmina longirostris*. V chovných rybnících u nás dochází i k situacím, kdy vlivem velké obsádky kapra v rybníku zcela absentuje hrubý dafniový zooplankton (Baxa, 2010).

Vliv rybí obsádky se během našeho pokusu projevil zejména na rybníku č. 43, kde bylo 10. 6. 2009 přítomno velmi vysoké množství *B. longirostris* v porovnání s jinými měsíci. Tato situace s největší pravděpodobností vznikla právě kvůli vyžíracímu tlaku ryb na větší druhy perlooček.

Stejně podmínky nemusí vždy vést ke stejnému závěru, obzvlášť jedná-li se o takový ekosystém, jako je rybník. Na všech třech zkoumaných rybnících bylo pravidlem, že na jaře dominovali vířníci, v létě perloočky a na konci sezóny klanonožci společně s vířníky. Tato situace se však odlišovala na rybníku č. 46, kde byla 22. 6. 2010 převaha nauplií a naopak 24. 8. 2010 převaha perlooček. Příčinou tohoto stavu mohlo být rozdílné zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu v tomto rybníku v průběhu celé sezóny. To se od ostatních rybníků odlišovalo především na konci května, kdy bylo zaznamenáno více vířníků (Rotifera) a méně klanonožců (Copepoda). Tato změna mohla vést společně s nižší obsádkou v tomto rybníce (134 ks/ha) poté k dalším změnám a celkově k jinému sezónnímu vývoji zooplanktonu. Hodnoty většiny vybraných ukazatelů chemismu byly v tomto období na všech třech rybnících víceméně velice podobné. Dále je zajímavé, že ačkoliv měly rybníky č. 46 a 48 ve stejném roce

úplně stejné podmínky a jejich rybí obsádka bylo rovněž shodná (22 ks kapra obecného, přibližně o stejné průměrné váze), jejich sezónní vývoj zooplanktonu se v průběhu sledovaného období značně lišil (kromě 13. 5. 2010).

Kosík (2007) srovnával sezónní vývoj zooplanktonu různých typů nádrží. Výzkum probíhal na dvou propadlinách, třech pinkách, čtyřech malých rekultivačních nádržích, dvou tůních a jednom rybníku. Celkem bylo zjištěno 94 druhů zooplanktonu, z toho 26 druhů v rybníku Velká Podvinice, na kterém se hospodařilo polointenzivním způsobem. Téměř stejný počet (25 druhů) byl zaznamenán i v rámci našeho pokusu.

Naproti tomu Baxa (2008) ve své práci zabývající se vlivem hospodaření na strukturu a dynamiku potravních organismů a na kvalitu vodního prostředí v rybních prováděné na vodňanské rybníční soustavě zjistil ve všech rybnících průměrně menší druhové spektrum zooplanktonu. Hlavní příčinou je zřejmě vyšší intenzita chovu na zmiňované rybníční soustavě.

Jaký vliv má na skladbu zooplanktonu v rybníce způsob obhospodařování a jaké změny působí chov kapra s příkrmováním a bez příkrmování nejlépe dokládá práce Šauera (2012 – ústní sdělení), který zkoumal společenstvo zooplanktonu na experimentálních rybnících ve Vodňanech s polointenzivním chovem kapra obecného. Ten ve své práci zaznamenal ve sledovaném období průměrně daleko větší celkové množství zooplanktonu, ale i větší průměrné hodnoty početností jednotlivých druhů a skupiny zooplanktonu. Druhové složení však bylo víceméně stejné jako v této práci. Důvodem může být to, že při vyšší intenzitě chovu se do vody dostává mnohem více živin, ať už při krmení či jiných rybářských činnostech. To má za následek mnohem vyšší sukcesi planktonních organismů. Vliv má také velikost rybí obsádky, která bývá v intenzivnějších chovech vyšší. Predační tlak na zooplankton ze strany obsádky se proto zvýší a výrazně tím ovlivní sezónní vývoj zooplanktonu. Což potvrzují i studie Brookse a Dodsona (1965), Sed'i a Duncana (1994) či Bergmanové a Bergstrandové (1999).

Potužák (2004) ve své diplomové práci hodnotící planktonní společenstva chovných rybníků na Třeboňsku udává nejčastější zástupce zooplanktonu. Z perlooček (Cladocera) jsou to především druhy *Daphnia magna*, *D. longispina*, *D. galeata* a *Bosmina longirostris*, z vířníků (Rotifera) druhy *Brachionus calicyflorus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadratta* a *Polyarthra vulgaris*, z buchanek (Cyclopoida) druhy *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus*, *Mesocyclops Leuckartii* a *Thermocyclops crassus*.

Stejné druhy zooplanktonu se nacházely i v experimentálních rybnících v průběhu našeho pokusu a jejich výčet pak lze najít i ve většině výzkumů, které byly u nás prováděny (Přikryl, 1996; Maxová, 2005; Potužák a kol., 2007; Kosík, 2007; Baxa, 2008; Baxa, 2010).

Protože v případě této práce se nejedná o chovné rybníky, ale pouze experimentální rybníky, a data, která je možné použít, pochází pouze ze sledovaného období, je nemožné zahrnout do diskuze jakýkoliv časový vývoj hospodaření na těchto rybnících. Tím pádem je těžké porovnat možné činitele, které by mohly mít vliv na složení společenstev zooplanktonu. Chemismus všech tří rybníků byl během sledovaného období velmi podobný, takže ani z tohoto hlediska není možné předpokládat velké vlivy na sezónní vývoj zooplanktonu. Experimentální rybníky mají plochu zhruba 0,16 ha a průměrnou hloubku 0,80 m, vnější vlivy, které by mohly ovlivnit jakýmkoli způsobem společenstva zooplanktonu, jsou tedy tímto také vyloučeny.

6. Závěr

Ve sledovaném období byl zooplankton ve všech třech experimentálních rybnících ovlivněn především rybí obsádkou, jejíž vyžírací tlak měl významný vliv na strukturu a druhové složení.

Během sezónního vývoje zooplanktonu docházelo ke značným změnám v zastoupení jednotlivých skupin. Na jaře dominovali vířníci (Rotifera), v létě perloočky (Cladocera) a na podzim vířníky (Rotifera) společně s klanonožci (Copepoda) zastoupení zejména buchankami a jejich vývojovými stádii.

Kvůli vyžíracímu tlaku ze strany rybí obsádky byli v průběhu vegetační sezóny nahrazovány větší druhy perlooček (*Daphnia magna*, *D. pulicaria*) těmi menšími (*D. galeata*, *D. longispina*, *Bosmina longirostris*). To se projevilo i na biomase zooplanktonu, která se při velkém vyžíracím tlaku a převaze *B. longirostris* značně zvýšila.

Ve všech vzorcích bylo zjištěno celkem 25 druhů zooplanktonu, z toho vířníci byli zastoupeni 14 druhy a perloočky 11 druhy. U klanonožců převládala především nauplia a kopepoditová stadia a dospělci buchanek několika málo druhů (*Acanthocyclops trajani*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*).

Druhové spektrum zooplanktonu bylo ve všech třech rybnících velice podobné. Lišilo se většinou pouze rozložení jednotlivých druhů v průběhu vegetační sezóny.

Z provedených analýz vyplývá, že ani stejné podmínky v různých rybnících nemusí vést ke stejnému sezónnímu vývoji zooplanktonu a ani struktuře jeho složení. Je proto velice důležité přistupovat ke každému rybníku jako ke zvláštnímu ekosystému. Je zřejmé, že zcela zásadní slovo ve formování planktonního společenstva má zejména rybí obsádka, která podle druhového a věkového složení ovlivňuje zvláště jeho velikostní strukturu. Management rybářského hospodaření by tak měl být systematický a šetrný, nikoli nahodilý a bezmyšlenkovitý, jedině tak se zajistí dostatek přirozené potravy po celou sezonu.

7. Seznam použité literatury

ADÁMEK, Z., J. HELEŠIC, B. MARŠÁLEK a M. RULÍK. *Aplikovaná hydrobiologie. 2.* rozšířené upravené vydání. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2010, 350s. ISBN 978-80-87437-09-4.

BARTOŠ, E. *Fauna ČSR: Vířníci - Rotatoria*. 1. vydání. Praha: Československá akademie věd, 1959, 972 s.

BAXA, M. *Vliv rybářského hospodaření na strukturu a dynamiku potravních organismů a na kvalitu vodního prostředí v rybnících*. České Budějovice, 2008. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.

BAXA, M. *Vliv rybářského hospodaření na strukturu a dynamiku potravních organismů a na kvalitu vodního prostředí na vybraných rybníčních soustavách*. České Budějovice, 2010. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.

BERGMAN, E. a E. BERGSTRAND. Lack of a top-down effect on the zooplankton community after a cyprinid reduction. *Hydrobiologia*. 1999, č. 404, s. 77-87.

BOGUT, I., Z. ADÁMEK, Z. PUŠKADIJA, D. GALOVIČ a D. BODAKOS. Nutritional value of planktonic cladoceran daphnia magna for common carp (cyprinus carpio) fry feeding. *Ribarstvo*. 2010, roč. 68, č. 1, s. 1-10. ISSN 1330-061X.

BRÖNMARK, Ch. a L. A. HANSSON. *The biology of lakes and ponds*. New York: Oxford University Press, 1998, 216 s. ISBN 01-985-4971-7.

BROOKS, J. L. a S. I. DODSON. Predation, Body Size and composition of Plankton. *Science*. 1965, č. 150, s. 28-35.

CARPENTER, S. R., J. F. KITCHELL a J. R. HODGSON. Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity: fish predation and herbivory can regulate lake ecosystems. *BioScience*. 1985, č. 35, s. 634-639.

ČÍTEK, J., V. KRUPAUER a F. KUBŮ. *Rybníkářství*. 3. nezměněné vydání. Praha: Informatorium, 1998, 306 s. ISBN 80-86073-37-8.

FAINA, R. *Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících*. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 1983, 16 s. Edice metodik, Svazek č. 8.

FAINA, R., J. MÁCHOVÁ, Z. SVOBODOVÁ, H. KROUPOVÁ a O. VALENTOVÁ. *Použití přípravku Diazinon 60 EC v rybníkářské praxi k tlumení nadměrného rozvoje hrubého*

dafniového zooplanktonu. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 2007, 18 s. Metodik. ISBN 978-80-85887-64-8.

FRUTOS, S. M., A.S. G. POI DE NEIFF a J. J. NEIFF. Zooplankton abundance and species diversity in two lakes with different trophic states (Corrientes, Argentina). *Acta limnológica brasiliensia*. 2009, č. 21, s. 367-375. ISSN 0102-6712.

HARTMAN, P., I. PŘIKRYL a E. ŠTĚDRONSKÝ. *Hydrobiologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 2005, 359 s. ISBN 80-733-3046-6.

HRBÁČEK, J., M. DVOŘÁKOVÁ, V. KOŘÍNEK a L. PROCHÁZKOVÁ. Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 1961(XIV), 192-195.

IUCN. *Fishing for a living: the ecology and economics of fishponds in Central Europe*. Gland, Switzerland: IUCN, 1997, 184 s. ISBN 28-317-0386-7.

KALFF, J. *Limnology: inland water ecosystems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002, 592 s. ISBN 01-303-3775-7.

KOSÍK, M. *Srovnání sezónního vývoje zooplanktonu různých typů nádrží*. České Budějovice, 2007. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.

KUBEČKA, J., J. SEĎA a J. MATĚNA. Fish-Zooplankton Interactions During Spring In a Deep Reservoir. *International review of hydrobiology*. 1998, č. 83, s. 431-442. ISSN 1434-2944.

KUBŮ, F. a J. KOUŘIL. *Lín obecný*. 1. vydání. Praha: Český rybářský svaz, 1985, 100 s.

LAMPERT, W. *Limnoecology: the ecology of lakes and streams*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1997, 382 s. ISBN 0-19-509592-8.

LELLÁK, J. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1992, 257 s. ISBN 80-706-6530-0.

MAXOVÁ, B. *Sezónní dynamika zooplanktonu na vodňanské rybniční soustavě a rybníku Dřemliny*. Vodňany, 2005. Závěrečná práce.

MICHAELS, V. K. *Carp farming*. Farnham, Surrey: Fishing News Books, 1988. ISBN 08-523-8153-0.

MICHELS, E., K. COTTENIE, L. NEYS a L. DE MEESTER. Zooplankton on the move: first results on the quantification of dispersal of zooplankton in a set of interconnected ponds. *Hydrobiologia*. 2001, č. 442, s. 117-126.

MOSS, B. *Ecology of fresh waters: man and medium*. 2nd ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1988, 417 s. ISBN 06-320-1642-6.

NEGREIROS, NF., NE. ROJAS, O. ROCHA a MJ. SANTOS WISNIEWSKI. Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponds (Pindamonhangaba), SP. *Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia*. 2009, roč. 69, č. 3, s. 785-794. ISSN 1519-6984.

PENNAK, RW. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnology and oceanography*. 1957, č. 2, s. 222-232. ISSN 0024-3590.

POTUŽÁK, J., J. HŮDA a L. PECHAR. Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds-impact of zooplankton structure. *Aquaculture International*. 2007. 15(3-4), 201-210. DOI: 10.1007/s10499-007-9085-2.

POTUŽÁK, J. *Zooplankton hypertrofních rybníků*. Č. Budějovice, 2004. Diplomová práce. ZF JU.

POTUŽÁK, J. *Plankton and trophic interactions in hypertrophic fish ponds*. České Budějovice, 2009. Ph.D. Thesis. Jihočeská univerzita.

PŘIKRYL, I. Vývoj hospodaření na českých rybnících a jeho odraz ve struktuře zooplanktonu jako možného kritéria biologické hodnoty rybníků. In: *Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH*. Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity, 1996, s. 151-164.

SEĎA, J. a A. DUNCAN. Low fish predation pressure in London reservoirs: II. Consequences to zooplankton community structure. *Hydrobiologia*. 1994(291), 179-191.

SCHEFFER, M. *Ecology of shallow lakes*. 1st ed. Kluwer Academic Publishers, 1998, 357 s. ISBN 04-127-4920-3.

ŠUSTA, J. *Výživa kapra a jeho družiny rybníčné: nové základy rybochovu rybníčního*. Třeboň: Carpio, 1997, 180 s. ISBN 80-901-9452-4.

8. Abstrakt

Dynamika a druhové složení společenstva zooplanktonu byly studovány ve třech experimentálních nádržích (43, 46 a 48) umístěných v areálu pokusnictví VÚRH JU ve Vodňanech. Na všech třech nádržích byl prováděn extenzivní chov kapra obecného. Vzorky zooplanktonu byly odebírány během třech vegetačních sezon (2008, 2009, 2010), zpravidla vždy jednou v měsíci. Společně s odběry byly také provedeny chemické rozborů daných lokalit. Diverzita i početnost zooplanktonu byly ovlivňovány především rybí obsádkou. Ve všech třech nádržích převažovali v zooplanktonu na jaře vířníci (55 %), jejichž početnost se v jednotlivých letech a měsících pohybovala od 0 do 214 ind.l⁻¹, uprostřed sezóny převažovaly perloočky (44 %), jejichž početnost se pohybovala od 0 do 371 ind.l⁻¹, ke konci sezóny pak dominovali buchanky (42 %), u kterých početnost kolísala od 4 do 243 ind.l⁻¹. V roce 2008 byla v rybníce 43 zaznamenána nejnižší celková početnost na začátku července (20 ind.l⁻¹), nejvyšší pak v srpnu (153 ind.l⁻¹). Početnost od dubna do června nepřesáhla 89 ind.l⁻¹. V roce 2009 byly početnosti zooplanktonu ve stejném rybníce vyšší než v minulém roce. Celková početnost se pohybovala od 147 do 551 ind.l⁻¹, s minimem v květnu a maximem na začátku června. Početnost zooplanktonu v rybníce 46 se v roce 2010 v jednotlivých odběrech příliš nelišila, minimum byl zaznamenán na začátku května (62 ind.l⁻¹), maximum pak na konci července (106 ind.l⁻¹). V rybníce 48 byla v roce 2010 na začátku května zjištěna početnost zooplanktonu 239 ind.l⁻¹, poté v závěru května početnost klesla na 29 ind.l⁻¹, avšak od té doby až do konce sledovaného období stoupala a na konci srpna dosáhla 394 ind.l⁻¹. K největším změnám docházelo ve všech rybnících především v první polovině vegetační sezóny z důvodu predace zooplanktonu rybí obsádkou. V této době byly větší druhy perlooček (*Daphnia magna*, *D. pulicaria*) nahrazovány menšími (*D. galeata*, *D. longispina*, *Bosmina longirostris*). V rybnících s šetrným obhospodařováním jsou zástupci hrubého zooplanktonu v menší či větší míře přítomni po celou vegetační sezónu a poskytují tak obsádce kapra esenciální živiny a látky, které nelze získat z pouze z příkrmování.

Klíčová slova: plankton, vířníci, perloočky, buchanky, rybí obsádka, predace, extenzivní chov

9. Abstract

Dynamics and species composition of zooplankton communities were studied in the three experimental ponds (43, 46, and 48) located in VÚRH JU in Vodňany. In all three ponds was carried out extensive rearing of common carp. Zooplankton samples were collected during three growing seasons (2008, 2009, 2010), usually once in each month. Together with zooplankton sampling, water chemical analyzes were also done. Zooplankton diversity and abundance was mainly influenced by the fish stock. In all three ponds, rotifers predominated (55 %) in the spring. Their abundance ranged from 0 to 214 ind.l⁻¹ in particular years and months. Cladocerans predominated (44 %) in the middle of the season, and their abundance ranged from 0 to 371 ind.l⁻¹. The end of the season was typical with dominance of copepods (42 %) ranging in abundance from 4 to 243 ind.l⁻¹. In 2008, the lowest total abundance was recorded in early July (20 ind.l⁻¹), the highest in August (153 ind.l⁻¹) in pond 43. Abundance from April to June did not exceed 89 ind.l⁻¹. In 2009, zooplankton abundance in the same pond was higher than last year. It ranged from 147 to 551 ind.l⁻¹, with a minimum in May and peak in early June. In 2010, zooplankton abundance did not differ much in each sampling in pond 46. The minimum was recorded in early May (62 ind.l⁻¹), the maximum in late July (106 ind.l⁻¹). In the same year, zooplankton abundance in pond 48 in the beginning of May was 239 ind.l⁻¹, then at the end of May fell to 29 ind.l⁻¹, but from then until the end of the season increased and at the end of August reached 394 ind.l⁻¹. The greatest changes in zooplankton occurred primarily in the first half of the season due to predation by fish stock. At this time, the larger species of cladocerans (*Daphnia magna*, *D. pulex*) was replaced by smaller ones (*D. galeata*, *D. longispina*, *Bosmina longirostris*). The gross zooplankton representatives were present in greater or lesser extent throughout the growing season and provided to fish stock essential nutrients and substances, which cannot be supplied by artificial feeding.

Keywords: plankton, rotifers, cladocerans, copepods, fish stock, predation, extensive culture