

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

**Potrava násady kapra v rybnících – analýza obsahu
zaživadel**

Autor: Ondřej Sýkora

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Martin Bláha, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Marek Let, Ph.D.

Studijní program a obor: B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2023

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích, dne 28.4.2023

podpis

Především bych rád poděkoval vedoucímu práce, panu doc. Ing. Martinovi Bláhovi, Ph.D. za jeho čas, ochotu, a odborné vedení této práce. Dále děkuji konzultantovi Ing. Markovi Letovi, Ph.D. a Ing. Lence Kajgrové za rady, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. V neposlední řadě mé dík patří všem, co byli nápomocni u Vodňanských odlovů, dále rodině a přítelkyni za morální podporu.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Ondřej SÝKORA
Osobní číslo: V20B024P
Studijní program: B4103 Zootechnika
Studijní obor: Rybářství
Téma práce: Potrava násady kapra v rybnících – analýza obsahu zaživadel
Zadávací katedra: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Zásady pro vypracování

Cílem předkládané práce je zjistit změny ve složení potravy násady kapra obecného (*Cyprinus carpio*) v rybnících s různým managementem v průběhu sezóny. Výzkum výživy kapra sice patří mezi nejsilnější pilíře ve výživě ryb, zřídka je však nahlížen z hlediska problematiky znečištění vody a jeho řešení. Sezónní změny výživy v rybnících mohou mít dopad na nutriční bioenergetiku kaprů. Práce bude probíhat jakou součástí řešeného projektu GAČR (Živiny z ryb nebo výživa pro ryby: Odhalování skrytého rizika znečištění a zadržování živin v rybnících skrze nutriční bioenergetiku ryb). Student bude v terénu odebírat vzorky potravy kapra získané proplachem zaživadel a v laboratoři pak pod stereo mikroskopem determinovat jednotlivé potravní složky. Na základě získaných dat bude možné vztáhnout změny v potravě k různým managementovým zásahům a potažmo i živinovým tokům v ekosystému rybníka. V průběhu práce se student naučí používat základní techniky získávání potravy proplachem a také laboratorní techniky nutné ke zpracování a identifikaci potravních složek. Zároveň by se student měl naučit orientovat v odborné literatuře, naučit se ji vyhledávat a získat tak širší povědomí o problematice potravy kapra v rybnících a jeho vliv na společenstva rybníka.

Rozsah pracovní zprávy: 25-70 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

- Adámek, Z., Sukop, I., Rendón, P. M., & Kouřil, J. 2003. Food competition between 2+ tench (*Tinca tinca* L.), common carp (*Cyprinus carpio* L.) and bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus* Val.) in pond polyculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(3), 165-169.
- Anton-Pardo, M., Hlaváč, D., Másilko, J., Hartman, P., & Adámek, Z. 2014. Natural diet of mirror and scaly carp (*Cyprinus carpio*) phenotypes in earth ponds. *Journal of Vertebrate Biology*, 63(4), 229-237.
- Dulic, Z., Stankovic, M., Raskovic, B., Spasic, M., Ciric, M., Grubisic, M., & Markovic, Z. 2015. Role and significance of zooplankton in semi-intensive carp production.
- Pechar, L., 2000. Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level Water quality in Czech fish ponds. *Fisheries management and Ecology*, 7(1-2), pp.23-31.
- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., 2020. Feed-based common carp farming and eutrophication: is there a reason for concern? *Reviews in Aquaculture* 12: 1736-1758.
- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., 2020. Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors. *Journal of Cleaner Production* 270: 122268.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Bláha, Ph.D.**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Marek Let**
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **21. ledna 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2023**


prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zátiší 723/II
389 25 Vodňany (2)


prof. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 25. února 2022

Obsah

1. Úvod	1
2. Literární přehled	2
2.1. Chov kapra obecného.....	2
2.1.1. Meliorační zásahy ovlivňující úživnost rybníka	3
2.1.2. Zvyšování produkce	4
2.2. Potrava kapra	6
2.2.1. Příjem a trávení potravy	7
2.3. Přirozená potrava kapra	10
2.3.1. Zooplankton.....	11
2.3.2. Zoobentos	12
2.4. Přikrmování	12
2.5. Studium potravy	14
2.5.1. Analýza přijaté potravy	15
2.5.2. Vizualizace výsledků.....	16
3. Materiál a metodika	17
3.1. Uspořádání pokusu	17
3.2. Odběr vzorků	20
3.3. Analýza vzorků	20
3.4. Zpracování dat a jejich hodnocení	22
4. Výsledky	24
4.1. Růst ryb.....	24
4.2. Vývoj potravy v rybnících	25
4.5. Průběh sezóny	29
5. Diskuse	32
5.1. Složení potravy násady kapra	32
5.2. Potravní chování a podobnost potravy kapra.....	35
5.3. Biometrické parametry kaprů	36
6. Závěr	38
7. Seznam literatury	39
8. Seznam zkratk	44
9. Seznam tabulek, grafů a obrázků v textu	45
10. Přílohy	46
11. Abstrakt	53
12. Abstract	54

1. Úvod

V České republice se pohybuje výměra rybníků a vodních nádrží okolo 52 000 ha. Z toho je plocha 42 000 ha využívána k chovu ryb, s největším zastoupením kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.). V roce 2021 představoval kapr přibližně 85 % (17 616 t) z celkové produkce na našem území (20 991 t; Rybářské sdružení ČR, 2023). Tato produkce je dosažena z drtivé většiny v polointenzivním rybničním chovu, kde dochází ke kombinaci využívání přirozené potravní nabídky spolu s příkrmováním (Mareš et al., 2015). Vzhledem k dostupnosti obilovin se v tradičním rybničním chovu kapra krmí intenzivně právě jimi. S příkrmováním se ke zvýšení úživnosti vod a podpoře přirozené potravy používají další intenzifikační prostředky, jako je například vápnění nebo hnojení (Adámek et al., 2010; Čítek et al., 1998). Díky těmto intenzifikačním zákrokům a zemědělské činnosti na pozemcích v okolí rybníka se do vody a sedimentů rybníka dostává více živin, než je zapotřebí. Živiny v rybníce jsou využívány primárními producenty, kteří jsou potravou filtrujícího zooplanktonu, a tak se tyto živiny ve formě přirozené potravy dostávají až ke kaprovi a bezprostředně ovlivňují jeho celkovou užitkovou hodnotu (Faina, 1983, 1994). V případě rybničního hospodaření, kdy ryby mají k dispozici vedle přirozené potravy i předkládaná krmiva, lze stanovit požadavky na potravu kapra jen velmi obtížně (Lovell, 1989). Kapr potřebuje k životu adekvátní kvantitu i kvalitu využitelných zdrojů. Právě proto je nutné identifikovat všechny zdroje, které jsou kaprem využívány a podhalit jejich dostupnost v prostředí (Litvaitis, 2000). K tomu poslouží studium přijaté potravy založené na analýze zažívadel. Tato metoda se stala nejpoužívanější metodou již před mnoha lety a má dodnes dostatečnou vypovídací hodnotu pro většinu studií (Hyslop, 1980). Na počátku této práce, která je součástí rozsáhlejšího projektu GAČR (*Živiny z ryb nebo výživa pro ryby: Odhalování skrytého rizika znečištění a zadržování živin v rybnících skrze nutriční bioenergetiku ryb*), stála jednoduchá otázka, do jaké míry využívá kapr přirozenou a předkládanou potravu a zda se její složení mění i v průběhu sezóny. Na tuto otázku se budu snažit odpovědět analýzou potravy kapra získanou metodou proplachu zažívadel.

2. Literární přehled

2.1. Chov kapra obecného

Většina rybníků na našem území je využívána k chovu ryb, kdy se nejčastěji setkáme se systémem polointenzivního odchovu. Kapr obecný (*Cyprinus carpio* L.) spolu s dalšími druhy kaprovitých ryb roste v našich rybnících tradičně na bázi přirozené potravy, která je základem produkce. Ke zvýšení produkce se využívá příkrmování obilovinami (Mareš et al., 2015; Čítek et al., 1998).

Se zvyšující se intenzitou chovu kapra se snižuje nabídka a význam přirozené potravy, naopak se zvyšuje význam krmiva a tím pádem jsou kladeny vyšší nároky na jeho kvalitu. Kvalita krmiva musí odpovídat a pokrývat všechny nutriční požadavky chovaného druhu. Přecházíme tedy od pojmu příkrmování k pojmu krmení a z klasického rybníčního polointenzivního chovu k chovu intenzivnímu (Mareš et al., 2015). V našich podmínkách se k chovu kapra v rybnících takřka nepoužívají kompletní krmiva. To je dáno především jejich vysokou cenou, a hlavně nízkou intenzitou samotného chovu kapra v rybnících na našem území (Steffens, 1995).

Výjimku tvoří podpora zhuštěných obsádek, kdy se dosahuje produkce nad tři tuny z hektaru a při odchovu raných stádií těchto druhů ryb v intenzivních chovech anebo v kombinaci intenzivního a rybníčního chovu, kdy je možno dosáhnout přírůstků i v zimním období za použití teplejší vody. Zde jsou aplikované krmné směsi ve formě tvarovaných částic (pelety potažmo granule) nebo drcených částic (crumble). Ty jsou zejména využívány u drobných šarží (starterů) určených pro plůdek (Mareš et al., 2015). Opakem tohoto chovu je chov extenzivní, který využívá pouze přirozené potravy vyskytující se v rybníce, bez využití předkládaných krmiv (Faina, 1983).

V podmínkách mírného pásu se kapr chová převážně ve tříletém nebo čtyřletém cyklu. Cyklus tříletý se vyznačuje konečným jednohorkovým cyklem, kdy se do rybníka nasazuje násada kapra (K_2) o hmotnosti 300 – 600 g v hustotě 500 – 1000 ks.ha⁻¹. Násada se vysazuje zpravidla na podzim a výsledkem je tržní kapr (K_3) o hmotnosti 1,5 – 2 kg. Do dvouhorkového produkčního cyklu se nasazuje lehčí násada o hmotnosti 200 – 300 g

ve stejné hustotě. Za dva roky se loví kapr (K₄) o hmotnosti 2 – 3 kg (Hartman a Regenda, 2014).

Jak již bylo zmíněno, běžně se v našich podmínkách kapr chová v polointenzivním chovu, spočívajícím v kombinaci příkrmování a přirozené potravy. Právě přirozená potrava v ideálních podmínkách chovu tvoří 50 – 75 % finální biomasy. Ta se v takto obhospodařovaných rybnících pohybuje průměrně od 200 do 1500 kg.ha⁻¹ (běžně 400 – 500 kg.ha⁻¹) v závislosti na nadmořské výšce, která ovlivňuje produkci (Adámek et al., 2019). Produkce nezávisí jen na kvalitě předkládaného krmiva a jeho množství, ale i na podpoře rozvoje přirozené potravy zvýšením přísunu živin do vodního prostředí (Adámek et al., 2010).

2.1.1. Meliorační zásahy ovlivňující úživnost rybníka

Meliorační zásahy do vodního prostředí ovlivňují jeho fyzikální a chemické vlastnosti za účelem zvýšení produkce. Mezi nejpoužívanější opatření pro zvýšení úživnosti lze zahrnout hnojení, vápnění a příkrmování (Adámek et al., 2010).

Hnojení zvyšuje produkci rybníku přísunem biogenních prvků, zejména uhlíku, dusíku a fosforu (C, N, P). Pro tento účel se využívá mnoho druhů hnojiv, jak organických (chlévká mrva, zelené hnojení, kejda, komposty), tak hnojiva minerálních (superfosfát, ledek). Minerální hnojiva se však v poslední době nepoužívají, jelikož obsahují vyšší množství živin, než je zapotřebí. Hnojení podporuje produkci fytoplanktonu, který tvoří základ potravního řetězce (Adámek et al., 2010; Čítek et al., 1998).

Vápnění je důležité pro stabilizaci rybníčního prostředí, protože se vápník podílí na úpravě alkality a ustálení pH (Adámek et al., 2010). Vápník se velkou částí podílí i na budování těl organismů, nebo významně ovlivňuje mineralizaci organických látek. Vápnění je nejčastěji prováděno v mimoprodukčním období (Hartman a Regenda, 2014).

Optimální dieta a její vybalancování je v chovu kapra žádoucí, jelikož se příkrmování podílí na zvyšování úživnosti přísunem především fosforu (Roy et al., 2020 a). Fosfor je součástí všech krmiv, včetně obilovin. Tam je v závislosti na druhu obsaženo okolo 3 g.kg⁻¹ fosforu a okolo 15 – 20 g.kg⁻¹ dusíku (Jirásek et al., 2005). Při předkládání vyššího množství krmiv, než jsou ryby schopny pozřít, dochází k uvolňování těchto látek

do okolí. Proto přikrmování představuje přímou zátěž pro celý rybníční ekosystém (Adámek et al., 2010). Fosfor se uvolňuje i z výkalů kapra. Z umělých krmiv kapr vyloučí ve formě výkalů 57 – 79 % původního obsahu dusíku a 72 – 99 % fosforu. Naopak kapr dokáže trávit dusík a fosfor vázaný v jeho přirozené kořisti s nad očekávání vysokou účinností. Zvyšování eutrofizace je tak způsobeno spíše managementem v rybářství (Roy et al., 2020 b).

Mezi další meliorační zásahy lze zahrnout cílené ponechávání rybníků bez vody během nebo mimo vegetační období. Letnění nebo zimování podporuje mineralizaci v rybníčním dně. Dochází zejména k přeměnám a vázání organického fosforu, k nitrifikačním pochodům anebo k ničení choroboplodných zárodků. Likvidování nebo údržba vegetace se také značně podílí na úživnosti rybníků (Adámek et al., 2010).

2.1.2. Zvyšování produkce

Až do nedávna se zvyšování úživnosti v rybníčním chovu kapra považovalo za krok, který nijak zvlášť neovlivňuje kvalitu vody ani životního prostředí (Gergel a Kratochvíl, 1989). Od té doby se mnohé změnilo, rybníky prošly velkou změnou, kdy se mnoho z nich dostalo až do hypertrofního stavu. Pomohlo tomu svým dílem i samotné rybářské hospodaření (Pechar, 1995, 2000). S ekonomickým i technologickým pokrokem, za využití mechanizace vzrostla produkce odpadních vod, zvýšila se i výroba krmiv a hnojiv. Všechny tyto faktory měly vliv i na úživnost rybníků (Pechar a Potužák, 2006).

Dle Pechara (2015) byla produkce ryb v rybnících v 19. století limitována nedostatkem živin. Chov ryb využíval pouze přirozený produkční potenciál rybníků, což mělo za následek postupné stárnutí a vyčerpání původních zásob živin. V této době produkce dosahovala pouhých 40 kg.ha⁻¹.

To se změnilo s příchodem Josefa Šusty, který se věnoval zvyšování produkce v třeboňském rybářství na konci 19. století. Dle jeho vzoru se začalo později v celé republice hnojit, přikrmovat a s výběrem generačních ryb se provádělo šlechtění kapra. Těmito postupy bylo dosaženo výnosu až 70 kg.ha⁻¹. Lze předpokládat, že se těmito postupy začalo rybářství neblaze podílet na zatěžování povrchových vod (Pokorný et al., 2015). S pokračující dobou se začalo významně využívat organických i minerálních

hnojiv, vápnění a příkrmování (Janda a Pechar, 1996; Hule, 2000). V polovině minulého století pokračovala mechanizace práce, intenzifikace chovu a modernizace rybochovných zařízení. Výzkumy dokázaly důležitost přirozené potravy, což mělo za následek zvyšování dávek především minerálních hnojiv (Pokorný et al. 2015). Napomáhal tomu i fakt, že v tuto dobu rostla intenzifikace v zemědělství, to představovalo větší přísun krmiv i hnojiv (Hule, 2000). Vrchol v produkci nastal roku 1992 s celkovou produkcí 20 800 t, od té doby do dnešních dob se produkce ustálila na celkové produkci ČR okolo 20 000 t (Pokorný et al., 2015). Trend ve zvyšování úživnosti pokračoval až do roku 1996, kdy se začala monitorovat kvalita vody, což mělo za následek omezování aplikace hnojiv a omezení chovu kachen na otevřené vodě. Výrazně se však zvýšila spotřeba krmiv. Zavedená omezení měla za následek snížení živinových toků. Koncentrace vápníku a hydrogenuhličitanů se snížila až desetinásobně. Celková dotace rybníka minerálními látkami má doposud klesající trend (Pokorný et al., 2015; Pechar, 2015). Rybníky mají vysokou schopnost zadržovat živiny, ale zároveň mohou být i významným zdrojem živin pro navazující vodoteče (Duras a Potužák, 2016).

V současné době jsou to sedimenty, které jsou nadměrně zatížené živinami. Rybářský management musí reagovat na eutrofní až hypertrofní podmínky, které po sobě zanechalo masivní intenzifikační hospodaření minulých dob (Adámek et al., 2010). V sedimentu nalezneme organickou hmotu, skládající se ze zbytků krmiv, fekálií, hnojiv a odumřelých těl organismů a rostlin. Vedle organické hmoty se díky zadržení vody do sedimentu usazuje fosfor, jehož obsah v sedimentech je až tisíci násobně vyšší oproti obsahu fosforu ve vodě. Tento fosfor může i nemusí být využíván v procesech produkčních (Faina et al., 1994; Jan et al., 2018). Fosfor je komplikovanou živinou díky své vysoké biologické přístupnosti. Díky fosforu dochází k nadměrnému rozvoji fytoplanktonu a sinic, fluktuaci kyslíku a kolísání hodnoty pH (Pechar, 1995). Se sloučeninami fosforu jsou v sedimentu obsaženy i sloučeniny dusíku, které do svých pletiv snadno zpracovávají asimilující organismy. Zvýšení obsahu těchto živin proto přímo představuje riziko vzniku eutrofizace (Faina et al., 1994).

2.2. Potrava kapra

Potravní spektrum a způsob získávání potravy jsou specifické aspekty pro každý druh ryb. Za normálních podmínek a při dostatečném výskytu preferované potravy každý druh přijímá potravu dle svých běžných potravních nároků. Za nevyhovujících podmínek a při nedostatečném výskytu preferované potravy pak druhy ryb přecházejí na potravu jinou (Egert, et al., 1984).

Významný vliv na kapra a jeho užitkovou hodnotu má bezpochyby jeho potrava. Mezi hlavními faktory, které spolu velmi úzce souvisí jsou vztahy intenzifikačních prostředků, přikrmování a hustoty obsádky. Tyto faktory v technologii chovu kapra ovlivňují jeho výslednou užitkovou hodnotu. Proto je důležité brát v potaz velmi úzký vztah který mezi hustotou obsádky, intenzitou přikrmování a kvalitou s množstvím přirozené potravy působí (Faina, 1983).

Kapr obecný je potravní oportunist, který umí přizpůsobovat své potravní nároky aktuálním podmínkám prostředí. Během ontogenetického vývoje se mění jeho potravní preference. Larvy kapra jsou poměrně neúplné organismy, protože nemají ještě dovyvinuty některé orgány, zejména trávicí soustavu, která je po vylíhnutí ještě ve vývoji. I přes tento fakt larvy začínají s exogenním kmením dříve, než je žlutkový váček zcela vyčerpán. Tento nevyvinutý typ trávicího ústrojí dokáže trávit pouze velmi jednoduchou potravu, drobné planktonní organismy jako jsou nauplia klanonožců či vířníci, po čase přechází kapr na větší organismy jako perloočky (Cladocera) a klanonožce (Copepoda; Nunn et al., 2012). Trávicí ústrojí larev špatně tráví umělou stravu, proto je v této fázi vývoje nevhodná (Hofer, 1995). V prvním roce se dokáže vedle zooplanktonu živit i některými fytofilními organismy, tvořené například larvami pakomárů, jepic nebo chrostíků. Při nedostatku živočišné potravy dokáže přijímat i potravu rostlinnou (Hrabě et al., 1946). Velikost přijímané potravy se odvíjí od velikosti ústního otvoru (Nunn et al., 2012). Závisí i na struktuře filtračního aparátu, který je tvořený žaberními tyčinkami, ty určují velikosti částic, které mohou být zachyceny (Dvořák et al., 2020). Plůdek kapra má filtrační aparát uzpůsoben tak, aby dokázal zachytit potravu větší než 100 μm (Gisbert et al., 1996).

Od druhého roku života je kapr považován za všežravce, který využívá ve své potravě poměrně vysoký podíl živočišné kořisti. Tu tvoří především larvy pakomárů a další bentičtí bezobratlí (Rahman et al. 2008). Plankton kapr již nevyužívá v takové míře, protože se již nevyskytuje ve vyhovujících velikostech, a v dostatečném množství k pokrytí jeho nutričních požadavků. Výjimka je v případě výskytu velkého zooplanktonu (*Daphnia magna*, *D. pulicaria*). Tyto velké hrotnatky je schopen využívat i starší kapr (Adámek et al., 2010), pokud jsou ovšem větší než 250 μm (Gisbert et al., 1996; Sibbing et al., 1986).

2.2.1. Příjem a trávení potravy

Příjmu potravy a jejímu trávení odpovídá stavba zažívacího traktu a jeho enzymatické vybavení, které je jedním z nejdůležitějších faktorů určujících schopnost ryb efektivně využívat živiny. Trávicí soustava zajišťuje vše od příjmu potravy, k jejímu štěpení na jednodušší látky, vhodnější k trávení až po jejich využití v těle organismu. Příjem potravy a její následné trávení je nezbytné pro zajištění důležitých životních funkcí, zejména růstu a rozmnožování (Dubský et al., 2003).

Trávicí ústrojí se skládá z vlastní trávicí trubice a na ni napojených přídatných žláz. Kompozice trávicího ústrojí je pro jednotlivé druhy specifická. Velký význam hraje složení přijímané potravy. U kapra, všežravce, se skládá zažívací trakt z dutiny ústní, hltanu, jícnu, střevní rozšířeniny a střeva. V trávicím ústrojí kapra tedy chybí žaludek (Dubský et al., 2003). U kapra nejsou ani diferencovaná játra a slinivka břišní. Obě zmíněné žlázy, které odvádějí enzymy a sekrety do proximální části střeva, jsou u kapra homologovány do kompaktního orgánu, hepatopankreatu (Dvořák et al., 2020).

Na začátku příjmu potravy ryba aktivně vyhledává a identifikuje potravu na základě dříve získaných vjemů. Následně dochází u kapra k nasátí potravy a ochutnání za pomoci chuťových pohárků, kdy dochází k vyhodnocení, zda bude potravu přijata (Dvořák et al., 2020). Po přijetí potravy dochází k jejímu trávení. Primárnímu rozmělnění potravy u kapra obstarávají požerákové zuby. Kapr tímto krokem zvětší plochu přijaté potravy a tím umožní snazší působení enzymů v další části trávení. Současně z potravy dochází v této části i k oddělení vody. V dalším kroku enzymy štěpí rozmělněnou potravu na jednodušší látky, které jsou následně vstřebány do krevního řečiště z tenkého střeva

přes jeho silně prokrvenou stěnu. Látky jsou transformovány za pomoci dalších enzymů na látky tělu vlastní. K tomuto kroku dochází v hepatopankreatu (Dvořák et al., 2020).

Činnosti trávicího traktu může ovlivnit řada faktorů. Nejdůležitějším z nich je velikost ryby, dále pak pH a teplota vody, množství a složení krmné dávky, nebo kyslíkové poměry (Dvořák et al., 2020; Jirásek et al., 2005).

Požadavky na potravu se liší u ryb karnivorních a omnivorních (kapr), záleží ale i přímo na druhu ryby. Dále má vliv na úroveň výživy i vývojové stádium ryb nebo intenzita chovu a s ní spojená klesající dostupnost potravy (Mareš et al., 2015). Kapr dokáže efektivně využívat z potravy lipidy a karbohydráty, které využívá jako energetický zdroj. Zásobní látky jsou v potravě kapra lipidy, které štěpí v průběhu trávení na glycerol a mastné kyseliny, ty jsou následně využívány pro tvorbu tělu vlastních látek a jako primární zdroj energie (Zeitler et al. 1983). Pro kapra přináší tuky velký přísun energie, ta je více jak dvojnásobně větší, než energie pocházející z bílkovin (Čítek et al., 1998).

Kapr využívá k pokrytí energetické potřeby i karbohydrátů, které štěpí v procesu trávení na jednoduší cukry. Karbohydráty jsou obsaženy v rostlinných krmivech, kde tvoří největší část jejich složení (okolo 60 – 70 %; Jirásek et al., 2005). Nadbytečné lipidy a karbohydráty přijaté z potravy se hromadí především v tělních orgánech v podobě viscerálního tuku (Jirásek et al., 2005; Murai, 1989).

Tak, aby správně fungoval metabolismus, musí kapr přijímat i další živiny z potravy (Grazuir et al., 2003). Nepostradatelné látky pro růst ryb jsou bezpochyby dusíkaté látky, zahrnující z největší části bílkoviny, malý podíl pak tvoří amidy. Významný zdroj dusíkatých látek představuje pro ryby přirozená potrava (Jirásek et al., 2005). Během procesu trávení jsou bílkoviny rozštěpeny na aminokyseliny, které jsou využívány pro tvorbu tělu vlastních látek (Čítek et al., 1998). Potřeba bílkovin je specifická pro každé stádium ryb. Mladší ryby potřebují více bílkovin, naopak dospělý kapr jich potřebuje méně (Tab. č. 1). Optimální potřeba bílkovin v krmivu pro kapra v polointenzivním chovu, při dostupnosti přirozené potravy, pro optimální přírůstek a konverzi je 6 – 7 g.kg⁻¹.d⁻¹. S vyšším poměrem přirozené potravy se snižuje potřeba bílkovin v předkládaném krmivu (Jirásek et al., 2005).

Další látky potřebné pro správnou funkci těl ryb jsou minerální látky a vitamíny, které tak jako dusíkaté látky obsahuje přirozená potrava (Hartman et al., 2005). Minerální látky kapr využívá jako látky stavební a jako látky biologicky účinné. Jsou zapotřebí pro tvorbu enzymů, hormonů nebo vitamínů. Podstatně se podílejí na procesech látkových výměn nebo podmiňují stálost vnitřního prostředí (Čítek et al., 1998). Vitamíny dokážou působit již v nepatrném množství. Jsou velmi důležité pro zachování dobrého zdravotního stavu ryb a pro normální průběh fyziologických procesů (Jirásek et al., 2005).

Voda je také podstatná pro normální průběh trávení, proto by měla být v potravě obsažena. Přirozená potrava ji obsahuje ze 70 – 90 %, v krmivech je vody pouze okolo 10 % (Čítek et al., 1998).

Tab. č. 1: Optimální podíl živin pro kapra obecného (Jirásek et al., 2005, upraveno):

	Raná stádia kapra	Další chov kapra
Protein	45 – 55 %	40 – 42 %
Tuk	12 – 15 %	8 – 12 %
BNLV	> 15 %	15 – 20 %
Popel	10 – 12,5 %	7 – 10 %
Velikost částic	0,3 – 1,3 mm	1,5 – 6 mm

2.3. Přirozená potrava kapra

V rybničním chovu tvoří základ výživy kapra, ale i ostatních druhů ryb, přirozená potrava, která zlepšuje výsledky chovu snížením krmných koeficientů a zvýšením produkce rybníka (Hartman et al., 2005). Fakt, že má tato potrava pro kapra velmi významnou roli dokládá nutriční složení těchto organismů. Ty obsahují více než dostatečné množství kvalitních bílkovin a dalších látek nezbytných pro další vývoj ryb. Tyto živiny, které jsou důležité pro správnou výživu ryb, pocházejí původně především z těl řas a bakterií, které jsou konzumovány zooplanktonem a bentickými organismy (Jirásek et al., 2005).

Přirozená potrava kapra v rybníce zahrnuje společenstva zooplanktonu, zoobentosu, ale také detrit a části vyšších rostlin (Dubský et al., 2003). Tato společenstva bývají druhově poměrně chudá, s převládajícími druhy schopnými odolávat vyžíracímu tlaku obsádky. Větší druhy bývají nahrazovány menšími nebo mladšími, což nejlépe vyniká u perlooček (Faina, 1983).

Z pohledu nutriční úrovně se jedná u těl těchto organismů o lehce stravitelné bílkoviny. Všechny složky, potřebné pro růst a normální vývoj jsou v této potravě obsaženy v dostatečné míře. Tím pádem má přirozená potrava pro ryby chované v rybničním prostředí nezastupitelnou roli ve výživě (Jirásek et al., 2005). Je prokázáno, že vodní bezobratlí obsahují velké množství bílkovin v sušině (45 – 70 %). Pro dosažení optimálního růstu dospělého kapra stačí obvykle pouhých 25 – 30 % bílkovin (Kaushik a Preface, 1995). Nižší potřeba bílkovin v potravě, poukazuje na to, že ne všechny bílkoviny získané z přirozené potravy musí být plně využívány pro růst a vývoj ryb (Adámek et al., 2008). Kromě bílkovin je v sušině vodních bezobratlí obsaženo 3 – 30 % tuků a 5 – 25 % sacharidů. Obsahuje i dostatek vitamínů, esenciálních aminokyselin a tuků, pocházejících zpravidla z bakterií a řas (Hartman et al., 2005).

2.3.1. Zooplankton

Pojem zooplankton zahrnuje společenství drobných živočichů, vázaných na vodní prostředí, obývající převážně oblast pelagiálu – volné vody jezer a nádrží (Wetzel, 2001). Není ale výjimkou výskyt zooplanktonu v takových biocenózách a biotopech, kde není přítomný pelagiál v pravém slova smyslu, tedy kde je otevřená voda s hloubkou alespoň okolo jednoho metru. Tyto podmínky splňují rybníky, pískovny nebo tůň (Lellák a Kubíček, 1992). Zooplankton se živí převážně fytoplanktonem, některé druhy se však živí i dravě. Sami poté představují nepostradatelnou potravu ryb (Adámek et al., 2010).

Zooplankton je představován především vířníky (Rotifera) a drobnými korýši (Crustacea). Drobní korýši jsou v našich vodách nejvíce zastoupeni perloočkami (Cladocera) a klanonožci (Copepoda; Šrámek-Hušek, 1953).

Kvalitativní i kvantitativní složení zooplanktonu přímo souvisí se složením obsádky a její biomasou. V průběhu sezóny se mění aktivita ryb a jejich tlak na společenstva vodních bezobratlých. Perloočky, jako je *Daphnia magna*, *D. pulicaria*, nebo litorální druh *Simocephalus vetulus*, jsou jedny z největších druhů, které se běžně vyskytují v rybnících na začátku vegetačního období, tedy v době, kdy ryby přijímají potravu pouze omezeně. Toto období vrcholí koncem května, kdy nastává tzv. fáze čisté vody, která trvá přes červen. Tato fáze je způsobena zvýšenou biomasou filtrujícího zooplanktonu, který aktivně využívá fytoplankton. S rostoucí teplotou ke konci června roste tlak na zooplankton ze strany obsádky, tím se ve vodách rozmáhá fytoplankton, to se na vodě projeví ve formě vegetačního zákalu (Adámek et al., 2008).

Velké druhy perlooček jako *D. magna*, *D. pulicaria* a buchaneč jako *Megacyclops* a *Macrocyclus* mohou být přijaty v potravě i dvouletým a starším kaprem (Adámek et al., 2010). Jejich velikost odpovídá, nebo je větší než velikost mezery mezi žaberními tyčinkami kapra, proto je schopen kapr tyto velké druhy využít v potravě (Dvořák et al., 2020). Malé druhy perlooček jako *D. galeata*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, vířníci a drobné buchanky představují drobný rybníční zooplankton. Takto velkou potravu dokáže využít kapří násada a mladší věkové kategorie kapra (Faina, 1983). Zooplankton dle Steffense (1995) obsahuje okolo 45 % proteinu, 22 % tuku a 20 % sacharidů v sušině. Kde sacharidy, které jsou tvořeny chitinem, jsou pro kapra hůře stravitelné.

2.3.2. Zoobentos

Mezi organismy zoobentosu v rybničním prostředí zahrnujeme živočichy žijící na dně těchto nádrží. Zoobentos tvoří důležitou složku potravy ryb v rybníce, kde je využíván především dvouletým a starším kaprem. Tito kapři dokáží efektivně vyhledat potravu ve dně rybníka a získat ji až z hloubky desítek centimetrů (Hartman et al., 2005).

Rybniční zoobentos představují z 90 – 95 % larvy pakomárů (Chironomidae) zejména rod *Chironomus* a maloštětinatci (Oligocheta) – hlavně nitěnkovití (*Tubifex*, *Limnodrilus*; Adámek et al., 2010). V rybnících mohou být významní i měkkýši (Mollusca) a korýši (Crustacea). Organismy dna bývají převážně detritovorní, jejich vývoj závisí z velké části na přísunu potravy z pelagiálu. V rybničním prostředí může mít vliv na oživení dna velký rozvoj ostatních společenstev v pelagiálu. Omezit množství a diverzitu oživení dna může tlak ze strany obsádky anebo nedostatečná koncentrace kyslíku u dna (Hartman et al., 2005).

Společenstva zoobentosu, která jsou ovlivněna predačním tlakem, jsou tvořeny druhy, které nejsou preferovány jako potrava u daných druhů ryb, nebo druhy, které jsou schopny odolávat tlaku predace. Na společenstvo má vliv i stáří obsádky, kdy mladší stádia ryb nejsou schopna dostat se do hlubších vrstev sedimentu. Naopak u starších stadií ryb jsou společenstva zoobentosu ohrožována, jelikož ryby jsou uzpůsobeny k tomu, získat potravu i z velké hloubky, kde se skrývá většina bentických organismů (Adámek et al., 2010).

2.4. Příkrmování

Čítek et al. (1993) formuluje zásadu pro příkrmování kapra tak, že příkrmování jadrnými krmivými musí být podáváno rybám jen jako doplněk přirozené složky potravy. Právě přirozená potrava musí tvořit alespoň 50 % z přijaté potravy, má-li být krmivo dobře využito pro přírůstek.

V klimatických podmínkách ČR se málokdy používají pro výživu kapra v rybníce kompletní krmiva. Důvodem jsou vysoké ceny kompletních krmiv, a hlavně nízká intenzita samotného chovu kapra v rybnících (Steffens, 1995). Z těchto důvodů jsou v chovu kapra vedle přirozené potravy, která zaujímá základ produkce, převážně

využívána jaderná krmiva (Mareš et al., 2015; Čítek et al., 1998). Obiloviny, jako pšenice, žito, triticales, ječme a kukuřice jsou glycidová krmiva, která se nejvíce využívají právě v chovu kapra. Nevyužívají se jen celá jádra, ale i směsi z nich vyrobené. Tyto směsi mohou být doplněny o další komponenty, jako jsou luštěniny nebo píce (Čítek et al., 1998).

Při dnešní intenzitě chovu kapra v rybníce se nejvíce využívají jako krmiva obiloviny v neupravené formě. Ty se podílí z 60 – 70 % na celkové spotřebě krmiv. Zbylou spotřebu krmiv tvoří směsi krmiv, krmiva z lokálních zdrojů získaných při sečení vegetace nebo při čištění obilovin. Obiloviny a jejich směsi se používají zejména pro jejich dostupnost jak cenovou, tak množství (Čítek et al., 1998).

Pro kapra obiloviny a jiná doplňková neplnohodnotná krmiva znamenají přísun lehce stravitelné energie ve formě škrobu, obsaženým z 60 – 70 % v zrnech. energii získanou z těchto glycidových krmiv kapr využívá k zajištění potřeb jeho metabolismu. Energie získaná z obilovin umožňuje kaprovi efektivně využívat bílkoviny a další potřebné látky, přijímané z potravy přirozené (Steffens, 1995). Obiloviny však nejsou plnohodnotnou stravou pro kapra, kvůli nedostatečnému obsahu dusíkatých látek, zejména bílkovin a esenciálních aminokyselin. Tyto látky jsou pro kapra nezbytné pro správnou funkci metabolismu a pro tvorbu tkání. Přirozená potrava tyto látky obsahuje v nadměrném množství, proto představuje limitní faktor pro přírůstek kapra (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004).

Příkrmování je potřebné provádět dle zásob přirozené potravy v rybníce. Plánovaná spotřeba krmiv na kus K_{1-2} se pohybuje okolo 0,75 kg. Na jeden kus K_{2-3} je to kolem 2 kg (Janeček a Příkryl, 1982). Vynásobením s počtem kusů v rybníce dostaneme předpokládanou spotřebu krmiv, kterou rozdělíme dle Janečka a Příkryla (1982) orientačně do jednotlivých měsíců (květen 4, červen 13, červenec 26, srpen 37 a září 20 %).

Při výběru vhodných krmiv musíme přihlížet k fyziologické potřebě ryb, hustotě obsádky a stavu přirozené potravní základny v rybníce (Čítek et al., 1998). Při výskytu velkých perlooček nad 2 mm se předkládají obiloviny. Při zjištění masového výskytu těchto perlooček se přísun obilovin omezí do doby, než se zredukuje jejich počet.

Naopak, když dojde k úplnému vymizení nebo nízkému výskytu těchto společenstev, začínají se předkládat krmiva s minimálním obsahem 25 % dusíkatých látek. Další důležité faktory pro příkrmování jsou pH a teplota vody. Při zvýšení pH nad 9 nebo při snížení teploty pod 15 °C se krmivo dočasně přestává (Janeček a Přikryl, 1982).

2.5. Studium potravy

Studium potravy přináší důležité informace pro poznání potravní ekologie druhů ryb. Je prováděno zejména pro dosažení dobrých výsledků během reprodukce ryb, jejich umělého odchovu a často se využívá k ochraně některých původních druhů ryb nebo celých populací. Studium potravy poukazuje i na úbytek potravní nabídky, na změnu kvality vody nebo celého vodního prostředí (Hyslop, 1980).

Potrava ryb a způsob jejího příjmu zahrnuje spoustu důležitých aspektů – kondici ryb, jejich chování, míru využívání habitatů nebo podhaluje interakce mezi druhy i uvnitř druhu. Potravní chování a složení přijímané potravy jsou důležité ukazatele pro pochopení interakcí v potravním řetězci uvnitř rybníka, kdy přináší ucelené informace o významu potravy pro vyšší úroveň potravního řetězce. Tyto informace pomáhají k pochopení interakcí v prostředí a vedou k jeho správnému řízení, jelikož upřesňují možnosti, jak usměrnit, podpořit a kontrolovat potravní zdroje. To pomáhá ke zvýšení produkce, zlepšení podmínek a pozitivnímu ovlivnění společenstev (Chipps a Garvey, 2007).

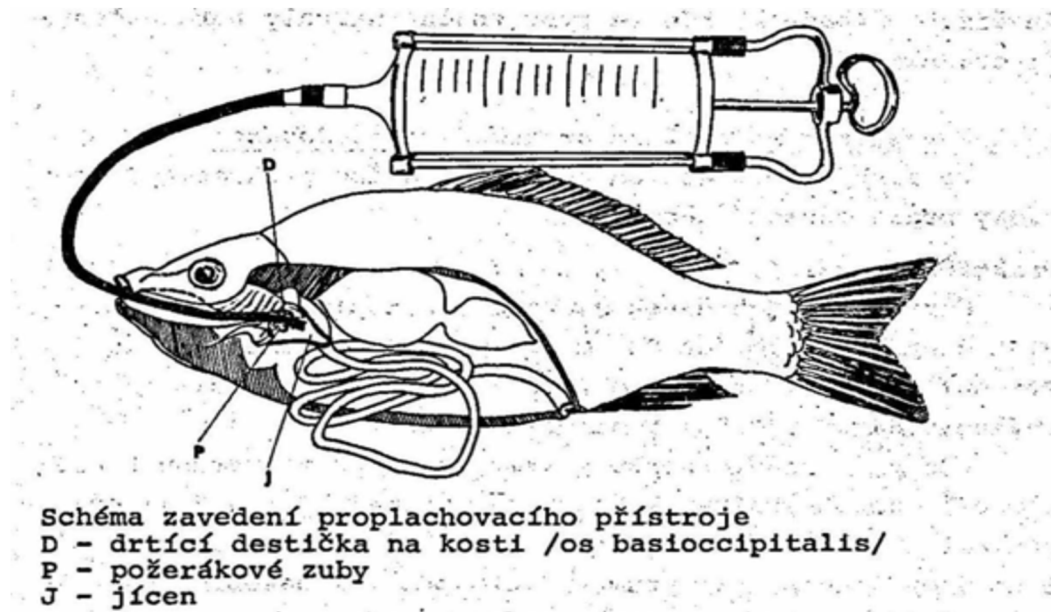
Způsobů hodnocení a odebírání potravy je několik. Vždy musí být zvolena adekvátně k druhu dané ryby, z důvodu rozdílných složek v potravě a rozdílné anatomie trávicího ústrojí (Hyslop, 1980). Mezi nejpoužívanější metody dle Manka a Adámka (2019) lze zahrnout například přímé pozorování, ohrazování, metody radiologie, mastných kyselin, barviv a chemických markerů, molekulární metody nebo přímou analýzu přijaté potravy.

2.5.1. Analýza přijaté potravy

Studium přijaté potravy založené na analýze zažívadél představuje jednu z nejpoužívanějších metod (Hyslop, 1980). Tato metoda je založena v první řadě na kvalitativním způsobu hodnocení potravy, ale lze u této metody využít i kvantitativní hodnocení, které má taktéž dobrou vypovídací hodnotu (Manko a Adámek, 2019). Tato metoda má stále obrovský potenciál a má dostatečnou vypovídací hodnotu pro většinu studií. V této době se používají i jiné výše zmíněné metody, které však mají svá úskalí – jsou komplikovanější i finančně náročnější. Na druhou stranu mohou mít větší vypovídací hodnotu (Hyslop, 1980).

Výplach zažívadél nevede k usmrcení nebo poškození ryby. Tato metoda je založena na proplachování zažívadél za použití výplachové trubice, s jejíž pomocí získáme jejich obsah (Obr. č. 1). Tato trubička je zavedena do jícnu, za její pomoci je propláchnuto zažívací ústrojí a potrava je tak vypláchnuta z ryby do sběrné nádoby a následně fixována. Zabití ryby se využívá převážně při podezření na nemoc, otravu nebo u některých druhů ryb, zejména ryb planktivorních (Hyslop 1980). To je dáno délkou jejich trávicího traktu (Čítek et al., 1998). Nevýhodou je ztráta jedince, výhodou je získání více dat v podobě pohlaví jedince, reflektujíc i míru parazitace či další faktory, které mohou ovlivnit příjem potravy. U dravých druhů ryb se výplachem dosáhne získání potravy z ústního otvoru. Potrava bývá vyvržena z žaludku do odběrné nádoby. U kapra, kvůli absenci žaludku, dochází k proplachu celého zažívacího ústrojí a zažitina je získána z otvoru řitního (Hyslop 1980).

Údaje při využívání metody přímé analýzy jsou ve většině případů získány za pomoci mikroskopie. Analyzuje se obvykle celý zažívací trakt nebo obsah žaludku, získaný po usmrcení ryby. Některé části potravy však nelze od jisté míry natrávení v takto získaném vzorku mikroskopicky analyzovat. Jejich přítomnost v potravě lze potvrdit pouze za pomoci sofistikovaných metod. Pro tyto případy využíváme především molekulárních metod, založených na analýze DNA kořisti. Využívá se zde PCR (*Polymerase Chain reaction*) metoda, která snadno odhalí jakékoli zbytky potravy. Tyto výsledky mohou být interpretovány samostatně, nebo mohou doplnit právě zmíněnou mikroskopickou analýzu zažívadél (Manko a Adámek, 2019).



Obr. č. 1: Zavedení výplachového aparátu do kapra převzato z Fainy (1983).

5.2. Vizualizace výsledků

Ke každému ze vzorků je nutno si poznamenat důležité informace, které doprovázely odběr nebo samostatnou determinaci. Informace, o stavu naplnění zaživadel a stupni natrávení potravy pomáhá lepší interpretaci výsledků (Manko a Adámek, 2019).

Při hodnocení stavu naplnění zaživadel není výjimkou objevení prázdného traktu. Jejich početnost roste s rostoucím počtem vzorků. To může výrazně zkreslit interpretaci výsledků (Chippis a Garvey, 2007). Stav natrávení ovlivňuje přesnost analýzy. Pokud se potrava nachází ve vysokém stupni natrávení, je identifikace jednotlivých položek potravy složitější a může být méně přesná (Manko a Adámek, 2019).

Identifikace obsahu zaživadel pro kvalitativní hodnocení potravy bývá často cílem studia, jež se skládá z přesné identifikace organismů a organické hmoty, nebo jejich částí. Identifikace je možná pouze s odpovídajícími zkušenostmi a za pomoci referenčního materiálu, jelikož některé natrávené organismy může být velmi obtížné identifikovat. Kvantifikace složek obsahu žaludku je užitečná k vyhodnocení významnosti jednotlivých složek potravy (Manko a Adámek, 2019). Je známo mnoho metod pro identifikaci nejvíce dominantních a nejvýznamnějších složek potravy. Tyto metody jsou vyhodnocovány za pomoci numerické početnosti, hmotnosti biomasy nebo frekvence výskytu (Hyslop, 1980).

3. Materiál a metodika

3.1. Uspořádání pokusu

Projekt probíhal na šesti experimentálních rybnících v areálu pokusnictví FROV JU ve Vodňanech (49°09' s. š., 14°09' v. d., nadmořská výška 393 m n. m.). Pro pokus byly vybrány rybníky s plochou zhruba 0,16 ha, průměrnou hloubkou 80 cm a hloubkou u požeráku ca 120 cm. Voda, napájající tyto rybníky pochází z řeky Blanice. Pro tuto bakalářskou práci byla zpracována data z kontrolních rybníků (rybníky č. 41, 43 a 44). Rybníky byly před napuštěním (polovina dubna) po dobu minimálně 3 týdnů ponechány bez vody kvůli sanaci a přežití nežádoucích druhů ryb, které by mohly zkreslit výsledky experimentu. Ze stejného důvodu byly na přítoku do rybníka nainstalována síta, která zabraňovala průniku těchto nežádoucích druhů ryb. Následně bylo do každého ze zmíněných rybníků nasazeno koncem dubna (26.4.2022) celkem 150 ks kapra o průměrné hmotnosti (BW ± SD) 337 ± 57 g. Ryby měly průměrnou velikost (TL ± SD) 268 ± 15 mm. Pro pokus byl vybrán lysec, který pocházel z Kardašovy Řečice. Počáteční nasazení odpovídalo hmotnosti 51 kg kapra na rybník (ca $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2$). Tato obsádka rybníka byla zvolena tak, aby kapr měl dostatek přirozené potravy a nedocházelo k potlačení zooplanktonu. Dále byl současně s kaprem do rybníků nasazen i candát obecný (*Sander lucioperca*; BW ± SD = $114,5 \pm 38,8$ g), průměrně 35 ks na rybník, který měl zamezit případnému rozvoji nežádoucích druhů ryb, pokud by se do rybníků dostaly, zejména střevliče východní (*Pseudorasbora parva*). V průběhu experimentu pak byly před každým odlovem ryb instalovány přes noc pastičky do litorálu jednotlivých rybníků k průběžnému monitoringu výskytu nežádoucích druhů ryb.

Odběry byly prováděny v rámci projektu: *Živiny z ryb nebo výživa pro ryby: Odhalování skrytého rizika znečištění a zadržování živin v rybnících skrze nutriční bioenergetiku ryb*. Na rybnících se prováděly pravidelné odběry potravní nabídky (zooplankton, zoobentos), vody a odlovy ryb pro analýzu potravy a hodnocení růstu v průběhu sezóny.

Na rybnících, kde byla hodnocena potrava se přikrmovalo celou sezónu pšenicí, dle odpovídajícího plánu přikrmování. Krmivo se aplikovalo na krmná místa (schody) u požeráku, aby bylo možné kontrolovat, zda kapr krmivo konzumuje či nikoliv a podle

toho upravovat krmnou dávku. Přikrmovalo se průměrně 2 – 3krát týdně. Velikost krmné dávky odpovídala 2 – 3 % aktuální hmotnosti obsádky. Celkově bylo do každého z rybníků zkrmeno 641 kg pšenice. Detaily přikrmování jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Jednou za čtrnáct dní se od začátku přikrmování sledovaly a zaznamenávaly fyzikálně chemické vlastnosti vody. Mezi sledovanými vlastnostmi byly zahrnuty pH, teplota vody, průhlednost, nasycení kyslíkem nebo konduktivita. Tyto vlastnosti byly sledovány za pomoci Secciho desky a multimetru, jejich vývoj je znázorněn v příloze č. 1. Hodnoty koncentrace a nasycení kyslíku, teploty vody, a pH zaznamenané v tabulce č. 3 byly měřeny u dna.

Na rybnících se prováděly v rámci projektu odběry potravní nabídky (zooplanktonu a makrozoobentosu). Zaznamenávány byly i úhyny ryb. Dále se na rybnících prováděly od poloviny května odlovy pomocí elektrického agregátu, nebo za pomoci zátažové sítě (Obr. č. 2). U odlovených ryb se stanovovala hmotnost (BW), délka těla (SL) a celková délka (TL). U těchto ryb se také odebíraly vzorky pro analýzu obsahu zažívatel.

Tab. č. 2: Denní, měsíční a celkové krmné dávky na třech sledovaných rybnících.

	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
%m. měsíc ⁻¹	5 %	14 %	27 %	37 %	17 %
Kg.den ⁻¹	2,3 ± 0,9	4,8 ± 1,3	9,5 ± 2,2	11,3 ± 1,3	7,2 ± 2,3
Kg.měsíc ⁻¹	32,1	89,7	173,1	237,2	109,0

Tab. č. 3: Fyzikálně chemické vlastnosti vody během pokusu 2022.

Rybník		Průhlednost [cm]	Koncentrace O ₂ [mg.l ⁻¹]	Nasycení O ₂ [%]	Teplota [°C]	Konduktivita [μS.cm ⁻¹]	pH
41	medián	35	5,75	66,5	20,68	188	7,085
	min	20	1,5	17,6	10,8	128	6,93
	max	130	10,17	117,2	24,6	231	7,28
43	medián	20	5,35	62,8	20,13	186	7,18
	min	15	1,93	24	10,7	126	6,68
	max	120	11,11	105	24,71	221	7,43
44	medián	25	5	60,5	20,28	187	7,2
	min	15	1,55	19	11	134	6,65
	max	130	10,64	116	25,7	230	7,41



Obr. č. 2: Odlov kaprů pro sledování růstu a potravy za pomoci zátahové sítě jako bariéry a elektrického agregátu.

3.2. Odběr vzorků

První vzorky pro analýzu potravy byly odebrány 16 dní po nasazení, 12. května 2022. Další odlovy ryb probíhaly vždy přibližně v měsíčních intervalech až do poloviny září (12.5., 9.6., 15.7., 11.8., 12.9). Vzorky pro analýzu potravy se neodebíraly při nasazování a při výlovu. Na každém z rybníků se odlovilo vždy alespoň 10 ks ryb, u kterých se odebíraly vzorky pro mikroskopickou a živinovou analýzu potravy. U každé odlovené ryby byla zjištěna délka a váha, pro účely této práce byl u pěti jedinců po anestezii (koupele ve 2-phenoxyethanolu, 0,3 – 0,4 ml.l⁻¹) proveden proplach zažívadel dle Fainy (1975). Proplach spočíval v pevném uchopení ryby do mokrého hadru. K vlastnímu proplachu byla využita injekční stříkačka (Janette medical 500) s gumovou hadičkou, která byla citlivě zasunuta kaprovi do hltanu, až došlo k sevření požerákovými zuby. Stříkačka byla naplněna kohoutkovou vodou (250 ml), aby nedošlo ke kontaminaci možnými potravními organismy, pokud by byla použita rybníční voda. Následným jemným a opatrným tlakem vody, která naplnila trávicí trakt kapra se z řitního otvoru uvolnil obsah zažívadel, který byl zachytáván do větší nádoby. Odebíral se vždy celý obsah zažívadel, do té doby, než začala vytékat čistá voda. Vzorek se následně celý umístil do 100 – 500 ml PE vzorkovnice a zakonzervoval se 70 % technickým lihem nebo formaldehydem na požadovanou čtyřprocentní koncentraci. Ryby byly po výplachu umístěny do předem připravené koupele hypermanganu (KMnO₄). Zotavená ryba byla vypuštěna zpět do rybníka.

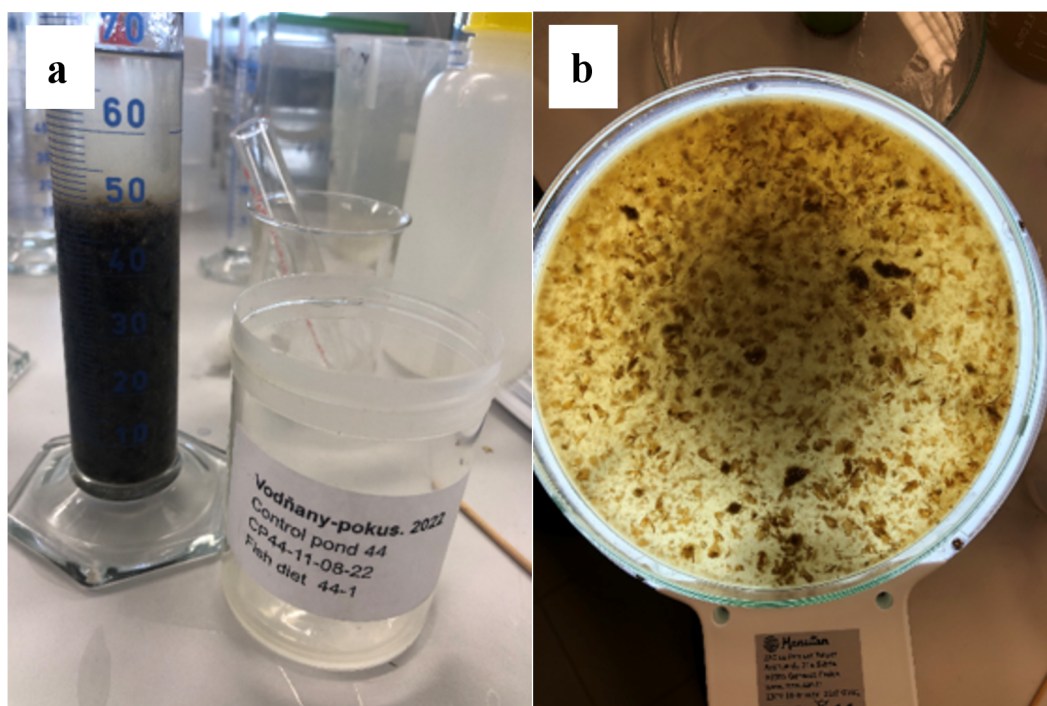
Celý odběr byl prováděn ve více lidech, co nejrychleji, abychom snížili riziko poškození nebo úhynu ryb. Po důkladném označení vzorku a jeho zakonzervování byly tyto vzorky uloženy na pozdější zpracování v laboratoři.

3.3. Analýza vzorků

K samotné analýze docházelo v hydrobiologické laboratoři FROV JU. Analýze byly podrobeny čtyři vzorky z každého rybníka, z každého termínu. Obsahy jednotlivých lahvíček byly přemístěny do odměrných válců odpovídající kapacity pro přesné stanovení objemu pevné části potravy. Objem byl stanoven po uplynutí půl hodiny, aby došlo k dostatečnému usazení pevné složky vzorku (Obr. č. 3 a).

Po zaznamenání objemu vzorku byly vzorky převedeny na Petriho misky, které byly přemístěny na milimetrový papír jako podložku a prosvíceny. U takto prosvíceného vzorku se lehce stanovil podíl obilovin případně jiných velkých složek v potravě (Obr. č. 3 b).

Z Petriho misky byl vzorek promyt přes sítko s velikostí ok 80 μm , aby došlo k odmytí jemného sedimentu, který by při mikroskopické analýze znesnadňoval odečítání vzorku. Následně byl obsah zaživadel zachycený na sítku převeden do kádinky a naředěn vodou na objem 50–300 ml podle množství materiálu v konkrétním vzorku. Z tohoto objemu byly za stálého míchání odebírány podvzorky pipetou o objemu 1,5 ml. Tyto podvzorky byly umístěny na sklíčko s počítací mřížkou, přidáno minimální množství detergentu k snížení povrchového napětí a umístěny pod stereomikroskop ke kvalitativnímu a kvantitativnímu zpracování. U každého vzorku potravy byly takto analyzovány minimálně tři podvzorky. Všechny složky potravy byly determinovány za pomoci determinačních klíčů do co nejnižší možné taxonomické kategorie. U více natrávených organismů byla započítána pouze celá těla organismů, nebo jasné, předem stanovené části těl (u pakomárů tomu byla pevná hlavová kapsule, u buchaneček celé tělo, nelze počítat vaječné vaky a jiné části těl). Po analýze byly vzorky opět prefixovány do 70 % roztoku ethanolu a uloženy k dalším možným pokusům.



Obr. č. 3: Měření objemu vzorku v odměrném válci (a), stanovení podílu obilovin ve vzorku (b).

3.4. Zpracování dat a jejich hodnocení

Data četností jednotlivých potravních součástí byla převedena do digitální podoby v programu Microsoft Office Excel. Jednotlivé podvzorky byly sloučeny a přepočítány dle původního ředění. Tímto způsobem byly získány data o počtu organismů v jednom vzorku. Ze vzorků tímto mohly být vypočteny následující indexy:

Byla stanovena frekvence výskytu jednotlivých složek potravy. Tento index byl vypočítán dle Amundsena et al. (1996):

$$Fo = \frac{nF}{n} \cdot 100 [\%]$$

nF – počet ryb, jejichž zažívadla obsahují danou složku,

n – celkový počet ryb,

Fo – tento index udává % výskytu dané složky potravy v průběhu sezóny u všech ryb.

Dalším byl index potravního překryvu dle Schoenera (1974):

$$D = 1 - 0,5 \sum_{i=1}^n |Pxi - Pyi|$$

n – počet potravních složek,

Px, Py – podíl vybrané potravní složky v dané lokalitě,

D – tento index vyhodnotí shodu výskytu potravy mezi rybníky 41, 43 a 44. Poukazuje na počet sdílených potravních druhů v lokalitách a prokazuje, jak se liší potravní spektrum v rybnících.

Byl vypočítán u ukazatel konverze krmiva následovně:

$$FCR = \frac{F}{Wt - Wo}$$

F – váha spotřebovaného krmiva,

Wo – počáteční váha ryb [kg],

Wt – hmotnost na konci sledovaného období [kg],

FCR – udávající spotřebu krmiv na 1 kg přírůstku ryb za sledované období.

Vyhodnocení probíhalo v programu Canoco 5 a R. Vlivy na kompozici potravy v rybnících se testovaly za pomoci ordinačních, lineárních a nelineárních metod. Vliv některého z faktorů se považoval za průkazný, pokud hladina významnosti byla vyšší než 5 % ($P < 0,05$).

4. Výsledky

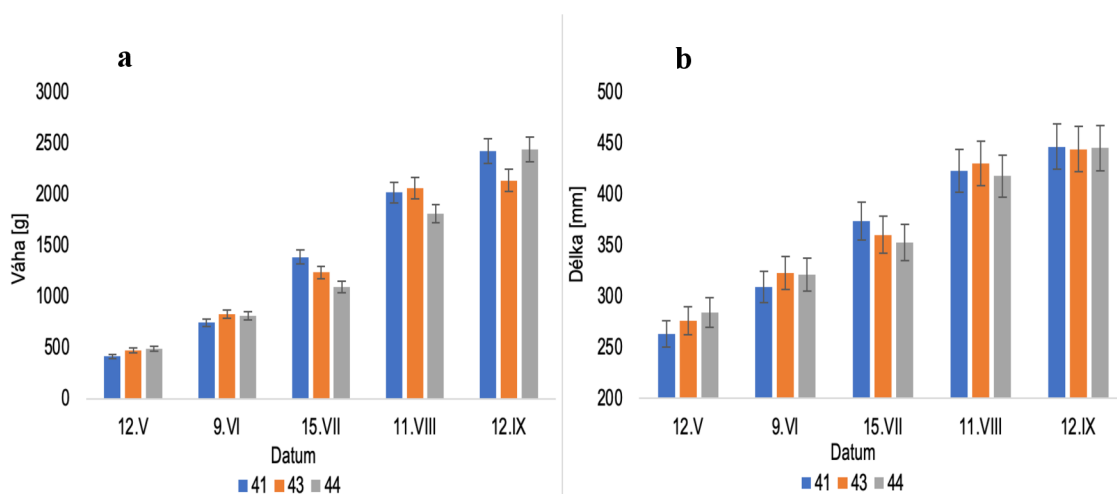
4.1. Růst ryb

Celkově bylo z rybníků vyloveno v průměru 116 ± 10 kusů kapra s finální váhou biomasy $277,3 \pm 12,7$ kg. Přežití v rybnících dosahovalo v průměru pouhých $77 \pm 6,8$ %. Hmotnost kaprů při výlovu značně přesahovala hmotnost 2 kg ($2391,4 \pm 307,2$ kg; Tab. č. 4), celková produkce z rybníka dosahovala hodnoty $227 \pm 12,6$ kg ($1417 \pm 78,5$ kg.ha⁻¹). Ve sledovaných rybnících se krmilo v průměru $2,83 \pm 0,15$ kg obilí na 1 kg přírůstku. Dle statistického zhodnocení nebyl mezi rybníky žádný signifikantní rozdíl v růstu ryb, vliv na růst ryb měl pouze čas.

Růst ryb se hodnotil i během provádění odlovů ryb v průběhu sezóny. Data z těchto měření jsou zaznamenána v grafu č. 1.

Tab. č. 4: Růst kapra a produkční ukazatele.

Rybník	Váha při výlovu [g]	Výlovek ryb [ks]	Výlovek ryb [kg]	Produkce	FCR
41	$2566,03 \pm 280,1$	105	269	219	2,93
43	$2334,08 \pm 288,8$	125	292	241	2,66
44	$2274,03 \pm 349,5$	118	271	220	2,91



Graf č. 1: Hmotnostní (a) a délkový (b) růst kapra v průběhu odlovů ve vegetační sezóně.

4.2. Vývoj potravy v rybnících

Z kaprů bylo během prvního odlovu v polovině května (12.5.) získáno v průměru $12,8 \pm 7,8$ ml potravy, ovšem v rybníce 44 to bylo výrazně méně ($4,0 \pm 7,3$ ml) oproti zbylým dvěma rybníkům (41: $16,7 \pm 6,2$ ml, 43: $17,8 \pm 5,0$ ml; Graf č. 2; Příloha č. 3). V rybníce 44 vykazovaly 3 ze 4 vzorků nižší objem než 1 ml. Tento fakt reflektuje i podobnost potravy v tomto termínu. Podobnost potravy mezi rybníky 41 a 43 byla vysoká (85 %), rybník 44 s oběma rybníky vykazoval podobnost nízkou (23 a 29 %; Obr. č. 4). Obilí v potravě zaujímal průměrně pouze 3 ± 2 % objemu vzorku ($0,4 \pm 0,5$ ml). Ve vzorcích z rybníka 44 obilí zaznamenané nebylo vůbec. Nejčastější složkou potravy s frekvencí výskytu 93 % byly planktonní perloočky (Cladocera), s dominujícími rody hrotnatek (*Daphnia*) a nosatiček (*Bosmina*), zástupci těchto rodů se vyskytovali v 87 % vzorků, ve 47 % pak břichatky (*Ceriodaphnia*) a ve 33 % hladinovky (*Scapholeberis*). Další významnou složkou byly klanonožci (Copepoda) s frekvencí výskytu 87 % a larvy pakomárů (Chironomidae) 73 %. Larvy pakomárů byly reprezentovány třemi determinovanými skupinami (Chironominae, Tanypodinae, Tanytarsinae) s frekvencí vyšší než 47 %. Planktonní perloočky se vyskytovaly v 73 %, s dominantním rodem *Chydorus*. V potravě se ještě vyskytovaly lasturnatky (Ostracoda – 53 %), maloštětinatci (Oligochaeta – 27 %) a larvy jepic (*Caenis* – 33 %). Co se týče početnosti, v potravě dominovaly planktonní perloočky 2071 ± 2926 ks, které měly i největší frekvenci výskytu. Nejvíce početné však byly břichatky 1130 ± 1928 ks, dále nosatičky (778 ± 1015 ks) a hrotnatky (159 ± 61 ks). Další početnou složkou byly larvy pakomárů (642 ± 514 ks), klanonožci (603 ± 328 ks) a lasturnatky (193 ± 306 ks). Ostatní složky se vyskytovaly v malém množství (pod 50 ks na vzorek), kdy se mezi těmito složkami potravy vyskytovala pouze v rybníce 43 vodule (*Hydracarina*) a krytenky (*Diffflugia*, Aracellinida; Příloha č. 2).

Během červnového odlovu (9.6.) bylo z kaprů získáno průměrně $15,2 \pm 15,6$ ml potravy. Kapři z rybníka 43 měli téměř prázdné zažívací trakty. Bylo jim odebráno pouze $0,8 \pm 0,3$ ml potravy (41: $13,0 \pm 16,9$ ml, 44: $31,7 \pm 30,5$ ml; Graf č. 2; Příloha č. 3). Nízký objem potravy byl odebrán i u jednoho jedince z rybníka 41 (0,6 ml). Nízký stav naplnění zažívadel v rybníce 43 ovlivnil výsledky červnového termínu. Podobnost vyšla poměrně vysoká u všech rybníků, největší mezi rybníky 43 a 44 (86 %), mezi rybníky 41

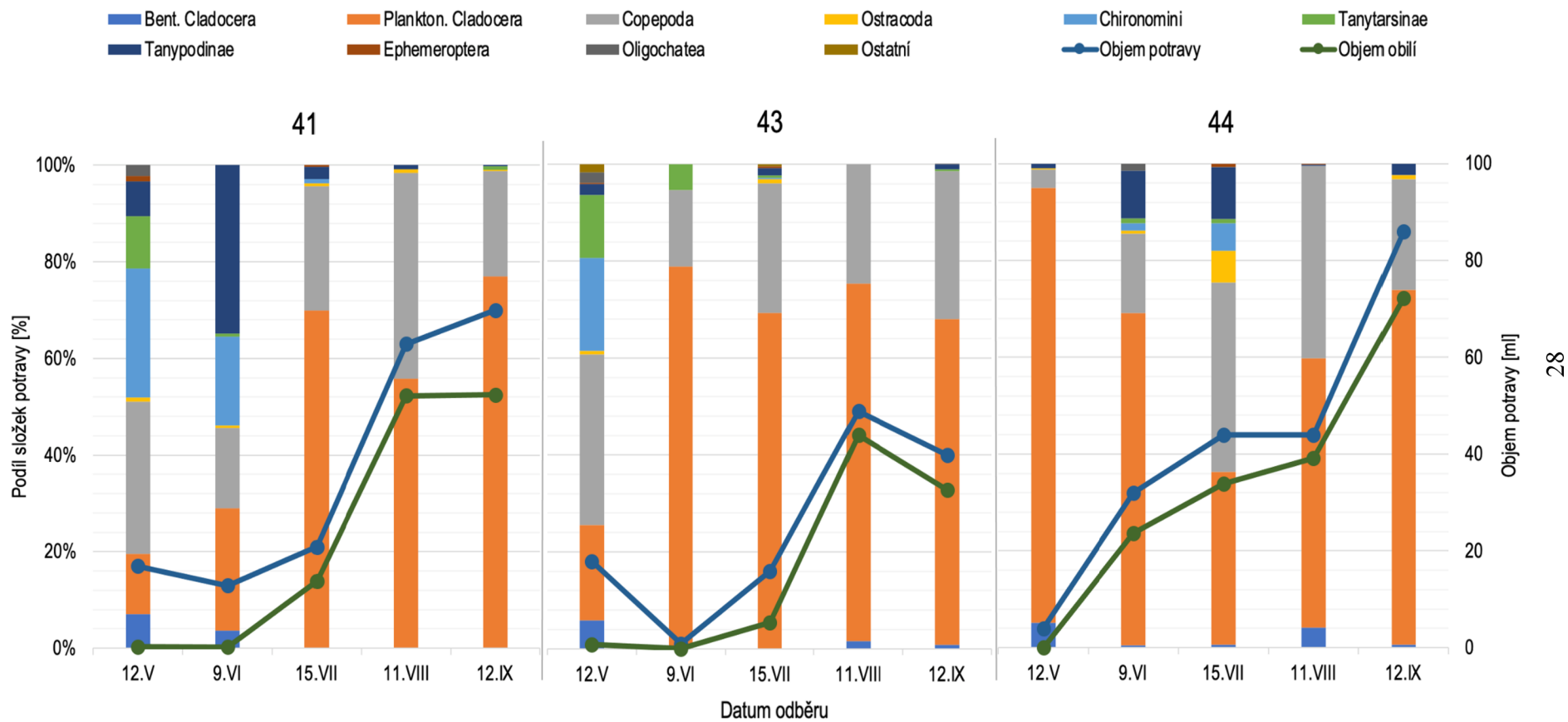
a 44 byla potrava podobná z 55 % a mezi rybníky 41 a 43 pouze 42 % (Obr. č. 4). Vysoká podobnost rybníce 43 k oběma rybníkům je dána převážným výskytem planktonních perlooček a buchanek, což vykazují i oba další rybníky (Graf č. 2; Příloha č. 3). Nicméně tyto organismy se v potravě vyskytovaly s více jak stonásobně menší četností (Příloha č. 2). Ve vzorcích potravy se vyskytovalo zanedbatelné množství obilí z $0,2 \pm 0,2$ % objemu vzorku ($0,1 \pm 0,1$ ml). Nejčastější složkou potravy s frekvencí výskytu 92 % byly planktonní perloočky, s dominujícími rody hrotnatek a břichatek, zástupci těchto rodů se vyskytovali v 92 % vzorků, ve 33 % hladinovky, v 17 % pak nosatičky. V rybníce 41 byly nalezeny v potravě i pilovci (*Eurycercus lamellatus*). Další významné složkou byly klanonožci s frekvencí výskytu 83 % a larvy pakomárů (70 %). Z čeledi pakomárů se vyskytovaly v potravě hlavně skupiny Chironominae a Tanytarsinae s frekvencí 42 %. V potravě se dále vyskytovaly bentické perloočky (70 %) a lasturnatky s frekvencí výskytu 25 %. Méně hojně se vyskytující v zaživadlech byly larvy jepic (33 %), máloštětinatci (8 %). Krytenky (33 %) se vyskytovaly pouze v rybníce 43. Svou početností v potravě dominují larvy pakomárů (717 ± 1060 ks), s nejvíce početnou skupinou Tanytarsinae (476 ± 680 ks). Další početnou skupinu tvořily planktonní perloočky (708 ± 616 ks), nejvíce početné rody pak byly hrotnatky (388 ± 455 ks) a břichatky (312 ± 520 ks). Další početnou složkou byly klanonožci (295 ± 297 ks), ostatní složky se vyskytovaly pod 20 ks na vzorek (Příloha č. 2).

V červenci (15.7.) probíhaly další odlovy, během kterých bylo získáno z kaprů $27,7 \pm 15,3$ ml potravy (41: $20,5 \pm 19,2$ ml, 43: $15,6 \pm 13,1$ ml, 44: $44,1 \pm 26,8$ ml). V rybníce 43 byl odebrán jeden vzorek s malým obsahem potravy (0,4 ml; Graf č. 2; Příloha č. 3). Rybníky od tohoto období začínají vykazovat poměrně vysokou podobnost, kdy vzorky z ryb odebraných z rybníků 41 a 44 byly téměř stejné (98 %). Zbývá podobnost mezi rybníky byla také vysoká (66 a 66 %; Obr. č. 4). Na potravě se začíná významně podílet obilí, vzorky jej obsahovaly z $63,4 \pm 53,2$ % ($17,6 \pm 14,7$ ml). Mezi potravními organismy se s největší početností vyskytovaly planktonní perloočky, a to ve všech vzorcích. Hrotnatky a nosatičky se nacházely ve všech vzorcích, břichatky v 75 %. Ve všech vzorcích byli nalezeni i zástupci buchanek. Pakomáři se vyskytovaly v 75 % obsahů zaživadel, kdy se s největší četností v potravě vyskytovala skupina Tanytarsinae (67 %). V potravě se dále vyskytovaly lasturnatky (42 %), larvy jepic (50 %), bentické perloočky (25 %) a krytenky (17 %), které se vyskytovaly pouze v rybnících 43 a 44.

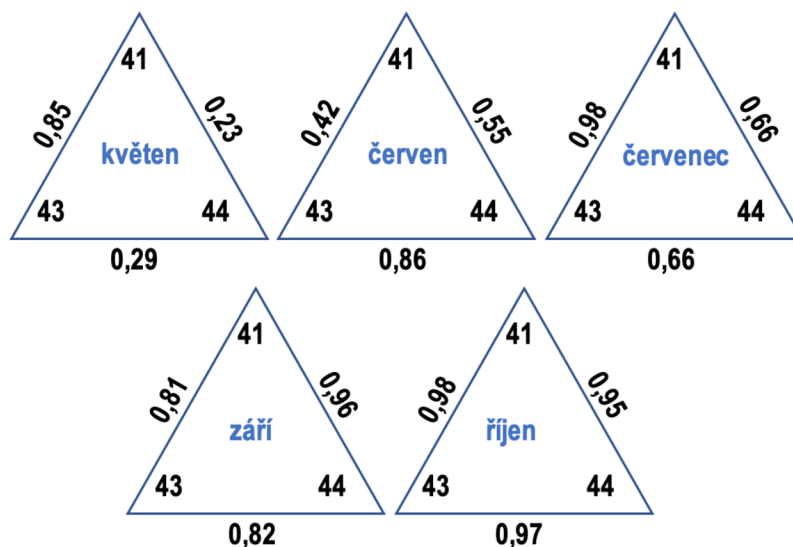
Počtem jedinců na vzorek dominovaly jasně planktonní perloočky (2687 ± 1546 ks), nejvíce zastoupené hrotnatkami (1526 ± 1129 ks) a nosatičkami (976 ± 850 ks). Další početnou skupinou byly klanonožci (1233 ± 207 ks), larvy pakomárů (244 ± 116 ks) a lasturnatky (82 ± 74 ks). Ostatní složky potravy se vyskytovaly pod 20 ks na vzorek (Příloha č. 2).

V srpnu (11.8.) bylo získáno z kaprů $59 \pm 10,5$ ml potravy, všechny vzorky byly poměrně vyrovnané (41: $63,0 \pm 33,5$ ml, 43: $48,8 \pm 37,4$ ml, 44: $58,0 \pm 22,7$ ml; Graf č. 2). Podobnost v tomto období je velmi vysoká ($86,3 \pm 8,4$; Obr. č 4; Příloha č. 3). Obilí v potravě má významnou roli ($83,7 \pm 7,8$ %), objemově $49 \pm 4,6$ ml. Na potravě se nejvíce ze všech organismů podílely dvě skupiny, planktonní druhy perlooček (3990 ± 1466 ks) a klanonožci (2208 ± 630 ks). Tyto potravní organismy byly nalezeny ve všech vzorcích. Z planktonních druhů perlooček dominovaly hrotnatky (100 %; 3793 ± 1528 ks) a nosatičky (75 %; 183 ± 91 ks). Ostatní organismy se na potravě nepodílely v takové míře. Za zmínku stojí bentické perloočky (33 %; 102 ± 107 ks) zastoupeny rodem *Chydorus*, larvy pakomárů (25 %; 17 ± 18 ks) zastoupeny skupinou Tanytarsinae, lasturnatky (17 %; 12 ± 20 ks) a larvy jepic (8 %; 6 ± 10 ks; Příloha č. 2).

V září (12.9.), posledním termínu zkoumaného období bylo odebráno bylo získáno 66 ± 23 ml potravy (41: $70,0 \pm 17,5$ ml, 43: $40,3 \pm 32,8$ ml, 44: $86,3 \pm 27,0$ ml; Graf č. 2). V rybníce 43 byl odebrán jeden vzorek s malým obsahem potravy (1,4 ml). Podobnost všech vzorků byla vysoká 97 ± 2 % (Obr. č. 4; Příloha č. 3). Obilí se na potravě podílelo z 80 ± 30 % ($53,2 \pm 19,8$ ml). Z potravních organismů se nejvíce v potravě projevíly planktonní perloočky. Ty tvoří většinu všech přijatých organismů (7038 ± 4008 ks z 10929 ± 5122 ks), nejvíce se na potravě z planktonních perlooček podílely hrotnatky (6071 ± 3095 ks). Frekvence výskytu planktonních perlooček byla 92 %, se stoprocentní frekvencí se vyskytovaly v potravě pouze klanonožci (3656 ± 874 ks). Tyto dvě skupiny živočichů tvořily více než 90 % počtu všech přijatých organismů. V potravě se poté v malé míře objevili larvy pakomárů (67 %; 128 ± 25 ks), bentické perloočky (33 %; 47 ± 34 ks) a lasturnatky (33 %; 22 ± 19 ks; Příloha č. 2).



Graf č. 2: Podíl potravních složek ve střevech kapa v průběhu vegetační sezóny 2022 na rybnících 41, 43 a 44.



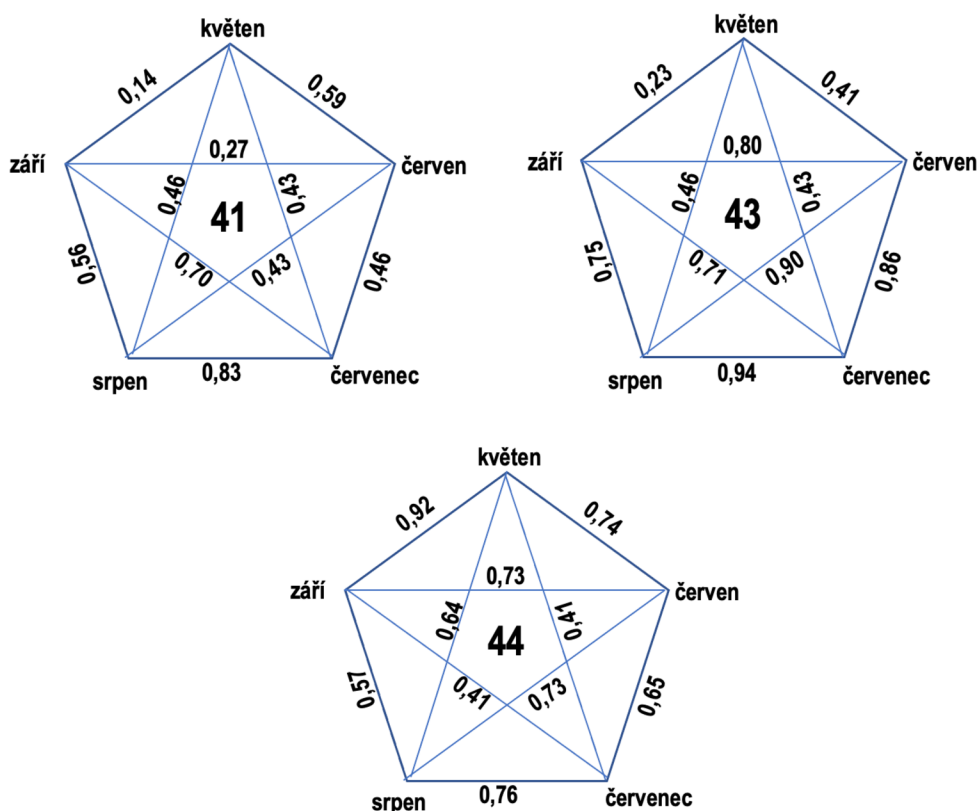
Obr. č. 4: Grafické znázornění indexů potravního překryvu mezi vzorkovanými rybníky v rámci jednotlivých odběrů.

4.5. Průběh sezóny

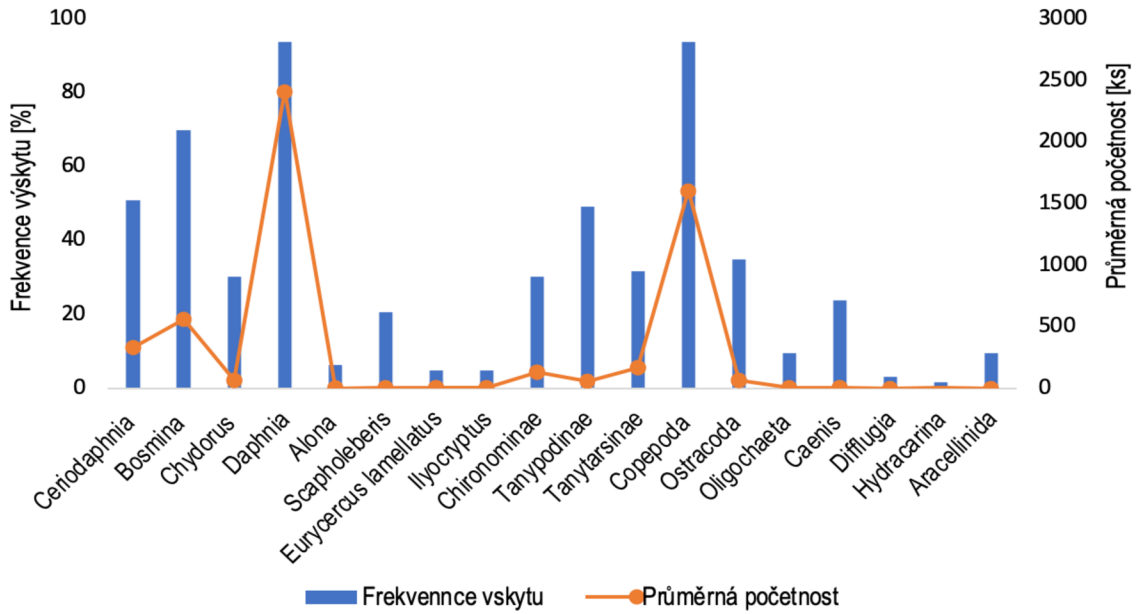
Z vypočítaných indexů bylo zjištěno, že potrava v rybnících v průběhu sezóny měla jistý vývoj a měnila se, i přes fakt, že ryby byly vystaveny obdobným podmínkám a přežití ryb bylo také poměrně vyrovnané ($77 \pm 6,8 \%$). Mezi blízkými měsíci byla shodnost potravy vysoká $67,7 \pm 16,3 \%$, kdy největší podobnost byla v druhé polovině sezóny ($75,0 \pm 17,2 \%$). Největší rozmanitost a tím pádem nejmenší shodnost byla na počátku sezóny ($58,1 \pm 16,8 \%$; Obr. č. 5).

Jak již bylo popsáno, na počátku sezóny se ve vzorcích vyskytovalo poměrně rozmanité množství organismů. Vezmeme-li v potaz velikost zoobentosu, tak lze tvrdit, že na začátku sezóny má právě zoobentos největší význam v potravě kapra. Postupem času byl v potravě zoobentos nahrazován především planktonními druhy perlooček a buchankami (Graf č. 2). Celkově se nejvíce na potravě bezpochyby podílely planktonní perloočky (*Daphnia*: 94 %; 2028 ± 2880 ks, *Ceriodaphnia*: 51 %; 554 ± 958 ks, *Bosmina*: 70 %; 462 ± 666 ks; *Chydorus* 30 %; 81 ± 112 ks). Další významnou složkou potravy byli klanonožci (94 %; 1329 ± 343 ks) a larvy pakomárů (*Chironominae*: 30 %; 203 ± 42 ks, *Tanypodinae*: 49 %; 76 ± 244 ks, *Tanytarsinae* 32 % ± 218 ks). Tyto složky potravy měly pro ryby největší význam. Ostatní složky potravy se vyskytovaly v menším množství a s nižší frekvencí (Graf č. 3).

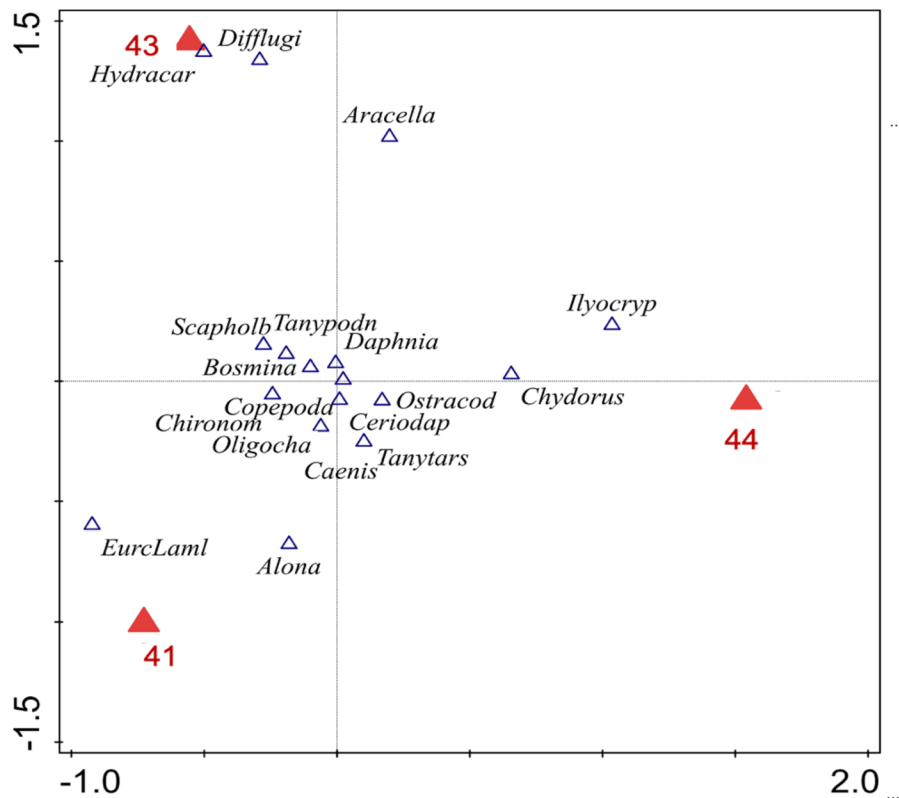
Rozdíl v dynamice potravy byl u kapra ve sledovaných rybnících významný. Nejdůležitějšími prediktory pro složení přijaté potravy kapra byly vyhodnoceny jeho hmotnost a délka. Tyto faktory se ukázaly jako důležitější, než vliv průběhu času (sezóny). Rybníky se na první ordinační ose nelišily, kdežto na druhé vykazovaly signifikantní rozdíl. Tu způsobily méně významné a méně četné složky potravy vyskytující se pouze v některém z rybníků. Typické pouze pro rybník 41 byly dvě skupiny perlooček pilovci (*Eurycercus*) a lukovky (*Alona*). Pro rybník 43 vodule (*Hydracarina*) a krytenky (*Diffflugia*, Aracellinida). Pro rybník 44 byla typická skupina perlooček trnitců (*Ilyocryptus*). Ostatní skupiny perlooček, pakomárů, buchaneč, máloštětináčů a lasturnatek tvořily důležitou složku potravy a vyskytovaly se rovnoměrně v potravě napříč časem a rybníky (Graf č. 4). Rybník 41 a 44 vykazují největší podobnost mezi vzorky a rybník 43 vykazuje největší rozmanitost přijímané potravy. Podobnost dále potvrzuje již zmíněný fakt, že největší rozdíl v podobnosti potravy byl na začátku sezóny a na konci byl potravní překryv rybníků vysoký (Příloha č. 3).



Obr. č. 5: Grafické znázornění indexů potravního překryvu v rybnících během jednotlivých odběrů.



Graf č. 3: Frekvence výskytu a průměrná početnost přirozené potravy za sezónu 2022.



Graf č. 4: CCA diagram zobrazující výskyt potravních organismů v jednotlivých rybnících (Aracella – Aracellinida; Ceriodap – Ceriodaphnia; Diffugi – Diffugia; EurcLaml – Eurycercus lamellatus; Hydracar – Hydracarina; Chironom – Chironominae; Ilyocryp – Ilyocryptus; Oligocha – Oligochaeta; Ostracod – Ostracoda; Scapholb – Scapholeberis; Tanypodn – Tanypodinae; Tanytars – Tanytarsinae).

5. Diskuse

5.1. Složení potravy násady kapra

Kapr v průběhu celé sezóny přijímal nezanedbatelné množství přirozené potravy, tvořené jak zooplanktonem, tak i bentickými organismy. To jen potvrzuje nezastupitelnou roli přirozené složky v potravě kapra, což zmiňuje řada studií (Adámek et al., 2019; Čítek et al., 1998; Faina, 1983; Hartman et al., 2005; Jirásek et al., 2005; Mareš et al., 2015). Velikost determinovaného makrozoobentosu a zooplaktonu byla větší než 250 μm , což odpovídá velikosti filtračního aparátu kapra K_{2+} , který určuje velikost zachycených částic (Dvořák et al., 2020; Gisbert et al., 1996; Sibbing et al., 1986). Kapr přijímal makrozoobentos, a větší druhy zooplanktonu, především klanonožce (Copeoda) a perloočky (Cladocera), což opět odpovídá publikovaným výsledkům (Adámek et al. 2010, Nunna et al. 2012).

Význam zooplanktonu v potravě starších kaprů byl zdůrazněn v mnoha studiích (Adámek et al., 2003; Adámek et al., 2008; Faina, 1983; Rahman et al., 2006; Šrámek-Hušek, 1953) a tak není překvapením, že i v této studii byly nejpřijímanější složkou potravy planktonní perloočky, zejména zástupci hrotnatek (*Daphnia*), které měly v potravě i nejčastější frekvenci výskytu (93,7 %) a početnost (56,1 %). Tento výsledek podporuje tvrzení Adámka (2010), podpořené podobným experimentem (Adámek et al., 2003), který upřesňuje, že kapr od druhého roku přijímá ze zooplanktonu hlavně velké duhy perlooček jako *D. magna* a *D. pulicaria*.

Vedle velkých druhů planktonních perlooček se v potravě vyskytovaly i drobné perloočky, jako hladinovky (*Ceriodaphnia*), nosatičky (*Bosmina*) nebo břichatky (*Scapholeberis*). Frekvence výskytu a početnost nedosahovala takových hodnot jako u hrotnatek, nicméně tyto druhy tvořili významnou část potravy. V našem pokusu největší význam z těchto drobných druhů představovaly nosatičky (*Bosmina longirostris*) s frekvencí výskytu 69,8 % a průměrnou početností necelých 500 ks ve střevu. Ve studii Adámka et al. (2003) převládaly z menších druhů s největší početností zástupci břichatek a s největší frekvencí výskytu pak zástupci rodů nosatiček a kaluženek (*Moina*). Kromě zmíněných téměř výhradně planktonních druhů perlooček byly v potravě kapra identifikovány i zástupci ryze bentických druhů perlooček (Chydoridae, Macrothricidae)

a to zejména na počátku sezóny (Graf č 2). Adámek (2008) a Faina (1983) uvádějí, že společenstva zooplanktonu v rybníce bývají poměrně druhově chudá v důsledku vyžíracího tlaku ze strany obsádky. Složení zooplanktonu v potravě se během pokusu nijak neměnilo, a to ani v průběhu sezóny. Některé druhy jasně převládaly během určitého období, nikdy však nedošlo k jejich úplnému nahrazení jinými druhy (Graf č. 2). To může být dáno menším tlakem ze strany obsádky, nebo z důvodu předkládání krmiva a menší hustoty zarybnění.

Vedle planktonních zástupců perlooček jsme v potravě zaznamenali i některé bentické zástupce, kteří se však nevyskytovaly hojně v potravě kaprů. Významně se však vyskytovali klanonožci s frekvencí výskytu 93,7 % a průměrnou početností přes 2500 ks na střevo. Tyto organismy jsou v našich vodách dle našich výsledků a dle Nunna et al. (2012), Šrámka-Huška, (1953) nejvíce zastoupeny spolu s perloočkami v rybničním zooplanktonu. Bývají však obecně méně zastoupeni v potravě kaprů, protože vykazují větší únikovou rychlost ve srovnání s perloočkami (Dulić et al., 2015). Toto tvrzení dokresluje i experiment Adámka et al. (2003), kde se klanonožci, vyskytovali pouze s frekvencí výskytu 24 %. Složení potravy kapra odpovídá i zjištěné složení potravní nabídky zooplanktonu v rybníce, kdy v planktonu dominovaly perloočky nad klanonožci. Z perlooček měli největší zastoupení hrotnatky a u klanonožců dominovaly buchanky nad vznášivkami. Od začátku odebírání vzorků (19.4.) do konce září (6.9.) se početnost obou složek v rybníce zvyšovala (Příloha č. 4). Během paralelního experimentu byly odebírány i vzorky zoobentosu, nicméně data doposud ještě nejsou zpracovaná, a tak se v této práci nelze opřít o reálná data o jeho vývoji.

Zooplankton ještě většinou zahrnuje vířníky (Rotifera), kteří se však nevyskytují v potravě staršího kapra, objevují se pouze v potravě larev a u juvenilních stádií kapra (Gisbert et al., 1996). Starší kapr totiž není schopen vířníky uchytit na svém filtračním aparátu (Dvořák et al., 2020).

Vedle zooplanktonu mají velký podíl v potravě i zástupci zoobentosu (Rahman et al., 2008). Tato složka se v potravě objevuje značně proměnlivě, jelikož její výskyt velmi závisí na sezónních vývojových cyklech jednotlivých druhů (Baruš a Oliva, 1995). Ačkoliv studie Adámka et al. (2010) tvrdí, že od druhého roku života tvoří hlavní složku potravy makrozoobentos, výsledky našeho experimentu na první pohled ukazují převahu

planktonních organismů. To může být způsobeno použitím hodnocení na základě početnosti, nikoliv biomasy, což lehce zkresluje výsledky a významnost bentické potravy pro kapra. Adámek et al. (2003, 2010) uvádí, že rybníční zoobentos představují z 90 až 95 % larvy pakomárů Chironomidae a máloštětinatci Tubificidae. Adámek et al. (2003) dodává, že larvy pakomárů se stávají preferovanou potravou na počátku léta, protože později se jejich množství v sedimentu snižuje v důsledku výskytu dospělců, což můžeme pozorovat i na výsledcích této práce (Graf č. 2; Příloha č. 2). V potravě se vedle těchto významných složek vyskytovali máloštětinatci (Oligochaeta), a v menší míře byl zaznamenán i výskyt larev jepic (*Caenis*), které zaznamenal i Wetzel (2001). Lze však potvrdit fakt, že rybníční zoobentos představují převážně dvoukřídlí a máloštětinatci. V zažívadlech kapra v našem experimentu se v malé míře vyskytovaly i vodule, jejichž výskyt potvrzuje i Anton-Padrdo et al. (2014). V případě krytenek v potravě kaprů v našem experimentu si lze jejich výskyt vysvětlit nasátím s dalšími složkami potravy. To, že v potravě nedominoval zoobentos mohl způsobit masivní rozvoj velkých perlooček, které se staly preferovanou potravou kapra, pro svou hojnost a dostupnost v rybníce (Hartman et al., 1998; Příloha č. 4).

V potravě se vedle významných složek zoobentosu a zooplanktonu objevilo i malé množství detritu a částí rostlin, které v potravě kapra popisuje i Dubský et al. (2003). Části rostlin a detrit se v potravě nevyskytovaly ve velkém množství, ačkoliv Adámek et al. (2003) ve svém obdobném pokusu zaznamenal množství okřehku a makrofyt v potravě kapra. Tyto druhy se však na námi zkoumaných rybnících nevyskytovaly. Rostliny obecně nejsou považovány za hlavní potravu kaprů, protože je nejsou schopni zcela strávit (Sibbing et al. 1986). Požírání detritu a rostlinného materiálu tedy pravděpodobně souvisí s náhodným pozřením při požírání bezobratlých živočichů ze sedimentu.

Další významnou složku potravy kapra tvořilo obilí z příkrmování. Pšenice bez jakékoliv úpravy se objevovala v potravě hojně od třetího odběru (15.7.), kdy se krmná denní dávka pohybovala okolo 9 kg na rybník, do té doby nebylo krmení patrné, s výjimkou jednoho odběru (9.6.) na rybníce 44. Velikost krmné dávky odpovídala 2 – 3 % aktuální hmotnosti obsádky, podobně, jako doporučuje Steffens (1985) nebo Čítek et al. (1998). Výrazně se však rozchází s doporučením Janečka a Přikryla (1982), ti uvádějí potřebu 2 kg krmiva na jeden kus K_{2-3} . To vychází v případě našeho pokusu na více než dvojnásobek (4,27 kg).

O vysokém přísunu potravy vypovídá i hodnota FCR, která by se ideálně během pokusu měla blížit hodnotě okolo 2, obecně lze konstatovat, že čím je hodnota konverze nižší, tím jsou menší náklady na kg přírůstku ryb. Výsledná hodnota FCR $2,83 \pm 0,15$, zaznamenaná během pokusu poukazuje na horší hospodaření na rybnících. Výrazně se rozchází i s hodnotami od Przybyla a Maurewicze (2004), kteří v polointenzivním chovu zjistili u pšenice bez úprav hodnotu FCR 1,44, u ostatních obilovin jako ječmen (1,50) a triticales (1,46) zjistili hodnoty o něco vyšší, u žita (1,43) nejnižší. Hartman a Regenta (2014) tvrdí, že v praxi je zapotřebí dosahovat krmného koeficientu do výše 2 – 2,2 jak z důvodu ekonomického, tak ekologického.

Z analýzy zažívaděl prováděných během pokusu Anton-Pardo et al. (2014) na pokusnictví FROV JU bylo patrné, že se kapři na začátku léta (červen a červenec) živily převážně bentosem s převahou larev pakomárů, ale na konci léta (srpen a září) přešly k preferenci planktonních organismů, především buchanek, v menší míře perlooček s převahou nosatiček. Během našeho pokusu jsme došli k odlišným závěrům. Podařilo se potvrdit velký význam buchanek v potravě, nicméně netvořily převážnou část potravy, jako u pokusu dle Anton-Pardo et al. (2014). Tyto rozdíly byly nejspíše způsobeny rozdílným vývojem potravní nabídky v rybnících.

5.2. Potravní chování a podobnost potravy kapra

Během odběrů vzorků nebyla zaznamenána specializace jedince nebo skupiny kaprů na příjem jednoho typu potravy ani na vybrané složky potravy. Kapr se choval jako potravní oportunist, který umí přizpůsobovat své potravní nároky aktuálním podmínkám prostředí (Hofer, 1995). Přijímal tedy potravu dostupnou ve svém okolí, kterou nebylo obtížné získat, v našem případě představitele dnových organismů (máloštetinatce, larvy pakomárů a jepic) a planktonní zástupce (perloočky a klanonožce). V potravě byly zaznamenány rozdíly mezi rybníky ve výskytu některých druhů společenstev, které byly specifické pro daný rybník.

Menší rozdíly v potravě u sledovaných rybníků si lze vysvětlit dvěma způsoby. Přestože byly zkoumané rybníky podobné (0,16 ha), tak vykazovaly lehce odlišné hloubky a druhy a rozsah litorální vegetace. Při odběru vzorků makrozoobentosu jsem si všiml drobných rozdílů v typu dnového substrátu, i tyto rozdíly mohou mít vliv na složení

společenstva bezobratlých a následně na jejich početnost v potravě kaprů (Anton-Pardo et al., 2014).

Nejmenší podobností bylo dosaženo v prvním a druhém odběrovém termínu (květen, červen) při výskytu téměř prázdných žaludků, to v tomto termínu mohlo způsobit nízké nasycení vody kyslíkem (Příloha č. 1). Rozdílnost potravy mohl způsobit i výskyt většího množství organismů, tvořících potravu kaprů (Příloha č. 2). Větší rozmanitost potravní druhů na počátku sezóny popisují i další autoři (Adámek et al., 2003; Wetzel, 2001; Anton-Pardo et al., 2014).

5.3. Biometrické parametry kaprů

Časový průběh růstu kapra byl na všech pozorovaných rybnících vyrovnaný. Největší přírůstek byl zaznamenán mezi červencem a srpnem, což odpovídá publikovaným výsledkům (Čítek et al. 1998).

Kapr v rybnících rostl poměrně rychle, což lze vysvětlit poměrně nízkou počáteční obsádkou násady (320 ks. ha^{-1}). Dosažená průměrná hmotnost ($2335 \pm 238 \text{ g}$; Graf č. 1) byla výrazně vyšší oproti publikovaným a doporučeným postupům (Hartman a Regenda, 2014; Krupauer a Kubů, 1985), které uvádí konečnou hmotnost kapra na konci třetího horka v rozmezí 1,2 – 2 kg). Zřejmým důvodem dosažené vyšší hmotnosti sledovaných ryb byla nižší počáteční hustota obsádky, oproti doporučeným postupům ($500 - 1000 \text{ ks. ha}^{-1}$; Hartman a Regenda 2014).

Dalším faktorem způsobujícím vyšší růst kapra mohlo být také přikrmování, které dosahovalo relativně vysokých hodnot (Tab. č. 2) a také hodnoty FCR poukazují (Tab. č. 4) na ne příliš vhodný způsob krmení a vysokou konverzi krmiva oproti jiným studiím (Hartman a Regenda, 2014; Janeček a Přikryl, 1982; Krupauer a Kubů, 1985; Przybyl a Mazurkiewicz, 2004; Steffens, 1995). Navíc, podprůměrné přežití kapra na konci sezóny, pouhých $77 \pm 6,8 \%$, vedlo k dalšímu naředení obsádky rybníků a snížení vyžíracího tlaku na potravní nabídku. Bohužel nedokážeme říci, kdy ke ztrátám docházelo a po jak dlouhou dobu tedy kapr dosahoval nižší obsádky na plochu rybníka. Dle Hartmana a Regendy (2014) se průměrné ztráty v jednohorkovém odchovu kapra pohybují okolo 5 %. Jiné vlivy na růst kapra nemohly působit. Z toho důvodu byl

v rybnících zamezen i rozvoj nežádoucích druhů ryb za pomoci candáta (Ca_1) a pastiček v litorálu. V průběhu pokusu nebyl ani jeden nežádoucí druh zaznamenán při odlovech ani při jiných pokusech. Počáteční hustota obsádky a příkrmování mělo vliv i na složení přirozené potravy, která byla dostupnější po celé vegetační období, to je dokázané v předchozích kapitolách.

6. Závěr

Cílem předkládané práce bylo identifikovat hlavní složky potravy kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.) a zjistit změny ve složení potravy kapra v průběhu vegetační sezóny na rybnících pokusnictví VÚRH Vodňany.

Nasazený kapr v kategorii K₂ přijímal především velké zástupce zooplanktonu a zoobentosu. V podmínkách, kterým byl vystaven, rostl poměrně rychle a vykazoval nadprůměrné hmotnosti při výlovu. To bylo podpořeno především nízkou počáteční biomasou ryb, přítomností přirozené potravy během celého vegetačního období a vysokým množstvím předkládaného krmiva (obiloviny), které beze zbytků přijímal během celého období. Z výsledků je dále patrné, že předkládané krmivo kapři celkem neefektivně využívali ve svůj přírůstek, tomu poukazují vysoké hodnoty konverze krmiva, které všechny rybníky vykazovaly. Tyto hodnoty podporují i fakt, že kapr je potravní oportunist a během sezóny kapr přijímal potravu dostupnou v okolí, kvůli které nemusel vykládat mnoho energie. Dále bylo zjištěno, že největší vliv na přijímání potravy má velikost jedince, fáze sezóny měla podstatně nižší vliv.

Z přirozené potravy měl v potravě největší zastoupení zooplankton, především perloočky rodu *Daphnia* sp. a klanonožci, jejichž význam byl výrazný v druhé polovině sezóny. V menší míře se v přirozené potravě vyskytoval zoobentos s převahou larev pakomárů. Ten hrál podstatnou roli v první polovině sezóny ve výživě kapra. Tyto výsledky vykazovaly všechny sledované rybníky s menšími odchylkami.

Z této práce tedy jasně vyplývá, že na počátku sezóny kapr přijímal široké spektrum potravy, především zástupce zooplanktonu a zoobentosu. Obilí se na začátku sezóny na potravě kapra nepodílelo v takové míře. V důsledku zvýšeného přísunu obilovin a menší počáteční obsádky ryb se na potravě kapra nejvíce v druhé polovině sezóny podílely perloočky a klanonožci, na které nebyl kladen takový tlak z důvodu dostupnosti obilí. Zoobentos byl s největší pravděpodobností eliminován již v průběhu sezóny, nebo kapr preferoval právě zooplankton, z důvodu jeho hojnosti.

7. Seznam literatury

- Adáamek, Z., Berka, R., Hůda, J., (2008). Carp as a traditional food fish from pond aquaculture of the Czech Republic. *World aquaculture*, 39: 52 – 54/68.
- Adáamek, Z., Helešic J., Maršálek, B., Rulík, M., (2010). *Aplikovaná hydrobiologie*. 2. rozš. vyd., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 350 s., (ISBN 978-80-87437-09-4).
- Adáamek, Z., Mössmer, M., Hauber, M., (2019). Current principles and issues affecting organic carp (*Cyprinus carpio*) pond farming. *Aquaculture*, 512, 734261.
- Adáamek, Z., Sukop, I., Rendón, P. M., Kouřil, J., (2003). Food competition between 2+ tench (*Tinca tinca* L.), common carp (*Cyprinus carpio* L.) and bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus* Val.) in pond polyculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(3), 165 – 69.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M., Staldvik, F. J., (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48(4), 607 – 614.
- Anton-Pardo, M., Hlaváč, D., Másilko, J., Hartman, P., Adáamek, Z., (2014). Natural diet of mirror and scaly carp (*Cyprinus carpio*) phenotypes in earth ponds. *Folia Zoologica*, 63(4), 229 – 237.
- Bogut, I., Has-Schön, E., Adáamek, Z., Rajković, V., Galović, D., (2007). *Chironomus plumosus* larvae – a suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Poljoprivreda*, 13(1), 159 – 162.
- Braga, R. R., Bornatowski, H., Vitule, J. R. S., (2012). Feeding ecology of fishes. an overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(4), 915 – 929.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., (1998). *Rybníkářství*. 3. vyd. Informatorium, Praha, 232 – 249 s.
- Dubský, K., Šráamek, V., Kouřil, J., (2003). *Obecné rybářství*. 1. vyd. Informatorium, Praha, 308 s.
- Dulic, Z., Stankovic, M., Raskovic, B., Spasic, M., Ciric, M., Grubisic, M., Markovic, Z., (2015). Role and significance of zooplankton in semi-intensive carp production. *Institute of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Belgrade*, 6, 11080.

- Duras, J., Potužák, J., (2016). Je vůbec možné, aby byla v rybnících čistá voda? Časopis fórum ochrany přírody. 03/2016, 33 – 37 s.
- Dvořák, P., Pyszko, M., Velíšek, J., Dvořáková-Líšková, Z., Andreji, J., (2020). Anatomie a fyziologie ryb. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 189 s.
- Egert, J., Hartman, P., Štědranský, E., (1984): Rybářství. 1. vyd. Statní zemědělské nakladatelství, Praha, 326 s.
- Faina, R., Gergel, J., Příkryl, I., (1994). Attempt in reduction of effluents from carp ponds during their fishing out. Book of Abstracts – Aquaculture and Water Resource Management, International Symposium, Stirling, 21 – 25.6.1994.
- Faina, R., (1975). Obtaining a complete content of the digestive tract of a live carp. Bulletin VÚRH, Vodňany, 2, s. 11 – 14.
- Faina, R., (1983). Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících. Bulletin VÚRH Vodňany, 8, s. 1 – 15.
- Gergel, J., Kratochvíl, A., (1989). Effect of small fish-culture reservoirs on water quality. Halaszat, 35(1), 7 – 8.
- Gisbert, E., Cardona, L., Castelló, F., (1996). Resource partitioning among planktivorous fish larvae and fry in a Mediterranean coastal lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 43(6), 723 – 735.
- Guziur, J., Białowas, H., Milczarzewicz, W., (2003). Rybactwo stawowe w stawach karpowych, urządzeniach przemysłowych oraz małych zbiornikach śródlądowych. Oficyna Wydawnicza "Hoża", Warszawa, 308 s., ISBN 83-85038-82-5.
- Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., (2005). Hydrobiologie. 3. rozš. vyd. Informatorium, Praha, 359 s.
- Hartman, P., Regenda, J., (2014). Praktika v rybníkářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 375 s.
- Hofer, R., (1991). Digestion. Winfield, I.J. and Nelson, J.S. (Eds.) Cyprinid Fishes, Systematics, biology and exploitation. Chapman and Hall, London, s. 413 – 425.

- Hrabě, S., (1946). O potravě nejmladšího kapřího plůdku. Sborník Klubu přírodovědeckého, Brno, 26, s. 30 – 39.
- Hule, M., (2000). Rybníkářství na Třeboňsku – historický průvodce. Carpio, Třeboň., 250 s.
- Hyslop, E.J., (1980). Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* Southampton, 17 (4), 411 – 429.
- Chipps, S.R., Garvey, J.E., (2007). Assessment of Food Habits and Feeding Patterns. In: Guy, C.S., Brown, M.L. (Eds), *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*. American Fisheries Society, Bethesda, s. 473 – 514.
- Jan, J., Borovec, J., Petráš, D., Osafo, N., Tomková, I., Hubáček, T., (2018). Vliv dostupnosti kyslíku a dusičnanů na cyklus fosforu v sedimentu–příklad nádrže Vranov. *Vodohospodářské technicko – ekonomické informace*, 60(3), 18 – 25.
- Janda, J., Pechar, L., Musil, P., Pecharová, E., Plesník, J., (1996). Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvalé udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. České koordináční středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody Praha a IUCN Gland, Švýcarsko a Cambridge, Velká Británie, 189 s.
- Janeček, V., Příkryl, I., (1982). Chov násadových a tržních kaprů v intenzifikačních rybnících. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 2, s. 9 – 13.
- Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., (2005). Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 29 s.
- Kaushik, S., Preface., (1995). Fish nutrition in practice. In: S.J. Kaushik, P. Luquet (Eds), *Practice Proceedings of the IV International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 24–27 June, Biarritz, France, INRA Les Colloques*, n 61. Institut National De LA recherche Agronomique, Paris, France, s. 15 – 16.
- Krupauer, V., Kubů F., (1985). Kapr obecný. Český rybářský svaz, Praha, 202 s.
- Lellák, J., Kubiček, F., (1992). *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha, 257 s.
- Litvaitis, J. A., (2000). Investigating food habits of terrestrial vertebrates. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*, 165 – 190.
- Lovell, T., (1989)., *Nutrition and Feeding of Fish*. Springer, 7 – 8.

- Nunn, A. D., Tewson, L. H., Cowx, I. G., (2012). The foraging ecology of larval and juvenile fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22, 377 – 408.
- Manko, P., Adámek Z., (2019). Metodické postupy při studiu potravy sladkovodních ryb. Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, s. 51 – 67.
- Manko, P., (2016). Stomach Content Analysis in Freshwater Fish Feeding Ecology. Vydavatelství Prešovskej Univerzity, Prešov, 116 s.
- Mareš J., Novotný L., Pavlíková M., (2015). Akvakultura – základy výživy a krmení ryb. Mendelova univerzita, Brno, s. 7 – 11.
- Másílko, J., (2014): Produkční účinnost technologicky upravených obilovin v chovu tržních kaprů. Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, 101 s.
- Murai, T., Daozun, W., Ogata, H., (1989). Supplementation of methionine to soy flour diets for fingerling carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 77(4), 373 – 385.
- Pechar, L., Potužák, J., (2006). Long– Term Investigation of Ponds for the Ecological Monitoring Život. Prostr., 40(2), 98 – 100.
- Pechar, L., (1995). Long-term changes in fish pond management as 'an unplanned ecosystem experiment'. Importance of zooplankton structure, nutrients and light for species composition of cyanobacterial blooms. *Water Science and Technology*, 32(4), 187 – 196.
- Pechar, L., (2000). Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries management and Ecology*, 7(1-2), 23 – 31.
- Pechar, L., (2015). Století eutrofizace rybníků – synergický efekt zvyšování zátěže živinami (fosforem a dusíkem) a nárůstu rybích obsádek. *Vodní hospodářství*, 65(7), 1 – 6.
- Pokorný, J., Lusk, S., Zykmond, A., Šilhavý, V., Marek, J., Šmolek, L., Merten, M., Levý, E., Spurný, P., Zajíček, J., Lusk, S., (2015). České rybníky a rybářství ve 20. století. Rybářské sdružení České republiky, České Budějovice, 335 s.
- Prugar, J., (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 s.
- Przybyl, A., Mazurkiewicz, J., (2004). Nutritive value of cereals in Leeds common carp (*Cyprinus Carpio* L.), *Czech Journal of Animal Science*, 49 (7), 307 – 314.

- Rahman M.M., Jo Q., Gong Y.G., Miller S.A. Hossain M.Y., (2008). A comparative study of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and calbasu (*Labeo calbasu* H.) on bottom soil resuspension, water quality, nutrient accumulations, food intake and growth of fish in simulated rohu (*Labeo rohita* H.) ponds. *Aquaculture*, 285(1-4), 78 – 83.
- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., (2020 a). Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122268.
- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., (2020 b). Feed-based common carp farming and eutrophication: is there a reason for concern? *Reviews in Aquaculture*, 12, 1736–1758.
- Rozkošný, M., Pavelková Chmelová, R., David, V., Trantinová, M., (2015). Zaniklé rybníky v České republice: případové studie potenciálního využití území. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, s. 52 – 57.
- Rybářské sdružení České republiky., (2022). Rybářské sdružení České republiky, Sdružení [online]. Copyright © 2018, Rybářské sdružení ČR [cit. 18.02.2023]. Dostupné z: <https://www.cz-ryby.cz>
- Shiloh, S., Viola, S., (1973). Experiments in the nutrition of growing carp in cages. *Bamidgeh*, 25(1), 17 – 31.
- Schoener, T. W., (1974). Resource Partitioning in Ecological Communities: Research on how similar species divide resources helps reveal the natural regulation of species diversity. *Science*, 185(4145), 27 – 39.
- Sibbing, F. A., Osse, J. W., Terlouw, A., (1986). Food handling in the carp (*Cyprinus carpio*). Its movement patterns, mechanisms and limitations. *Journal of Zoology*, 210(2), 161 – 203.
- Steffens, W., (1995). Principles of Fish Nutrition. [sl]. John Wiley and Sons Ltd. 384 s.
- Šrámek-Hušek, R., (1953). Naši Klanonožci. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 61 s.
- Wetzel, R. G., (2001). Lake and river ecosystems. Academic Press, San Diego, 1006 s.
- Zietler, M.H., Kirchgessner, M. Schwarz, F.J., (1983). Effects of different protein and energy supplies on carcass composition of carp (*Cyprinus carpio* L.), *Aquaculture*, 36 (1-2), 37 – 48.

8. Seznam zkratk

BNLV – Bezdušikáté látky výtažkové

FCR – Ukazatel konverze krmiva

K_{2,3} – Věková skupina kapra

VÚRH – Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

9. Seznam tabulek, grafů a obrázků v textu

Tab. č. 1: Optimální podíl živin pro kapra obecného.

Tab. č. 2: Denní, měsíční a celkové krmné dávky na třech sledovaných rybnících.

Tab. č. 3: Fyzikálně chemické vlastnosti vody během pokusu 2022.

Tab. č. 4: Růst kapra a produkční ukazatele.

Graf č. 1: Hmotnostní (a) a délkový (b) růst kapra v průběhu odlovů ve vegetační sezóně.

Graf č. 2: Podíl potravních složek ve střevech kapra v průběhu vegetační sezóny 2022 na rybnících 41, 43 a 44.

Graf č. 3: Frekvence výskytu a průměrná početnost přirozené potravy za sezónu 2022.

Graf č. 4: CCA diagram zobrazující výskyt potravních organismů v jednotlivých rybnících.

Obr. č. 1: Zavedení výplachového aparátu do kapra převzato z Fainy (1983).

Obr. č. 2: Odlov kaprů pro sledování růstu a potravy za pomoci zátahové sítě jako bariéry a elektrického agregátu.

Obr. č. 3: Měření objemu vzorku v odměrném válci (a), a stanovení podílu obilovin ve vzorku (b).

Obr. č. 4: Grafické znázornění indexů podobnosti potravy mezi vzorkovanými rybníky v rámci jednotlivých odběrů.

Obr. č. 5: Grafické znázornění indexů podobnosti potravy mezi v rybnících během jednotlivých odběrů.

10. Přílohy

Příloha č. 1: Vývoj chemismu vody v rybnících: a – Chlorofyl a [$\mu\text{g.l}^{-1}$]; b – Nasycení O_2 [%]; c – Průhlednost [cm]; d – Teplota [$^{\circ}\text{C}$].

Příloha č. 2: Tabulka potravy kapra získané proplachem zažívadél.

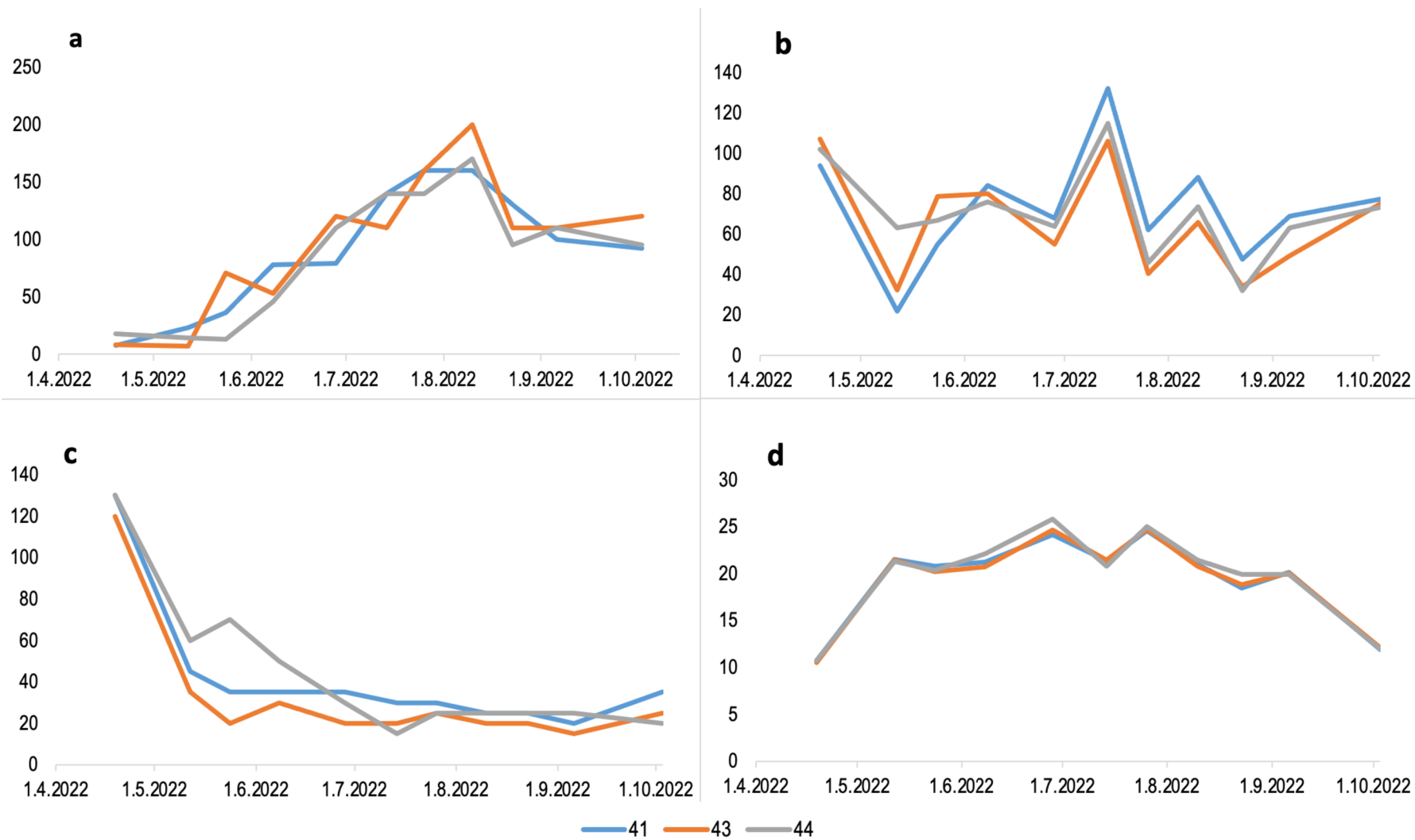
Příloha č. 3: DCA analýza zobrazující podobnost potravy v rybnících v průběhu sezóny.

Příloha č. 4: Početnost (ind.l^{-1}) a hlavní planktonní potravní organismy v nabídce v sezóně 2022.

Příloha č. 5: Kapr lysec, tvořící obsádku rybníků 41, 43 a 44.

Příloha č. 6: Kapři před odběrem vzorků (koupel v anestetiku; světlá vanička) a následná dezinfekce kaprů (zelená vanička).

Příloha č. 7: Zátah pomocí zátahové sítě.



Příloha č. 1: Vývoj chemismu vody v rybnících: a – Chlorofyl a [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]; b – Nasycení O_2 [%]; c – Průhlednost [cm]; d – Teplota [$^{\circ}\text{C}$].

	12.V.		9.VI.			15.VII.			11.VIII.			12.IX.			Průměr	Počet	Frekvence	
Rybník	41	43	44	41	43	44	41	43	44	41	43	44	41	43	44	[ks]	výskytů [ks]	výskytu [%]
Objem vzorku [ml]	17	18	4	13	1	32	21	16	44	63	49	44	52	40	86	59		
Objem obilí [ml]	0	1	0	0	0	23	14	5	34	52	44	52	52	33	73	26		
<i>Ceriodaphnia</i>	26	7	3356	19	4	913	64	272	184	20	22	0	67	8	0	331	32	50,8
<i>Bosmina</i>	151	233	1949	0	0	17	834	1889	206	280	169	100	1900	485	125	556	44	69,8
<i>Scapholeberis</i>	7	7	1	1	4	0	6	11	17	0	0	0	17	0	0	5	13	20,6
<i>Daphnia</i>	108	227	142	892	7	266	2733	1349	497	2172	5206	4000	9067	6536	2909	2407	59	93,7
<i>Alona</i>	20	0	7	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	6,3
<i>Chydorus</i>	144	140	305	0	0	8	0	0	17	0	0	308	0	8	8	63	19	30,2
<i>E. lamellatus</i>	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	4,8
<i>Ilyocryptus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	17	6	3	4,8
Chironomini	620	460	0	659	0	25	42	11	142	0	0	0	0	0	0	131	19	30,2
Tanypodini	253	313	0	22	1	17	0	28	22	0	0	0	100	50	0	54	31	49,2
Tanytarsini	167	53	61	1254	0	173	134	78	275	36	0	17	34	100	100	165	20	31,7
Copepoda	734	846	230	596	3	286	1342	1362	994	1884	1806	2934	4667	3131	3175	1599	59	93,7
Ostracoda	20	547	14	20	0	11	33	45	167	36	0	0	33	0	34	64	22	34,9
Oligochaeta	53	7	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	6	9,5
<i>Caenis</i>	26	7	0	0	0	0	17	17	17	0	0	17	0	0	0	7	15	23,8
<i>Diffugia</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3,2
<i>Hydracarina</i>	0	13	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1,6
Aracellinida	0	0	0	0	5	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	6	9,5

Příloha č. 2: Tabulka potravy kapra získané proplachem zaživadel.

Datum	Rybník	Cladocera >500 µm	Daphnia >500 µm	Copepoda >500 µm	Cyclopoida >500 µm	Calanoida >500 µm	Cladocera >200 µm	Daphnia >200 µm	Copepoda >200 µm	Cyclopoida >200 µm	Calanoida >200 µm
19.04.	41	4	4	2	1	0	53	17	45	44	1
12.05.	41	22	20	9	4	5	174	23	41	34	7
08.06.	41	45	45	6	1	4	128	77	103	88	16
14.07.	41	18	18	4	2	2	270	57	117	116	1
10.08.	41	21	20	1	1	0	462	48	119	119	0
06.09.	41	30	28	3	3	0	832	102	163	163	0
03.10.	41	15	13	0	0	0	313	39	59	59	0
19.04.	43	3	1	4	3	1	48	2	21	15	7
12.05.	43	32	30	4	2	3	128	52	38	24	14
08.06.	43	49	45	2	0	1	178	52	72	65	7
14.07.	43	17	14	1	1	0	499	52	117	116	1
10.08.	43	18	17	1	1	0	752	223	134	134	0
06.09.	43	17	17	1	1	0	530	192	167	167	0
03.10.	43	10	8	1	1	0	711	102	109	109	0
19.04.	44	2	2	2	2	0	59	3	19	17	2
12.05.	44	66	57	3	2	1	646	125	40	24	16
08.06.	44	14	11	7	0	7	403	115	113	80	34
14.07.	44	27	25	0	0	0	873	37	112	111	1
10.08.	44	23	23	1	1	0	671	339	130	130	0
06.09.	44	31	30	2	2	0	220	175	161	161	0
03.10.	44	14	14	0	0	0	220	84	147	147	0

Příloha č. 4: Početnost (ind.l⁻¹) a hlavní planktonní potravní organismy v nabídce v sezóně 2022.



Příloha č. 5: Kapr lysec, tvořící obsádku rybníků 41, 43 a 44.



Příloha č. 6: Kapři před odběrem vzorků v koupeli anestetika (světlá vanička) a následná dezinfekce kaprů (zelená vanička).



Příloha č. 7: Zátah pomocí zátahové sítě.

11. Abstrakt

Potrava násady kapra (*Cyprinus carpio* L.) v rybnících – analýza obsahu zaživadel.

Cílem této bakalářské práce bylo komplexní zhodnocení potravy násady kapra obecného v rybničním polointenzivním chovu, od stádia násady kapra (K₂) do stádia tržního kapra (K_t). Sledovalo se, do jaké míry využívá kapr přirozenou a předkládanou potravu a zda se její složení mění v průběhu sezóny. Samotný experiment byl součástí rozsáhlého projektu GAČR (*Živiny z ryb nebo výživa pro ryby: Odhalování skrytého rizika znečištění a zadržování živin v rybnících skrze nutriční bioenergetiku ryb*), který probíhal v areálu pokusnictví VÚRH Vodňany. Experiment studia potravy probíhal na třech rybnících (0,16 ha), které byly po ponechání na suchu pomalu napuštěny od poloviny dubna pro rozvoj přirozené potravy. Následně bylo dne 26.4.2022 nasazeno 150 ks násady kapra obecného (337 ± 57 g) a 35 ks candáta obecného (*S. lucioperca* L.; 14,5 ± 38,8 g), kvůli zamezení rozvoje nežádoucích druhů ryb. Odchov kapra trval 162 dní, kdy se během této doby přibližně jednou za měsíc sledovala potrava kapra za využití metody proplachu zaživadel dle Fainy (1975). Z každého rybníka, v každém termínu, byl odebrán obsah zaživadel vždy ze čtyř kaprů. U takto získaných vzorků bylo patrné, že potrava kapra má jist vývoj. Na počátku sezóny byla rozmanitost potravy vysoká. Nejvíce početně zastoupenou složku potravy tvořili zástupci zooplanktonu po celou dobu experimentu. Uvážíme-li však velikost potravních organismů, tak podstatnou roli v potravě kapra hrál na počátku sezóny právě zoobentos, tvořený především larvami pakomárů (Chironomidae). S postupem sezóny se počet jedinců zoobentosu snižoval, v potravě rostl počet planktonních organismů, které představovaly z většiny planktonní perloočky (Cladocera) a klanonožci (Copepoda). Tyto dvě skupiny organismů měly i největší frekvenci výskytu a početnost v zaživadlech za celou dobu experimentu. S postupem sezóny se kromě zvyšujícího se výskytu planktonních organismů zvětšoval i podíl obilí v potravě kaprů.

Klíčová slova: Potrava kapra obecného, zaživadla, zooplankton, zoobentos, identifikace.

12. Abstract

Diet of two-year old carp (*Cyprinus carpio* L.) in ponds – analysis of the content of intestine.

The aim of this bachelor thesis was to comprehensively evaluate the diet of two-year old common carp in semi-intensive pond culture from the stage of two-year carp (K_2) to the stage of market carp (K_t). The extent to which the carp use natural and presented food and whether its composition changes during the season was monitored. The experiment itself was part of a large-scale GAČR project (*Nutrients from Fish or Nutrition for Fish: Revealing Hidden Risk of Pollution and Nutrient Retention in Ponds through Nutritional Bioenergetics of Fish*), which was conducted at the experimental facility of the VÚRH Vodňany. The experiment of food study was conducted in three ponds (0.16 ha), which were slowly filled from mid-April onwards, for the development of natural food after being left dry. Subsequently, 150 individuals of carp (337 ± 57 g) and 35 individuals of pikeperch (*S. lucioperca* L.; $W=14.5 \pm 38.8$ g), were stocked on 26th April 2022 to prevent the development of undesirable fish species. Carp rearing lasted 162 days, during which time carp diet was monitored approximately once a month using the flushing method of Faina (1975). The contents of intestines of four carps were collected from each pond, at each date. At the beginning of the season, the diversity of the diet was high. Zooplankton was the most abundant food component throughout the entire experiment. However, if we consider the size of the feeding organisms, zoobenthos, consisting mainly of chironomid larvae, played a significant role in the diet of the carp at the beginning of the season. As the season progressed, the number of zoobenthos individuals decreased, while the number of zooplanktonic organisms in the diet increased, mostly represented by planktonic cladocerans and copepods. These two groups of organisms also had the highest frequency of occurrence and abundance in the digestive tract throughout the experiment. Along the season, in addition to the increasing abundance of zooplanktonic organisms, the proportion of grains in the carp diet also increased.

Keywords: Common carp diet, digestive tract, zooplankton, zoobenthos, identification.