

Oponentský posudek

Název disertační práce: Formování planktonu a produkční charakteristiky v eutrofních rybnících

Zpracovatel: Ing. Martin Musil

Školitel: doc. RNDr. Libor Pechar, CSc.

Předložená disertační práce má celkem 118 stran a skládá se ze tří kapitol. První kapitola, která představuje dosud nepublikované výsledky disertanta, má 55 stran, kapitoly 2 a 3 obsahují již publikované nebo k publikaci připravené rukopisy (celkem 41 stran). Souhrn dobře shrnuje získané poznatky a ukazuje na vzájemné souvislosti řešených témat.

Zpracovatel vyhodnotil sledování dynamiky rozvoje zooplanktonu a fytoplanktonu na pěti rybnících, po dobu čtyř sezón. Výsledky svého sledování druhového složení zooplanktonu a kvantitativní analýzy (množství zooplanktonu a jeho velikostní struktura) konfrontoval s údaji o fyzikálně-chemických parametrech vody a s výsledky sledování fytoplanktonu a měřením primární produkce v daných lokalitách.

Jedná se o velmi přínosnou práci pro potřeby rybářské praxe. Jsme v současné době před snahou vyřešit pro rybářskou práci, ale i životní prostředí, lepší využití primární produkce pro produkci ryb s cílem snížit dávky příkrmování. Daná práce se snaží hledat souvislosti v současných eutrofních podmínkách sledovaných lokalit. Pro praxi vidím obrovský přínos v tom, že autor poukazuje na vhodnost udržení úměrného „Daphnia Indexu“ (v úrovni 13-15), kdy stoupá přirozená produkce ryb a zároveň klesá krmný koeficient a tím náklady na jednotku produkce. Problematika vhodného využití primární produkce rybníků je základem úspěšného rozvoje klasického rybníkářství a nutná pro zlepšení životního prostředí vodních lokalit. I když autor podrobně rozebírá časovost výskytu využitelného zooplanktonu pro dokreslení celé situace na daných lokalitách bych doplnil disertační práci o konkrétní hospodářské výsledky chovu ryb na sledovaných rybnících v dané časové řadě. Dále upozorňuji na drobnou nepřesnost na str. 61 kde autor uvádí u výskytu střevličky východní, že v letech 2003 a 2004 probíhal krmný experiment na obsádkách K_2 na K_3 . Ve skutečnosti se jednalo o K_3 na K_4 –, kdy na str. 64 je toto uvedeno správně.

Mimo sledování produkčního tlaku kaprů na zooplankton autor poukazuje na destruktivní účinek na využitelný zooplankton od invazních druhů, zejména od *Pseudorosbora parva*. Jeho závěr pro praxi je pravdivý a je velice vhodné jej neustále publikovat a tím přispět ke zlepšení ekonomiky chovu kaprovitých ryb v rybnících.

U invazivních vodních hub popisuje autor výskyt nového druhu bochnatky americké, která se vyskytuje na Třeboňsku. Je správné, že autor hledá faktory, které jsou vhodné pro její rozšíření a dále zkoumá její vliv na životní prostředí a ostatní organismy ve vodním prostředí.

K práci nemám zásadní připomínky, i když jistě by bylo přínosné se ještě podrobněji věnovat vyhodnocení výsledků v souvislosti s konkrétními údaji o ekonomice produkce ryb.

Další připomínky mají více charakter dotazů na disertanta:

1. Jaký význam má bentos v eutrofních rybnících, vidíte nějaké souvislosti mezi stavem bentosu a formováním planktonu, případně i s produkcí ryb ?
2. Jak byste doporučil rybářské praxi sledovat „Daphnia index“?

Z pohledu dalšího zkoumání a hledání souvislostí u fytoplanktonu a využitelného zooplanktonu hodnotím předloženou práci výborně a oceňuji její význam pro produkční rybářství s využitím pro zlepšení životního prostředí. Práci doporučuji k obhajobě a na základě úspěšné obhajoby udělit Ing. Martinovi Musilovy vědecký titul Ph. D.

V Třeboni, dne 19.9.2016



Ing. Jan Hůda, Ph.D.

oponent

Oponentský posudek
doktorské disertační práce Ing. Martina Musila „Formování planktonu a produkční
charakteristiky v eutrofních rybnících“

Předložená disertační práce Ing. Martina Musila se zabývá vysoce aktuální problematikou fungování kaprových rybníčních ekosystémů a je tvořena třemi okruhy – studiem fungování rybníků v podmínkách vysoké trofie, charakteristické pro poslední dekady jejich existence, dále dokumentací působení invazivní střevličky východní (*Pseudorasbora parva*) na rybníční ekosystémy se zřetelnou orientací na planktonní společenstva a hodnocením aspektů šíření invazivní mechovky *Pectinatella magnifica* ve vodách jižních Čech. Tématicky je součástí nosných témat řešených na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity a velmi účelně je doplňuje. Téma fungování ekosystémů eutrofních rybníků je aktuálním tématem diskusí mezi institucemi ochrany životního prostředí a vodního hospodářství na straně jedné a rybochovnými subjekty na straně druhé, a podklady k vlivu střevličky na produkční výsledky managementu rybníků lze považovat za velice cenný přínos. Zatímco první a druhá část práce, věnovaná skutečně problematice formování planktonu v eutrofních rybnících, je velice cenná a kvalitně podaná, třetí část o mechovce mi připadá nadbytečná a ne zcela potřebná, neboť její zařazení k tématu práce je poněkud násilné a málo odůvodněné, a vyvolává některé otázky, které, doufám, budou blíže vysvětleny při vlastní obhajobě. Kvalita a rozsah prací, prezentovaných v první kapitole o vztazích mezi živinovou zátěží a srozumitelná formulace závěrů o působení střevličky na rybníční ekosystémy (podpořená publikací v impaktovaném periodiku) jsou totiž podle mého názoru zcela dostačující pro předložení disertační práce na Zemědělské fakultě JU.

V posudku se budu zabývat výlučně hodnocením předložených poznatků a jejich zpracováním se zohledněním jednotlivých částí práce tak, jak je zmiňuji výše.

První část, nejbližší tématu práce, je velice kvalitní. Oceňuji především vynikající prezentaci úvodních kapitol o současném stavu studia a poznání souvislostí mezi trofickou zátěží rybníků a vývojem jejich ekosystémů. Je psána velice čtivě a kvalitně s přesvědčivě podanými argumenty a není nic, co by bylo třeba k nim dodat. Totéž platí v podstatě i o kapitole Výsledky a diskuse, avšak s tím, že tak kvalitní výsledky by si možná zasloužily širší diskutování a některé věty by si zasloužily i přísudek (str. 30-31, 35). Při slovní zásobě, kterou autor prokazuje jinde v práci, by to jistě nebyl problém. V Tab. 1 je potřeba v legendě uvést vysvětlení zkratk, například mi není zřejmé, proč je průhlednost označena zkratkou ZS (v dalších tabulkách správněji Zs). Je mi známo, že je to označení pro „Secchi depth“, ale málo používané a bez důvodu pro použití v českém textu, stejně jako Cond, DIN apod. Vysvětlení v legendách tabulek chybí i jinde – např. v grafech 9C, 10B a 11B značí Ext management nazývaný v textu pravděpodobně jako semi-extenzivní a SI jako semi-intenzivní (jaký je mezi nimi rozdíl?), ale to se lze jen dohadovat.

Grafy v kapitole Výsledky sice uvádějí statistické rozdíly pro „homogenní skupiny“, není však uvedeno na jaké hladině významnosti. Předpokládám, že je to 0,05, pak ale označení velkými písmeny mate, protože to je obvykle používáno pro hladinu 0,01.

K závěrům mám poznámku spíše do diskuse – nikterak nezpochybňuji jejich odbornou úroveň v souvislostech, týkajících se podílu přirozené potravy na přírůstku, ale velmi bych uvítal hlubší náhled na tyto záležitosti. Jednotlivá konstatování na str. 57-59 si podle mého názoru poněkud protiřečí. Tak např. „V současnosti je produkce ryb na primární produkci prakticky nezávislá“ (str. 57) a „podíl dafnií na celkové produkci ryb je zcela zanedbatelný“ (str. 58). Podotýkám, že naše poznatky z analýz potravy tříletého kapra (dokonce i přímo na

krmištích) ale ukazují na nezanedbatelný podíl dafnií i středního zooplanktonu v jeho výživě (Adámek Z., Mrkvová, Zukal J., Roche K., Mikl L., Šlapanský L., Janáč M., Jurajda P., 2016: Environmental quality and natural food performance at feeding sites in a carp (*Cyprinus carpio*) pond. Aquaculture International, DOI 10.1007/s10499-016-0048-3), o potravním významu dafnií pro kvalitu svaloviny (masa) kapra ani nemluvě. S tím ostatně koresponduje i autorův názor, že:dafniiový zooplankton je velmi významnou složkou potravy a zřetelně přispívá k produkci „vyrostlé“ na přirozené potravě.“ Všechna tato (snad zdánlivě) protichůdná konstatování jsou prezentována během 20 řádků, takže logická otázka zní – jak to tedy je? Jsou podle autora dafnie zanedbatelnou anebo významnou složkou potravy kapra v rybnících?

Včlenění odstavce o racích je zbytečné – nemá žádnou souvislost s tématem práce ani s mechovkou (viz výše). Nemohu rovněž souhlasit s používanou terminologií – intenzivní a intenzivně obhospodařované rybníky (str. 92, 93 a 98), ty u nás nemáme.

Drobné poznámky – citaci Kuczynska-Kippen, Toniak chybí letopočet a práce není v seznamu literatury, chybí v něm i Guirca (1970) a Gozlan et al. (2005) (str. 61), str. 55 – pro kusy ryb doporučuji používat zkratku ind., ne pcs, komůrka Sedgewick-Rafter je nazývána různě (Sedquick rafter na str.83, Sedgdwick-Rafter na str. 94), KNK_{4,5} v textu je v Tab. 2 (str. 95) uvedena jako Alk._{4,5}.

Otázky do diskuse:

- nejsem zcela přesvědčen o „robust differences“ mezi parametry prostředí uvedenými v Tab.2 na str. 84 – např. nasycení kyslíkem 94 ± 26 a 105 ± 36 % (podobně jako jiné parametry s extrémní variabilitou jako Chl-a, kvantita zooplanktonu a další) mi tak nepřipadají. Podobně – jaký je názor autora na validitu konstatování, že statisticky významné rozdíly jsou např. mezi hodnotami pH a konduktivity, když hodnoty na lokalitách s řídkým výskytem (kategorie 1, bylo by vhodné definovat, co bylo považováno „řídký výskyt“) jsou nižší než hodnoty jak na lokalitách bez výskytu, tak s masivním výskytem.
- jak by se dal vysvětlit početný výskyt statoblastů v litorálu Horusického rybníka a Špačkova, když tam bochnatka nebyla zaznamenána? Není to signál o tom, že se vyskytuje leckde, kde o ní ještě nevíme?

Závěr

Výše uvedené poznámky jsou vedeny snahou o diskuzi ke studované problematice a zpřesnění interpretací v připravované publikaci (včetně již předložené, tam to ale nepochybně neunikne oponentům). Práce shrnuje výsledky rozsáhlého, náročného a pracného výzkumu za několik let a po potřebných upřesněních bude nepochybně přínosem ke studované problematice fungování eutrofních rybníčních ekosystémů. Konstatuji, že splňuje požadavky kladené na dizertační práci doktorského studijního programu ZF JU a doporučuji proto příslušné komisi její přijetí.



V Brně dne 22.9.2016

Doc.RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.
Ústav biologie obratlovců AV ČR
Brno

Posudek na disertační práci Ing. M. Musila **Formování planktonu a produkční charakteristiky v eutrofních rybnících**

Předložená disertační práce má 118 stran. Je rozdělena do tří tematických okruhů:

1. Sezónní dynamika zooplanktonu, jeho struktura a vztah k produkčním poměrům v eutrofních rybnících. Toto téma je rozvedeno v první části kapitoly Výsledky a diskuse. Zatím není podloženo žádným rukopisem, ale uvádí se, že je připraven k publikaci rukopis: Potužák J., Musil M., Pechar L.: The *Daphnia* index – A new method to evaluate zooplankton structure and its top-down regulation of phytoplankton.
2. Vliv invazního druhu střevlička východní (*Pseudorasbora parva*) na zooplankton, bentos a produkci kapra. V disertaci je přetištěn článek: Musil M., Novotná K., Potužák J., Hůda J., Pechar L. (2014). Impact of topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva* Schlegel, 1842) on production of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) – Question of natural food structure. *Biologia* 69/12: 1757–1769
3. Invazní mechovka *Pectinatella magnifica* a podmínky jejího šíření. V disertaci je přetištěn rukopis článku odeslaný k recenznímu řízení: Musil M., Balounová Z., Novotná K. (2016). Relationship between the occurrence of invasive bryozoans *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851) and parameters of the aquatic environment in the BR Třeboňsko. *Wetlands Ecology and Management*. Druhý přetištěný rukopis je v tisku: Musil M., Balounová Z., Rajchard J., Šinko J. (2016). Bochnatka americká - nový potenciální bioindikátor stavu vodního prostředí? *Vodní hospodářství* (in press).

Disertace je členěna do 5 kapitol: Úvod, Současný stav řešené problematiky, Materiál a metodika, Výsledky a diskuse, Souhrn.

1. Úvod (str. 8,9)

V úvodu je zmíněn vývoj eutrofizace rybníků na Třeboňsku, který vedl v současnosti k saturaci živinami. Paralelně probíhalo zvyšování hustoty osazení rybami. Důsledkem byly změny ve vývoji struktury rybníčního planktonu. Struktura planktonu může být silně ovlivněna nástupem invazního druhu střevličky východní.

V úvodu je stanoven cíl práce: popsat sezónní dynamiku planktonu a posoudit strukturu planktonu z hlediska přirozené potravy ryb a míru jejího využití, odhadnout efektivitu produkčního procesu.

2. Současný stav řešené problematiky (str.10–17)

Tato kapitola je zevrubnou, ale stručnou literární rešerší řešené problematiky.

3. Materiál a metodika (str. 18-25)

Autor popisuje svou účast na projektu velkého kolektivu autorů „Rybníční hospodaření respektující strategii udržitelného rozvoje a podporu biodiverzity“, který probíhal v letech 2008–2011. Autor se osobně podílel na zajištění odběrů a terénních měření, zejména pak na získání dat o zooplanktonu. Pro účely své práce některá data přebíral (druhové složení fytoplanktonu a koncentrace chlorofylu, koncentrace fosforu, dusík a uhlíku v rybníčních vodách). V disertaci jsou uvedeny metody vedoucí k získání vlastních i převzatých dat. Kapitola obsahuje i popis zkoumaných rybníků (Rod, Dobrá Vůle: nižší intenzita obhospodařování, Klec, Potěšil: vyšší intenzita obhospodařování, Služebný: invaze střevličky východní).

4. Výsledky a diskuse

4.1. Sezónní dynamika zooplanktonu jeho struktura a vztah k produkčním poměrům v eutrofních rybnících (str 26–60, hlavní část disertace směřující k cílům stanovených v Úvodu)

Struktura zooplanktonu

Je popsána a diskutována struktura zooplanktonu na rybnících s nízkou (Rod, Dobrá Vůle) a vysokou (Klec, Potěšil) intenzitou obhospodařování. Diskutovány rozdíly mezi těmito dvěma variantami (výskyt jarního období čiré vody, průhlednost, převaha velkých perlooček rodu *Daphnia* oproti malým perloočkám rodu *Bosmina* a *Chydorus*. Vliv neplánované invaze střevliček do rybníka Služebný.

Biomasa zooplanktonu, biomasa dafnií

Obdobně je prezentován a diskutován vliv úrovně obhospodařování na zooplankton resp. na frakci velkých dafnií vyjádřené v jednotkách biomasy. Pokud má rybí obsádka vliv na zooplankton jako celek, projeví se to ve struktuře, nikoliv v celkové biomase zooplanktonu.

Koncentrace chlorofylu, Daphnia-index (dále v textu DI)

Na str. 41–47 se diskutuje souvislost mezi sezónním průběhem početnosti dafnií, biomasy velkých dafnií a Daphnia-indexu s průběhem chlorofylu. Na rybníku Dobrá Vůle je zřetelný vliv dafnií (vyjádřený početností, biomasou velkých dafnií nebo Daphnia-indexem) na vznik období čiré vody. Na rybníku Klec k tomuto období vůbec nedošlo, v souladu s nízkými hodnotami početnosti a biomasy velkých dafnií i Daphnia-indexu.

Na str. 45–50

jsou prezentovány a diskutovány sezónní průměry početnosti dafnií $>700\ \mu\text{m}$ v jednotlivých rybnících a jednotlivých sezónách a průměry dvou skupin rybníků podle úrovně hospodaření. Rozdíly jsou výraznější, pokud se srovnávají pouze jarní období v jednotlivých sezónách a rybnících a pokud se srovnávají jarní období dvou skupin podle způsobu obhospodařování. Vliv velkých perlooček rodu *Daphnia* na biomasu fytoplanktonu vyjádřenou koncentrací chlorofylu lze dobře dokumentovat pomocí údajů jako je početnost nebo biomasa jedinců nad $700\ \mu\text{m}$. Oba parametry však vyžadují odběr kvantitativního vzorku zooplanktonu a jeho laboratorní zpracování spočítáním nebo zvážením, což je poměrně zdlouhavé. Naproti tomu ke stanovení Daphnia-indexu stačí kvalitativní vzorek zooplanktonu a spočítání relativních četností, což je mnohem jednodušší a rychlejší. Daphnia-index, jakožto snáze měřitelný parametr zastupující početnost velkých dafnií, byl hodnocen obdobným způsobem (jednotlivé rybníky v jednotlivých sezónách, srovnání dvou skupin podle roční doby a podle způsobu obhospodařování, s použitím celosezónních průměrů a průměru jarních období.

Top-down regulace, aplikace DI (str. 55–60)

Pokud průměrná hodnota DI přesahuje 13, je průměrná koncentrace chlorofylu nízká, nepřesahuje $50\ \mu\text{g/L}$. K těmto situacím dochází na jaře (květen – červen). Pro letní období s hodnotu DI pod 13 chlorofyl kolísá mezi 75 a $540\ \mu\text{g/L}$. Pokud velkých dafnií ubývá, DI klesá, potravní řetězec od fytoplanktonu k rybám se prodlužuje a jeho vliv na produkci ryb klesá. Z diskuse vyplývá, že při hodnocení vlivu rybí obsádky na dafnie je Daphnia-index stejně dobře použitelný jako početnost a biomasa.

Zooplankton a produkční účinnost (str. 57–60)

Na str. 57–60 je diskutován vliv krmení na produkci a produkční účinnost kapra.

Z dat dlouhodobého sledování produkčních procesů v rybnících se ukazuje, že produkční účinnost, tedy poměr produkce ryb vůči primární produkci klesá. Současná studie ukazuje, že primární produkce fytoplanktonu se nyní jen z minimální části využije v sekundární produkci a v produkci ryb. Je to způsobeno velkým podílem přikrmování na celkové produkci kapra. V případě silného vegetačního zákalu a současně silného přikrmování může dojít i k situaci, kdy velké dafnie koexistují s vysokou rybí obsádkou.

4.2 Vliv masového výskytu střevličky východní (*Pseudorasbora parva* Temminck a Schlegel, 1846) na zooplankton, bentos a produkci kapra (str. 61–75)

V letech 2003 a 2004 probíhal krmný experiment na kaprovi (z K2 na K3) na čtyřech rybnících Klecké-Nadějské rybníční soustavy. V prvním roce experimentu pronikla do všech čtyř experimentálních rybníků střevlička východní, úspěšně se rozmnožila a zcela zrušila původní záměr experimentu. Odběry vzorků však probíhaly podle plánu a výsledků bylo použito k dokumentaci a publikaci devastujícího vlivu střevličky na potravní základnu kapra (Musil et al., 1914). Práce prošla oponentním řízením a nemám k ní žádných kritických připomínek.

4.3. Bochnatka americká (*Pectinatella magnifica* Leidy, 1851), str. 76–103.

V předložené disertaci jsou přiloženy ještě rukopisy dvou článků, jejichž téma souvisí s proklamovaným cílem disertace jen volně. Týkají se výskytu a šíření invazního druhu mechovky *Pectinatella magnifica* na Třeboňsku. Cílem autorů bylo zdokumentovat současný výskyt a stanovit ekologické preference tohoto invazního druhu. Bylo zjištěno, že *Pectinatella* preferuje lokality spíše mesotrofního charakteru, jako jsou zatopené pískovny a rekreační rybníky, rybníkům hypertrofním se vyhýbá. Pro její úspěšnou invazi jsou nejdůležitější nízké hodnoty vodivosti, turbidity, koncentrace chlorofylu a rozložitelných organických látek. Preferovanou vlastností lokality je vysoká průhlednost. Článek ve *Vodním hospodářství* je v tisku, o článku odeslaném do časopisu *Wetlands Ecology and Management* jsem přesvědčen, že má velkou šanci být přijat.

K práci mám tyto připomínky:

1. Členění práce je nepřehledné. Je to způsobeno tím, že publikace a rukopisy jsou vloženy přímo do textu. Obvyklý způsob je ten, že přetištěné články a rukopisy tvoří oddělenou přílohu. Vlastní text disertace je tak kratší a sevrěnější a tím i přehlednější. S hlediska přehlednosti je rovněž nevýhodné sloučení kapitol Výsledky a Diskuse.
2. Ve stati o *Daphnia*-indexu jsem postrádal vysvětlení, na základě jakých předpokladů byl odvozen. To, že je užitečnou náhradou za jiné veličiny, které se dají získat pouze po kvantitativním hodnocení vzorku, je dostatečně prokázáno. Ale odkud se vzorec pro výpočet DI vzal, to se čtenář nedozví. Patrně to má být vysvětleno v připravovaném rukopisu „Potužák J., Musil M., Pechar L. The *Daphnia* index – A new method to evaluate zooplankton structure and its top-down regulation of phytoplankton“. Ale ten zatím není k dispozici.
3. V textu se mnohokrát vyskytuje termín „stadium čisté vody“, ale i „čiré vody“. Správně je „stadium čiré vody“ (anglicky *clear water*, ne *clean water*).
4. Plurál od *nauplius* (mužský rod) je *nauplii*, ne *nauplia*, jak se v Česku všeobecně říká. V písemném projevu je třeba na to dbát, zejména v angličtině, kde slovo *nauplia* neexistuje. Viz legenda ke grafu 2 a grafu 3 (tam je třeba opravit též Chydoridae) a anglický text na str. 67 a 68, kde výraz *nauplia* prošel jazykovou revizí).

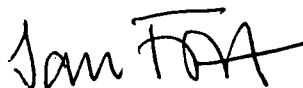
Závěr

Disertační práce Ing. Martina Musila přináší nové poznatky z oblasti aplikace hydrobiologie v rybníkářství a ochraně rybníčních ekosystémů. Nové poznatky se týkají zejména zooplanktonu a faktorů, které určují jeho druhovou a velikostní strukturu a biomasu. Dále je objasněn charakter top-down regulace potravního řetězce a produkční účinnosti v rybnících. Martin Musil je prvním autorem publikace o vlivu invazního druhu střevličky východní na potravní základnu kapra a prvním autorem dvou publikací o šíření invazního druhu mechovky *Pectinatella magnifica*.

Připomínky, které vznáším, se týkají spíše formální stránky, nikoliv získaných výsledků a závěrů z nich vyplývajících.

Doporučuji proto, aby předložená práce byla přijata jako disertace opravňující získání titulu PhD.

V Praze, dne 21.9.2016



RNDr. Jan Fott, CSc.

Posudek na disertační práci Ing. M. Musila **Formování planktonu a produkční charakteristiky v eutrofních rybnících**

Předložená disertační práce má 118 stran. Je rozdělena do tří tematických okruhů:

1. Sezónní dynamika zooplanktonu, jeho struktura a vztah k produkčním poměrům v eutrofních rybnících. Toto téma je rozvedeno v první části kapitoly Výsledky a diskuse. Zatím není podloženo žádným rukopisem, ale uvádí se, že je připraven k publikaci rukopis: Potužák J., Musil M., Pechar L.: The *Daphnia* index – A new method to evaluate zooplankton structure and its top-down regulation of phytoplankton.
2. Vliv invazního druhu střevlička východní (*Pseudorasbora parva*) na zooplankton, bentos a produkci kapra. V disertaci je přetištěn článek: Musil M., Novotná K., Potužák J., Hůda J., Pechar L. (2014). Impact of topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva* Schlegel, 1842) on production of Common carp (*Cyprinus carpio* L.) – Question of natural food structure. *Biologia* 69/12: 1757–1769
3. Invazní mechovka *Pectinatella magnifica* a podmínky jejího šíření. V disertaci je přetištěn rukopis článku odeslaný k recenznímu řízení: Musil M., Balounová Z., Novotná K. (2016). Relationship between the occurrence of invasive bryozoans *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851) and parameters of the aquatic environment in the BR Třeboňsko. *Wetlands Ecology and Management*. Druhý přetištěný rukopis je v tisku: Musil M., Balounová Z., Rajchard J., Šinko J. (2016). Bochnatka americká - nový potenciální bioindikátor stavu vodního prostředí? *Vodní hospodářství* (in press).

Disertace je členěna do 5 kapitol: Úvod, Současný stav řešené problematiky, Materiál a metodika, Výsledky a diskuse, Souhrn.

1. Úvod (str. 8,9)

V úvodu je zmíněn vývoj eutrofizace rybníků na Třeboňsku, který vedl v současnosti k saturaci živinami. Paralelně probíhalo zvyšování hustoty osazení rybami. Důsledkem byly změny ve vývoji struktury rybníčního planktonu. Struktura planktonu může být silně ovlivněna nástupem invazního druhu střevličky východní.

V úvodu je stanoven cíl práce: popsat sezónní dynamiku planktonu a posoudit strukturu planktonu z hlediska přirozené potravy ryb a míru jejího využití, odhadnout efektivitu produkčního procesu.

2. Současný stav řešené problematiky (str.10–17)

Tato kapitola je zevrubnou, ale stručnou literární rešerší řešené problematiky.

3. Materiál a metodika (str. 18-25)

Autor popisuje svou účast na projektu velkého kolektivu autorů „Rybníční hospodaření respektující strategii udržitelného rozvoje a podporu biodiverzity“, který probíhal v letech 2008–2011. Autor se osobně podílel na zajištění odběrů a terénních měření, zejména pak na získání dat o zooplanktonu. Pro účely své práce některá data přebíral (druhové složení fytoplanktonu a koncentrace chlorofylu, koncentrace fosforu, dusík a uhlíku v rybníčních vodách). V disertaci jsou uvedeny metody vedoucí k získání vlastních i převzatých dat. Kapitola obsahuje i popis zkoumaných rybníků (Rod, Dobrá Vůle: nižší intenzita obhospodařování, Klec, Potěšil: vyšší intenzita obhospodařování, Služebný: invaze střevličky východní).

4. Výsledky a diskuse

4.1. Sezónní dynamika zooplanktonu jeho struktura a vztah k produkčním poměrům v eutrofních rybnících (str 26–60, hlavní část disertace směřující k cílům stanovených v Úvodu)

Struktura zooplanktonu

Je popsána a diskutována struktura zooplanktonu na rybnících s nízkou (Rod, Dobrá Vůle) a vysokou (Klec, Potěšil) intenzitou obhospodařování. Diskutovány rozdíly mezi těmito dvěma variantami (výskyt jarního období čiré vody, průhlednost, převaha velkých perlooček rodu *Daphnia* oproti malým perloočkám rodu *Bosmina* a *Chydorus*. Vliv neplánované invaze střevlíček do rybníka Služebný.

Biomasa zooplanktonu, biomasa dafnií

Obdobně je prezentován a diskutován vliv úrovně obhospodařování na zooplankton resp. na frakci velkých dafnií vyjádřené v jednotkách biomasy. Pokud má rybí obsádka vliv na zooplankton jako celek, projeví se to ve struktuře, nikoliv v celkové biomase zooplanktonu.

Koncentrace chlorofylu, Daphnia-index (dále v textu DI)

Na str. 41–47 se diskutuje souvislost mezi sezónním průběhem početnosti dafnií, biomasy velkých dafnií a Daphnia-indexu s průběhem chlorofylu. Na rybníku Dobrá Vůle je zřetelný vliv dafnií (vyjádřený početností, biomasou velkých dafnií nebo Daphnia-indexem) na vznik období čiré vody. Na rybníku Klec k tomuto období vůbec nedošlo, v souhlasu s nízkými hodnotami početnosti a biomasy velkých dafnií i Daphnia-indexu.

Na str. 45–50

jsou prezentovány a diskutovány sezónní průměry početnosti dafnií $>700\ \mu\text{m}$ v jednotlivých rybnících a jednotlivých sezónách a průměry dvou skupin rybníků podle úrovně hospodaření. Rozdíly jsou výraznější, pokud se srovnávají pouze jarní období v jednotlivých sezónách a rybnících a pokud se srovnávají jarní období dvou skupin podle způsobu obhospodařování. Vliv velkých perlooček rodu *Daphnia* na biomasu fytoplanktonu vyjádřenou koncentrací chlorofylu lze dobře dokumentovat pomocí údajů jako je početnost nebo biomasa jedinců nad $700\ \mu\text{m}$. Oba parametry však vyžadují odběr kvantitativního vzorku zooplanktonu a jeho laboratorní zpracování spočítáním nebo zvážením, což je poměrně zdlouhavé. Naproti tomu ke stanovení Daphnia-indexu stačí kvalitativní vzorek zooplanktonu a spočítání relativních četností, což je mnohem jednodušší a rychlejší. Daphnia-index, jakožto snáze měřitelný parametr zastupující početnost velkých dafnií, byl hodnocen obdobným způsobem (jednotlivé rybníky v jednotlivých sezónách, srovnání dvou skupin podle roční doby a podle způsobu obhospodařování, s použitím celosezónních průměrů a průměru jarních období.

Top-down regulace, aplikace DI (str. 55–60)

Pokud průměrná hodnota DI přesahuje 13, je průměrná koncentrace chlorofylu nízká, nepřesahuje $50\ \mu\text{g/L}$. K těmto situacím dochází na jaře (květen – červen). Pro letní období s hodnotu DI pod 13 chlorofyl kolísá mezi 75 a $540\ \mu\text{g/L}$. Pokud velkých dafnií ubývá, DI klesá, potravní řetězec od fytoplanktonu k rybám se prodlužuje a jeho vliv na produkci ryb klesá. Z diskuse vyplývá, že při hodnocení vlivu rybí obsádky na dafnie je Daphnia-index stejně dobře použitelný jako početnost a biomasa.

Zooplankton a produkční účinnost (str. 57–60)

Na str. 57–60 je diskutován vliv krmení na produkci a produkční účinnost kapra.

Z dat dlouhodobého sledování produkčních procesů v rybnících se ukazuje, že produkční účinnost, tedy poměr produkce ryb vůči primární produkci klesá. Současná studie ukazuje, že primární produkce fytoplanktonu se nyní jen z minimální části využije v sekundární produkci a v produkci ryb. Je to způsobeno velkým podílem příkrmování na celkové produkci kapra. V případě silného vegetačního zákalu a současně silného příkrmování může dojít i k situaci, kdy velké dafnie koexistují s vysokou rybí obsádkou.

4.2 Vliv masového výskytu střevličky východní (*Pseudorasbora parva* Temminck a Schlegel, 1846) na zooplankton, bentos a produkci kapra (str. 61–75)

V letech 2003 a 2004 probíhal krmný experiment na kaprovi (z K2 na K3) na čtyřech rybnících Klecké-Nadějské rybníční soustavy. V prvním roce experimentu pronikla do všech čtyř experimentálních rybníků střevlička východní, úspěšně se rozmnožila a zcela zrušila původní záměr experimentu. Odběry vzorků však probíhaly podle plánu a výsledků bylo použito k dokumentaci a publikaci devastujícího vlivu střevličky na potravní základnu kapra (Musil et al., 1914). Práce prošla oponentním řízením a nemám k ní žádných kritických připomínek.

4.3. Bochnatka americká (*Pectinatella magnifica* Leidy, 1851), str. 76–103.

V předložené disertaci jsou přiloženy ještě rukopisy dvou článků, jejichž téma souvisí s proklamovaným cílem disertace jen volně. Týkají se výskytu a šíření invazního druhu mechovky *Pectinatella magnifica* na Třeboňsku. Cílem autorů bylo zdokumentovat současný výskyt a stanovit ekologické preference tohoto invazního druhu. Bylo zjištěno, že *Pectinatella* preferuje lokality spíše mesotrofního charakteru, jako jsou zatopené pískovny a rekreační rybníky, rybníkům hypertrofním se vyhýbá. Pro její úspěšnou invazi jsou nejdůležitější nízké hodnoty vodivosti, turbidity, koncentrace chlorofylu a rozložitelných organických látek. Preferovanou vlastností lokality je vysoká průhlednost. Článek ve *Vodním hospodářství* je v tisku, o článku odeslaném do časopisu *Wetlands Ecology and Management* jsem přesvědčen, že má velkou šanci být přijat.

K práci mám tyto připomínky:

1. Členění práce je nepřehledné. Je to způsobeno tím, že publikace a rukopisy jsou vloženy přímo do textu. Obvyklý způsob je ten, že přetištěné články a rukopisy tvoří oddělenou přílohu. Vlastní text disertace je tak kratší a sevrěnější a tím i přehlednější. S hlediska přehlednosti je rovněž nevýhodné sloučení kapitol Výsledky a Diskuse.
2. Ve stati o *Daphnia*-indexu jsem postrádal vysvětlení, na základě jakých předpokladů byl odvozen. To, že je užitečnou náhradou za jiné veličiny, které se dají získat pouze po kvantitativním hodnocení vzorku, je dostatečně prokázáno. Ale odkud se vzorec pro výpočet DI vzal, to se čtenář nedozví. Patrně to má být vysvětleno v připravovaném rukopisu „Potužák J., Musil M., Pechar L. The *Daphnia* index – A new method to evaluate zooplankton structure and its top-down regulation of phytoplankton“. Ale ten zatím není k dispozici.
3. V textu se mnohokrát vyskytuje termín „stadium čisté vody“, ale i „čiré vody“. Správně je „stadium čiré vody“ (anglicky *clear water*, ne *clean water*).
4. Plurál od *nauplius* (mužský rod) je *nauplii*, ne *nauplia*, jak se v Česku všeobecně říká. V písemném projevu je třeba na to dbát, zejména v angličtině, kde slovo *nauplia* neexistuje. Viz legenda ke grafu 2 a grafu 3 (tam je třeba opravit též Chydoridae) a anglický text na str. 67 a 68, kde výraz *nauplia* prošel jazykovou revizí).

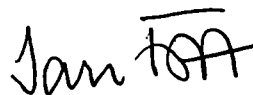
Závěr

Disertační práce Ing. Martina Musila přináší nové poznatky z oblasti aplikace hydrobiologie v rybníkářství a ochraně rybníčních ekosystémů. Nové poznatky se týkají zejména zooplanktonu a faktorů, které určují jeho druhovou a velikostní strukturu a biomasu. Dále je objasněn charakter top-down regulace potravního řetězce a produkční účinnosti v rybnících. Martin Musil je prvním autorem publikace o vlivu invazního druhu střevličky východní na potravní základnu kapra a prvním autorem dvou publikací o šíření invazního druhu mechovky *Pectinatella magnifica*.

Připomínky, které vznáším, se týkají spíše formální stránky, nikoliv získaných výsledků a závěrů z nich vyplývajících.

Doporučuji proto, aby předložená práce byla přijata jako disertace opravňující získání titulu PhD.

V Praze, dne 21.9.2016



RNDr. Jan Fott, CSc.