

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

**Vliv příkrmování tržního kapra obilnými krmivými na kvalitu
vody**

Autor práce: Jiří Strouhal

Vedoucí práce: Ing. Jan Másilko, Ph.D.

Konzultant práce: Ing. David Hlaváč

Studijní program a obor: B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 4.

České Budějovice, 2015

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

V Českých Budějovicích dne 4. 5. 2015

.....
Jiří Strouhal

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Másílkovi, Ph.D., konzultantovi Ing. Davidu Hlaváčovi a Ing. Pavlu Hartmanovi, CSc. za odbornou pomoc, metodické vedení, poskytnuté materiály a cenné připomínky při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat za organizační a technickou pomoc při provádění experimentu pracovníkům Rybářství Třeboň a.s a Rybářství Třeboň Hld. a.s. Dík také patří mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali při psaní této práce.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří STROUHAL**
Osobní číslo: **V11B025P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv příkrmování tržního kapra obilnými krmivy na kvalitu vody**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

Vě srovnání se stávajícím objemem literatury o produkci odpadních vod v chovu pstruha duhového a jejich dopadů na životní prostředí, je vliv chovu kapra v rybnících na rybniční prostředí a kvalitu odtékající vody jen velmi stroze zdokumentován. To je pravděpodobně způsobeno tím, že kapři jsou po celém světě produkováni především v rozsáhlých extenzivních, polointenzivních nebo integrovaných systémech. Tyto tradiční systémy jsou obecně považovány za neznečišťující životní prostředí, naopak často působí jako stabilizační prvek v celém ekosystému. Studie provedené v Rakousku nezachytily žádný negativní vliv na kvalitu vody recipientů při tradičním obhospodařování kaprových rybníků.

Cílem práce se bude zaměřit na stanovení hlavních ukazatelů kvality vody v podmínkách, kde se přikrmuje klasickým způsobem (obilovinou), případně technologicky upravovanými krmivy a tyto hodnoty porovnat s hodnotami z referenčních podmínek bez příkrmování, kde bude kapr chován pouze na přirozené potravě. Technologickými postupy se zvyšuje jednak nutriční hodnota, přijatelnost krmiv i stravitelnost živin a také se odstraňují škodlivé účinky a nepříznivé vlastnosti krmiv. Řešení práce nám odhalí živinovou bilanci v chovu kapra s různými způsoby příkrmování. Díky poloprovozním podmínkám (sádka) získáme výsledná data do velké míry neovlivněná nekontrolovatelným přesunem látek (smyvy a splachy), ale především vyloučení vlivu sedimentu dna, který zejména podle kyslíkových podmínek v rybníku živiny zadržuje nebo zpřístupňuje do vodního sloupce.


Rozsah grafických prací: 4 - 10 tabulek nebo grafů
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M. (Editors), 2010. Aplikovaná hydrobiologie. JU České Budějovice, Fakulta Rybářství a ochrany vod, Vodňany, 350 pp.
Adámek, Z., Maršálek, B., 2013. Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquaculture International*, 21(1): 1-7
Dulic, Z., Subakov-Simic, G., Ćiric, M., Relic, R., Lakić, N., Stanković, M., Marković, Z., 2010. Water quality in semi-intensive carp production system using three different feeds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(3): 266-274
Máchová, J., Valentová, O., Faina, R., Svobodová, Z., Kroupová, H., Mráz, J., 2010. Znečištění produkované kaprem obecným z různých podmínek odchovu. *Bulletin VÚRH Vodňany*, 46(1): 31-38
Pechar, L., 2000. Impact of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds, *Fisheries Management and Ecology*, 7: 23-31

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Másilko**
Ústav akvakultury
Konzultant bakalářské práce: **Ing. David Hlaváč**
Ústav akvakultury
Datum zadání bakalářské práce: **7. prosince 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**


prof. Ing. Otomar Lirhart, DrSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zápis L.S./H
389 25 Vodňany (2)


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 14. února 2013

Obsah

1. Úvod	7
2. Literární přehled	8
2.1. Dopady hospodaření na kvalitu vody v rybnících	8
2.1.1. Meliorační zásahy	9
2.1.1.1. Hnojení	9
2.1.1.2. Vápnění	13
2.1.1.3. Přikrmování	14
2.2. Živiny ve vodě a jejich význam	17
2.2.1. Dusík	19
2.2.2. Fosfor	20
3. Materiál a metodika	22
3.1. Místo pokusu	22
3.2. Charakteristika a design pokusu	22
3.3. Analýza kvality vody	23
3.3.1. Laboratorní analýza vody (laboratoř ENKI, o.p.s., Třeboň)	24
3.3.1.1. Stanovení chlorofylu <i>a</i>	25
3.3.1.2. Stanovení nerozpuštěných látek	25
3.3.1.3. Stanovení BSK ₅ a CHSK _{Cr}	25
3.3.1.4. Stanovení dusíku a fosforu	25
3.4. Ukazatel konverze krmiva	26
3.5. Statistické vyhodnocení	26
4. Výsledky	27
4.1. Fyzikální a chemické vlastnosti vody	27
4.1.1. Hodnoty teploty, kyslíku, pH, konduktivity a KNK _{4,5}	27
4.1.2. Chemická a biologická spotřeba kyslíku	28
4.1.3. Turbidita, chlorofyl <i>a</i> , nerozpuštěné látky	30
4.1.4. Fosfor a jeho formy	31
4.1.5. Dusík a jeho formy	33
4.2. Hodnoty krmného koeficientu (FCR)	34
5. Diskuze	35
6. Závěr	40
7. Seznam literatury	41
8. Abstrakt	50
9. Abstract	51

1. Úvod

Akvakultura, která se zabývá využíváním vodních ploch hlavně pro chov ryb, patří k nejrychleji se rozvíjejícímu sektoru v chovu zvířat (FAO, 2012). Chov ryb je založen na podávání správně vyvážených krmných směsí, které jsou základem pro rychlý růst a dobrou kondici ryb. V české akvakultuře má největší význam chov kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.), jehož podíl na území České republiky představuje 85 – 90 % z celkové produkce ryb. Tato produkce je dosahována při použití polo-intenzivního chovu v kombinaci přirozené potravy a doplňkového příkrmování obilovinami. Na základě zvyšování úživnosti a produktivity rybníků byly a nadále jsou používány různé intenzifikační prostředky například již zmíněné příkrmování, hnojení, vápnění, atd. Společně s hospodařením na rybnících, zemědělskou činností (aplikace hnojiv na ornou půdu a půdní eroze) a komunálními vodami jsou rybníky bohatě dotovány živinami (dusíkem a fosforem), které výrazně ovlivňují rozvoj primárních producentů. V dnešní době se ovšem do rybníků dostává mnohem více živin, než může být efektivně transformováno v rybí produkci (Máchová a kol., 2010a). Z tohoto důvodu je značná část rybníků považována za eutrofní až hypertrofní (Pechar, 2000). V akvakultuře se dříve sledoval hlavně vliv krmiv na kvalitu masa a ekonomický efekt technologie krmení. V současnosti rybáři nesledují jen kvalitu krmiv a rybího masa, ale kvůli neustále se zpřísnujícím požadavkům na kvalitu vody v rybnících musí řešit i ekologické problémy (Máchová a kol., 2010a).

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo sledování změn ukazatelů kvality vody během vegetačního období a ověření vlivu příkrmování tržního kapra obilovinami na tyto parametry. Cílem bylo také zjistit, jestli technologické úpravy obilovin mají pozitivní vliv na kvalitu vody oproti neupraveným obilovinám a hodnoty porovnat s extenzivním chovem. Díky poloprovodním podmínkám (sádky) nejsou parametry do jisté míry ovlivněny smyvy, splachy a sedimenty dna, které podle koncentrace kyslíku ve vodě zadržuje nebo uvolňuje živiny do vodního prostředí.

2. Literární přehled

2.1. Dopady hospodaření na kvalitu vody v rybnících

Téměř většina veškeré produkce kapra v České republice pochází z polo-intenzivního chovu. Tento způsob odchovu kapra byl donedávna považován za prvek, který neovlivňuje negativně životní prostředí a kvalitu vody (Gergel a Kratochvíl, 1989). I když má rybníkářství u nás dlouhou historii a tradici, není dokumentace změn kvality vody na takové úrovni, jako je tomu například v chovu lososovitých ryb, kde vytékající voda z těchto rybochovných objektů je lépe monitorována (Kestemont, 1995). V dnešní době jsou některé rybníky obhospodařovány v souladu s ochranou přírody, kde je rybí produkce značně snížena. Rybníky, kde nejsou tato omezení, jsou společně s intenzifikačními prostředky obhospodařovány někdy až za hranici únosnosti a rybníky se tak stávají nestabilními ekosystémy (Kopp a kol., 2013).

Kvůli nadměrnému zatěžování životního prostředí jsou na rybáře kladeny čím dál tím větší nároky ohledně kvality vody nejen v rybochovných zařízeních, ale i na vody z nich odtékající. Právě problémy se zatěžováním životního prostředí odtékající vodou nastávají hlavně v době výlovů rybníků, kdy může dojít k transportu velkého množství sedimentu z rybníka (Faina a kol., 1994). Sedimenty mohou obsahovat odlišné množství fosforu. Podle Bíró (1995) může být koncentrace fosforu v bahnitých sedimentech o 100 – 1000 krát vyšší, než množství fosforu ve vodě. Fosfor, který je uložen v sedimentech, může i nemusí být využit v produkčních procesech, ale hlavně představuje potenciální riziko vzniku eutrofizace v níže položených povrchových vodách (Mikšíková a kol., 2012). Hodnoty biologické spotřeby kyslíku (BSK), chemické spotřeby kyslíku (CHSK), disociované formy amoniakálního dusíku (NH_4^+), fosforečnanů (PO_4^{3-}) a množství nerozpuštěných látek jsou důležité pro použití intenzifikačních prostředků (např. příkrmování nebo hnojení). A právě s příkrmováním se do vody dostává velké množství organických látek a živin, které mohou způsobit snížení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě.

Kyslík společně s oxidem uhličitým patří k nepostradatelným plynům ve vodním prostředí pro chov ryb, přítomnost potravních organismů a aerobní rozklad organických látek (Dubský a kol., 2003; Valentová a kol., 2009). Hlavním zdrojem kyslíku je fotosyntetická činnost, jejíž podíl z celkového procentuálního zastoupení kyslíku činí až 89 % (Hartman a kol., 1998). V letních měsících může docházet k přesycení vody kyslíkem v důsledku intenzivní asimilační činnosti. V této době je možné naměřit

největší zastoupení kyslíku v eufotické vrstvě (epilimnium). Nejnižší hodnoty se vyskytují u dna vlivem nedostatečného množství světla a většího množství organických látek (Adámek a kol., 2010). Právě přesycení může mít za následek vznik deficitu kyslíku v nočních a ranních hodinách, protože velké množství fytoplanktonu a celá rybniční biocenóza začne respirační spotřebovávat kyslík (Valentová a kol., 2009).

V rybnících s vyšší intenzitou příkrmování mohou ovšem vzniknout kyslíkové deficity snížením fotosyntetické činnosti na základě nedostačujícího množství dostupného fosforu. Tento případ se vyskytuje zejména na organicky zatížených rybnících, které jsou eutrofní až hypertrofní, kde je vyšší vyžírání tlak obsádky při intenzivním příkrmování (Faina a kol., 2011). I když nízká koncentrace kyslíku nepůsobí úhyn ryb, může výrazně ovlivnit přijímání a využití potravy.

2.1.1. Meliorační zásahy

2.1.1.1. Hnojení

V oblasti rybářství (respektive rybníkářství) bylo a nadále je na prvním místě zvyšování produkce ryb v rybnících pomocí melioračních zásahů. Pro tento účel se začaly používat různé druhy hnojiv, jako zdroje důležitých biogenních prvků, zejména fosfor (P), dusík (N) a uhlík (C). Pro zvýšení úživnosti rybníků není ovšem konečnou fází vytvoření fytoplanktonu, jako představitele primární produkce. Fytoplankton je pouze základním kamenem pro potravní řetězce, který předává energii dalším článkům potravní pyramidy (Čítek a kol., 1998).

Hnojiva se dají rozdělit na organická (tekutá, tuhá) a minerální. Do 70. let se používalo tzv. minerální hnojení, které ovšem bylo pozastaveno, protože studie ukázaly, že do vody se dostávalo mnohem více živin (dusík a fosfor), než kolik bylo zapotřebí v polo-intenzivních chovech (Přikryl a kol., 1983; Adámek a kol., 2010). Následně se začalo aplikovat organické hnojení. Na organická hnojiva, která se používala pro hnojení rybníků, se nahlíželo zejména jako na levný zdroj živin pro podporu produkčních procesů vyúsťující do přírůstku ryb. Rozdíl mezi dřívějšími postupy výživy rybníční biocenózy a novějšími metodami je v aplikaci živin do vody. Zatímco v dnešní době si aplikace hnojiv zakládá na vyrovnaní živin, tak v minulosti se sledoval hlavně vliv organických hnojiv na přírůstek ryb a nevyrovnaný poměr živin P a N se toleroval (Hartman, 2012). Důvodem nebylo jenom podpořit rozvoj primární produkce, ale také udržení pufrací kapacity vody na základě přísunu oxidu uhličitého (Lellák a

Kubíček, 1991). Füllner a kol. (2000) řadí organické hnojivo mezi uhlíkaté hnojení. Autor označuje uhlík jako limitující biogenní prvek pro fotosyntetickou asimilaci, která potřebuje poměr živin 106C : 16N : 1P. Füllner a kol. (2000) vyčlenil výživu biocenózy v rybníce na dva základní pilíře a to na původní zdroj živin (v něm vyzdvihuje zelené hnojení) a dodané živiny hnojivy a kapro – kachním systémem. V druhé polovině 20. století se začalo používat zelené hnojení. V té době Kostomarov (1958) popsal pozitivum zatopených rostlin na hojnost zooplanktonu a zoobentosu, který příznivě ovlivňoval přírůstek kapra ve výtažnicích. Také ve své publikaci uvedl, že při použití 1 t.ha⁻¹ může přírůstek kapra činit až 35 kg.ha⁻¹. Nejčastější metoda funguje na principu osetí a následném zaplavení porostu. Při tom by nemělo být použito více jak 8 t zelené hmoty na 1 ha kvůli případnému kyslíkovému deficitu (Čítek a kol., 1998). Velká výhoda je, že složení živin z rozkládajících se rostlin (Tab. č. 1. a Tab. č. 2.) je velmi podobné potřebě vodní vegetace a zároveň je to výborný zdroj uhlíku v podobě oxidu uhličitého (CO₂), který je důležitý pro primární produkci fytoplanktonu.

Tab. č. 1. Přehled živin v rostlinách využívaných k zelenému hnojení (Füllner a kol., 2000; Hartman, 2012).

Organické hnojivo	Zastoupení organického C v % syrové hmotě	Poměr C : N : P
Zelené žito	5,5 – 7	143C : 6N : 1P
Zelený oves	5,5 – 7	143C : 5N : 1P
Pšeničná sláma	35	643C : 6N : 1P

Tab. č. 2. Souhrn složení rostlinných porostů často používaných pro zelené hnojení (zdroj: Metodický pokyn MŽP ČR č.j. 800/418/02, MZe ČR č.j. 35508/2002-6000; Hartman, 2012).

Porost	Sušina (%)	Živiny v syrové hmotě (%)			
		Org. látky	N	P	Ca
žito	15	12	0,3	0,05	0,18
oves	14	12	0,25	0,05	0,18
hořčice bílá	15	12	0,35	0,06	0,15
pšeničná sláma	85	80	0,4	0,09	0,21
komposty ve figurách*	40 – 50	do 29	0,2 – 0,8	0,11	/

* Podle Hartmana a kol. (1983) se jedná o posekané vodní porosty nahromaděné do kopic

Následně se začala používat tekutá a později pevná organická hnojiva. Jedná se hlavně o statková hnojiva, jako jsou kejdy, močůvky (tekutá) a hnůj (pevné). Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma druhy organických hnojiv je v rychlosti účinku a v obsahu živin a látek. Tekutá hnojiva mají vysoký obsah minerálního amoniakálního dusíku (N – NH_4^+), který účinkuje ihned po použití (Füllner a kol., 2000). Složení tekutých hnojiv je znázorněno v tabulce č. 3. Koncentrace N – NH_4^+ se pohybuje u kejd hospodářských zvířat v rozmezí 30 až 50 % a u močůvek může dosáhnout až 90 % z celkového dusíku (dále jen TN) (Čítek a kol., 1998).

Tab. č. 3. Přehled látek a živin v jednotlivých tekutých hnojivech v syrové hmotě (Čítek a kol., 1998; Richter a kol., 2002).

Látky	Drůbeží kejda	Prasečí kejda	Kejda skotu
Sušina (%)	15 – 15,3	7,2 – 8,5	7,5
Org. látky (%)	10,5 – 11,1	6 – 6,5	5,5
Fosfor (%)	0,1 – 0,3	0,13	0,1
Dusík (%)	0,6 – 1	0,6	0,4

V dnešní době se tekutá hnojiva nahrazují hnojivy pevnými. Je to z důvodu, že pevná hnojiva mají až 3x větší účinek oproti tekutým hnojivům. Jejich aplikace je velmi vítána pro svoje bohaté zdroje na uhlík, neboť obsah organických látek, představující právě zdroj uhlíku, se pohybuje okolo 20 % (Tab. č. 4.). Pevná statková hnojiva se

vyznačují jiným typem dusíku. Oproti $N - NH_4^+$ poskytují organicky vázaný N, který se postupně a déle uvolňuje. Před použitím statkových hnojiv se musí přihlížet na množství rozpuštěného kyslíku (O_2), rozvoji fytoplanktonu a hodnot BSK_5 (Hartman, 2012).

Tab. č. 4. Obsah živin v různých druzích chlévských hnojiv v syrové hmotě (Richter a kol., 2002).

Druh	Sušina (%)	Org. látky (%)	TN (%)	TP (%)
Kravský hnůj	24	17	0,48	0,11
Hnůj prasat	25	15	0,75	0,3
Hnůj ovcí	25	20	0,85	0,14
Košský hnůj	25	20	0,65	0,13
Trus drůbeže	31	25	2,8	1,25

Füllner a kol. (2000) ve své publikaci uvádí doporučené dávkování jednotlivých druhů hnojiv. U kravského hnoje díky nízké koncentraci TP a TN doporučuje $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, naopak u exkrementů z drůbeže udává jenom $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pro mnohonásobnou koncentraci živin.

Organická hmota se do vody dostává i nepřímou cestou. Na základě intenzifikace zemědělské výroby se do okolních polí aplikovala dusíkatá hnojiva, která následnou půdní erozí se smyla do rybníků (Máchová a kol., 2010b, Všeticková a kol., 2012). Do konce 80. let byl součástí rybářského managementu i tzv. kapro – kachní systém. V té době byl vyzdvihován tento systém jako zdroj organické hmoty a zvýšení přirozené produkce v podobě exkrementů a zbytků krmiv pro kachny (Adámek a kol., 2010). Chov byl založen na zástavě kachen (drůbeže) v rybníce a krmení spočívalo ve využití samokrmítek kolem břehu. Často používané kompletní krmivo pro výkrm kachen VKCH2 obsahovalo kolem $26 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ dusíkatých látek a hlavně $6 - 7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ fosforu. Rybníční voda byla chovem kachen silně zásobována TP, jehož negativní účinek na recipient může dlouhodobě přetrvávat. I značná část metabolitů vyprodukovaných kachnami přijde do vody, protože více jak třetinu dne tráví na vodě. Imhoff (1982) uvádí, že při rozkladu metabolitů z 1 kachny je potřeba $16 - 19 \text{ g BSK}_5$.

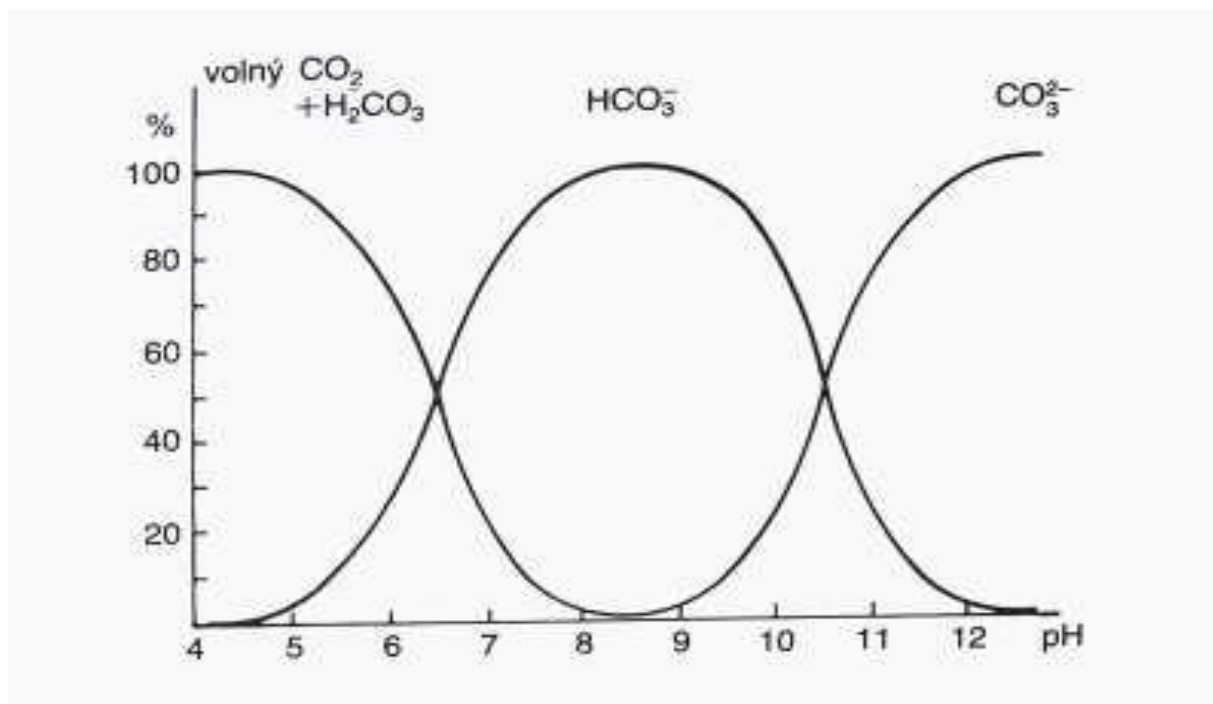
Proto během posuzování dopadu rybářského hospodaření na kvalitu vody musíme brát i v úvahu tzv. historii rybníka (Máchová a kol., 2010a). Velkou roli v koloběhu látek hraje i samotná hloubka rybníků. Díky malé hloubce našich rybníků se dostávají látky ze sedimentů lépe do vody a tím je umocněna i samotná eutrofizace (Adámek a kol., 2010).

2.1.1.2. Vápnění

Vápnění rybníků je jeden z důležitých intenzifikačních prostředků, který stabilizuje produkci a nepostradatelné funkce rybníčního prostředí a provádí se obvykle mimo vegetační období (Hartman a Regenda, 2014). Vápnění spočívá s přidáváním vápence nebo páleného vápna za účelem úpravy alkality vody a udržení pufrční kapacity pro ustálení pH (Adámek a kol., 2010). Vápník je nepostradatelnou živinou v rybníčním prostředí a plní několik důležitých úkolů. Podílí se na stavbě těla organismů a ovlivňuje produkci, přičemž k dosažení 1 t přírůstku je zapotřebí zhruba 12,5 kg čistého vápníku (Vinberg a Ljachnovič, 1976; Hartman, 2004). Další funkce vápníku je vazba s oxidem uhličitým (CO_2) a je nedílnou součástí uhličitanového komplexu, který dodává potřebný uhlík pro fotosyntézu (viz Obr. č. 1.). Ovšem pouze oxid uhličitý a hydrogenuhličitan jsou dostupné formy uhlíku pro autotrofní organismy (Stegman, 1973; Hartman, 2004). Při vyšších hodnotách pH 10 – 11 se ovšem rozpustné hydrogenuhličitan mění na uhličitan vápenatý CaCO_3 , který je velmi těžce rozpustný a sráží se na listech makrovegetace v podobě krystalků, které následně sedimentují na dně (Lellák a Kubíček, 1991). Za samotné kolísání pH může z velké míry střídání světla a tmy (den a noc), při kterém fotosyntetizující organismy vstřebávají a naopak produkují oxid uhličitý (Gessner, 1959; Lellák a Kubíček, 1991).

Výhodou vápnění je i podpoření činnosti nitrifikačních bakterií a mineralizace organických látek (Adámek a kol., 2010). Pro tento účel se vápnění provádí ke konci vegetačního období na vodách s velkým množstvím fytoplanktonu a vodního květu. Je to z důvodu zkrácení denního světla, které zapříčiňuje převahu fotosyntetické disimilace nad asimilací a poté následuje nadbytek CO_2 . Společně s tímto procesem dochází k rozkladu organické hmoty, který může vyvolat kyslíkový deficit. Pro řešení tohoto problému se využívá aplikace páleného mletého vápna (CaO), který je k dispozici pro nadbytečný CO_2 . Ten se sloučí s vápníkem za vzniku $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a tím dochází

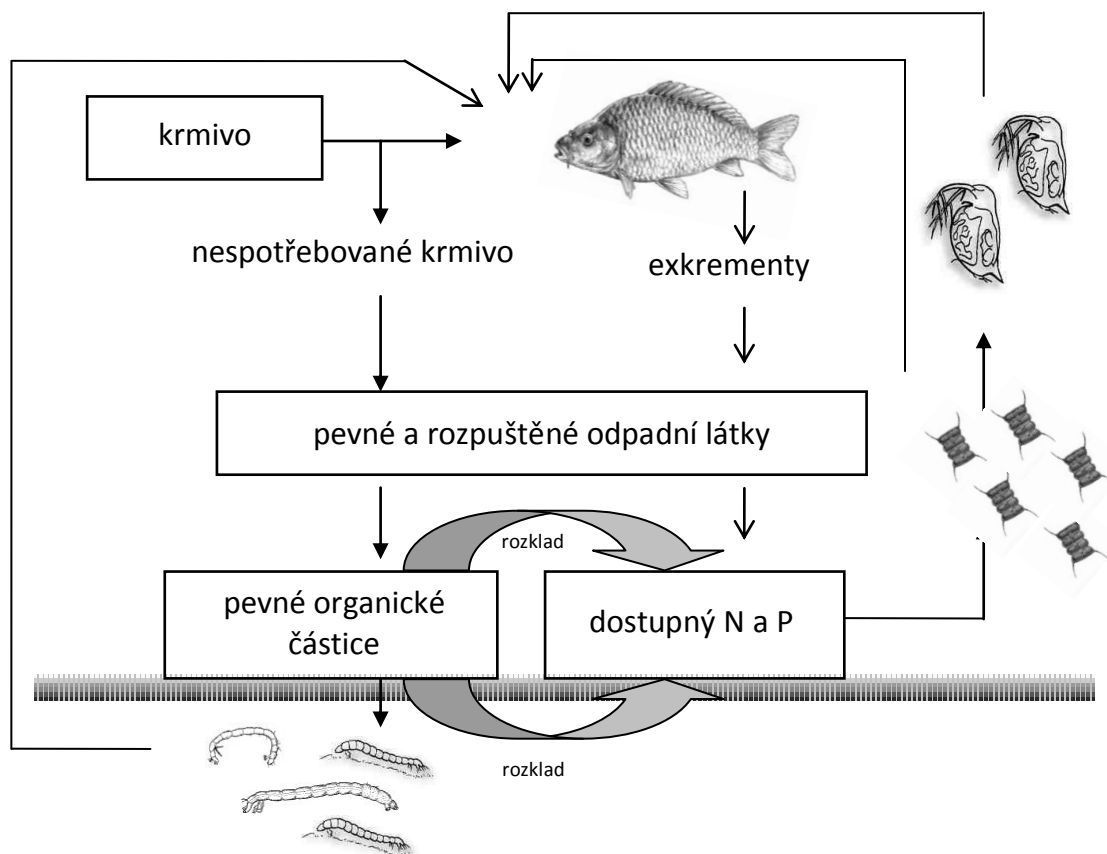
k úbytku právě CO_2 . Tento způsob vápnění má sloužit ke zlepšení kyslíkového režimu a zvýšení kyselinové neutralizační kapacity ($\text{KNK}_{4,5}$) (Hartman a Regenda, 2014).



Obr. č. 1. Graf uhličitanového systému (převzato z Lellák a Kubiček, 1991).

2.1.1.3. Příkrmování

Kapr obecný patří z hospodářského hlediska k nejčastěji chovaným rybám ve střední Evropě (Stibranyiová a Adámek, 1998). Důvod, proč je kapr hospodářsky velmi významná ryba, je způsob jeho výživy, tolerance vůči kvalitě vody a dobré růstové schopnosti (Hartman a Regenda, 2014). Při chovu kapra se nejčastěji používá jadrná krmiva s vysokým obsahem glycidů (Čítka a kol., 1998; Jankovic a kol., 2011). Podle Čítka a kol. (1998) příkrmování vychází vždy ze zásady, že podíl přirozené potravy musí činit alespoň 50 % kaprem přijaté potravy, má-li být použité krmivo dobře transformováno do přírůstku. Z hydrobiologického hlediska představuje příkrmování i jistou živinovou zátěž rybníčního ekosystému (Obr. č. 2.). Týká se to především fosforu, který je v krmivech (včetně obilovin) v nadbytku vzhledem k potřebám rybiho organismu (Adámek a kol., 1997; Adámek a kol., 2010).



Obr. č. 2. Schéma využití přidaných krmiv v rybníce s polo-intenzivním chovem (převzato z Adámek a kol., 2010).

Při produkci tržních kaprů jsou obiloviny nejrozšířeněji používaným doplňkovým krmivem. Pro kapra představují snadno dostupný a levný zdroj lehce stravitelné energie v podobě sacharidů, zejména škrobů. Kapr má velmi dobrý enzymatický systém, který na základě činnosti maltázy a amylázy dokáže sacharidy dobře strávit (stravitelnost škrobu v surovém stavu až 70 %) (Cirkovic a kol., 2002). Stravitelnost sacharidů (škrobu) lze zvýšit různými úpravami krmiv, ať už mechanickými nebo tepelnými metodami.

Celkový obsah bílkovin v obilovinách je v rozmezí 7 – 15 %, ale zastoupení esenciálních aminokyselin v rostlinných bílkovinách je velmi nízké (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004). Esenciální aminokyseliny jsou důležité pro syntézu bílkovin. Dulic a kol. (2010) uvádí, že rostlinné bílkoviny jsou chudé na methionin, při jehož nedostatku dochází k poškození jater a oslabení svaloviny, a proto se přidává k rostlinné dietě, aby se zajistil optimální růst a zdraví. Nejpoužívanější ingredience v krmivech je sojová moučka, která podle Gatlina a kol. (2007) má na rostlinnou složku celkem dobře vyvážený poměr aminokyselin.

Některá používaná krmiva mohou obsahovat tzv. antinutriční látky, které ovlivňují trávení proteinů. Mezi tyto látky patří giotrogeny, antivitaminy, oligosacharidy, fytoestrogeny, proteázové inhibitory a antigenní proteiny (Macrae a kol., 1993; Anderson a Wolf, 1995; Alacrón a kol., 1999). Účinky těchto látek jsou v akvakultuře nežádoucí. Antinutriční látky zpomalují činnost enzymů štěpící škrob (amyláza). Snížení stravitelnosti živin z krmiva vede k zpomalení růstu a k většímu zatížení vody rybími exkrementy (Refstie a kol., 1998, Arndt a kol., 1999, Dulic a kol., 2010). Antinutriční látky můžeme rozdělit na dvě skupiny podle jejich tepelné stability. Dělí se na teplotně labilní (lektiny, inhibitorové protézy) a teplotně stabilní (fytáty, oligosacharidy, fytoestrogeny). Antinutriční látky jsou klasifikovány na základě množství tepla, které je zapotřebí k zničení těchto látek, aniž by došlo ke změnám dalších složek (Melcion a Van der Poel, 1993).

Mechanickými a tepelnými úpravami obilovin lze docílit lepší stravitelnosti látek v krmivu a snížení množství vyloučených exkrementů. Podíl stravitelných živin je závislý na zastoupení vlákniny, která je pro kapra velmi těžko stravitelná. Protože vláknina ovlivňuje stravitelnost krmiva, nemělo by být její zastoupení v krmivu vyšší jak 8 %. (Čítek a kol., 1998; Cho a Bureau, 2001).

Mezi mechanické metody, které vedou ke zlepšení vlastností krmiv, patří mačkání. Při této metodě dochází pomocí dvou hladkých rotujících válců k narušení povrchu obilných zrn. Díky narušení povrchu mohou mikroorganismy svými enzymy lépe natrávit jádro zrna, a tím usnadní lepší zužitkování (Doležal a kol., 2006). Podle Urbánka (2009) se mačkáním může zvýšit produkční účinek obilovin v chovu tržních kaprů až o 18 %.

Do mechanických úprav se řadí i šrotování. Tato metoda spočívá v rozdrčení zrn na menší částice. Šrotování se používá hlavně pro úpravy krmiv určené pro nižší věkové kategorie ryb, protože šrotováním se snadno připraví potřebná velikost krmiva (Melka, 2014). Během procesu šrotování dochází k narušení povrchu obilovin, který může redukovat nežádoucí antinutriční látky a zvyšuje se stravitelnost (Tacon a Jackson, 1985). Nevýhodou krmiv upravených touto metodou je, že dochází k rozplavávání a vyluhování krmiva, a tím dochází ke ztrátám (u rozplavávání až 30 % a u vyluhování až 50 %), které mohou negativně ovlivnit kvalitu vody (Čítek a kol., 1998).

Metoda granulování je spojením tepelné a mechanické úpravy. Krmivo je vystaveno vysokým teplotám (125 – 170 °C) po dobu 3 – 4 sekund (Doležal a kol., 2006). Během tohoto procesu dochází k želatinaci škrobu a slouží jako přírodní pojivo

pro stabilní strukturu krmiva. Poté se krmivo protlačí přes lisy za vzniku samotných granulí. Podle Kopřivy a kol. (1992) granulovaná krmiva mají lepší konverzi živin a menší obsah odpadů. Pro ještě lepší vlastnosti krmiva (menší rozplavávání a rozpad) se mohou granulovaná krmiva tzv. obdukovat, což je aplikace tenké vrstvy vhodné látky na povrch granulí (Čítek a kol., 1998).

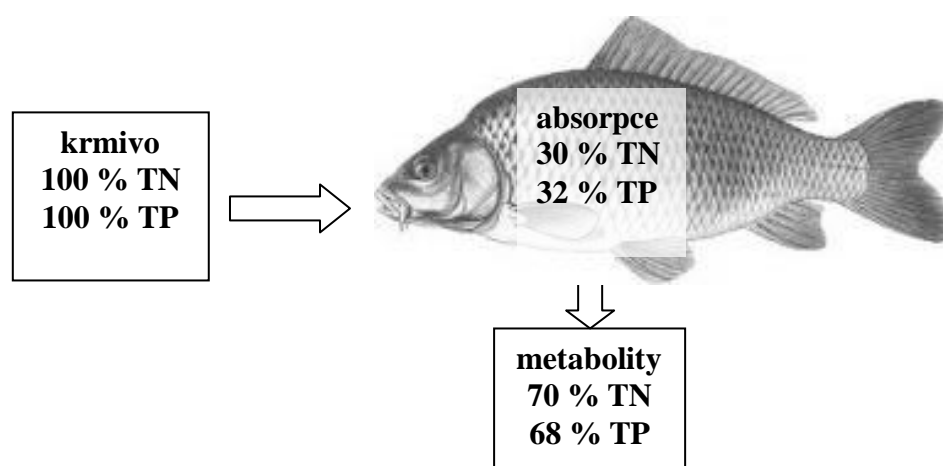
Tepelné metody úprav dovolují zhotovení speciálních krmiv pro ryby. Tyto úpravy jsou často spojeny i s mechanickými metodami, například mačkáním. Při působení tepla dochází k zmazování škrobu. Teplem se může zvýšit stravitelnost škrobu až na 90 % (Przybyl a Mazurkiewicz, 2004). Při teplotě 120 °C a 20% vlhkosti dochází k vyššímu zmazování a částečnému rozložení škrobu, který je lépe přístupný trávicím enzymům, a tudíž je stravitelnější (Čermák a Kadlec, 1999). Záměr tepelných úprav je inaktivovat účinky antinutričních látek, zlepšení obsahu živin a jejich využití a eliminace nežádoucích organismů v krmivech (Čermák a Kadlec, 1999).

2. 2. Živiny ve vodě a jejich význam

Rybniční voda je nejčastěji dotována živinami hospodařením, které souvisí právě s používáním intenzifikačních prostředků, jako je výše uvedené hnojení, příkrmování a další meliorační zásahy. Snížením koncentrace živin ve vodě je v dnešní době jedním z nejčastějších témat výzkumů a studií v oblasti akvakultury (Jahan a kol., 2000; Cho a Bureau, 2001). Látky, které se nejvíce sledují, jsou právě TN a TP. Sledování zastoupení živin nabývá na významu i v recipientech. Odstraňování živin z těchto vod není stále tolik účinné, a proto by se mělo více sledovat složení a dávkování krmných směsí s ohledem na dostupnost TN a TP (Jahan a kol., 2002). Obsah živin u běžně používaných obilovin je popsán v tabulce č. 5.

Tab. č. 5. Obsah fosforu a dusíku ve vlhké biomase krmiv. (Knösche a kol., 1998; Knösche a kol., 2000; Jirásek a kol., 2005; Füllner a kol., 2007)

Krmivo	TP (g.kg⁻¹)	TN (g.kg⁻¹)
Žito	3,5	16,1
Triticale	3,4	19,1
Kukuřice	2,9	15,7
Pšenice	3,3	19,2
Suché krmivo	9 – 11	60 – 72



Obr. č. 3. Využití živin kaprem obecným (*Cyprinus carpio* L.) (převzato z Jirásek a kol., 2005).

Při použití obilovin pro přikrmování je kapr schopen absorbovat okolo 60 % živin z obilovin (Steffens, 1985). Podle Obr. č. 3. je patrné, že pouze třetina z celkových přijatých živin se dokáže v rybě uložit, zbytek je v podobě metabolitů ryb vyloučen. Podle Bergheima a kol. (1991) ryba dokáže vstřebat okolo 25 – 30 % N a P. Schneider a kol. (2004) uvádí dokonce větší rozmezí, u fosforu 15 – 65 % a u dusíku 20 – 50 % v závislosti na druhu a velikosti ryb, složení krmiv a teplotou vody.

2.2.1. Dusík

Ryby mají obecně vyšší požadavky na příjem proteinů, než kterákoliv zvířata chovaná jako zdroj potravy pro člověka (Fournier a kol., 2002). Celkově dokážou ryby přijaté bílkoviny účinně využít a to i přes to, že velkou částí využitých proteinů pokrývají potřebné energetické nároky (Dosdat a kol., 1996). Obecně se udává, že bílkoviny obsahují kolem 16 % dusíku (Przybyl, 1999). Štěpením bílkovin v trávicím traktu ryb vznikají dusíkaté metabolity, které se dostávají do vody. Množství vyloučených dusíkatých látek se pohybuje v rozmezí 64 – 89 % z celkového přijatého dusíku (Hargreaves, 1998). Efektivita využití živin rybami je spjata se schopností rybníků redukovat zastoupení dusíku přeměnou (asimilací) dusíkatých látek (Hargreaves, 1998). Nejvýznamnější a největší částí katabolismu bílkovin je amoniak (Kaushik, 1995). Některé druhy ryb vylučují dusíkaté látky močovinou (Wood, 1993). Kajimura a kol. (2004) uvádí kreatin, kreatinin, trimethylamin a trimethylamin-N-oxid jako další dusíkaté „odpadní“ produkty. Sladkovodní ryby vylučují amoniak nejčastěji přes dýchací aparát (žábry). Exkrece amoniaku může být ovlivněna i samotnou koncentrací této látky ve vodě (Dosdat a kol., 2003). Podle Cartera a Brafielda (1992) je odstraňování amoniaku nejméně nákladným procesem vylučování dusíku, který vznikl deaminací aminokyselin. Nadměrný přísun bílkovin může způsobit katabolismus aminokyselin, který souvisí s exkrecí amoniaku a spotřebou energie (Lazzari a Baldisserotto, 2008). Používaná krmiva pro kapry jsou často vyvíjena s velmi malým zájmem o biologických a environmentálních dopadech špatného zažívání a metabolického využití přísad (Kaushik, 1995). Je dobré, aby v předložených krmivech byla zajištěna vyrovnanost mezi dobře využitelnými bílkovinami a stravitelnou energií (Kaushik, 1994). Vhodné zastoupení bílkovin pro kapra v krmivech se pohybuje mezi 30 – 38 % (Jauncey, 1982; Watanabe, 1988). Například Rodehutsord a kol. (1994) zjistili, že snížením obsahu bílkovin v dietách pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) se docílí snížení množství vyloučeného dusíku až o 43 % bez ovlivnění růstu.

Význam sledování koncentrace amoniaku je důležité pro zjištění kvality krmiva, protože produkce amoniaku je ovlivněna vztahem bílkovin nebo energií s vyvážeností aminokyselin (Kaushik, 1998). V recirkulačních systémech a dalších intenzivních chovech se vylučování amoniaku dá snadno určit, ovšem v rybníčních ekosystémech může být koncentrace amoniaku a dusičnanů ovlivněna jinými biologickými pochody, které ještě není možné účinně nasimulovat (Thomas a Piedrahita, 1998).

Důležitým procesem v koloběhu dusíku ve vodě je denitrifikace. Jedná se o anaerobní proces, který probíhá hlavně v blízkosti dna (Hargreaves, 1998). I když k denitrifikaci dochází za anoxických podmínek, je z velké části závislá na koncentraci kyslíku, jenž je zapotřebí při nitrifikaci, při které oxidací amoniaku vznikají dusičnany (Rysgaard a kol., 1994). Dusičnany, jako vstupní látka pro denitrifikaci, jsou přeměněny přes dusitany na elementární dusík, který se dostává přes vodní hladinu pomocí difuze do ovzduší (Lellák a Kubíček, 1991).

Využití a přeměna dusíku může být pozitivně ovlivněna proteinovými zdroji (rybí a sojová moučka) (Hargreaves, 1998). I přestože jsou rostlinné bílkoviny chudé na esenciální aminokyseliny, jejich zastoupení v krmivech je nadále velmi velké (Lazzari a Baldisserotto, 2008). Podle Chenga a kol. (2003) je možné tento problém odstranit s přidáním syntetických esenciálních aminokyselin a společně se mechanickým snižováním obsahu bílkovin může vést k redukcí vylučovaného dusíku.

2.2.2. Fosfor

Fosfor je důležitý minerál v nukleových kyselinách a buněčných membránách, hlavní strukturální složka kosterních tkání a je přímo zapojen do energetických procesů (NRC, 1993). Ryby mohou absorbovat do svého těla fosfor z vody. Koncentrace fosforu ve vodním prostředí je ovšem nízká, a proto je nezbytné jeho doplňování prostřednictvím krmiv (Lazzari a Baldisserotto, 2008). Při vývoji krmiv s nízkým obsah fosforu se musí brát na vědomí, že krmiva by měla obsahovat dostatečné množství disponibilního fosforu pro požadovaný růst ryb (Jahan a kol., 2003). Fosfor je limitujícím faktorem pro rozvoj řas, a proto má velký význam v oblasti eutrofizace (Pechar, 2006). Fosfor je přítomen téměř ve všech ingrediencích rostlinného a živočišného původu, které se používají při sestavování krmiv. V rostlinných složkách se nachází fosfor ve formě fytátu, jehož využitelnost u ryb je velmi nízká (Baruah a kol., 2004). Nestrávený a následně vyloučený fytát může významně podpořit eutrofizaci a silný rozvoj fytoplanktonu (Lall, 1991). V absorpci fosforu hraje důležitou roli i přítomnost vápníku. Nízký obsah vápníku může negativně ovlivnit využitelnosti i vhodné formy a množství fosforu.

Hlavní složka v rybích dietách pro lososovité ryby je rybí moučka (Ketola a Harland, 1993). Obsah fosforu v této složce je mnohem vyšší v porovnání s dalšími zdroji bílkovin a převyšuje minimální požadavky nutné k docílení požadovaného růstu

(Satoh a kol., 2003). Studie Jahana a kol. (2001) se zaměřovala na snižování zatížení vod celkovým fosforem (TP) v chovu kapra prostřednictvím zlepšených receptur krmiv. Jedná se o hledání alternativy místo rybí moučky. Rybí moučka obsahuje velké množství organického fosforu v podobě vápenatého fosfátu, který kapr díky absenci žaludku nedokáže vstřebat. Podle Ketoly a Harlanda (1993) by částečná náhrada rybí moučky rostlinnou složkou mohla vést k snížení fosforu vyloučeného do prostředí. Zadržování a vylučování fosforu je z velké části ovlivněno složením podávaného krmiva. Například v Japonsku obsahují komerční krmiva i více než 30 % rybí moučky jako zdroj bílkovin. Testováním těchto komerčních krmiv se zjistilo, že množství TP vyprodukovaného kaprem se pohybuje mezi 9,1 – 18,8 kg na tunu produkce (Jahan a kol., 2000). V porovnání například se pstruhem duhovým (*Oncorhynchus mykiss*) je to mnohonásobně vyšší hodnota, přičemž u pstruha se udává produkce TP menší jak 3 kg na tunu produkce (Cho a Bureau, 1997; Jahan a kol., 2000). Z tohoto důvodu by se měla hledat alternativní náhrada za rybí moučku pro kapří krmiva.

3. Materiál a metodika

3.1. Místo pokusu

Pokusy pro získání dat k praktické části bakalářské práce byly prováděny na sádkách patřící společnosti Rybářství Třeboň a.s. Sádky se nachází na území Třeboňské pánve a jsou napájeny z rybníka Svět (215 ha) (Obr. č. 4.).



Obr. č. 4. 1. Sádky (místo pokusu), 2. Rybník Svět (zdroj vody pro sádky) (Mapy, 2014).

3.2. Charakteristika a design pokusu

Délka pokusu byla vyhrazena během vegetačního období od 10. 5. – 6. 9. 2012 (120 dní). Pro pokus bylo použito celkem osm betonových sádek. Sádky byly napuštěny vodou z rybníka Svět, přičemž výška hladiny byla v každé sádce 1 m. Přítok vody do sádek byl pozastaven a v případě poklesu hladiny například evaporací nebo průsakem se voda doplnila. Pro pokusy byl použit třeboňský kapr šupinatý. Průměrná hmotnost ryb se pohybovala 1220 ± 157 g. Obsádka pokusných sádek byla přepočtena podle jejich rozměru na hodnotu odpovídající $363 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_3$. Jednotlivé ryby byly očipovány do hřbetní svaloviny pomocí jednoduchého implantéru. Použité krmivo bylo dodáno od

Zemědělských služeb Dynín a.s. Pro pokus byla použita pšenice bez úprav, tepelně upravená pšenice a tepelně upravená a mačkaná pšenice. Pro porovnání byla nasazena i tzv. kontrolní skupina, kde byly ryby odkázány pouze na přirozenou potravu. Pro každé krmivo i kontrolní skupinu byly zvoleny dvě sádky. Živinné složení předkládaných krmiv (pšenice) je uvedeno v tabulce č. 6. Krmivo bylo podáváno 3 x týdně (pondělí, středa, pátek) v ranních hodinách (9 – 10 hod). Krmné dávky byly stanoveny na 2 % z hmotnosti nasazených ryb a krmivo se podávalo na betonový panel na dně sádky.

Tab. č. 6. Živinné složení testovaných krmiv.

Krmivo	Sušina (g.kg⁻¹)	TP (g.kg⁻¹)	TN (g.kg⁻¹)	Dusíkaté látky (g.kg⁻¹)	Vláknina (g.kg⁻¹)	Tuk (g.kg⁻¹)
Pšenice	872,2	3,15	16,80	105,3	21,40	16,80
Pšenice tepelně upravená	875,20	3,25	19,90	124,60	22,90	16,25
Pšenice tepelně upravená a mačkaná	877,00	3,48	19,05	119,05	30,50	19,70

3.3. Analýza kvality vody

Na místě byly během pokusu sledovány a zjišťovány tyto parametry: teplota, kyslík, konduktivita, průhlednost, turbidita, KNK_{4,5} a pH. Pro odběr vody byl použit Patalasův sběrač. Sběračem se odebírala voda z celého sloupce vody a z každé sádky se odebrala voda celkem ze 4 míst, a to vždy u každé strany sádky. Pro získání dat ohledně teploty, koncentrace kyslíku, pH a vodivosti byl použit přístroj YSI Professional Plus (Obr. č. 5). Stanovení a měření fyzikálně-chemických parametrů probíhalo v ranních hodinách (8 – 9 hod.). Průhlednost vody byla zjišťována pomocí Seccioho desky. Pro hodnoty turbidity byl použit přístroj WTW Turb 430T/SET (Obr. č. 6). Kyselinová neutralizační kapacita byla stanovena dle Hartmana (2004). Ostatní parametry byly stanoveny laboratorně (viz. kapitola 3. 3. 1.),



Obr. č. 5. Terénní sonda YSI Professional Plus, která byla použita v průběhu pokusu



Obr. č. 6. Turbidimetr WTW Turb 430/SET

3.3.1. Laboratorní analýza vody (laboratoř ENKI, o.p.s., Třeboň)

Odběr vzorků pro laboratorní rozbor vody byl shodný, jak již bylo popsáno výše - (kapitola 3.3.). Laboratorně byly stanoveny tyto ukazatele: TP, P – PO_4^{3-} , TN, N – NH_4^+ , N – NO_3 , chlorofyl *a*, BSK_5 a CHSK_{Cr} .

3.3.1.1. Stanovení chlorofylu *a*

Chlorophyll-*a* byl určen pomocí spektrofotometru. Vzorek byl přefiltrován přes membránový filtr a získaný vzorek se vylouhoval v organickém rozpouštědle. Samotné stanovení bylo provedeno za pomoci spektrofotometru (v tomto případě HELIOS alpha).

3.3.1.2. Stanovení nerozpuštěných látek

Nerozpuštěné látky byly stanoveny bez náročnější chemické analýzy. Jednalo se o nerozpuštěné látky vzorku, který byl přefiltrován přes GF/C filtr. Filtr se poté při teplotě 105 °C vysušil na stálou hmotnost.

3.3.1.3. Stanovení BSK₅ a CHSK_{Cr}

Při stanovení BSK₅ jde o množství spotřebovaného rozpuštěného kyslíku během biochemické oxidace organických látek ve vzorku. Provádělo se za pomoci BSK setů zředovací metodou, kdy vzorek byl inkubován mimo světlo po dobu 5 dní při teplotě 20 °C.

CHSK_{Cr} neboli chemická spotřeba kyslíku je posuzování koncentrace organických látek na základě spotřeby oxidačního činidla (v tomto případě dichromanu draselného) spotřebovaného na jejich oxidaci. Ke stanovení byly použity zkumavky a speciální měřicí přístroje WTW MultiLab P5 a SpectroquantPicco.

3.3.1.4. Stanovení dusíku a fosforu

Parametry P – PO₄³⁻, N – NH₄⁺, N – NO₃ byly získány za pomoci průtokové spektrofotometrie v přístroji FIAstar 5000. U analýzy TP a TN se nejprve použil persulfát (K₂S₂O₈) pro mineralizaci při teplotě 105 °C. Samotné stanovení TP a TN proběhlo ve dvou složkách. Jeden vzorek, který byl určen pro stanovení rozpuštěného N a P, se přefiltroval přes skleněné filtry GF/C. U druhého vzorku byl použit filtr s filtrační schopností 100 µm (TP – 100; TN – 100). Poté se z rozdílu nechala zjistit koncentrace partikulovaného N a P (PON, POP).

3.4. Ukazatel konverze krmiva

Ryby byly na začátku a na konci experimentálního pokusu zváženy. Ze zjištěných hmotností se poté stanovil krmný koeficient FCR (Food Conversion Ratio), který vyjadřuje množství krmiva, které je zapotřebí na 1 kg přírůstku.

$$\text{FCR} = \frac{F}{(w_t - w_0)}$$

F – množství spotřebovaného krmiva za sledované období (kg)

w_t – hmotnost ryb na konci pokusu (kg)

w_0 – hmotnost ryb na začátku pokusu (kg)

3.5. Statistické vyhodnocení

Data byla statisticky analyzována v programu Statistica 10.0 CZ. Zpracovaná data jsou prezentována jako průměr \pm směrodatná odchylka za celé období pokusu. Pro zjištění rozdílů mezi ukazateli kvality vody byla použita analýza rozptylu (ANOVA) a Tukeyův HSD test. Rozdíly jsou považovány za signifikantní při hodnotě $p < 0,05$.

4. Výsledky

4.1. Fyzikální a chemické vlastnosti vody

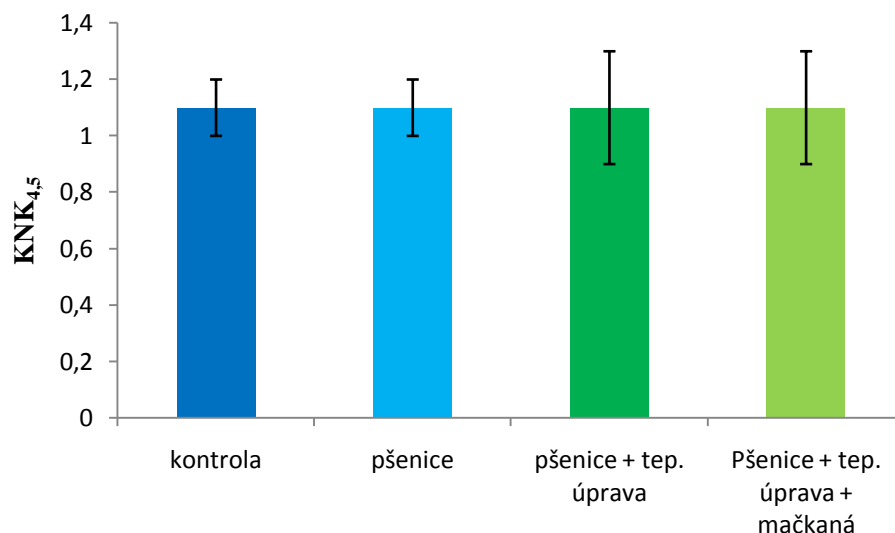
4.1.1. Hodnoty teploty, kyslíku, pH, konduktivity a KNK_{4,5}

Výsledky pozorování teplot, kyslíku a pH v experimentálních sádkách jsou znázorněny v tabulce č. 7. Průměrné hodnoty teplot u všech testovaných skupin byly shodné a nebyl prokázán statistický rozdíl. Teploty se pohybovaly v průběhu pokusu okolo 20,6 °C ve všech sádkách. Stanovením průměrných hodnot obsahu kyslíku ve vodě byly prokázány statistické rozdíly pouze mezi kontrolní skupinou a sádkami, kde bylo přikrmováno tepelně upravenou a mačkanou pšenicí. Kontrolní skupina vykazovala nejvyšší průměrné hodnoty ze všech testovaných skupin ($7,0 \pm 1,73 \text{ mg.l}^{-1}$), zatímco u přikrmování obsádek kapra tepelně upravenou a mačkanou pšenicí byl zjištěn v sádkách nejnižší obsah rozpuštěného kyslíku ($5,79 \pm 1,38 \text{ mg.l}^{-1}$). U pH hodnot nebyl prokázán mezi jednotlivými skupinami statistický rozdíl. Při porovnání hodnot testovaných skupin bylo zaznamenáno mírně vyšší pH ($8,33 \pm 0,83$) v kontrolních sádkách.

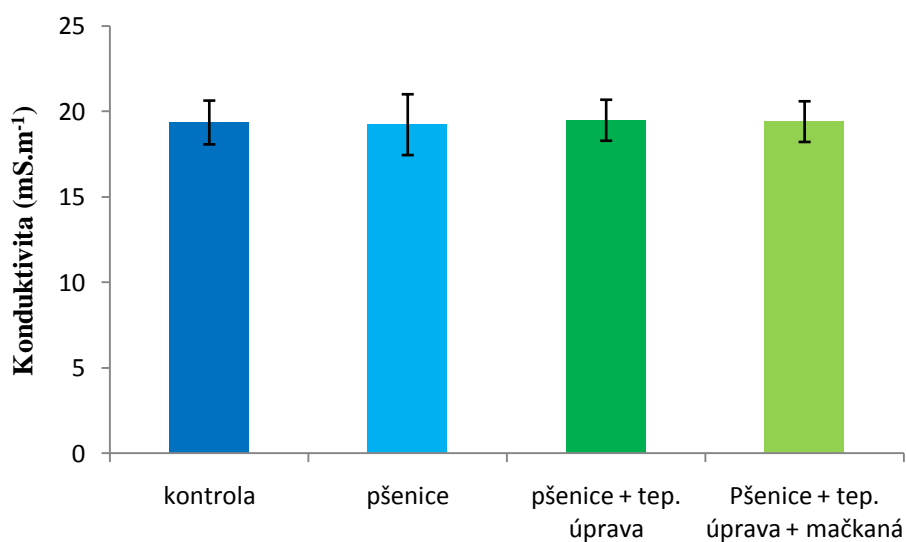
Tab. č. 7. Hodnoty teplot, kyslíku a pH (průměr \pm směrodatná odchylka; $n=12$) v pokusných sádkách. Rozdílná písmena značí statisticky signifikantní rozdíl ($p < 0,05$).

Parametr	Kontrola	Pšenice	Pšenice + tep. úprava	Pšenice + tep. úprava + mačkaná
Teplota (°C)	$20,5 \pm 2,4$	$20,6 \pm 2,4$	$20,6 \pm 2,4$	$20,6 \pm 2,4$
O ₂ (mg.l ⁻¹)	$7,0 \pm 1,73^a$	$6,08 \pm 1,07^{a,b}$	$6,29 \pm 0,98^{a,b}$	$5,79 \pm 1,38^b$
pH	$8,33 \pm 0,83$	$8,06 \pm 0,56$	$8,05 \pm 0,49$	$7,91 \pm 0,48$

U stanovení kyselinové neutralizační kapacity (KNK_{4,5}) a konduktivity nebyly prokázány žádné statistické rozdíly ($p > 0,05$) a výsledky jsou znázorněny v grafech č. 1 a 2. KNK_{4,5} v kontrolních sádkách byla prakticky shodná s ostatními sádkami a hodnoty se pohybovaly se okolo 1,1 mmol.l⁻¹. Taktéž u konduktivity nevykazovala žádná skupina výrazné změny. Naměřené hodnoty se lišily pouze v desetínách mS.m⁻¹.



Graf č. 1. Hodnoty KNK_{4,5} za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

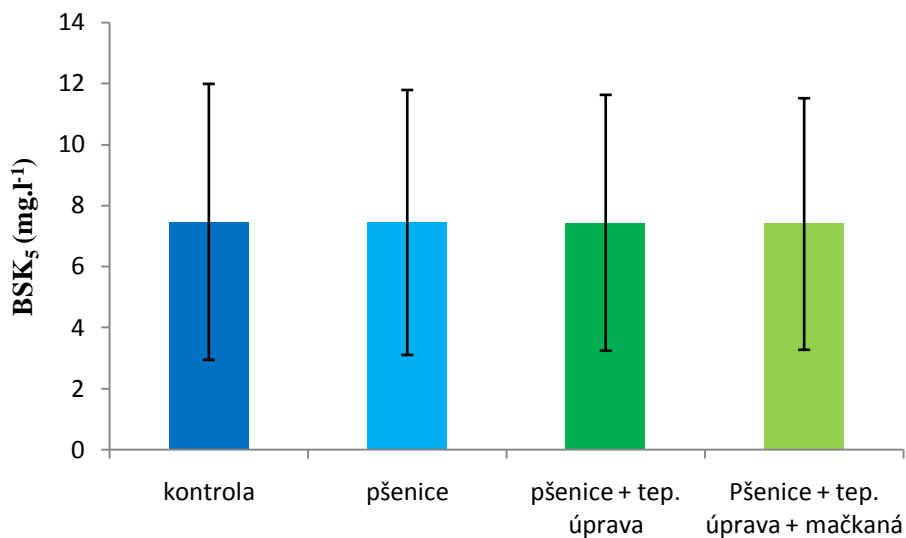


Graf č. 2. Hodnoty konduktivity za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

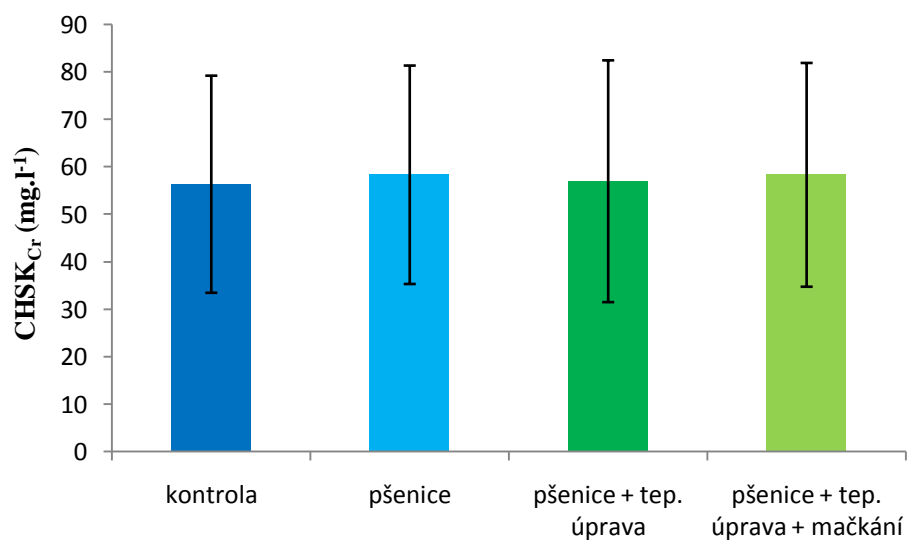
4.1.2. Chemická a biologická spotřeba kyslíku

Průměrné hodnoty biologické spotřeby kyslíku (BSK₅) a chemické spotřeby kyslíku (CHSK_{Cr}) jsou zaznamenány v grafech č. 3 a 4. Ani u jednoho parametru nebyly prokázány statistické rozdíly ($p > 0,05$) mezi jednotlivými skupinami. Zjištěné hodnoty BSK₅ ve všech sádkách se pohybovaly téměř shodně kolem $7,4 \pm 4 \text{ mg.l}^{-1}$. Nejnižší hodnoty CHSK_{Cr} ($56,36 \pm 22,86 \text{ mg.l}^{-1}$) byly zjištěny v kontrolních sádkách.

Naopak nejvyšší hodnoty ($58,4 \pm 23 \text{ mg.l}^{-1}$) byly zjištěny v sádkách, kde byli kapři přikrmováni pšenicí.



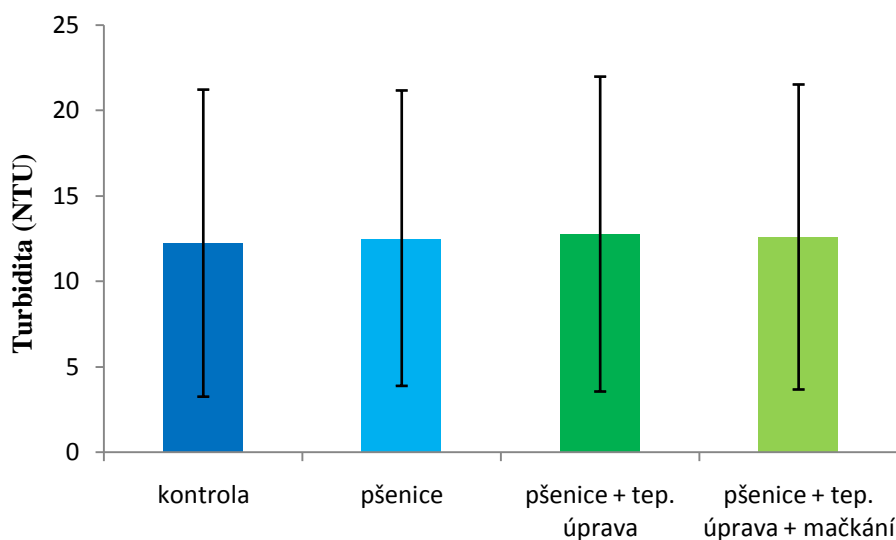
Graf č. 3. Hodnoty BSK₅ za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).



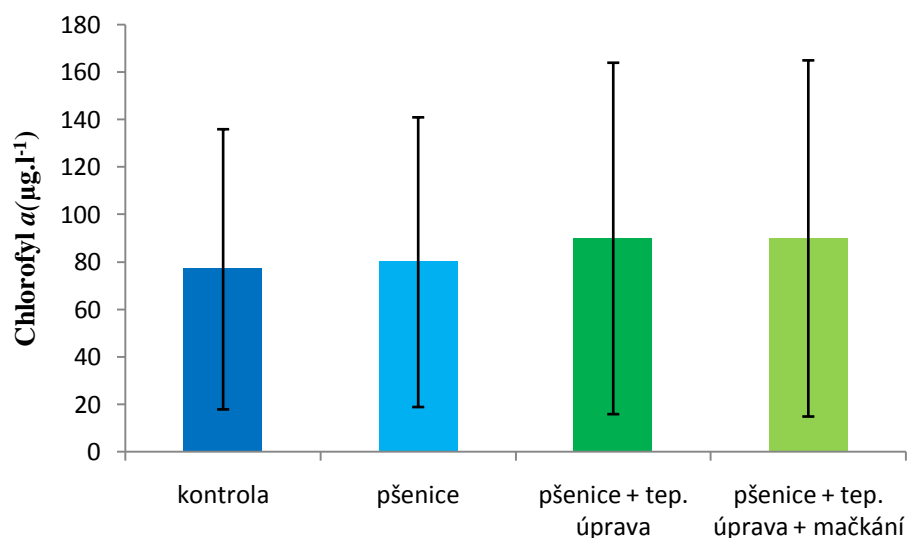
Graf č. 4. Hodnoty CHSK_{Cr} za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

4.1.3. Turbidita, chlorofyl *a*, nerozpuštěné látky

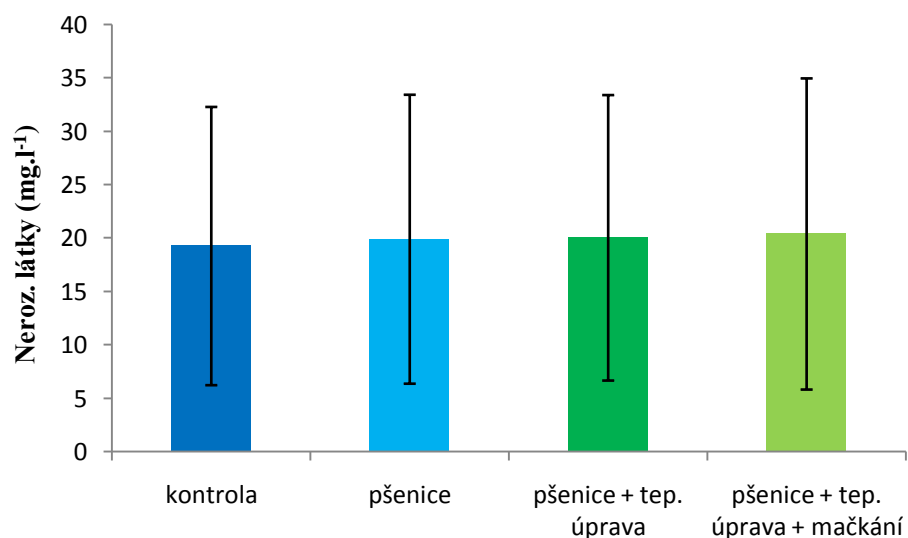
Z těchto parametrů byly zjištěny nejvýraznější změny mezi jednotlivými sádky u chlorofylu *a*. I když nebyly prokázány statistické rozdíly ($p > 0,05$), nejnižší hodnoty byly zjištěny u kontrolní skupiny $77 \pm 59 \mu\text{g.l}^{-1}$. Naopak nejvyšší hodnoty ($90 \pm 75 \mu\text{g.l}^{-1}$) byly zjištěny v sádkách, kde byla rybám předkládána tepelně upravená a mačkaná pšenice. Výsledky turbidity z jednotlivých testovaných skupin byly velmi vyrovnané a lišily se jen v řádech desetín jednotek NTU (graf č. 5) bez statistického rozdílu. Podobný případ nastal i u hodnot obsahu nerozpuštěných látek v jednotlivých sádkách, kde také nebyl prokázán statistický rozdíl ($p > 0,05$) u žádné skupiny (graf č. 7).



Graf č. 5. Hodnoty turbidity za celé období experimentu (průměr \pm směrodatná odchylka; $n=12$).



Graf č. 6. Hodnoty chlorofylu *a* za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

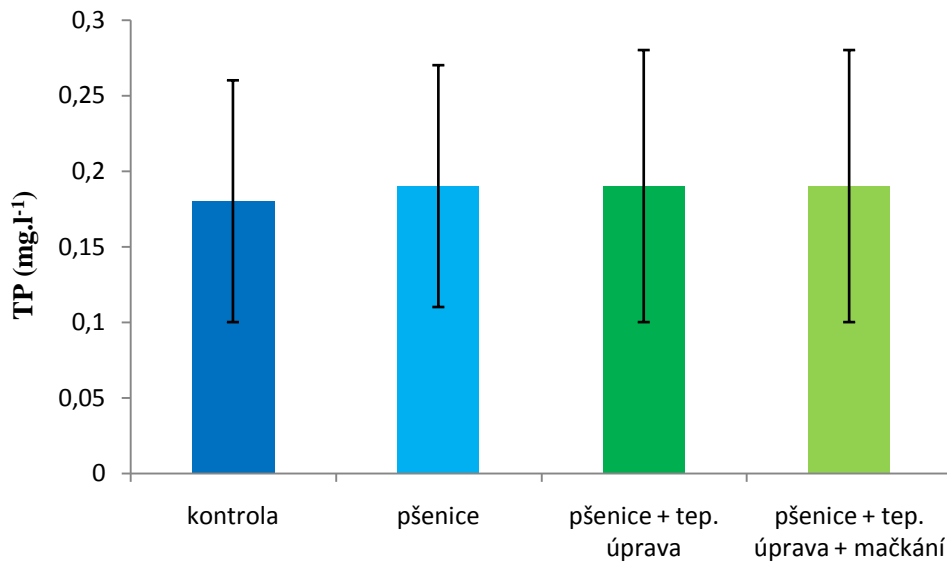


Graf č. 7. Množství nerozpustných látek v sádkách za celé období pokusu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

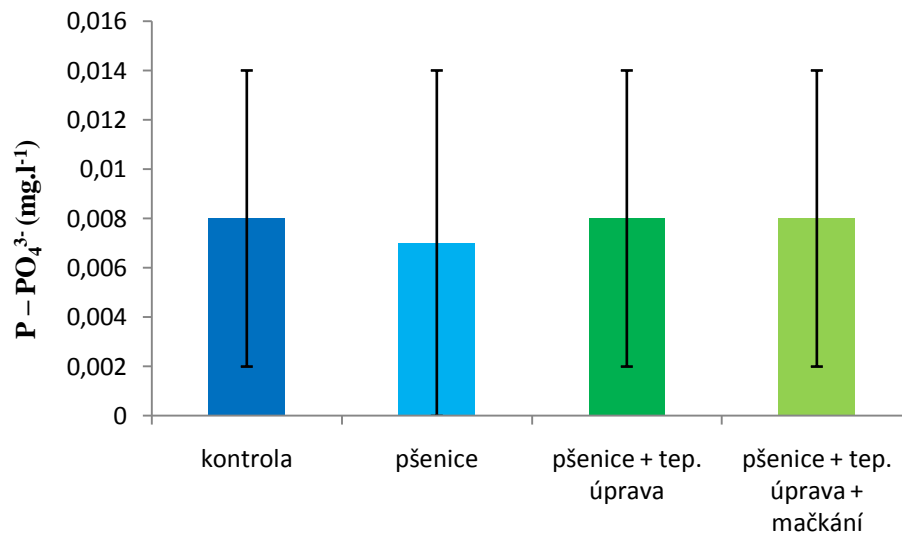
4.1.4. Fosfor a jeho formy

U výsledků hodnot celkového fosforu (TP) (graf č. 8) a fosforečnanového fosforu ($P - PO_4^{3-}$) (graf č. 9) nebyly zaznamenány žádné statistické rozdíly ($p > 0,05$) mezi kontrolní skupinou a skupinami, které byly přikrmovány. Nejnižší hodnota TP byla naměřena v kontrole $0,18 \pm 0,08 \text{ mg.l}^{-1}$. V sádkách, kde se přikrmovalo tepelně upravenou pšenicí a tepelně upravenou a mačkanou pšenicí, byly zjištěny shodné

koncentrace $0,19 \pm 0,09 \text{ mg.l}^{-1}$ a u celé pšenice $0,19 \pm 0,08 \text{ mg.l}^{-1}$. Průměrná hodnota koncentrace $\text{P} - \text{PO}_4^{3-}$ ($0,008 \pm 0,006 \text{ mg.l}^{-1}$) byla shodná u kontrolních sádek a sádek s příkrmováním tepelně upravené pšenice a tepelně upravené a mačkané pšenice. Hodnota v sádkách s příkrmováním celé pšenice byla $0,007 \pm 0,007 \text{ mg.l}^{-1}$.



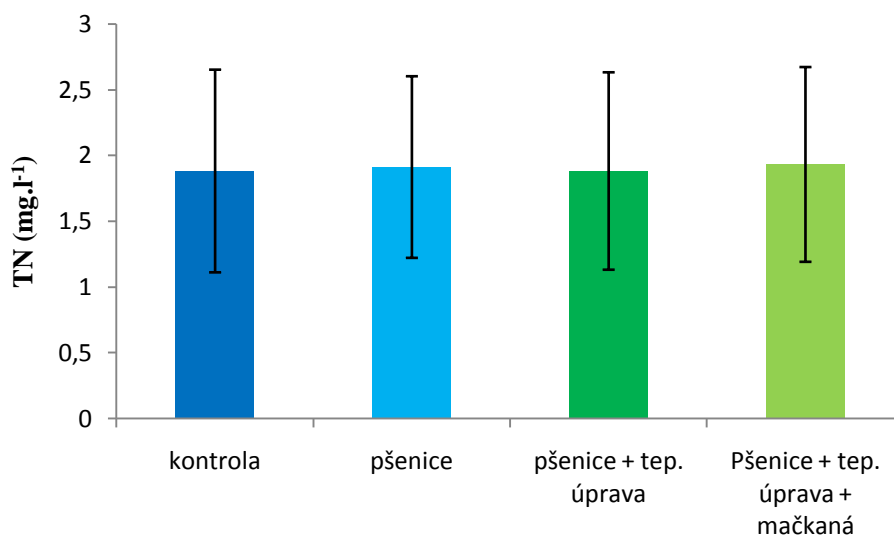
Graf č. 8. Hodnoty TP za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).



Graf č. 9. Hodnoty $\text{P} - \text{PO}_4^{3-}$ za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

4.1.5. Dusík a jeho formy

Mezi hodnotami celkového dusíku (TN), dusičnanového dusíku (N – NO₃) a amoniakálního dusíku (N – NH₄⁺) nebyly prokázány statistické rozdíly ($p > 0,05$) u jednotlivých skupin. Hodnoty TN se lišily pouze v setinách až desetínách mg.l⁻¹ a jsou znázorněny v grafu č. 10. Hodnoty zbylých dvou forem dusíku jsou zaznamenány pro přehlednější znázornění v tabulce č. 7. Průměrná koncentrace N – NO₃ byla nepatrně vyšší u skupiny s příkrmováním neupravenou pšenicí 0,06 ± 0,11 mg.l⁻¹ v porovnání se shodnými hodnotami zbylých třech skupin 0,04 ± 0,07 mg.l⁻¹. Hodnoty N – NH₄⁺ se v jednotlivých sádkách téměř nelišily.



Graf č. 10. Hodnoty TN za celé období experimentu (průměr ± směrodatná odchylka; n=12).

Tab. č. 8. Průměrné hodnoty amoniakálního (N – NH₄⁺) a dusičnanového dusíku (N – NO₃) za celé období pokusu (n=12).

Parametr	Kontrola	Pšenice	Pšenice + tep. úprava	Pšenice + tep. úprava + mačkaná
N – NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)	0,04 ± 0,08	0,04 ± 0,08	0,04 ± 0,07	0,04 ± 0,08
N – NO ₃ (mg.l ⁻¹)	0,04 ± 0,07	0,06 ± 0,11	0,04 ± 0,07	0,04 ± 0,07

4.2. Hodnoty krmného koeficientu (FCR)

Nejnižší hodnoty konverze krmiva (dále jen FCR) byly zjištěny u obsádky příkrmované tepelně upravenou a mačkanou pšenicí $2,17 \pm 0,17$. Příkrmování obsádky pouze tepelně upravenou pšenicí vykazovalo FCR $2,32 \pm 0,16$ a u příkrmování neupravenou pšenicí byl FCR $2,38 \pm 0,1$. U hodnot nebyl zjištěn statistický rozdíl ($p > 0,05$).

5. Diskuze

Tento experimentální pokus, který proběhl na třeboňských sádkách v roce 2012, zkoumal vliv vybraných krmiv a jejich úprav používaných při odchovu tržního kapra na vybrané parametry kvality vody. Experiment byl proveden během vegetačního období v měsících květen až září (120 dní). Podobné pokusy týkající se nejenom vlivu příkrmování na kvalitu vody, ale i celkového hospodaření na rybnících, popisují například Rahman a kol. (2008); Dulic a kol. (2010); Máchová a kol. (2010a); Máchová a kol. (2010b).

Ryby patří mezi poikilotermní živočichy, kteří mají shodnou teplotu těla s teplotou vnějšího prostředí (Dubský a kol., 2003). Teplota vody ovlivňuje hlavně intenzitu metabolismu u ryb (růst, příjem a trávení potravy). Podle Čítka a kol. (1998) je ideální teplota pro chov kapra 18 – 24 °C, kdy dochází u kapra k nejintenzivnějšímu růst a látkový přeměny. Naměřené hodnoty teplot byly ve všech sádkách téměř stejné a průměrná teplota vody za celé období pokusu se pohybovala okolo 20,6 °C. To ukazuje, že teplotní poměry v sádkách během pokusu byly pro chov kapra ideálním teplotním rozmezí zajišťující dobrý růst a trávení přijaté potravy.

U množství rozpuštěného kyslíku byly prokázány statistické změny pouze mezi kontrolními sádkami a sádkami, kde byla rybám předkládána pšenice tepelně upravená a mačkaná. Během vegetačního období je pro chov kapra vhodná koncentrace kyslíku minimálně 6 mg.l⁻¹ (Pitter, 1999). Pokorný a kol. (2004) uvádí, že pro chov kapra je vhodné nasycení vody kyslíkem kolem 55 % za dané teploty. Pod tuto hranici nekleslo nasycení vody kyslíkem ani v jedné pokusné sádce. Nižší hodnoty u tepelně upravené a mačkané pšenice mohly být způsobeny částečným rozplaváním menších částic, které následně za spotřeby kyslíku podléhaly organickému rozkladu. Je nutné ovšem podotknout, že měření kyslíku v sádkách probíhalo v ranních hodinách (8 – 9. hodina), kdy je největší riziko vzniku kyslíkového deficitu díky dýchání celé rybniční biocenózy během noci. I když u příkrmovaných sádek byly zaznamenány nižší hodnoty v porovnání s kontrolní skupinou, neklesla koncentrace kyslíku pod 3 – 3,5 mg.l⁻¹, kdy kapr přestává přijímat potravu. Podobných výsledků dosáhli i Máchová a kol., (2010b), kdy pokusné rybníky s extenzivním způsobem hospodařením vykazovaly lepší kyslíkovou bilanci než rybníky, kde byla použita k příkrmování ryb pšenice. Také Chmelický (2014) zjistil během pokusu vyšší hodnoty rozpuštěného kyslíku v rybnících, které slouží více jako rekreační vody, v porovnání s intenzivně

obhospodařovanými rybníky, kde zvýšeným obsahem organických látek dochází k vyšší spotřebě rozpuštěného kyslíku.

Mezi pokusnými sádkami sledovaných skupin nedošlo k výrazným změnám hodnot pH a nebyl prokázán statistický rozdíl. Doporučená hodnota pro chov ryb je 6,5 – 8,5 (Dubský a kol., 2003). V kontrolní skupině byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota pH 8,33. Máchová a kol. (2010b) taktéž zjistili vyšší pH u extenzivního chovu. Dulic a kol. (2010) pozorovali na třech pokusných rybnících změny ukazatelů kvality vody s příkrmováním různých druhů krmiv. Testovali granulované a extrudované krmivo a kombinaci kukuřice, pšenice a ječmene v poměru 1:1:1. Ve všech třech rybnících byly průměrné hodnoty pH téměř totožné 9,5. Vyšší hodnoty pH autoři odůvodnili tím, že měření probíhalo již za intenzivního světla, kdy fotosyntetickou asimilací fytoplanktonu se odčerpává CO₂, a tím se zvyšuje pH vody (Svobodová a kol., 1993).

V případě hodnot KNK_{4,5} a konduktivity nedocházelo během celého pokusu mezi jednotlivými skupinami k výrazným změnám. Průměrná hodnota KNK_{4,5} ve všech sádkách (včetně kontroly) byla téměř shodná 1,1 mmol.l⁻¹. Ideální alkality pro chov ryb je 2 – 3 mmol.l⁻¹ (Pokorný a kol., 2004). Při poklesu alkality pod 0,5 mmol.l⁻¹ je velká pravděpodobnost, že dojde ke kolísání pH vlivem fotosyntetické asimilace a odčerpání volného CO₂ (Čítek a kol., 1998). Voda v sádkách si udržela i bez použití intenzifikačních prostředků (vápnění) pozitivní hodnoty alkality. Máchová a kol. (2010b) ve svém pokusu zaznamenali o něco menší rozmezí hodnot alkalit v rybnících, kde byla obsádka ryb příkrmována (0,6 – 1,1 mmol.l⁻¹) ve srovnání s extenzivním chovem (0,8 – 1,3 mmol.l⁻¹). Hodnoty jsou srovnatelné s výsledky této práce.

Konduktivita vyjadřuje množství rozpuštěných látek disociovaných v ionty. Podle ČSN 75 7221 je mezní hodnota konduktivity pro povrchové vody II. třídy, do které spadají i rybníky určené pro chov ryb, 70 mS.m⁻¹. V sádkách, včetně kontrolní skupiny, byly naměřeny téměř shodné hodnoty konduktivity pohybující se od 19 do 20 mS.m⁻¹, což je v souladu s normou.

Parametry BSK₅ a CHSK_{Cr} nevykazovaly výrazné změny a mezi jednotlivými sádkami nebyl zjištěn statistický rozdíl. BSK₅ určuje množství biologicky rozložitelných látek, oproti tomu CHSK biologicky rozložitelné i nerozložitelné látky. Imisní standard dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. je u BSK₅ 6 mg.l⁻¹ a u CHSK_{Cr} 35 mg.l⁻¹. Naměřené hodnoty BSK₅ v kontrole a v ostatních sádkách se lišily pouze v setinách mg.l⁻¹ a průměrná hodnota u všech skupin byla 7,4 ± 4 mg.l⁻¹. Rovněž

ve studii Máchové a kol. (2010b) byly zjištěny hodnoty vyšší než je imisní standard. Dokonce u extenzivního chovu naměřili širší rozmezí ($3,3 - 22,5 \text{ mg.l}^{-1}$) v porovnání s rybníky, kde se přikrmovalo pšenicí ($5,1 - 16,1 \text{ mg.l}^{-1}$). U hodnot CHSK_{Cr} taktéž nebyly zaznamenány statistické rozdíly. Nepatrně vyšší průměrné hodnoty byly stanoveny v sádkách, kde byly ryby přikrmovány pšenicí bez úprav a v sádkách s přikrmováním ryb tepelně upravenou a mačkanou pšenicí. V těchto sádkách byly zjištěny prakticky shodné výsledky $58,3 \text{ mg.l}^{-1}$, oproti kontrole, která měla nejnižší hodnoty $56,3 \text{ mg.l}^{-1}$. I tento parametr překročil imisní standard 35 mg.l^{-1} . Chakrabarti a Sharma (1998) zaznamenaly u CHSK vyšší hodnoty se stoupající intenzitou hospodaření v porovnání extenzivním chovem. Výsledky tohoto pokusu jsou shodné i s hodnotami, které naměřili Máchová a kol. (2010b), kdy u přikrmování pšenicí bylo rozmezí hodnoty CHSK_{Cr} mírně větší $29 - 67 \text{ mg.l}^{-1}$ oproti extenzivnímu chovu $23 - 63 \text{ mg.l}^{-1}$.

Během pokusu byly dále zjišťovány hodnoty turbidity, chlorofyl *a* a nerozpuštěných látek. I když nebyly prokázány statistické rozdíly, tak nejvýraznější změny byly naměřeny u chlorofylu *a*. V kontrolních sádkách byla zjištěna nejnižší koncentrace chlorofylu *a* ($77 \pm 59 \mu\text{g.l}^{-1}$). V sádkách, kde byla kaprům předkládána tepelně upravená a mačkaná pšenice, byly naměřeny nejvyšší hodnoty ($90 \pm 75 \mu\text{g.l}^{-1}$). Menší změny u tepelně upravených a mačkaných obilovin mohly nastat kvůli možnému vyluhování živin z krmiva, které mohou být využity pro rozvoj fytoplanktonu. Rahman a kol. (2008) taktéž naměřili statisticky vyšší hodnoty u chlorofylu *a* v rybnících, kde docházelo k přikrmování obsádky. Autoři to odůvodnili tím, že s přikrmováním došlo k zvýšení dostupnosti živin, které se projevilo snížením průhlednosti vody a zvýšenou koncentrací chlorofylu *a*. Dulic a kol. (2010) naměřili v rybnících, které byly ryby přikrmovány peletami, extrudovanými krmivými a kombinací obilovin (kukuřice, pšenice, ječmen), mnohonásobně vyšší hodnoty chlorofylu *a* přesahující $500 \mu\text{g.l}^{-1}$. Masivní rozvoj fytoplanktonu byl zřejmě způsoben vyšším množstvím dostupného fosfátu (pro kapra nevyužitelná forma fosforu), který byl následně fytoplanktonem téměř všechno využit. Naměřené hodnoty fosfátu totiž nebyly vyšší jak $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$. K podobným výsledkům dospěl Rahman a kol. (2008) i u nerozpuštěných látek, kdy u přikrmovaných rybníků zaznamenali vyšší koncentraci nerozpuštěných látek oproti extenzivnímu chovu. Hodnoty turbidity se v sádkách jednotlivých skupin lišily v desetinách jednotek (NTU). Drener a kol. (1997) uvádí ve své práci, že kapr může zvýšit hodnoty turbidity zvířením sedimentů při příjmu potravy ze dna a vylučováním exkrementů. Zvíření

sedimentů často vede k rozvoji fytoplanktonu (zvláště sinic) (Adámek a Maršálek, 2012). V sádkách se nacházelo minimum sedimentu a krmivo bylo podáváno na betonový panel. Zřejmě z tohoto důvodu nedošlo k zvýšení hodnot turbidity ani v kontrolní sádce, kde ryby musely aktivněji vyhledávat přirozenou potravu (zoobentos).

Ohledně fosforu byly během pokusu analyzovány parametry TP a $P - PO_4^{3-}$. Imisní limit pro celkový fosfor (TP) dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. je $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$. V sádkách, kde byli kapři přikrmováni obilovinami, byly stanoveny prakticky stejné hodnoty $0,19 \pm 0,09 \text{ mg.l}^{-1}$. V kontrolních sádkách se jednalo o nepatrně nižší hodnotu $0,18 \pm 0,08 \text{ mg.l}^{-1}$. Koncentrace fosforečnanového fosforu ($PO_4\text{-P}$) se také nikterak nelišily mezi jednotlivými sádkami, včetně kontrolních. Průměrné hodnoty $P - PO_4^{3-}$ ve všech sádkách byly $0,008 \pm 0,006 \text{ mg.l}^{-1}$, což ukazuje, že tato forma fosforu byla malou součástí z TP. Máchová a kol. (2010b) také nezaznamenali výrazné rozdíly mezi extenzivním (TP $0,06 - 0,95 \text{ mg.l}^{-1}$) a polo-intenzivním chovem (TP $0,11 - 0,66 \text{ mg.l}^{-1}$). Vyšší hodnoty oproti výsledkům této práce mohou být způsobeny vlivem sedimentů v rybniční vodě, které hrají významnou roli v koloběhu fosforu.

V případě dusíku se stanovovaly TN, $N - NH_4^+$ a $N - NO_3$. Imisní standard pro TN dle přílohy č. 3 k Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. je 8 mg.l^{-1} , pro $N - NH_4^+$ $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ a pro $N - NO_3$ 7 mg.l^{-1} . U celkového dusíku se hodnoty u kontroly výrazně nelišily s hodnoty sádek, kde se přikrmovalo testovanými krmivy, a pohybovaly se v rozmezí $1,88 - 1,93 \text{ mg.l}^{-1}$. U amoniakálního dusíku byla hodnota ve všech sádkách shodná ($0,04 \text{ mg.l}^{-1}$). Tato hodnota je nižší v porovnání s naměřenými hodnotami v pokusu Máchové a kol. (2010b), kdy u extenzivního chovu bylo rozmezí $0,1 - 0,93 \text{ mg.l}^{-1}$ a u přikrmování pšenicí $0,2 - 0,34 \text{ mg.l}^{-1}$. Nižší koncentrace amoniakálního dusíku můžou být způsobeny nitrifikačními procesy, při kterých se amoniak mění na dusičnany. U dusičnanového dusíku byla nejvyšší hodnota zaznamenána u celé pšenice $0,06 \text{ mg.l}^{-1}$ a u zbylých krmiv a kontroly $0,04 \text{ mg.l}^{-1}$. Rahman a kol. (2008) u $NO_3\text{-N}$ naměřily vyšší hodnoty u přikrmování ($0,96 \text{ mg.l}^{-1}$) oproti extenzivnímu chovu ($0,84 \text{ mg.l}^{-1}$). V rybnících byla ovšem použita startovací dávka hnojiva, která mohla zvýšit hodnoty dusíku ve vodě. Taktéž vyšší koncentraci dusičnanů ve vodě může mít na svědomí organické znečištění z dřívějších dob.

Pro zjištění produkční účinnosti krmiv byla stanovena podle přírůstku konverze krmiva (FCR). Nejnižší koeficient vykazovala tepelně upravená a mačkaná pšenice 2,17

$\pm 0,17$. Přikrmováním tepelně upravenou pšenicí bylo dosaženo FCR $2,32 \pm 0,16$ a u pšenice bez úprav FRC $2,38 \pm 0,1$. Pro udržení požadované kvality vody je důležitá u krmiva stravitelnost a využití živin rybí obsádkou, protože nestrávené krmivo je vyloučeno výkaly ryb do vodního prostředí (Mráz, 2012). Nejlepší konverze krmiva během pokusu byla zaznamenána u pšenice tepelně upravené a mačkané. Lze říci, že tepelné a mechanické úpravy mohou vést k lepší stravitelnosti krmiva a zlepšení živinové bilance. Na stanovení produkčních ukazatelů při přikrmování různými krmivy proběhlo několik studií. Hlaváč (2011) ve své práci pozoroval vliv úprav triticales na produkční ukazatele. Nejnižší koeficient zaznamenal u triticales bez úprav 1,4. U obsádky přikrmované tepelně upraveným triticales byl FCR 1,63 a u šrotovaného triticales 1,68. Nejnižší hodnoty FCR u neupraveného triticales autor odůvodnil tím, že u této skupiny bylo zjištěno vhodné složení zooplanktonu.

6. Závěr

- Tento experiment se zabýval vlivem příkrmování obilovinami tržního kapra na vybrané ukazatele kvality vody. Mezi jednotlivými sádkami, ve kterých byly ryby příkrmovány neupravenou pšenicí, tepelně upravenou pšenicí a pšenicí tepelně upravenou a mačkanou, nebyly zaznamenány výrazné změny sledovaných parametrů v porovnání s kontrolní skupinou.
- Nejvýraznější rozdíly ze všech parametrů byly zjištěny u obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě. Nejnižší hodnoty vykazovaly sádky s příkrmováním tepelně upravenou a mačkanou pšenicí. Je možné, že mechanickými úpravami (mačkání, šrotování) dochází k vyššímu organickému zatížení rozplavenými částicemi, které při rozkladu mohou potenciálně ovlivnit kyslíkovou bilanci v rybochovných objektech.
- Zatížení vody organickou hmotou bylo vyjádřeno hodnotami BSK₅ a CHSK_{Cr}. Hodnoty těchto parametrů v sádkách, ve kterých byly obsádky příkrmovány, se v porovnání s kontrolou téměř nelišily.
- Zákal vody je podle zjištěných výsledků zřejmě výrazněji ovlivňován bioturbací obsádky. Zvíření sedimentů v sádkách bylo eliminováno tvrdším podložím, proto nedocházelo k rozdílům hodnot mezi skupinami.
- U jednotlivých skupin nebyly zjištěny rozdíly v koncentracích celkového fosforu a dusíku a jejich forem. Podle naměřených hodnot je možné, že příkrmování v krátkodobém horizontu nemá tak velký vliv na obsah živin vodě. Živiny jsou nejprve deponovány ve fytoplanktonu a v dalších částech potravního řetězce, proto odezva na vklad živin prostřednictvím krmiv nemá výrazný vliv na parametry kvality vody.

7. Seznam literatury

- Adámek, Z., Helešic J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. JČU České Budějovice, fakulta Rybářství a ochrany vod, Vodňany, 350 s.
- Adámek, Z., Maršálek, B., 2012. Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquacult. Int.*, doi:10.1007/s10499-012-9527-3
- Adámek, Z., Párová, J., Stibranyiová, I., 1997. Perspectives of phytase application in feed mixtures for reduction of phosphorus amounts in fish farm effluents. *Krmiva (Zagreb)*, 39, 115–122 s.
- Alacrón, F.J., Moyano, F.J., Diaz, M., 1999. Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquat. Living Resour.*, 12, 233–238 s.
- Anderson, R.L., Wolf, W.J., 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones to soybean processing. *J. Nutr.*, 125, 581–588 s.
- Arndt, R.E., Hardy, R.W., Sugiura, S.H., Dong, F.M., 1999. Effect of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour in feeds for coho salmon, (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 180, 129–145 s.
- Baruah, K., Sahu, N. P., Pal, A. K., Debnath, D., 2004. Dietary phytase: an ideal approach for a cost effective and low polluting aqua feed. *NAGA World Fish centre Quarterly*, 27, 15–19 s.
- Bergheim, A., Aabel, J.P., Seymour, E.A., 1991. Past and present approaches to aquaculture waste management in Norwegian net pen culture operations. In: Cowey, C.B., Cho, C.Y., (Editors), *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*, University of Guelph, Ontario, 117–136 s.
- Bíró P., 1995. Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture*, 129 (1–4), 373–386 s.

- Carter, C.G., Brafield, A.E., 1992. The bioenergetics of grass carp, (*Ctenopharyngodon idella*) (Val.): the influence of body weight, ration and dietary composition on nitrogenous excretion. *J. Fish. Biol.*, 41, 533–543 s.
- Cirkovic, M., Jovanovic, B., Maletin, S., 2002. Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 197–213 s.
- Čermák, B., Kadlec, J., 1999. Krmivářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 111 s.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, 306s.
- ČSN 75 7221 Jakost vod – klasifikace jakosti povrchových vod, Český normalizační institut, 1998. Dostupné z < [http:// www.csnormy.cz/norma/26129](http://www.csnormy.cz/norma/26129) >
- Doležal, P., Zeman, L., Kopřiva, A., 2006. Konzervace a úpravy krmiv. In: Zeman, L., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., a kol. (Editors), *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press, 161–187 s.
- Dosdat, A., Ruyet, J.P., Covés, D., Dutto, G., Gasset, E., Le Roux, A., Lemarié, G., 2003. Effect of chronic exposure to ammonia on growth, food utilization and metabolism of the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquat. Living Resour.*, 16, 509–520 s.
- Dosdat, A., Servais, F., Métailler, R., Huelvan, C., Desbruyères, E., 1996. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. *Aquaculture*, 14, 107–127 s.
- Drener, R.W., Gallo, K.L., Edwards, C.M., Rieger, K.E., 1997. Common carp affect turbidity and angler catch rates of largemouth bass in ponds. *N. Am. J. Fish. Aquacult.*, 17, 1010–1013 s.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. *Obecné rybářství*. Informatorium, Praha, 308 s.
- Dulic, Z., Subakov-Simic, G., Ciric, M., Relic, R., Lakic, N., Stankovic, M., Markovic, Z., 2010. Water quality in semi-intensive carp production system using three different feeds. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 16, 266–274 s.
- Faina, R., Gergel, J., Píkrýl, 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., Máchová, J., Valentová, O., 2011. Možnost řešení kritických deficitů kyslíku v rybníčním chovu ryb pomocí aplikace nízké dávky superfosfátu. Edice metodik VÚHR Vodňany č. 116, 13 s.
- FAO, 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy.
- Fournier, V., Gouillou-Coustans, M.F., Métailler, R., Vachot, C., Guedes, M.J., Tulli, F., Oliva-Teles, A., Tibaldi, E., Kaushik, S.J., 2002. Protein and arginine requirements for maintenance and nitrogen gain in four teleosts. *Brit. J. Nutr.*, 87, 459–469 s.
- Füllner, G., Langner, N., Pfeifer, M., 2000. Ordnungsgemäße Teichbewirtschaftung im Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Referat Fischerei Königswarta, 66 s.
- Füllner, G., Pfeifer, M., Langner, N., 2007. Karpfenteichwirtschaft, Bewirtschaftung von Karpfenteichen, Gute fachliche Praxis. Freistaat Sachsen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 129 s.
- Gatlin, D.M. III., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquacult. Res.*, 38, 551–579 s.
- Gergel, J., Kratochvíl, A., 1989. Effect of small fish-culture reservoirs on water quality. *Halaszat* 35, 7–8 s.
- Gessner, F., 1959. Hydrobotanik II. Berlin, DWB, 701 s.
- Hargreaves, J.A., 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. (Review). *Aquaculture*, 166, 181–212 s.
- Hartman, P., 2004. Šetrný způsob vápnění rybníků. Edice metodik VÚHR Vodňany č. 73, 12 s.
- Hartman, P., 2012. Výživa rybníční biocenózy hnojiv. Edice metodik VÚRH Vodňany č. 127, 35 s.
- Hartman, P., Lavický, K., Pokorný, J., 1983. Organické hnojení rybníků. Edice Metodik, VÚRH Vodňany, 4, 16 s.

- Hartman, P., Příkryl, I., Štědroňský, E., 1998. Hydrobiologie. 2. přeprac. vyd. Informatorium, Praha, 335 s.
- Hartman, P., Regenda, J., 2014. Praktika v rybníkářství. FROV JU, Vodňany, 375 s.
- Hlaváč, D., 2011. Vliv úpravy krmiv na produkční ukazatele v chovu tržního kapra na rybnících Rybářství Třeboň. Diplomová práce, JČU České Budějovice, 101 s.
- Chakrabarti, R., Sharma, J.G., 1998. Influence of management protocols on carp growth under nursery conditions: relative importance of food and water quality. *Aquacult.Int.*, 6, 293–301 s.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Usry, J.L., 2003. Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. *Aquaculture*, Amsterdam, 218, 553–565 s.
- Chmelický, P., 2014. Ověřování vztahu mezi hustotou obsádek a průhledností vody. Bakalářská práce. JČU České Budějovice, 74 s.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 1997. Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding. *Progress. Fish-Cultur.*, 59, 155–160 s.
- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquac. Res.*, 32, 349–360 s.
- Imhoff, K.R., 1982. Leistungssteigerung konventioneller Kläranlagen durch Schönungssteiche; Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, Aschen, 50 s.
- Janah, P., Watanabe, T., Kiron, I., Satoh, S.H., 2003. Balancing protein ingredients in carp feeds to limit discharge of phosphorus and nitrogen into water bodies. *Fisheries Sci.*, 69, 226–233 s.
- Janah, P., Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V., 2000. Effect of dietary fish meal levels on environmental phosphorus loading from carp culture. *Fisheries Sci.*, 66, 204–210 s.
- Janah, P., Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V., 2001. Formulation of low phosphorus loading diets for carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquac. Res.*, 32, 361–368 s.

- Janah, P., Watanabe, T., Satoh, S., Kiron, V., 2002. A laboratory-based assesment of phosphorus and nitrogen loading from currently available commercial carp feeds. *Fisheries Sci.*, 68, 579–586 s.
- Jankovic, S., Jovanovic, R., Cirkovic, M., Ljubojevic, D., Rakic, S., Milosevic, N., 2011. Importance and use of grains in fish nutrition. In: Markovic, Z., (Editor), 5th international Conference Aquaculture and Fishery, Belgrade (Serbia), 103–109 s.
- Jauncey, K., 1982. Carp (*Cyprinus carpio* L.) nutrition – a review. In: J.F. Muir and R.J. Ronerts (Editors), *Recent Advances in Aquaculture*, Gromm Helm Ltd. London, 216–263 s.
- Jirásek, J., Mares, J., Zeman, L., 2005. *Potřeba živin a tabulka výživné hodnoty krmiv pro ryby*. MZLU, Brno, 68 s.
- Kajimura, M., Croke, S.J., Glover, C.N., Wood, C.M., 2004. Dogmas and controversies in the handling of nitrogenous wastes: The effect of feeding and fasting on the excretion of amonia, urea and other nitrogenous waste products in rainbow trout. *J. Exp. Biol.*, 207, 1993–2002 s.
- Kaushik, S.J., 1994. Nutritional strategies for the reduction of aquaculture wastes. In: *Proceedings of fisheries and ocean industrial development*. 115-132 s. Presented at FOID 1994, Pusean, KOR (1994-06). Research Center for Ocean Industrial Development.
- Kaushik, S.J., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the contex of carp culture. *Aquaculture*, 129, 225–241 s.
- Kaushik, S.J., 1998. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. *Aquat. Living Resour.*, 11, 211–217 s.
- Kestemont, P., 1995. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 129, 347–372 s.
- Ketola, H.G., Harland, B.F., 1993. Influence of phosphorus in rainbow-trout diets on phosphorus discharges in effluent water. *T. Am. Fish. Soc.*, 122(6), 1120–1126 s.
- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 1998. Phosphorus-und Stickstoffbilanzen von Karpfenteichen. *Z. Okologie u. Naturschutz* 7, 181–189 s.

- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 2000. Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fish. Manag. Ecol.*, 7(1-2), 15–22 s.
- Kopp, R., Brabec, T., Hadašová, L., Lang, Š., Lukas, V., Mareš, J., 2013. Použití aerační techniky na hypertrofních rybnících v letním období. In: *Chov ryb a kvalita vody II*. 1. vyd. České Budějovice: TYP, 17–20 s.
- Kopřiva, A., Barančic, F., Doležal, P., Dudáš, F., Prudil, S., Příkryl, J., Štencl, J., Zeman, L., 1992. Konzervace, skladování a úpravy krmiv. *Vysoké škola zemědělská v Brně*, 105 s.
- Kostomarov, B., 1958. *Rybářství*. ČSAZV, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 353 s.
- Lall, S.P., 1991. Digestibility, metabolism and excretion of dietary phosphorus in fish. In: *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste. Proceedings of the First International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste* (Cowey, C.B., Cho, C.Y., Editors), 21–36 s. University of Guelph, Ontario, Canada, 1990.
- Lazzari, R., Baldisserotto, B., 2008. Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *B. Inst. São Paulo*, 34, 591–600 s.
- Lellák, J., Kubiček, F., 1991. *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha, 260 s.
- Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M.J., 1993. *Encyclopaedia of Food Science. Food Technology and Nutrition*. Academic Press, London, 2964–2965 s.
- Máchová, J., Faina, R., Mráz, J., Picková, J., Valentová, O., Beránková, P., Sudová, E., Svobodová, Z., 2010b. Vliv intenzity rybářského hospodaření na kvalitu vody v rybnících a kvalitu masa ryb. *Bulletin VÚHR Vodňany*, 46(1), 19–30 s.
- Máchová, J., Valentová, O., Faina, R., Svobodová, Z., Kroupová, H., Mráz, J., 2010a. Znečištění produkované kaprem obecným z různých podmínek odchovu. *Bulletin VÚHR Vodňany*, 46(1), 31–38 s.
- Melcoin, J.P., Van der Poel, A.F.B., 1993. Process technology and antinutritional factors: principles, adequacy and process optimization. In: A.F.B. Van der Poel, J. Huisman, H.S. Saini (Editors), *Recent Advances in Antinutritional Factors in Legume Seeds*, EAAP Publication, Wageningen, Netherlands, 419–434 s.

- Melka, V., 2014. Produkční účinnosti upravených krmiv při odchovu tržního kapra na sádkách Rybářství Třeboň. Bakalářská práce, JČU České Budějovice, 75 s.
- Metodický pokyn pro posuzování žádostí o výjimku z ustanovení § 39 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách ...pro použití závadných látek ke krmení ryb a k úpravě povrchových vod na nádržích určených pro chov ryb, MŽP ČR, č.j. 800/418/02, MZe ČR, č.j. 35508/2002-6000, 11s.
- Mikšíková, K., Dostál, T., Vrána, K., Rosendorf, P., 2012. Transport sedimentu a fosforu při výlovu malých vodních nádrží. Vodní hospodářství 62 (6), 203–209 s.
- Mráz, J., 2012. Stravitelnost krmiv pro ryby – literární přehled. Bulletin VÚHR Vodňany, 48(4), 57–69 s.
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Sbírka zákonů 24/2003, 898 s.
- NRC, 1993. U.S. National Research Council. Nutrients requirements of fish. National Academy Press, 114 s.
- Pechar, L., 2000. Impact of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds, Fisheries Manag. Ecol., 7, 23–31 s.
- Pechar, L., 2006. Procesy eutrofizace mělkých vod - studie rybníčních ekosystémů. Habilitační práce, JČU České Budějovice, 44 s.
- Pitter, P., 1999. Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT Praha, 568 s.
- Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědranský, E., Prášil, O., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. Fraus, 649 s.
- Przybyl, A., 1999. Technological processes of fish feeds production (in Polish). Zakład Upowszechniania Postępu IRŚ Olsztyn.
- Przybyl, A., Mazurkiewicz, J., 2004. Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.) Czech J. Anim. Sci., 49, 307–314 s.

- Příkryl, I., Janeček, V., Rajdl, M., Filipová, O., 1983. The effect of the intensification of fish production on pond water quality. Bulletin VÚRH Vodňany, 4, 3–16 s.
- Rahman, M.M., Verdegem, M., Nagelkerke, L., Wahab, M.A., Milstein, A., Verreth, J., 2008. Effect of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. Aquac. Res., 39, 85–95 s.
- Refstie, S., Storebakken, T., Roem, A.J., 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. Aquaculture, 162, 301–312 s.
- Richter, R., Hlušek, J., Ryant, P., Lošák, T., 2002. Organická hnojiva a jejich postavení v zemědělské praxi. Úroda 50 (9), 9–12 s.
- Rodehutsord, M., Mandel, S., Pfeffer, E., 1994. Reduces protein content and use of wheat gluten in diets for rainbow trout: effects on water loading N and P. J. Appl. Ichthyol., 10, 271–273 s.
- Rysgaard, S., Risgaard-Petersen, N., Sloth, N.P., Jensen, K., Nielsen, L.P., 1994. Oxygen regulation of nitrification and denitrification in sediments. Limnol. Oceanogr., 39, 1643–1652 s.
- Satoh, S., Hernández, A., Tokoro, T., Morishita, Y., Kiron, V., Watanabe, T., 2003. Comparison of phosphorus retention efficiency between rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a commercial diet and a low fish meal based diet. Aquaculture, 224, 271–282 s.
- Schneider, O., Sereti, V., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2004. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. Aquacult. Eng., 32, 379–401 s.
- Steffens, W., 1985. Industrialnyje metody vyraščivaniya ryby. Agropromizdat, Moskva, 384 s.
- Stegman, K., 1973. Vápnění kaprových rybníků – překlad. Československé rybníkářství, 4, 6–12 s.
- Stibranyiová, I., Adámek, Z., 1998. The impact of winter storage of live carp on discharge water quality. J. Appl. Ichthyol., 14, 91–95 s.

- Svobodová, Z., Lloyd, R., Máchová, J., Vykusová, B., 1993. Water quality and fish health. EIFAC Technical Paper, No. 54, Rome, FAO, 59 s.
- Tacon, A.G.J., Jackson, A.J., 1985. Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G.Bell (Editors), Nutrition and Feeding in Fish, Academic Press, London, 119–145 s.
- Thomas, S.L., Piedrahita, R.H., 1998. Apparent ammonia-nitrogen production rates of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in commercial aquaculture systems. Aquacult. Eng., 17, 45–55 s.
- Urbánek, M., 2009. Vliv přikrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů. Disertační práce, JČU České Budějovice, 179 s.
- Valentová, O., Máchová, J., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., 2009. Souprava combi – terénní analýzy vody. Edice metodik VÚRH Vodňany č. 90, 28 s.
- Vinberg, G.G., Ljachnovič, V.M., 1976. Udobrenie prудov. lzd. pišč. prom., Moskva, 172 s.
- Všetičková, L., Adámek, Z., 2012. The impact of carp pond management upon macrozoobenthos assemblages in recipient pond canals. Aquacult. Int., DOI 10.1007/s10499-012-9565-x
- Watanabe, T., 1988. Nutrition and growth. In: Shepherd, C.J., Bromage, N.R., (Editors), Intensive Fish Farming. BSP Professional Books. London, 154–197 s.
- Wood, C.M., 1993. Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans, D.H., (Editor), The physiology of fishes, CRC Press, Boca Raton, 379–425 s.

Zdroje online:

Mapy, 2014 [online]. [cit. 2014 – 11 – 23] Dostupné z < [http:// www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) >

8. Abstrakt

Cílem této práce bylo sledování vlivu příkrmování na vybrané ukazatele kvality vody (teplota, kyslík, pH, alkalita, konduktivita, turbidita, nerozpuštěné látky, chlorofyl a , CHSK_{Cr} , BSK_5 , TP, P – PO_4^{3-} , TN, N – NH_4^+ , N – NO_3). Pokus probíhal na sádkách v Třeboni po dobu 120 dnů. Pro příkrmování byla použita neupravená pšenice, pšenice tepelně upravená a pšenice tepelně upravená a mačkaná. Pro každou skupinu byly vybrány dvě sádky a obsádka byla příkrmována 3x týdně. Pro porovnání výsledků byla nasazena kontrolní skupina, kde obsádka byla odkázána pouze na přirozenou potravu. Celkem bylo odebráno 12 vzorků, u kterých byly stanoveny chemicko-fyzikální vlastnosti vody. Jediný statistický ($p < 0,05$) rozdíl byl zaznamenaný u koncentrace kyslíku v sádkách, kde ryby byly příkrmovány tepelně upravenou a mačkanou pšenicí ($5,79 \pm 1,38$) v porovnání s kontrolou ($7,00 \pm 1,73$). Ostatní parametry nevykazovaly výrazné změny mezi sledovanými skupinami ($p > 0,05$).

Klíčová slova: kapr obecný, obiloviny, kvalita vody, fosfor, dusík, intenzifikační prostředky

9. Abstract

The purpose of this thesis was monitoring the impact of supplementary feeding to selected parameters of water quality (temperature, oxygen, pH, alkalinity, conductivity, turbidity, total suspended solids, chlorophyll *a*, COD_{Cr}, BOD₅, TP, P – PO₄³⁻, TN, N – NH₄⁺, N – NO₃). This experiment took place in storage ponds in Třeboň for 120 days. For the supplementary feeding were used non-modified wheat, thermally wheat and thermally and pressed wheat. There were chosen 2 storage ponds for every group. Fish were fed 3 times a week. For comparison of results it was deployed a.k.a control where fish were dependent on natural food. It was taken total 12 samples in which were determined chemical and physical properties of water. Only one statistic ($p < 0,05$) difference was recorded in concentration of oxygen in storage ponds, where fish were fed by thermally and pressed wheat ($5,79 \pm 1,38 \text{ mg.l}^{-1}$) in comparison with control ($7,00 \pm 1,73 \text{ mg.l}^{-1}$). Other parameters did not exhibit significant changes among the monitored groups ($p > 0,05$).

Key words: common carp, cereals, quality of water, phosphorus, nitrogen, intensifying means