

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

Odchov násady kapra v intenzivní akvakultuře

Autor: Filip Kolařík

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ján Regenda, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. David Hlaváč, Ph.D.

Studijní program a obor: B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2023

Prohlášení

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: 2. 5. 2023

Podpis:

Filip Kolařík

Poděkování

V první řadě bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jánů Regendovi, Ph. D. za strávený čas, odbornou pomoc, vedení, a hlavně trpělivost při psaní této práce. Dále pak konzultantovi Ing. Davidu Hlaváčovi, Ph.D. Všem, kteří se podíleli na experimentu v Blatné. Převážně pak Bc. Pavlu Koukolíkovi a technikům z naší fakulty, jmenovitě Eriků Vernerovi a Eleku Vargovi. Poděkování patří též podniku Blatenská ryba s. r. o. Konkrétně pak obsluze RAS v Blatné – Kalu Nuslovi a Mariánovi Gajanovi. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině a přátelům za morální podporu.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybnářství a ochrany vod

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Filip KOLAŘÍK**
Osobní číslo: **V20B010P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybnářství**
Téma práce: **Odchov násady kapra v intenzivní akvakultuře**
Zadávací katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je provést sumarizaci a zhodnocení metod používaných k odchovu násady kapra určené pro rybníční chov. Student provede studium dostupných literárních pramenů. Identifikuje při tom různé technologické postupy s ohledem na intenzitu chovu i použitou technologii. Provede porovnání standardního odchovu násad kapra v rybníce s intenzivními metodami odchovu. Zaměří se především na popis různých technologií chovu: rybníky, klece, průtočné systémy na oteplené vodě, recirkulační akvakulturní systémy (RAS), případně jiné. Zhodnotí a charakterizuje obvyklé zootechnické parametry používané v chovu: velikost použité obsádky, délku produkčního cyklu, způsob intenzifikace chovu, životní podmínky ryb, typ použité výživy apod. Hlavní oblasti zájmu jsou techniky chovu použitelné v mírném podnebním pásmu v prostoru střední Evropy. Pro srovnání a dokreslení je možné doplnit i technologie používané v tropickém a subtropickém podnebním pásmu (Asie, Afrika apod.).

Student se rovněž zapojí do realizace experimentu (Inovativní projekt OP Rybnářství), při kterém se provádí odchov násady kapra v RAS Blatné. Ve své práci vyhodnotí základní zootechnické parametry tohoto odchovu a provede srovnání s literaturou.

Na základě vlastních experimentálních výsledků a studia literatury navrhne student optimální metodu intenzivního odchovu násad kapra v podmínkách Českého rybníkářství.

Rozsah pracovní zprávy: **40-60 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:


- Hartman, P., Regenda, J., (2014). Praktika v rybníkářství. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, FROV.
Henares, M., N., P., Medeiros, M., V., Camargo, A., F., M., (2018). Overview of strategies that contribute to the environmental sustainability of pond aquaculture: rearing systems, residue treatment, and environmental assessment tools, *Reviews in Aquaculture*, 1-18, doi: 10.1111/raq.12327
Horváth, L., Tamás, G., Seagrave Ch., (1992). *Carp and Pond Fish Culture*. Fishing News Books, 158 s. ISBN 0-85238-179-4
Horváth, L., Tamás, G., Coche, A.G., Kovács, E., Moth-Poulsen, T., Woyanovich, A., (2014). Training manual on the artificial propagation of carps. A handout for on-farm training workshops on artificial propagation of common carp and Chinese major carps in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Second revised edition. Budapest, FAO-REU. 36 s.
Janeček, V., Příkryl, I., (1982). Chov násadových a tržních kaprů v intenzifikačních rybnících, *Metodika VÚRH* č. 2, 16 s.
Kestemont, P., (1995) Different systems of carp production and their impacts on the environment, *Aquaculture* 129, s. 347-372

Kaushik, S., J. (1995). Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture, *Aquaculture* 129, s. 225-241
Kubó, F., (1984). Organizace chovu kapra, *Metodika VÚRH* č. 13, 12 s.
Kukačka, V., (2012). Ověření možnosti použití netradičních chovatelských postupů v chovu kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.), *Doktorská disertační práce*, MENDELU Brno, 110 s.
Mischke, CH, C., (Ed.), (2012). *Aquaculture pond fertilization: Impacts of Nutrient input on Production*, Wiley-Blackwell, 297 s.
Pietsch, C., Hirsch, P., E., (Ed.), (2015). *Biology and Ecology of Carp*, CRC Press, 379 s.
Rümmler, F., Heidrich, S., Pfeifer, M., (2006). Kombinierte Satzkarpfen-Edelfischaufzucht in geschlossenen Kreislaufanlagen, *Berichte aus der Fischerei, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft*, Heft 13, s. 1-55
Rümmler, F., Pfeifer, M., Jährling, R., Rank, H., Weichler, F., Schiewe, S., (2011). Untersuchungen zur Emissionsproblematik abwasserabgabepflichtiger Anlagen der Fischproduktion *Schriftenreihe des LFULG*, Heft 4, 101 s.
Woynarovich, A., Moth-Poulsen, T., Péteri, A., (2010). *Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: a manual*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 554. Rome, FAO. 73 s.
Woynarovich, A., Bueno, P.B., Altan, Ö., Jeney, Zs., Reantaso, M., Xinhua, Y., Van Anrooy, R., (2011). *Better Management Practices for Carp Production in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. FAO Technical Paper, No. 566, Ankara, 153 s.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ján Regenda, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod

Konzultant bakalářské práce: **Ing. David Hlaváč, Ph.D.**
Ústav akvakultury a ochrany vod

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
Zařízení 728/II
389 25 Vodňany (2)


Ing. Jan Kašpar
ředitel

V Českých Budějovicích dne 25. února 2022

Obsah

1. Úvod.....	8
3. Literární přehled.....	9
3.1. Technologie chovu kapra v ČR.....	9
3.1.1. Intenzita chovu	9
3.1.2. Produkční cyklus kapra	10
3.2. Odchov násad kapra v rybníční akvakultuře.....	12
3.2.1. Standardní metody odchovu K ₂	12
3.2.2. Chov násad kapra v Asii	14
3.2.3. Intenzivní rybníční chov	15
3.3. Klecové chovy.....	17
3.4. Klecové chovy na oteplené vodě – Polsko.....	18
3.5. Klecové chovy Asie	21
3.6. Oteplená voda Německo	22
3.8. RAS – Německo.....	26
3.9. Technické problémy v zimních odchovech K ₂	30
3.10. Výživa kapra	32
4. Materiál a metodika.....	39
4.1. Charakteristika použitých ryb	39
4.2. Charakteristika komorového rybníku.....	40
4.3. Recirkulační akvakulturní systém v Blatné	40
4.3.1 Popis a vybavení systému	40
4.3.2. Péče o systém RAS a obsádku	42

4.4. Použitá krmiva	44
4.5. Sledované hodnoty	49
4.5.1. Biometrické a zootechnické parametry	49
4.5.2. Produkční účinnost krmiv	51
4.6. Organizace pokusu v RAS	53
4.6.1. Nasazení	53
4.6.2. První fáze odchovu.....	53
4.6.3. Druhá fáze odchovu	54
4.7. Zpracování ekonomické stránky pokusu.....	55
4.8. Zpracování a statistické vyhodnocení dat	55
5. Výsledky	56
5.1. První fáze odchovu kapra v RAS	56
5.2. Druhá fáze odchovu kapra v RAS.....	61
5.3. Komerování kapřího plůdku v rybníku.....	68
5.4. Zdravotní stav kapra v průběhu odchovu v RAS	69
5.5. Ekonomické výsledky odchovu v RAS	73
6. Diskuse	75
7. Závěr.....	83
8. Seznam použité literatury.....	85
9. Abstrakt	91
10. Abstract.....	92

1. Úvod

Kapr obecný (*Ciprinus carpio*, L.) je díky své dlouholeté tradici chovu považován za typickou rybu našeho rybníkářství. O rozšíření této kaprovité ryby do různých částí Evropy se již v průběhu prvních století našeho letopočtu zasloužila Římská říše. Na našem území mělo své zásluhy na počátcích chovu kapra převážně rozšiřující se křesťanství a na něj navázané hospodaření v blízkosti četných klášterů. Nejchovanější rybou našeho rybníkářství se kapr obecný dle dobových pramenů stal již v 14. století za vlády Lucemburků. K největšímu rozmachu českého rybníkářství a s tím souvisejícího chovu kapra však došlo teprve v 15. a 16. století, kdy do rozvoje rybníkářství zasáhla jména jako Štěpánek Netolický, Jakub Krčín z Jelčan nebo Jan Dubravius.

Průměrná roční produkce kapra v České republice v letech 2017–2021 dosáhla 17 964 tun a tvořila tak 84 % z 21 163 tun celkové produkce ryb. Většinový podíl na celkové produkci ryb na našem území tvoří tradiční rybníkářství. V posledních letech však lze pozorovat mírně vzrůstající trend chovu ryb ve speciálních zařízeních. Tyto zařízení jsou u nás zastoupeny převážně různými typy recirkulačních akvakulturních systémů (RAS). Odchov ve speciálních zařízeních je obvykle zaměřen na druhy ryb s vyšší prodejní cenou a schopností dosáhnout tržní velikosti již v prvním, nebo druhém roce odchovu. Jedná se tak spíše o dravé ryby jako je okoun nebo candát, ryby lososovité např. pstruh duhový, nebo teplomilné druhy jako je tilapie nilská a sumeček africký. Přes to můžeme nalézt zmínky o speciálních odchovných zařízeních, zaměřených na odchov kapra, konkrétně na odchov kapřích násad v zimním období. Tyto chovy byly používány v Polsku v podobě klecových chovů na oteplené vodě, kde bylo možné za 18 měsíců vyprodukovat lehčí tržní rybu o hmotnosti 1,2 kg. Zmínky o intenzivních odchovech kapří násady pochází též z Německa. Zde bylo z důvodu značných ztrát způsobených predacním tlakem kormorána velkého při komorování v prvním i druhém roce odchovu, přistoupeno k zimním odchovům násad ve speciálních systémech. Pro tento účel byly využívány odchovy v průtočných systémech na oteplené vodě vypouštěné z tepelných elektráren a v RAS. Odchov byl prováděn pro produkci těžší násady (nad 0,5 kg.ks⁻¹), která by již byla odolnější vůči predacnímu tlaku kormorána.

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit a porovnat uvedené intenzivní odchovy násad kapra v zahraničí a tradiční rybníční odchov násad kapra prováděný v ČR. Zároveň byl v rámci práce proveden experiment v recirkulačním systému v Blatné, zaměřený na zimní odchov násad kapra v prvním roce chovatelského cyklu. Na základě informací získaných v teoretické a praktické části má být navržena optimální metoda intenzivního odchovu násad kapra pro podmínky českého rybářství.

3. Literární přehled

3.1. Technologie chovu kapra v ČR

3.1.1. Intenzita chovu

Rybniční chov kapra lze v podmínkách ČR obecně rozdělit do tří kategorií. První kategorií je takzvaný extenzivní chov. Rybníky jsou v něm nasazovány na úroveň přirozené produkce, bez příkrmování a hnojení za účelem zvýšení produkce. Krmení může být použito jen za účelem navnadění ryb před kontrolním odlovem pro zjištění zdravotního stavu nebo růstu ryb. Vápnění je přípustné za účelem stabilizace pH při poklesu $\text{KNK}_{4,5}$ pod 1 mmol.l^{-1} (Regenda, 2015). Obsádka a její přírůstek je v těchto rybnících závislá pouze na přirozené potravě. Jsou to převážně rybníky s vodohospodářskou, rekreační funkcí nebo s jinými veřejnými zájmy (Kubů, 1984). Přírůstek v těchto rybnících se obvykle pohybuje na úrovni od $0,3 \text{ t.ha}^{-1}$ (Kubů, 1984) až do $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$ (Čítek a kol., 1998). Nicméně v některých případech, např. u biologických rybníků pod obcí, nebo čistírnou odpadních vod, může dosahovat i 1 t.ha^{-1} (Regenda, 2015).

Do druhé kategorie řadíme rybníky s polo – intenzivním chovem. Jejich produkce je založena převážně na příkrmování obsádek rostlinnými krmivy (obiloviny) při možném podpoření rozvoje přirozené produkce statkovými hnojivy ($0,4\text{--}3,5 \text{ t.ha}^{-1}$), případně průmyslovými hnojivy (Čítek a kol., 1998). Při hnojení a příkrmování polointenzifikačních rybníků by neměla být narušena bilance fosforu (Hartman a Regenda, 2016). Fosfor dodaný do vodního prostředí by měl být maximálně v takovém množství, které jsou ryby schopny zakomponovat do stavby svého těla tak, aby byl při následném výlovu odstraněn z vody společně s rybami (Regenda, 2015). Produkce polointenzifikačních chovů dosahuje $1\text{--}1,5 \text{ t.ha}^{-1}$.

Posledním typem jsou intenzifikační rybníky. Řadíme sem rybníční chovy s velmi vysokou rybí obsádkou, která je závislá převážně na příkrmování, resp. krmení a maximálním použití hnojiv. Hartman a Regenda (2016) uvádí, že takto obhospodařované rybníky nesmí být na konci rybníčních soustav. Přestože je dostatek přirozené potravy v těchto rybnících nezbytnou podmínkou, zohlednění jejího aktuálního rozvoje přináší jen malý efekt ve srovnání se správnou volbou obsádky a vhodným uplatněním technologie výroby (Čítek a kol., 1998). Intenzivní chov probíhá převážně na hlavních rybnících, výtažnicích, a v menším rozsahu i rybnících plůdkových (Kubů, 1984). Přírůstek v intenzifikačních rybnících dosahuje až 3 t.ha^{-1} .

Mezi intenzivní, tedy průmyslové chovy řadíme nyní především zvláštní odchovná zařízení, jako jsou například RAS, klecové chovy, chovy na oteplených vodách, atp. Zde je možné dosáhnout přírůstků až 20 t.ha⁻¹.

3.1.2. Produkční cyklus kapra

Produkční cyklus v chovu kapra je doba, která uplyne od výtěru do prodeje tržní ryby (Dubský, 1998). V našich podmínkách trvá tento cyklus zpravidla 3–4 roky. Za toto období bývají dosažené hmotnosti tržního kapra v hodnotách okolo 2–3 kg. Samotný produkční cyklus můžeme rozdělit na čtyři části: výtěr, odchov plůdku, odchov násady a chov tržní ryby.

Výtěr

Výtěr kapra můžeme rozdělit na tři základní typy: přirozený, poloumělý a umělý.

Přirozený výtěr

Řadíme sem staročeskou metodu výtěru. Staročeskou metodou označujeme skupinový výtěr generačních ryb probíhající přirozeně v menších rybnících a následný odchov plůdku až do stádia K₁ (Dubský, 1998). Generační ryby bývají nasazovány po trojicích v poměru 1:2 ve prospěch mlíčáků. Nasazujeme v dubnu 3–5 trojic na hektar.

Poloumělý výtěr

Dubraviova metoda je provozována v malých mělkých zatravněných rybníčcích. Ty umožňují částečné ovlivnění kvality vody, použití hormonální stimulace a selekci generačních ryb v rámci provozní plemenitby (Hartman a Regenda, 2016). Podle Čítka a kol. (1998) se nasazuje ke skupinovému výtěru 15 ks.100 m² K_{gen} v poměru 1:2 ve prospěch mlíčáků.

Umělý výtěr

Probíhá na vybavených rybích líhních za pomoci hormonální stimulace (kapři hypofýza, Ovopel), regulace teplotních podmínek a kvality vody. Ve srovnání s poloumělým výtěrem se díky kontrolovanějšímu nakládání s pohlavními produkty snižují ztráty jiker i potřebné množství generačních ryb při zakládání užitkových obsádek (Mareš a Burleová, 1983). U generačních ryb dochází k odběru pohlavních produktů a jejich oplození, obvykle v poměru 2–10 ml mlíčí na 1 kg jiker. Po aktivaci gamet vodou a oplození jiker je provedeno jejich odlepkování, nejčastěji pomocí kravského mléka.

Lze také používat talek, jíl či tanin (Gela a kol., 2009). Oplozené jikry jsou následně inkubovány v Zugských lahvích. Po vykulení se přesouvá (přeplavuje) embryo do různých uhelonových kolébek či velkých inkubačních aparátů, např. typu „Dněpr“, „Amur“. Do uhelonových kolébek se dávají různé materiály (větvě břízy, kartáče apod.), na které se může plůdek před rozplaváním zavěsit a dokončit svůj ontogenetický vývoj (Dubský, 1998). Řízená reprodukce neboli umělý výtěr je dnes v produkčním rybářství využívanější než přirozené metody.

Odchov plůdku

Odchov plůdku je jednou z nejrizikovějších etap celého chovu díky malé velikosti vylíhnutých rybích embryí (5–6 mm), dosud nevyvinutým orgánům, stavbě těla a vysoké citlivosti na časté výkyvy chemismu vody a nízké teploty vody (Guziur a kol., 2003). Kapří embryo (K_0) je po naplnění plynového měchýře, nazývaném „rozplavání“, nasazováno do plůdkových výtažníků (Hartman a Regenda, 2016). Běžné plůdkové výtažníky jsou rybníky o výměrách od 0,25 do 10 ha vodní plochy s průměrnou hloubkou kolem 1,2 m (Šilhavý a kol., 2015). Podmínkou je dobrý technický stav zařízení a dobrá příprava před nasazením. Dubský (1998) uvádí, že rybník se napouští na „velké loviště“ zhruba 1 týden před vysazení K_0 , aby došlo k rozvoji drobného zooplanktonu – vířníků (Rotifera).

Plůdek kapra je v ČR odchováván dvěma základními metodami:

Bez přelovení

Při použití metody bez přelovení je K_0 nasazována na jedno horko do plůdkového výtažníku. Nasazuje se 40–120 tis. ks.ha⁻¹. Loví se K_1 o hmotnosti 30–50 g.ks⁻¹ buď na podzim téhož roku, nebo raději druhý rok na jaře. Ztráty se pohybují mezi 80–90 %.

S přelovením

V tomto případě je K_0 nasazována do výtažníku I. řádu, případně příkopového rybníčku, nebo jiného podobného zařízení, případně RAS. Pro odchov K_r v rybnících nasazujeme 100 až 1 000 tis. ks.ha⁻¹, dle intenzity chovu, resp. 50–200 ks.l⁻¹ v RAS. Ztráty při odchovu K_{0-r} mohou být velmi variabilní od 20 do 80 % (Dubský, 1998)

Lusk a Krčál (1988) uvádějí, že do příkopového rybníčku lze nasadit 20–30 tis. kusů (50 m dlouhý, 0,5 m hluboký a 1 m široký). To znamená cca. 400–600 ks.m². Ztráty se při tomto postupu pohybují mezi 50–80 %.

Po spotřebování přirozené potravy za 4 až 6 týdnů odchovu v rybnících, resp. po 2–3 týdnech odchovu v RAS je plůdek kapra ve stádiu K_r přesazen do výtažníku II. řádu v množství 20–50 tis. ks.ha⁻¹. V druhé části odchovu jsou již ztráty nižší, obvykle se pohybují pod 50 %.

Čítek a kol. (1998) uvádějí, že kusová hmotnost plůdku K₁ bývá 30–50 g. Na jaře bývá plůdek vyloven a nasazen do výtažníků.

3.2. Odchov násad kapra v rybníční akvakultuře

3.2.1. Standardní metody odchovu K₂

Tradiční odchov z K₁ na násadu K₂ probíhá v průběhu druhého horka produkčního cyklu.

Nasazení

Guziur a kol. (2003) uvádějí, že nasazování K₁ je vhodné provádět začátkem dubna, kdy teplota vody dosahuje nad 8 °C. Nicméně upozorňují na příliš brzké vysazení K₁ do výtažníků, které jsou vlivem nízké teploty méně úrodné, což může mít negativní vliv na zdravotní stav ryb. Jako výtažníky jsou používány rybníky malých a středních velikostí, převážně ty, které jsou méně vhodné k odchovu plůdku. Výtažníky bývají před započatím dalšího chovu zimovány, vápněny a přihnojovány, pro vytvoření co nejlepších podmínek pro chov a přirozené potravní základny.

Krmení

Při odchovu násad kapra je v běžných chovech obsádka obvykle přikrmována různými krmnými směsmi a později rostlinnými krmivy, převážně obilovinami. Urbánek (2009) doporučuje na začátku odchovu přikrmit K₁ mačkaným a později celým obilím. Denní krmná dávka by neměla přesahovat 5 % hmotnosti obsádky ryb. Krmení je podáváno převážně 3x týdně, v závislosti na potravní aktivitě ryb a výskytu planktonu. Při podzimním poklesu teplot vody se doporučuje použití kondiční krmné směsi (např. KP II.). Absolutní krmný koeficient v případě krmení kukuřicí nebo obilovinami

se pohybuje mezi 4–5. Při krmení luštěnin klesá na 3–4 (Hartman a Regenda, 2016). Řepkový šrot má absolutní krmný koeficient mezi 4–8 (Čítek a kol. 1998). Krmné pokusy provedené Eisertem (2008) ukazují, že relativní krmný koeficient při krmení obilovin obvykle dosahuje hodnot vyšších než 2. Tato hodnota je však snadno ovlivnitelná výskytem přirozené potravy. Při dostatečném výskytu přirozené potravy tak může FCR poklesnout až na úroveň 1,5.

Odchov násad

Odchov násad kapra může probíhat v monokultuře i polykultuře. V případě polykulturní obsádky uvádí Kubů (1984) možnost nasazení lína v kusovém poměru 1:1 s kaprem, nebo býložravých druhů ryb (amur, tolstolobik, tolstolobec) v poměru 60:40 ve prospěch kapra.

Jednohorkový odchov násad

Produkcí násad můžeme rozdělit na dva typy: těžké a lehké (zadržené).

Těžké násady

Těžké násady jsou chované tak, aby je následující horko bylo možno nasadit na produkci lehké tržní ryby – K_3 o hmotnosti $1,2\text{--}2\text{ kg}\cdot\text{ks}^{-1}$. Dubský (2015) uvádí, že se pro odchov násad z K_1 na K_2 nasazuje $1\ 000\text{--}3\ 000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zároveň autor uvádí, že by K_1 při nasazení měla mít podobnou velikost a nejlépe pocházet z jednoho plůdkového výtažníku. Na konci chovu K_2 obvykle dosahuje $200\text{--}500\text{ g}\cdot\text{ks}^{-1}$.

Füllner a kol. (2000) uvádějí pro nasazování K_1 o hmotnost 30 g množství $1\ 000\text{--}5\ 000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$ v závislosti na úživnosti rybníka a intenzitě příkrmování. Nižší hranice platí pro průměrně úživné rybníky bez příkrmování, horní hranice pro úživné rybníky s kontinuálním příkrmováním obilovinami.

Odchov lehkých násad

Při odchovu lehkých násad se nasazuje větší množství K_1 , až $10\ 000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$. Výsledkem je lehčí násada o hmotnosti okolo $100\text{--}200\text{ g}\cdot\text{ks}^{-1}$. Takto chovaná násada se používá pro následující dvouhorkový produkční cyklus chovu tržní ryby, kdy je výsledkem těžší K_4 (Dubský, 1998).

Dvuhorkový odchov násad

Jednou z oblíbených metod je dvuhorkový odchov násad. Pro tuto metodu je nasazován K_0 do plůdkového výtažníku a po dvou letech odchovu (bez přelovení) je lovena velmi lehká násada K_2 (70–150 g.ks⁻¹), která se označuje jako „zadržaná“ (K_z). Guziur a kol. (2003) uvádějí tuto metodu jako typickou pro polské rybníkářství a vhodnou převážně v oblastech postižených nedostatkem vody pro každoroční napouštění rybníků. Laban (1976, cit. Guziur a kol., 2003) doporučuje při dvuhorkovém způsobu chovu nasazení 12–20 tis. ks.ha⁻¹ K_0 při 1/3 objemu vody a napuštění rybníka do poloviny srpna. Zahájení krmení autor doporučuje teprve po dosažení kusové hmotnosti 10–15 g. Zároveň je doporučováno provést vápnění od poloviny srpna do listopadu a jarní hnojení NPK v dávce 55–126 kg.ha⁻¹. Oproti tomu Dubský (2015) doporučuje nasazování K_0 v množství 50–80 tis. ks.ha⁻¹ a zahájení krmení ihned při pozorovaném úbytku zooplanktonu. Laban (1976, cit. Guziur a kol., 2003) uvádí výsledné kusové hmotnosti K_2 při tomto chovu od 94 do 300 g.ks⁻¹. Dubský (2015) v podmínkách ČR však uvádí horní hranici kusové hmotnosti K_z o něco nižší (100–200 g.ks⁻¹).

Čítek a kol. (1998) u dvuhorkového odchovu násad upozorňují na skutečnost přesazení rybníka na druhém horku (K_{1-2}), což má za následek nižší kusové přírůstky v důsledku nedostatku přirozené potravy. Takto nasazené rybníky vyžadují v druhém roce odchovu intenzivnější příkrmování, resp. krmení. Naopak při podsazení rybníka v prvním roce odchovu dojde k nevyužití bonity rybníka.

Ztráty při odchovu z K_1 na K_2 se pohybují mezi 10–20 %, nicméně Kubů (1984) uvádí, že ztráty u $K_1 - K_2$ mohou vzrůst až na 38 %.

3.2.2. Chov násad kapra v Asii

Jedním z nejčastějších způsobů chovu v Asii je chov ryb na rýžových polích. Kapr je v tomto případě sekundárním produktem zemědělství. Díky hnojení rýžových polí a častému rozkladu zelené hmoty dochází k značnému organickému oživení vody a namnožení zooplanktonu. Sinha (1985) uvádí, že se v Číně používají dvě metody pro odchov násad na rýžových polích, které se dělí podle hloubky vody na mělké a hlubinné. Při mělké metodě je hloubka vody v poli 6–8 cm. Proto je na poli vykopáno několik hlubších jam a příkopů v křížovém vzoru, aby byl rybám vytvořen úkryt a prostor pro plavání. Tato metoda převládá v jižních provinciích Číny. Oproti tomu na severu převládá

pro změnu metoda hluboké vody, kdy se hloubka pohybuje okolo 0,5–0,8 m. Nasazuje se od 3 000–8 000 ks K_1 .ha⁻¹.

V Indonésii se podle Sinhi (1985) používá odchov na rýžových polích s metodou čtyř přelovení v závislosti na sklizni rýže. Počátkem července je nasazován na rýžová pole 7denní váčkový plůdek kapra v množství 30 000 ks.ha⁻¹. Rozkrmený plůdek je po dvaceti dnech chovu loven, aby mohlo dojít k přesazení rýžových polí. Poté je nasazena druhá várka kapřího plůdku, která je chována do počátku září. V září je plůdek znovu přeloven a po třech dnech, kdy proběhne pletí rýže, je opět nasazen na 60 dní chovu v množství již jen 6 000 ks.ha⁻¹. Následně je provedeno odvodnění, odplevelení, hnojení a po opětovném napuštění dochází k poslednímu zarybnění menším plůdkem z předchozího odlovu v množství pouze 100–2 000 ks.ha⁻¹. K poslednímu odlovu dochází v listopadu po 3–4 týdnech. Penman a kol. (2005) uvádí, že je plůdek kapra možno chovat v polykultuře s parmičkou rodu *Puntius*, kdy ke kaprovi přisadíme plůdek o množství 1 000 ks.ha⁻¹, nebo s tilapií, kdy nasazujeme 450 ks plůdku kapra a 1 200 ks plůdku tilapie na hektar. Při kombinaci kapra a tilapie autor doporučuje nasazovat oba druhy ve velikosti 7–12 cm.

V průběhu 3 měsíců odchovu na rýžových polích ryby dosahují hmotnosti 250–500 g. Výnosy se pohybují mezi 35–75 kg.100 m⁻² to znamená až 7 500 kg.ha⁻¹. K výlovům dochází při sklizni rýže. Možný je též chov přímo na odpadních vodách vypouštěných z měst, kde bylo dosaženo velmi vysoké produkce 7–10 tun. ha⁻¹ za rok (Sinha, 1985).

3.2.3. Intenzivní rybníční chov

Podmínky chovu

Pro intenzivní chovy jsou využívány zpravidla nejúrodnější rybníky v soustavách. Janeček a Příkryl (1982) doporučují pro intenzivní chovy rybníky s rozlohou 10–20 ha a hloubkou 1–1,5 m. Dále uvádí jako vhodné tvrdé dno, minimum rostlin a dostatečný zdroj čisté vody pro zajištění přítoku v období deficitů kyslíku. Gruziur a kol. (2003) zmiňuje, že mezi lety 1980–1990 byla v Polské akademii věd v Gołysz provedena řada experimentů s intenzivním odchovem násad kapra. Rybníky byly od dubna do června pravidelně jednou až dvakrát za 14 dní přihnojovány. Hnojiva byla dávkována v množství 70 kg dusičnanu amonného, 50 kg superfosfátu a 1–2 tuny zemědělského vápna na 1 ha.

Krmení

V pokusech uváděných Gruziur a kol. (2003) v Gołyszi bylo krmení započato při teplotě vody 15 °C. Používána byla startérová krmiva vlastní výroby o obsahu bílkovin do 40 % (75–85 % živočišné bílkoviny). Dávkování probíhalo pomocí automatických krmítek v množství 1–5 % váhy obsádky, v závislosti na teplotě vody, množství kyslíku a příjmu potravy rybami. Pro správné určení denní krmné dávky byly po dvou týdnech prováděny kontrolní odlovy.

Pro srovnání Janeček a Přikryl (1982) uvádějí celkové množství krmení při odchovu K_1 – K_2 okolo 0,75 kg.ks⁻¹. Podle výskytu zooplanktonu pak doporučují úpravy četnosti a typu krmení. Při výskytu velkých perlooček nad 2 mm doporučují krmení obilovinami 3krát týdně. Při ojedinělém nebo žádném výskytu velkých perlooček je podle nich nutné započít s krmením granulovanou směsí s minimálním obsahem 25 % N–látek 5krát týdně.

Chov

Čítek a kol. (1998) uvádějí, že při intenzivních chovech lze dosáhnout výnosu kapra na úrovni až 2–3 t.ha⁻¹. Výsledky z Polska však ukazují, že je intenzifikací možno dosáhnout produkce až 7–8 t.ha⁻¹.

Podle Gruziur a kol. (2003) bylo nejlepších intenzifikačních výsledků dosaženo při nasazení K_1 v množství 60 tis. ks.ha⁻¹. Počáteční kusová hmotnost K_1 se pohybovala mezi 56–76 g. Krmena byla startérová krmiva vlastní výroby (viz. kap. krmení). Na konci pokusu bylo s krmným koeficientem 3,7 dosaženo kusové hmotnosti 123 g a celkového výlovku 7 823 kg.ha⁻¹. Zároveň autoři uvádí možnost přisazení dvouletého tolstolobika bílého v množství 154 ks.ha⁻¹. V takovéto polykultuře pak bylo dosaženo kusové hmotnosti kapra 155 g a celkového výlovku až 8 245 kg.ha⁻¹. Krmný koeficient byl však velmi vysoký a to 5,4. Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo i při nižší obsádce 24 tis. ks.ha⁻¹. Při krmném koeficientu 3, bylo z K_1 (78 g.ks⁻¹) dosaženo finální hmotnosti 255 g.ks⁻¹ (K_2). Celkový výlovek byl 7 002 kg.ha⁻¹.

Oproti tomu Janeček a Přikryl (1982) uvádějí v českých podmínkách nejvyšší množství nasazení K_1 na K_2 „jen“ 2 750–5 500 ks.ha⁻¹. Kusovou hmotnost pro nasazení doporučují 30–50 g. Finální přírůstek by se měl pohybovat okolo 300 g.ks⁻¹.

3.3.Klecové chovy

Pillay a Kutty (2005) uvádějí, že metoda klecového chovu, která je rozšířena převážně v asijských zemích, pochází z Kambodže. Odtud se postupně rozšířila do celé Asie. Dnes můžeme najít různé typy klecových chovů téměř po celém světě.

Konstrukce klecí

K chovu ryb se využívají klece o různých rozměrech od 1 m³ až do několika desítek metrů kubických (Woynarovich a kol., 2011). Lze říct, že klece menších rozměrů mají lepší ekonomickou návratnost z objemu (vyjádřeno kg.m³). Tvary klecí jsou velmi různorodé. Nejčastěji jsou využívány klece v kruhovém, obdélníkovém, nebo čtvercovém půdorysu. Vliv tvaru klece na produkci zatím nebyl potvrzen (Soltan, 2016). Klece jsou obvykle tvořeny železným, ocelovým, dřevěným nebo bambusovým rámem. Materiál je nejčastěji volen podle dostupnosti v dané lokalitě. Na rámu jsou v horní části umístěny plováky, které mohou být tvořeny kovovými, nebo plastovými sudy, polystyrenem, bambusem, dřevem nebo PVC trubkami. Konstrukce je přetažena síťovinou z nylonu, plastu, drátěným pletivem, nebo štípaným bambusem (Pillay a Kutty, 2005).

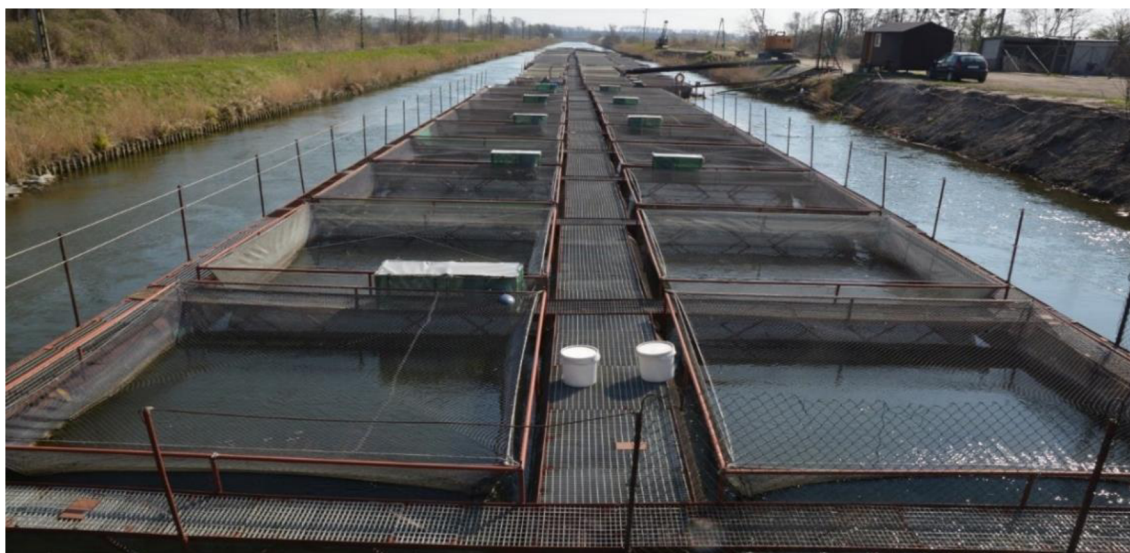
Umístění klecí a údržba

Klece je možno umístit jak do stojaté, tak tekoucí vody. Woynarovich a kol. (2011) uvádějí, že nejlepší je umístit klece do pomalu tekoucích vod s rychlostí proudu 3–4 cm.s⁻¹. Ve vodách s rychlostí proudu 40–50 cm.s⁻¹, vydávají ryby příliš mnoho energie, při překonávání proudění. Klec je dobré umístit alespoň 30 cm nad dno, aby docházelo k propadu výkalů a zároveň bylo zamezeno kontaktu ryb s dnem. Tím je omezeno riziko přenosu nemocí a parazitů, kteří by se mohli v sedimentu vyskytovat.

Das a kol. (2009) doporučují čištění klecí jednou za 14 dní měkkým kartáčkem, aby došlo k odstranění nánosů a nárostů. Pillay a Kutty (2005) navrhuje pro případ kdy nedochází k odnosu propadajících výkalů propláchnutí, nebo odčerpání sedimentů ze dna pod klecí, aby rozkladné procesy nezpůsobovaly narušení kyslíkových poměrů.

3.4. Klecové chovy na oteplené vodě – Polsko

Klecové chovy s chovem kapra nebo jeseterů v Polsku jsou obvykle umístěny v kanálech na výtocích chladicích vod z tepelných elektráren (obr. č. 1), jako je např. Dolna Odra–Nowe Czarnowo u Štětína, Varšava–Siekierki, Rybnik, Konin–Goślawice, Ostrołęka (Guziurk a kol., 2003).



Obr. č. 1. Klecové chovy na kanálu s odpadní oteplenou vodou z elektrárny, Polsko – Goślawice (foto J. Regenda)

Podmínky chovu

Teplotní podmínky chovu jsou ovlivňovány převážně dvěma faktory. Prvním faktorem jsou klimatické podmínky. Druhým faktorem je teplota vypouštěné oteplené vody, která je ovlivňována aktuálním výkonem elektrárny. Teplota vypouštěné vody je vyšší v letních měsících o 7–8 °C a v zimních až o 15 °C než v okolním prostředí. To umožňuje efektivní chov ryb i v měsících, kdy je v běžných chovech z důvodu nízké teploty příjem potravy značně omezen. Vypouštěná voda z elektrárny by však neměla přesahovat 32 °C (Trzebiatowski a Filipiak, 1989). Zároveň tito autoři uvádějí, že obsah kyslíku ve vypouštěné vodě se v letním období stabilně pohybuje mezi 8–9 mg.l⁻¹. Rizikovým se však pro klecový chov může stát období bez dešťů, nebo odstávka v provozu elektrárny, kdy je vypouštění chladicí vody omezeno. Běžný průtok chladicí vody elektrárnou je 64 m³.s⁻¹.

Krmení

Ke krmení klecových chovů na oteplené vodě jsou používány granulované směsi, nebo extrudovaná krmiva s takovým složením, které splní kvantitativní i kvalitativní potravní požadavky ryb s ohledem na věk (velikost) ryby a teplotu vody. Krmení probíhá několikrát denně v závislosti na teplotě vody, obsahu kyslíku, hmotnosti a potravní

aktivitě ryb. Woynarovich a kol. (2011) navrhuje použití plovoucích, nebo pomalu potápivých granulových krmiv, pro lepší příjem rybami a lepší kontrolu příjmu potravy. Trzebiatowski a Filipiak (1989) doporučují při poklesu obsahu kyslíku ve vodě na $3,5 \text{ mg.l}^{-1}$ snížení množství krmení na 50 % běžné dávky, a při poklesu pod 3 mg.l^{-1} krmení zcela zastavit.

Frekvence krmení u plůdku do 50 g je každých 20–30 minut, u kusové hmotnosti 50–100 g po 45 minutách, a u ryb nad 300 g každých 70 minut (Filipiak a kol., 1995). Trzebiatowski a Filipiak (1989) uvádějí potřebu změny průměru krmných granulí v závislosti na hmotnosti ryb. Pro počátek odchovu jsou plůdku o hmotnosti 2–3 g krmeny pelety o průměru 1–1,5 mm. Po dosažení 20 g kusové hmotnosti se užívají pelety o průměru 2,5–3 mm. Při 30–150 g kusové hmotnosti jsou používány pelety o průměru 3–5,5 mm. V průběhu zimního odchovu jsou již používány pelety o průměru 5 mm.

Optimální velikostí krmných dávek při klecovém odchovu násady kapra se zabýval Filipiak a kol. (1995). Pro nejmenší hmotnostní kategorii kapra 2–3 g jsou používány denní krmné dávky na úrovni 25–35 % hmotnosti obsádky. Po dosažení kusové hmotnosti 20 g se přechází na dávky 9–12 % váhy obsádky. Při odchovu od 35 g do 150 g kusové hmotnosti se dávky snižují na 5–10 % celkové biomasy obsádky. V zimním období je nutné v příkrmování pokračovat, jinak dochází ke značným ztrátám na hmotnosti ryb. Denní dávka pro udržení hmotnosti by se měla pohybovat mezi 0,75–1,0 % hmotnosti obsádky. Dále bylo zjištěno, že při dávkách přes 1,5 % hmotnosti obsádky dochází i v zimě k pozvolným přírůstkům. Při poklesu teploty vody pod $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ je doporučeno podávat obden udržovací krmnou dávku na úrovni 1–1,5 % hmotnosti obsádky. Při použití krmení s obsahem 45 % bílkovin bylo dosaženo krmného koeficientu 1,75. U krmení s obsahem 24,9 % bílkovin se krmný koeficient pohyboval na úrovni okolo 2,75 (Trzebiatowski a Filipiak, 1989).

Sadowski a kol. (1998) popisují krmný pokus zaměřený na délku doby podávání krmiva v průběhu dne. Bylo použito krmivo s obsahem 47,2 % bílkovin, 17,5 % tuků a 22,22 MJ hrubé energie. Porovnávaly se 3 skupiny s podáváním krmiva po dobu 6, 12 a 18 hodin denně v dávkách 4–5 % váhy obsádky. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při podávání krmení 18 h denně. Krmný koeficient byl 1,01, SGR_w dosahovala $7,4 \text{ } \%. \text{den}^{-1}$. Za 37 dní pokusu bylo z počáteční biomasy 6 kg.m^3 dosaženo finální hmotnosti $73,2 \text{ kg.m}^3$. Výsledná kusová hmotnost se pohybovala okolo 244 g.

Nasazení

Pro odchov násad v klecích nasazujeme obvykle K_r o váze 3 g.ks^{-1} . Důležitým faktorem pro úspěšný odchov je správné zacházení s plůdkem a jeho velikost při nasazování na klece. Filipiak a kol. (1995) upozorňují na často špatnou funkci technického zařízení při převozu, kdy s přílišným přísunem vzduchu dochází k nadměrnému promíchávání vody a tím vystavení ryb stresu a únavě. To může mít za následek rozvoj bakteriálních onemocnění a až 70 % úhyn v prvních týdnech odchovu. Trzebiatowski a Filipiak (1989) zároveň nedoporučují nasazení příliš malého plůdku (pod 3 g) u kterého může dojít až k 50 % ztrátám. Menší plůdek se totiž hůře adaptuje na nové podmínky chovu. Neméně důležitý je i termín nasazení do klecí. Vhodné je nasazovat plůdek již v červnu, pokud to teplota vody dovolí (Trzebiatowski a Filipiak, 1989). To však může být omezeno možností sehnat v tomto období požadovaný plůdek pro nasazení ve správné velikosti, protože výtěr je v tomto případě potřeba načasovat již na počátek května, resp. polovinu dubna.

Odchov

Plůdek kapra je nasazován do klecí tvořených železným rámem a síťovinou. Samotné rozměry klecí a ok sítě jsou přizpůsobovány velikosti a množství aktuálně chovaných ryb. Odchov, jímž se zabýval Filipiak a kol. (1995) lze pro lepší přehlednost rozdělit na tři fáze. Letní (od nasazení do 35 g), podzimní (od 35 g do 150 g) a přezimující plůdek (od 150 g do jarního výlovu). Pro odchov letního plůdku bývá nasazován K_r z rybníků o hmotnosti 3 g. Na klec nasazujeme cca. $800\text{--}1\,000 \text{ ks.m}^3$. Při objemu standartní klece 16 m^3 jsme tak schopni nasadit až 16 000 ks K_r . Velikost ok síťoviny bývá 6 mm. Ztráty se pohybují okolo 20 %. Na začátku srpna bývá obvykle dosaženo kusové hmotnosti 35 g.

Druhá fáze odchovu započíná přelovením K_1 do klecí o větším objemu. Standartně jsou využívány klece o objemu 30 m^3 . Velikost ok sítě je cca 15–20 mm. Obvykle bývá nasazováno $250\text{--}350 \text{ ks.m}^3$. Do jedné klece jsme tak schopni nasadit 7 500–10 500 ks K_1 . Ztráty se pohybují okolo 10 %. V polovině listopadu bývají loveny ryby o kusové hmotnosti 150 g.

Poslední fáze klecového chovu probíhá v zimních měsících. Ryby jsou roztříděny do jednotlivých klecí. Bez ohledu na velikost kapra by biomasa ryb během zimování v klecích neměla překročit 25 kg.m³ vody (Filipiak a Trzebiatowski, 1989). Při váze 150 g.ks⁻¹ se tak jedná o obsádku cca 150 ks.m³. V jarním období (březen–duben), kdy dochází k lovení násad, dosahuje kapr kusové hmotnosti 200 g. Ztráty v průběhu zimní fáze odchovu se pohybují kolem 10 %.

Guziur a kol. (2003) uvádí, že za 10 měsíců odchovu, od letního plůdku do jara následujícího roku, je na klecových chovech možné dosáhnout přírůstku zhruba 100–120 kg.m³.

3.5. Klecové chovy Asie

Klece pro chov bývají obvykle umístěny do rybníků, přehrad, zavlažovacích nebo odvodňovacích kanálů a řek (obr. č. 2). Sinha (1985) uvádí, že v Indonésii a Japonsku dosahují kapři v průběhu 4 měsíců odchovu ze 40–80 g.ks⁻¹ až 400 g.ks⁻¹. Za dalších 6–8 měsíců může být kusová hmotnost až 800 g. Podle Sinha (1981) je možno v klecích o rozměrech 4 × 2 × 0,5 nebo 3 × 2 × 0,5 m a 5 × 2,5 × 0,5 m umístěných do mělkých zavlažovacích kanálů za 3 až 5 měsíců odchovu vyprodukovat 40–110 kg kapra s minimem krmení a bez velkých investic. Z toho vyplývá, že produkce se pohybuje mezi 10–20 kg.m³. Při použití klecových chovů v rybníce je značnou výhodou spotřeba propadlého krmiva rybami žijícími mimo klec, zároveň rybí výkaly z klecí působí jako přirozené hnojení. Ztráty jsou uváděny od 10 do 20 % (Suprayudi a kol., 2022)



Obr. č. 2. Klecové chovy na pomalu tekoucí řece – Vietnam (foto J. Regenda)

3.6. Oteplená voda Německo

Chov ryb na oteplených vodách v Německu je provozován převážně v zimních měsících v blízkosti hnědouhelných elektráren, v nádržích napájených jejich chladicí vodou. K tomuto typu odchovu bylo přistoupeno hlavně z důvodu vysokých ztrát na K_1 způsobených kormoránem velkým v průběhu přezimování v komorových rybnících. Takováto odchovná zařízení nalezneme například u elektráren Schwarze Pumpe (obr. č. 3.) a Jänschwalde (Rümmler a kol., 2011).



Obr. č. 3. Odchovný průtočný systém s odpadní oteplenou vodou, Schwarze Pumpe Německo (Rümmler a kol., 2011)

Vývoj odchovu na oteplené vodě v Německu

První pokusy o zimní odchov násad kapra na oteplené vodě pochází již z 60. let minulého století. Odchov byl provozován v betonových žlabech s otevřeným okruhem. Odchovné žlaby byly zásobovány odpadní oteplenou vodou z hnědouhelných elektráren. Mezi lety 1986–1989 se výsledky zimního odchovu K_2 pohybovaly v následujících hodnotách. Finální hmotnost na konci odchovu dosahovala 202–248 g.ks⁻¹, FCR se pohyboval na úrovni 2,64 až 2,41. Konečná biomasa obsádky dosahovala od 132 do 153 kg.m³. Ztráty v průběhu odchovu činily od 27 do 40 %. Jediný zdokumentovaný odchov, při němž bylo dosaženo vyšší průměrné hmotnosti K_2 , a to 397 g.ks⁻¹, byl uskutečněn v zimním období mezi lety 1987–1988 v odchovném zařízení v Hirschfelde (Knöshe a Rümmler, 1990; Rümmler a kol., 2006). Špatné výsledky chovů byly zapříčiněny převážně nedostačující kvalitou krmiva, nízkým obsahem kyslíku v odchovném zařízení a kolísavou kvalitou a teplotou přitékající vody v průběhu odchovu (časté výpadky).

Na základě nedostačujících výsledků byla průběžně prováděna optimalizace složení podávaného krmiva, u kterého byl kladen větší důraz na obsah bílkovin, a optimalizace kvality vody, zaměřená převážně na oxygenaci. Vlivem provedených optimalizačních opatření bylo na konci osmdesátých let dosaženo znatelně lepších výsledků než v předchozích letech. Za 222 dní zimního odchovu bylo u nasazené K_1 o hmotnosti 24 g.ks^{-1} dosaženo průměrné hmotnosti K_2 344 g.ks^{-1} . SGR_w byla na úrovni $1,19 \text{ \% d}^{-1}$. FCR byl na úrovni $1,99$. Biomasa ryb na konci odchovu dosahovala 179 kg.m^3 . Ztráty za období odchovu poklesly na $15,5 \text{ \%}$.

Podmínky chovu

Schreckenbach a kol. (1987) uvádějí jako optimální teplotu pro chov kapra na oteplené vodě $23\text{--}28^\circ\text{C}$. Podle Rümmler a kol. (2011) se teplota vody v chladicí zóně elektrárny pohybuje zhruba o 10°C více než aktuální teplota povrchové vody. Teplota vody může být do jisté míry upravována směřováním oteplené vody po průchodu chladicím systémem s chladnější vodou, odvedenou ještě před vstupem do chladicího systému. Nicméně i tak voda v letních měsících nezřídka překračuje i teplotu 30°C . Proto je chov ryb v těchto měsících povětšinou pozastaven.

Kyslíkové poměry jsou zajištěny vysokotlakými reaktory, které okysličují přitékající vodu pod tlakem 2 bary. Voda v přítoku je sycena O_2 na koncentraci 80 mg.l^{-1} . V nádržích s rybami se koncentrace kyslíku pohybuje na průměrné úrovni $10,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Pro správné okysličení nádrží a zároveň i čištění usazenin je důležitým faktorem rychlost výměny obsahu vody v odchovné nádrži. Ta by se měla pohybovat minimálně na úrovni $1,5x$ za hodinu. V případě výměny vody v odchovné nádrži méně, než $1x$ za hodinu dochází ke zhoršení kyslíkových poměrů (Rümmler a kol., 2011).

Rümmler a kol., (2006) uvádí, že pH optimální pro tento typ chovu se pohybuje mezi $8,5\text{--}8,6$. Lehce zvýšené pH je zapříčiněno přidáváním vápenatého mléka, používaného pro flokulaci železa před vstupem vody do chladicího okruhu. Ve vodě jsou mimo jiné pozorovány vyšší hodnoty síranů, což je zapříčiněno odebíráním vody pro chlazení ze zatopených uhelných dolů. Důsledkem výparu při chlazení též dochází k „zahuštění“ vody, zvýšení vodivosti a tvrdosti.

Úprava vody při nouzovém využití její recirkulace je zajišťována pouze mechanickým bubnovým filtrem s oky o velikosti 60 μm . Voda vyčištěná od hrubých nečistot, je za mechanickým filtrem odváděna zpět do odchovných nádrží.



Obr. č. 4. Pohled na odchovnou nádrž v areálu Schwarze Pumpe (foto J. Regenda)

Krmení

Ke krmení se používají extrudované krmné směsi. Hartman a Regenda (2016) udávají, že je používáno krmivo s obsahem 12 % tuků a 44 % bílkovin. Rümmler a kol. (2011) udávají obsah tuků až 24 %, množství hrubé energie 22,4 MJ.kg^{-1} , obsah fosforu 0,8–1,2 % a velikost pelet 3 mm. Zároveň uvádějí, že průměrný krmný koeficient se pohyboval okolo 1,27. Při pokusech v letech 2008–2009 byly použity následující krmné dávky. Na začátku odchovu byly u ryb o váze 20–30 g použity krmné dávky na úrovni 3,75 % hmotnosti obsádky. Ty však postupně byly se zvyšující se kusovou hmotností ryb snižovány. Při jednotkové hmotnosti 100 g.kg^{-1} to bylo 2,75 % aktuální biomasy obsádky a na konci odchovu při průměrné kusové hmotnosti okolo 300 g již jen 1,75 až 1,5 % biomasy ryb. Použité krmné dávky byly určeny dle Schreckenbach a kol. (1987) a z důvodu velkého obsahu tuků v podávaném krmivu sníženy o 25 %. Krmení bylo podáváno pomocí automatických krmítek.

Nasazení

Nádrže bývají obvykle nasazovány z podzemních výlovů K_1 . Při nasazování je nutno klást důraz na rozdíl teplot mezi odchovným zařízením a rybníkem, ze kterého je ryba přesazována. Proto je vhodné ryby přesazovat již koncem září, nebo počátkem října. Nasazuje se cca 10 kg.m^3 (Rümmler a kol., 2011).

Odchov

V průběhu odchovu je třeba klást důraz na důkladné třídění a vyřazování menších jedinců. Čím vyšší kusové hmotnosti je dosaženo, tím větší je pravděpodobnost odolnosti a přežití v dalším roce chovu. Rümmler a kol. (2011) uvádějí, že na průtočných systémech pod tepelnou elektrárnou Jänschwalde bylo v roce 2008 vyprodukováno 120 t násad kapra. Při zmíněném chovu bylo dosaženo průměrné hmotnosti ryb 400 g.ks^{-1} a přírůstku 120 kg.m^3 při ztrátách 5–10 %. Tito autoři rovněž popisují odchov na průtočných systémech pod tepelnou elektrárnou Schwarze Pumpe probíhající v letech 2007–2008. Odchov byl provozován na čtyřech kruhových nádržích, každé o objemu 175 m^3 (obr. č. 4). Přehled dosažených produkčních výsledků ukazuje tabulka č. 1.

Tab. č. 1. Výsledky zimního odchovu K_2 na oteplené vodě v objektu Schwarze Pumpe z let 2007–2010 v porovnání s modelovou obsádkou (Rümmler a kol., 2011)

Parametr	Modelová obsádka	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Nasazení				
Počet kusů	183 529	200 500	150 967	201 800
Hmotnost (kg)	7 314	4 570	8 880	5 788
Biomasa (kg.m^3)	10	6,5	12	8,2
Kusová hmotnost (g.ks^{-1})	40	22,8	59	28,7
Výlov				
Počet kusů	156 000	159 900	150 307	179 984
Hmotnost (kg)	78 000	60 350	61 338	103 785
Biomasa (kg.m^3)	111	86,21	87,5	148,2
Kusová hmotnost (g.ks^{-1})	500	377,4	408	576,6
Ztráty (%)	15	20,2	0,4	10,8
FCR	1,25	1,95	1,68	1,25
SGR (%.d^{-1})	1,2	1,24	0,9	1,27
Počet dní odchovu	220	226	216	236,5

Při odchovu v letech 2007–2008 došlo vlivem nasazení nižší kusové hmotnosti K_1 , k vychýlení od původně plánovaných výsledných hodnot. Vyšší ztráty jsou zdůvodňovány nepřesnostmi v kontrolním zkušebním vážení při nasazení a výlovu. V průběhu odchovu bylo totiž zdokumentováno pouze malé množství uhynulých ryb.

Odchov v letech 2008–2009 byl narušen značným kolísáním průtoku vody. K nejrazantnějšímu omezení průtoku došlo v měsících březnu a dubnu, kdy byl z důvodu údržby bloku přítok teplé vody omezen téměř na polovinu. To mělo za následek omezení až zastavení krmení a z toho vyplývající zpomalení růstu ryb.

V letech 2009–2010 byl odchov narušen poruchou systému na přívod kyslíku, ke které došlo 29. 12. 2009. To mělo za následek ztrátu 1,5 tun chovaných ryb. Zároveň došlo k úniku 680 kg ryb přes přepad bubnového filtru. Vzniklé ztráty tak dosáhly úrovně 10,8 %. V průběhu odchovu opět docházelo k problémům s kolísáním průtoků vody z důvodu odstávek bloků elektrárny. I přes uvedené události chov dosáhl velmi dobrých výsledků přesahujících výpočet modelové obsádky. Odhadované ztráty, které by vznikly bez zmíněných technických komplikací, byly vypočítány na 0,45 %.

3.8. RAS – Německo

Recirkulační akvakulturní systémy (RAS) s uzavřeným okruhem jsou jedním z nejsložitějších produkčních systémů v chovu ryb. Systém je kromě nádrží pro samotný chov a okysličovací jednotky vybaven bubnovým filtrem pro mechanické čištění a biologickým filtrem sloužícím k rozkladu metabolických produktů ryb. Dále obsahuje zařízení pro regulaci teploty vody a další neméně důležité součásti systému. Umožňuje tak relativní nezávislost na umístění, na rozdíl od chovů závislých na vypouštění oteplených vod z elektráren (Rümmler a kol., 2006). Další z výhod uzavřeného okruhu je nižší spotřeba vody při provozu. Knösche a Rümmler (1998) uvádějí, že se spotřeba vody v RAS pohybuje jen mezi 1 až 0,1 m³.t⁻¹.h. Jako zdroj tak stačí studniční voda, nebo bezpečný povrchový zdroj dobré kvality.

Vývoj RAS v Německu

Göthling a Knösche (1987) uvádějí, že při prvních pokusech v malém experimentálním recirkulačním systému Institutu pro vnitrozemský rybolov bylo za 230 dní odchovu zahájeného výtěrem K_{gen} , dosaženo průměrné hmotnosti 410 g s celkovým výlovkem 143 kg.m³. Rümmler a kol. (2006) zmiňují provoz prvního recirkulačního systému v NDR. Celkový objem odchovného zařízení byl 46 m³. Autoři uvádí, že zde byl za 6–7 měsíců, při teplotě 26 °C vyprodukován z 19–21 g K_1 tržní kapr o váze 1,3–2 kg.ks⁻¹. V průběhu zmíněného odchovu bylo již za prvních 35–59 dnů od nasazení dosaženo hmotnosti ryb 369 g.ks⁻¹. Biomasa ryb na konci odchovu dosahovala 75 kg.m³ a nárůst kusové hmotnosti se pohyboval mezi 4,9–8,5 %.d⁻¹.

Podmínky chovu

Odchov popisovaný Rümmlerem a kol. (2006) se nachází v Neiden v dvoupatrové hale o rozměrech 31,1 x 11,9 m. V přízemí haly se nachází chovatelské zázemí, sociální zařízení a kancelářské místnosti pro obsluhu, laboratoř a řídicí místnost. V patře se nachází pět větších kruhových nádrží o objemu 21,6 m³ a šest menších nádrží o objemu 10,6 m³, vyrobených ze světlého polypropylenu (obr. č. 5). Celkový objem výroby čítá 172 m³. V patře je kromě odchovných nádrží umístěn biofiltr, kyslíkový reaktor a čerpací jímka v níž dochází k zahřívání vody na požadovanou teplotu. Pro odchov kapra v RAS je voda ohřívána na teploty 23–28 °C.

Voda zahřátá na optimální teplotu je pomocí čerpadla o výkonu 15 kW vedena z čerpací jímky do kyslíkového reaktoru (Linde SR 300). Zde dochází k obohacení vody kyslíkem pod tlakem 0,7–0,8 bar na max. hodnotu 30 mg.l⁻¹. Po okysličení je voda přiváděna potrubím do jednotlivých nádrží. Rümmler a kol. (2006) uvádějí za optimální množství kyslíku v jednotlivých nádržích koncentraci 8 mg.l⁻¹. Zároveň tito autoři uvádí, že při specifické spotřebě O₂ 350 g.t⁻¹ K₂ za hodinu je pro udržení obsádky K₂ o hmotnosti 11,4 t spotřeba O₂ 4 kg.h⁻¹. V případě poruchy, je automaticky při poklesu nasycení O₂ zapnut přísun kyslíku v jemných bublinkách do jednotlivých nádrží.

Průtok vody v nádržích uzavřených systémů RAS je na rozdíl od ostatních systému relativně stabilní. Maximální průtok vody u menších nádrží je 25 m³.h⁻¹ u větších 50 m³.h⁻¹. K výměně vody v nádržích tak dochází při maximálním průtoku až 2,33.h⁻¹.

Knösche a Rümmler (1998) uvádějí optimální hodnotu pH v nádržích (RAS) pro odchov K₂ v rozmezí 6,7–7,3. Na změny hodnot pH v systému mají vliv převážně tři faktory. Nitrifikace, probíhající na biofiltru v aerobním prostředí pomocí nitrifikačních bakterií. Při nitrifikaci totiž dochází k oxidaci toxického NH₃ na netoxické dusičnany NO₃. Tento proces má za následek pokles pH. Amoniak (NH₃) se v systému vyskytuje jako produkt rybího metabolismu a jeho hodnoty by v chovu kapra neměli překračovat množství 0,02 mg.l⁻¹. Oproti tomu u netoxických dusičnanů (NO₃⁻) jsou kapři schopni přechodně tolerovat hodnoty až do 800 mg.l⁻¹. Druhým faktorem, probíhajícím též na biofiltrech, ale v anaerobním prostředí je denitrifikace. Při denitrifikaci je pomocí bakterií odbouráván NO₃⁻ na elementární plynný dusík – N₂. Při denitrifikaci dochází k navyšování hodnot pH. Třetím faktorem je obsah oxidu uhličitého (CO₂) ve vodě.

Se zvyšujícím se obsahem CO₂ dochází k poklesu hodnot pH. Jako limitní hodnota CO₂ pro chov kapra je uváděno 20 mg.l⁻¹. Vyšší koncentrace CO₂ v RAS jsou způsobeny převážně vysokou hustotou rybí obsádky a nedostatečnou výměnou plynů s atmosférou. Proto je dobré vytvořit co největší kontaktní plochu mezi hladinou vody a vzduchem. Kromě toho je k odplynění CO₂ z vody využívána kaskáda umístěná pod vyústěním jímacího a drenážního kanálu.



Obr. č. 5. Recirkulační systém v Neiden – Německo (foto Rümmler a kol., 2006)

Krmení

V průběhu odchovů násady kapra v RAS, které popisují Rümmler a kol. (2006) bylo postupně použito několik typů krmiv. V krmeném pokusu v letech 2000–2001 byla použita dvě krmiva. První s obsahem 36 % bílkovin, 22 % tuku a stravitelnou energií 18,2 MJ.kg⁻¹. Druhé o obsahu 36 % NL, 22 % tuku a stravitelné energie 19,5 MJ.kg⁻¹. V roce 2002–2003 bylo využito nízkenergetické krmivo Pro aqua K18.

Krmné dávky byly v těchto letech podávány v rozsahu 2,5–3 % hmotnosti obsádky. Krmné koeficienty při použití zmíněných krmiv, jakož i dosažené produkční výsledky odchovu jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Krmení v RAS bylo dávkováno kontinuálně pomocí automatických krmítek 16 h denně, aby docházelo k rovnoměrnému zatížení biofiltrů uvolněným amoniakem.

Odchov

Obsádka K_1 pro zimní odchov byla obvykle nasazována v říjnu a vyskladněna ve formě K_2 počátkem května dalšího roku. Tabulka č. 2 ukazuje výsledky chovu mezi lety 2001–2005 v porovnání s vypočtenou modelovou obsádkou.

Tab. č. 2. Výsledky zimního odchovu K_2 na RAS v Neidenu v letech 2001–2005 v porovnání s modelovou obsádkou (Rummler a kol., 2006).

Parametr	Modelová obsádka	2001–2002	2002–2003	2003–2004	2004–2005
Nasazení					
Celková hmotnost (kg)		1 350	900	900	1 560
Biomasa (kg.m ³)		10,2	12	5,6	12,48
Počet kusů	55 000	25 000	25 000	45 000	43 000
Kusová hmotnost (g.ks ⁻¹)	20–30	54	36	20	36
Výlov					
Celková hmotnost (kg)		13 625	7 400	8 467	14 425
Počet kusů		23 000	20 150	42 942	41 335
Kusová hmotnost (g.ks ⁻¹)	500	592	367	197	349
Biomasa (kg.m ³)	145+	103	99	53	115
Ztráty (%)	max.10	8	19	5	4
FCR	1,2	1,7	2,2	1,6	1,66
SGR (%.d ⁻¹)	1,34–1,56	1,08	1,07	0,13	0,98
Dny chovu	±210	221	218	223	233

Při prvním produkčním cyklu v letech 2001–2002 bylo dosaženo požadované hmotnosti ryb, avšak s polovičním počtem nasazených kusů proti původnímu plánu. Vysoká individuální hmotnost ryb při výlovu, byla do jisté míry ovlivněna skutečností, že byla pro nasazení použita větší K_1 o průměrné hmotnosti 54 g.ks⁻¹.

V druhém produkčním cyklu, v letech 2002–2003, se po prvním měsíci odchovu pohyboval denní přírůstek pouze na 0,91 %·d⁻¹ se stále klesajícím trendem. Ryby byly značně rozrostlé od 39 do 173 g. Konverze krmiva (FCR) byla 1,47–1,65. Po rozřídění původní obsádky na 4 skupiny dle velikosti, vykazovala nejlepší růstové výsledky skupina s největšími kusy. SGR byl 2,8 %·d⁻¹ a krmný koeficient dosahoval hodnoty 1,13. U ostatních skupin dosahoval krmný koeficient hodnot 1,44–1,83. V tomto produkčním cyklu byly pozorovány i zvýšené ztráty. Špatné výsledky odchovu byly způsobeny použitím nevhodného typu krmiva.

V průběhu třetího produkčního cyklu v letech 2003–2004 došlo k poruchám v dodávkách čerstvé vody, což mělo za následek nadměrné zvýšení vodivosti vody na 1 500 μS·cm⁻¹ a výskyt těžkých kovů v systému. Tyto skutečnosti nejspíš měly za následek nízké přírůstky při odchovu.

Čtvrtý produkční cyklus realizovaný v letech 2004–2005 již nebyl během odchovu provázen žádnými výraznými problémy. Ani přesto však nebylo dosaženo hodnot modelové obsádky.

3.9. Technické problémy v zimních odchovech K₂

Filipiak a Trzebiatowski (1989) uvádějí jako hlavní problém narušující zimní odchov K₂ v klecových chovech v Polsku kolísání průtoku oteplené vody chovným kanálem. Přívod oteplené vody do chovného kanálu je totiž závislý na aktuální intenzitě provozu tepelné elektrárny, ze které je oteplená voda vypouštěna. Jakékoli snížení výkonu elektrárny má tak za následek snížení průtoku vody v kanálu a na to navazující snížení výměny vody v systému s narušením kyslíkových poměrů a poklesu teploty vody. Z těchto důvodů dochází k častému omezování až zastavení krmení ryb.

S podobnými problémy se podle Rümmler a kol. (2011) potýkali i na rybochovném zařízení Schwarze Pumpe v Německu. Vlivem častých odstávek jednotlivých bloků tepelné elektrárny a využívání chladicí vody pro skrápění uhelného popela byly průtoky v odchovném systému značně rozkolísané. To mělo opět za následek snížení intenzity výměny vody v odchovných nádržích a zhoršení kyslíkových poměrů. Při prvotním plánování odchovného systému ve Schwarze Pumpe bylo počítáno s dodávkami oteplené vody z elektrárny v množství 400–700 m³·h⁻¹. Vlivem častých odstávek bloků elektrárny

(dostatečně zásobení energetické sítě větrnými elektrárnami, opravy, skrápění popele) se však průměrný objem vody vypouštěné z chladicího okruhu elektrárny v letech 2007–2010 pohyboval pouze mezi 423–483 m³.h⁻¹. Systém byl pro tyto případy vybaven možností zpětné cirkulace vody. Zpětný okruh byl však vybaven pouze mechanickým filtrem, a tak nebylo možné z recirkulované vody odbourávat toxický amoniak, který se v důsledku rybího metabolismu v systému hromadil. Z tohoto důvodu bylo při použití zpětného čerpání obvykle pozastaveno krmení a cirkulace sloužila pouze k udržení obsádky na živu.

Zimní odchov násad v RAS v Neiden byl podle Rümmler a kol. (2006) též provázen řadou technických komplikací. Při odchovu začátkem roku 2004 byly důsledkem poruchy čerpadla zásobujícího systém vodou z vrtu a nedostatečným doplňováním vody pitnou vodou z řádu způsobeny následující problémy. Vodivost vody vzrostla na úroveň 1 500 μS.cm⁻¹ a byly zjištěny zvýšené koncentrace olova, mědi, rtuti, železa a manganu. To mělo za následek ztráty na chované obsádce. V dalších letech odchovu se objevovaly problémy s nadměrnými koncentracemi toxického amoniaku způsobené špatnou funkcí biologického filtru. Z tohoto důvodu musela být původně plánovaná dávka krmiva 375 kg.d⁻¹ snížena na 200 kg.d⁻¹. Autoři uvádí, že špatná funkce biofiltru mohla být ovlivněna častým kolísáním hodnot pH. Například mezi lednem až srpnem 2003 se hodnoty pH s častými výkyvy pohybovali mezi hodnotami 6,4–7,4. V průběhu odchovů byly též zaznamenány potíže s nedostatečným nasycením vody kyslíkem. Původní průtok vody systémem byl plánován na úrovni 200 m³.h⁻¹. Tato hodnota však nebyla dostačující pro potřebné nasycení vody kyslíkem v použitém oxygenačním reaktoru. Zároveň vlivem špatné funkce automatického sycení vody, která správně fungovala pouze za standardních podmínek, bylo třeba upravovat množství kyslíku v chovných nádržích ručně. To bylo prováděno individuální úpravou přítoku vody do jednotlivých nádrží, dle aktuální spotřeby. Tímto způsobem bylo však velmi obtížné udržet stabilní podmínky chovu. V neposlední řadě se jako významný problém projevila cena chované násady kapra. Původně plánovaná cena se pohybovala na úrovni 3,5 eur.kg⁻¹. Z důvodu technických problémů a nákladů za energie se cena kapra vyšplhala na 7 eur.kg⁻¹.

3.10. Výživa kapra

Přirozená potrava

Přirozená potrava tvoří přirozenou produkci rybníků. Tuto produkci lze rozdělit na primární, tvořenou fytoplanktonem a sekundární, tvořenu zooplanktonem a zoobentosem (Faina, 1983). Přirozená potrava je nutričně velmi bohatá a obsahuje všechny potřebné látky ve správném poměru (Čítek a kol., 1998). Další výhodou, kterou uvádí Janeček a Přikryl (1982), je velmi dobrá stravitelnost zooplanktonu a zoobentosu pro ryby. Adámek a kol. (2010) uvádí, že kromě nutričních hodnot poskytuje přirozená potrava řadu endogenních enzymů a biofaktorů důležitých pro správnou funkci rybího organismu. V polointenzivním hospodářství přirozená potrava obvykle zastupuje 50 %, ale i více přijaté potravu, druhou polovinu tvoří příkrmování obilovinami. Bílkoviny z přirozené potravy jsou však pro ryby lépe využitelné (Čítek a kol., 1998). Zooplankton a zoobentos však obsahuje velké množství vody. Jirásek a Mareš (2001) udávají obsah 85–95 % vody v těle planktonu a bentosu. Z toho důvodu je nutriční složení určováno ze sušiny. Nutriční složení planktonu je uvedeno v tabulce č. 3.

Tab. č. 3. Porovnání nutričního složení planktonu (v % sušiny), dle různých autorů

Parametr	Janeček a Přikryl (1982)	Schwarz a kol. (1995)	Mareš (2015)
Bílkoviny	50–65	54,8 – 69,8	55–60
Sacharidy	5–25		10–12
Tuky	3–30	5,7 – 13,2	12–16

Proteiny

Bílkoviny tvoří 65–75% sušiny rybího těla a jsou tak základní složkou tkání. Proteiny jsou tráveny nebo hydrolyzovány na aminokyseliny, které jsou následně využívány pro tvorbu nových proteinů, nebo rekonstrukci stávajících. Při nedostatku proteinů dochází ke zpomalení, nebo úplnému zastavení růstu. Pro správné využití proteinů k růstu je však potřeba odpovídající příjem tuků a sacharidů, jinak dochází ke spotřebě proteinů na energetické účely (Craig a kol., 2017). V běžných rybníčních polointenzivních chovech jsou potřeby proteinů a aminokyselin ze značné části pokryty přirozenou potravou. Problém nastává u intenzivních chovů. Potřeba proteinů je závislá na několika faktorech. Nejvýznamnějším faktorem je velikost ryby, kdy s rostoucí

hmotností těla a klesající teplotou vody se potřeba bílkovin snižuje. Naopak s rostoucí teplotou vody, je potřeba bílkovin vyšší (Filipiak, 1997).

Kaushik (1995) uvádí pro kapra optimální zastoupení proteinů v sušině krmiva 25–50 %. Mareš a kol. (2015) doporučuje přímo pro chov násad kapra do 500 g.ks⁻¹ krmiva s obsahem 35–45 % proteinů. Filipiak (1997) považuje pro chov násad od 0,5 do 500 g za vhodná krmiva s obsahem NL 40–55 %.

Podle Ogino a Shen (1973) je pro zachování aktuální hmotnosti nutný denní příjem bílkovin na úrovni min. 1 g.kg⁻¹. Nejvyšší denní přírůstek pak stejní autoři přisuzují příjmu proteinů v množství 7–8 g.kg⁻¹ hmotnosti ryby. Oproti tomu Mareš a kol. (2015) uvádí jako záchovnou dávku proteinu 0,9–0,95 g.kg.den⁻¹ a dávku pro maximální růst 12 g.kg⁻¹. Za optimální pro růst a konverzi se považuje denní dávka 6–7 g.kg⁻¹.

Esenciální aminokyseliny

Do této skupiny řadíme pro kapra deset esenciálních aminokyselin: arginin, histidin, isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin. Potřeba jednotlivých aminokyselin se mění v závislosti na růstových fázích (Balogum, 1995). Takeuchi a kol. (2002) uvádí, že potřeba lysinu pro ranný plůdek je 2,25 % z potravy (6 % z NL) a v juvenilním stádiu klesá na 1,75 % z potravy (5,4 % z NL), zatímco v případě methioninu se nemění. Potřeba methioninu v potravě tvoří podíl 0,8 % (2,1 % z NL). K nejčastějším deficitům u aminokyselin dochází u metioninu a lysinu (Mareš a kol., 2015). Požadavky kapra na příjem aminokyselin je uveden v tabulce č. 4.

Tab. č. 4. Požadavek kapra na množství esenciálních aminokyselin ve 100 g proteinu (Halver a Hardy 2002 – upraveno)

Aminokyselina	Obsah v proteinu (g.100 g ⁻¹)
Threonin	3,3–3,9
Valin	2,9–3,6
Methionin	1,6–2,1
Leucin	3,3–4,1
Izoleucin	2,3–2,5
Lyzin	5,3–5,7
Arginin	3,8–4,3
Fenylalanin	4,9–6,5
Tryptofan	0,3–0,8
Histidin	1,4–2,1

Tuky

Tuky jsou pro ryby nejefektivnějším zdrojem energie a esenciálních mastných kyselin. Mimo jiné slouží jako donor látek rozpustných v tucích, zdroj složek pro stavbu buněčných membrán a prekurzor biosyntetizovaných účinných látek (Mareš a kol., 2015). Stravitelnost tuků je velmi vysoká. Je však ovlivněna formou podávaného tuku. Takeuchi a kol. (1979) uvádějí, že v případě použití vepřového oleje jako zdroje tuků je stravitelnost pouze 76 %, zatímco při použití rybiho oleje je dosaženo až 90 %.

Filipiak a kol. (1995) doporučují při teplotě vody nad 12 °C použití krmiva s obsahem tuků 7–10 %. Pro přikrmování v zimním období doporučují Trzebiatowski a Filipiak (1989), obsah tuků alespoň 7–8 %. Při chovu na oteplených vodách bylo podle Mareš a kol. (2015) dosaženo nejlepších výsledků při použití krmiv s obsahem 17–18 % tuků. U mastných kyselin pak tito autoři uvádí za optimální 18:2 (n-6) a 18:3 (n-3), v poměru 1:1 až 1,5:0,5.

Nadměrné množství lipidů způsobuje omezení příjmu krmiva a zvyšuje nároky na obsah kyslíku. Naopak malé dávky se projevují převážně deficitem mastných kyselin, což má za následky zvýšení mortality, zpomalení růstu, zhoršenou konverzi krmiva, výskyt deformací u plůdku, ztučnění hepatopankreatu, apatii a šokové syndromy.

Sacharidy

Sacharidy jsou pro ryby jednoduše stravitelným zdrojem energie. Nutriční hodnota je různorodá s ohledem na rybí druh. Obecně lze říci, že pro teplomilné druhy (např. kapra) jsou sacharidy využitelnější nežli pro studenomilné (např. pstruha). Skupina sacharidů zahrnuje mimo jiné i vlákninu a BNLV (bezdušikáté látky výtažkové). Vlákna se škrobem jsou považovány za nejdůležitější polysacharidy přijímané rybami. Škrob má primárně energetický význam. Vlákna i přes svou nestravitelnost, zajišťuje mechanické nasycení a nejspíš má i svůj podíl na správné peristaltice střev. Takeuchi a kol. (2002) uvádějí, že při krmení škrobové diety bylo nejlepších výsledků dosaženo při podávání krmení 2krát denně. Oproti tomu při podávání stejných dávek glukózy a maltózy bylo pro dosažení výsledků totožných se škrobem nutno krmít 4krát denně. Autoři z tohoto pokusu vyvodili závěr, že glukóza a maltóza jsou pro kapra dobře stravitelné, ale pouze při postupném podávání menších dávek.

Nadměrný příjem sacharidů u kapra indukuje lipogenezi a může způsobovat degeneraci hepatocytů a v nich nadměrné hromadění glykogenu a následné zvětšení hepatopankreatu (Mareš a kol., 2015; Jirásek a kol., 2005).

Jako doporučené množství vlákniny v krmivech uvádí Mareš a kol. (2015) do 8 %. Vyšší dávky mohou omezit stravitelnost ostatních živin. Zastoupení neupravených sacharidů v krmivu pro plůdek se pohybuje okolo 40–50 %, pro odrostlé ryby až 70 % (Jirásek a kol., 2005) Pro porovnání, Takeuchi a kol. (2002) uvádí optimální rozsah ve stravě 30–40 %.

Stravitelná energie

Takeuchi a kol. (2002) uvádějí za optimální množství stravitelné energie pro kapra 13–15 MJ.kg⁻¹, což odpovídá cca 310–360 kcal.kg⁻¹. Eckhardt a kol. (1983) určil pro vysoký přírůstek za optimálních teplot jako směrnou hodnotu denní dávky 230–260 kJ.kg^{0,8}. Ohta a Watanabe (1996) uvádí jako optimální denní dávku pro maximální růst 285 kJ.kg⁻¹ při dávce krmení 1,83 % tělesné hmotnosti a 721 kJ.kg⁻¹ při dávce krmení 5,17 % tělesné hmotnosti. Kaushik (1995) udává záchovnou denní dávku stravitelné energie s ohledem na teplotu vody 19 kJ.kg^{0,75} při 10 °C a 45 kJ.kg^{0,75} při 20 °C.

Vitamíny

Ryby mají v porovnání s teplotokrevnými živočichy menší potřebu vitamínů. Většina rybích druhů si však není schopna vitamíny, kromě vitamínu C, sama syntetizovat. K syntéze vitamínu C dochází přeměnou z D–glukózy. Této přeměny jsou však schopny pouze dovyvinutá stádia kapra, raná stádia přeměny schopny nejsou. Vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K,) jsou si ryby schopny ukládat do tukové tkáně. Vitamíny rozpustné ve vodě (B vitamíny, C) si ryby nejsou schopny ukládat, proto je potřebný jejich pravidelný přísun. Se zvyšováním intenzity chovu a úbytkem přirozené potravy, je potřeba dbát na dodávky vitamínů v krmných směsích (Mareš a kol., 2015; Dabrowski a kol., 1988). Potřeba jednotlivých vitamínů závisí rovněž na rybím druhu. Množství potřebné pro kapra je uvedeno v tabulce č. 5.

Tab. č. 5. Optimální obsah vitamínů pro kapra (Halver a kol., 2002; NRC, 1993)

Vitamín	Obsah v krmivu (mg.kg ⁻¹)	Příznaky deficitu
Tiamin	2–3	špatný růst, nervozita, depigmentace kůže, podkožní krvácení
B2 (riboflavin)	7–10	anorexie, špatný růst, krvácení v hepatopankreasu, kůži a ploutvích, vyhublost, fotofobie, nervozita, nekróza předních ledvin
B6 (pyridoxin)	5–10	anorexie, ascites, ataxie, exoftalmie, křeče, nervové poruchy, anémie, nízká hladina transferázy v hepatopankreatu
kys. pantotenová	30–40	anorexie, špatný růst, podrážděnost, krváceniny na kůži, letargie, exoftalmie
kys. nikotinová (niacin)	30–50	anorexie, špatný růst, krváceniny na kůži, vysoká úmrtnost
kys. listová (folacin)	neznámá potřeba	
B12 (kyanokomalamín)	neznámá potřeba	
Myoinositol	200–300	nechutenství, špatný růst, dermatitida, ztráta kožní sliznice
Cholin	1 500–2 000	špatný růst, ztučnělý hepatopankreas, vakuolizace jaterních buněk
H (biotin)	1–1,5	špatný růst, křehkost a fragmentace erytrocytů, letargie, zvýšený počet dermálních slizničních buněk
C	30–50	eroze ocasní ploutve a deformované žaberních oblouků v larválním stádiu, špatný růst
A	1 000–2 000 m.j.	anorexie, špatný růst, exoftalmie, depigmentace kůže, zkroucená operkula, hemoragické ploutve a kůže
D	neznámá potřeba	
E	80–100	svalová dystrofie, exoftalmie, lordóza, degenerace ledvin, degenerace pankreatu
K	potřebný, neznámá úroveň	

Vápník

Vápník je jedním z nejdůležitějších minerálů v těle ryb. Podílí se na stavbě kostry a fyziologických pochodech, jako např. svalové kontrakci, srážlivosti krve, přenosu nervových vzruchů a acidobazické rovnováze (Hossain a Yoshimatsu, 2014). U kostnatých ryb je téměř 99 % vápníku vázáno v kostech a šupinách (Flik a kol., 1986). Ryby nejsou při příjmu vápníku vázány pouze na obsah minerálu v potravě. Jsou totiž schopné absorbovat vápník vyskytující se ve vodního prostředí. Jeho absorpce může probíhat ploutvemi, gastrointestinálním traktem a ústním epitelem. Nejvíce však dochází k regulaci vápníku na žábrech (Hanssen a kol., 1991; Flik a kol., 1995). Vstřebávání střevním epitelem z potravy může hrát velkou roli v období, kdy jsou potřeby vápníku zvýšené, jako např. při dozrávání gonád, nebo rychlém růstu (Flik a kol., 1993). Robinson a kol. (1986) dodávají, že jeho příjem střevním epitelem je též důležitý ve

vodách s malým obsahem Ca. Schopnost využití vápníku z potravy je ovlivněn převážně formou, v jaké se vyskytuje. Například v rybí moučce dochází k vazbě s fosforem a vzniku TCP (tricalcium fosfát), který je pro kaprovité ryby méně stravitelný (Hossain a Yoshimatsu, 2014). Autoři to vysvětlují skutečností, že stravitelnost Ca může být ovlivněna absencí žaludku (kyselé pH) a zásaditým trávením u kaprovitých ryb. Jako lépe stravitelná forma se pro kapry jeví laktát vápenatý ($C_6H_{10}CaO_6$). Nakamura a Yamada (1980) uvádějí, že při změně složky vápníku ve stravě z laktátu vápenatého na TCP se rychlost absorpce Ca snížila z 58 % na 37,2 %, zároveň upozorňují na značný rozdíl rozpustnosti laktátu vápenatého a TPC. Rozpustnost laktátu je $10,5 \text{ mol.l}^{-1}$, zatímco rozpustnost TCP je pouze $0,0025 \text{ mol.l}^{-1}$. Hossain (2000) také upozorňuje na nežádoucí vazbu stopových prvků na TCP, čímž jsou pro ryby znepřístupněny. Nakamura (1982) uvádí vhodnou dávku vápníku v krmivu 1 g.kg^{-1} a ve vodním prostředí doporučuje koncentraci 5 mg.l^{-1} . V případě, že se obsah vápníku ve vodě vyskytuje v koncentraci 20 mg.l^{-1} není třeba dodávání vápníku krmivem.

Fosfor

Fosfor je nezbytně důležitý pro mineralizaci kostí a růst. Hraje také významnou roli v udržování integrity buněčné membrány a energetických transformací v metabolismu lipidů a sacharidů. Nedostatek fosforu se projevuje špatným růstem, nadměrným ukládáním lipidů a deformitami kostí (Nwana a kol., 2010). Pro správné využití fosforu je stejně jako u vápníku důležitá i jeho forma výskytu v krmivu. Takeuchi a kol. (1979) uvádí, že není vhodné využívat jako zdroj fosforu v krmení pro kapra rybí moučku pro výskyt těžko stravitelných sloučenin. V rostlinných bílkovinách je pro změnu fosfor z velké části vázán kyselinou fytátovou. Fosfor vázaný kyselinou fytátovou je pro kapra stravitelný pouze z 8–38 %. Při vazbě v hydroxylapatitu ($Ca_{10}(OH)_2(PO_4)_6$) stravitelnost klesá na 13 %. Vyšší stravitelnosti je dosaženo při vazbě fosforu a vápníku v tetrakalcium fosfátu (Ca_4PO_4). Sloučeniny s nejvyšší stravitelností obsaženého fosforu pro kapra jsou fosforečnan sodný (NaH_2PO_4), fosforečnan draselný (KH_2PO_4) a fosforečnan vápenatý (CaH_4PO_4). Stravitelnost těchto forem fosforu pro kapra dosahuje 94 % (Kaushik, 1995). Ogino a Takeda (1976), jakož i Nakamura (1982) udávají optimální množství fosforu pro růst kapra na $7\text{--}8 \text{ g.kg}^{-1}$ krmení. Nicméně Nwana a kol. (2010) uvádějí za optimální dávku P pro kapra jen $6,7 \text{ g.kg}^{-1}$.

Stopové prvky

Mezi stopové prvky využívané kaprem řadíme kobalt, měď, železo, hořčík, mangan, fosfor a zinek (Takeuchi a kol., 2002). Vstřebávání stopových prvků je do jisté míry ovlivňováno výskytem jiných prvků nebo sloučenin, ve kterých jsou při ingesci vázány. Jako jejich významný antagonistu funguje převážně vápník. Lall a Kaushik (2021) uvádí, že nadměrné množství vápníku působí antagonisticky na vstřebávání zinku, železa a manganu. Vstřebávání též ovlivňuje přítomnost kyseliny fytátové, která na sebe váže mnoho dalších stopových prvků, čímž dochází k jejich zneprístupnění. Nedostatek stopových minerálů se projevuje převážně snížením růstu. Nedostatek zinku se projevuje erozí na ploutvích a kůži, ztrátou chuti k jídlu a ukládáním železa a mědi ve střevě a hepatopankreatu. Nedostatečný příjem železa je doprovázen nízkou specifickou hmotností a nízkým obsahem hemoglobinu a projevuje se na hodnotách hematokritu. Malé množství manganu má za důsledek vznik šedého zákalu a zakrslost těla (Ogino a Takeda, 1976). U manganu se vyskytuje zakrslost, kosterní abnormality, vysoká úmrtnost a nízký obsah vápníku, hořčíku, fosforu a zinku v kostech.

Jako optimální hodnoty v krmivu pro kapra byli stanoveny 400–500 mg.kg⁻¹ hořčíku, 150 mg.kg⁻¹ železa, 15–30 mg.kg⁻¹ zinku, 13 mg.kg⁻¹ manganu, 3 mg.kg⁻¹ mědi a 0,1 mg.kg⁻¹ kobaltu (NRC, 1993; Kim a kol., 1998) Naopak příliš velký obsah stopových prvků v krmivu může mít na kapra toxický účinek.

4. Materiál a metodika

Pokus realizovaný v rámci této bakalářské práce byl zaměřen na odchov násady kapra v „in-door“ RAS v průběhu zimního období 2021/2022. Zároveň bylo nasazeno stejné množství ryb ke komorování do rybníka Sirotčí Dolní. Pokus probíhal v objektech podniku Blatenská ryba, s.r.o.

4.1. Charakteristika použitých ryb

K pokusu byl použit plůdek užitkového hybridu kapra lysce (obr. č. 6). Váčekový plůdek, s datem výtěru 20. 5. 2021, pocházel od fy. Chov ryb Josef Vaněk, Tábor. Dne 27. 5. 2021 byl vysazen do rybníka Velkoráz o rozloze 9,3 ha v množství 1 500 000 ks (161 290 ks.ha⁻¹). Před samotným zahájením pokusu byl dne 23. 9. 2021 proveden odchyt 10 ks plůdku za účelem zjištění zdravotního stavu ryb před přesazením. Na žábrech všech odlovených kusů kapra a na kůži čtyř odlovených kaprů byla nalezena brousilka *Trichodina* sp. Žábrolíst rodu *Dactyrogyrus* sp. byl ojediněle zaznamenán na žábrech poloviny odlovených ryb. Pouze u jedné ryby byl registrován na žábrech výskyt kožovce *Ichtiophthirius multifiliis* a bičíkovce *Cryptobia branchialis*. Jiné zdravotní problémy nebo změny na orgánech nebyly u odlovených vzorků zjištěny. Hmotnost plůdku se pohybovala mezi 10,5–32,5 g.ks⁻¹. Odlov ryb pro účely našeho pokusu byl proveden na plné vodě dne 1. 10. 2021. Z odlovených ryb bylo vybráno 13 600 ks. Polovina (6 800 ks) byla nasazena do komorového rybníka Sirotčí Dolní, druhá polovina (6 800 ks) do RAS v Blatné.



Obr. č. 6. Kapří plůdek použitý pro nasazení pokusu (foto J. Regenda)

4.2. Charakteristika komorového rybníku

Rybník Sirotčí Dolní organizačně spadá pod středisko Sedlice, baštu Písek. Rybník je umístěn na vodnatém povodí na konci rybniční soustavy, nedaleko obce Oldřichov u Písku. Plocha rybníku je 0,4820 ha, průměrná hloubka 0,63 m. Průměrná produkce na základě předchozích let je udávána 462,2 kg. ha⁻¹.

4.3. Recirkulační akvakulturní systém v Blatné

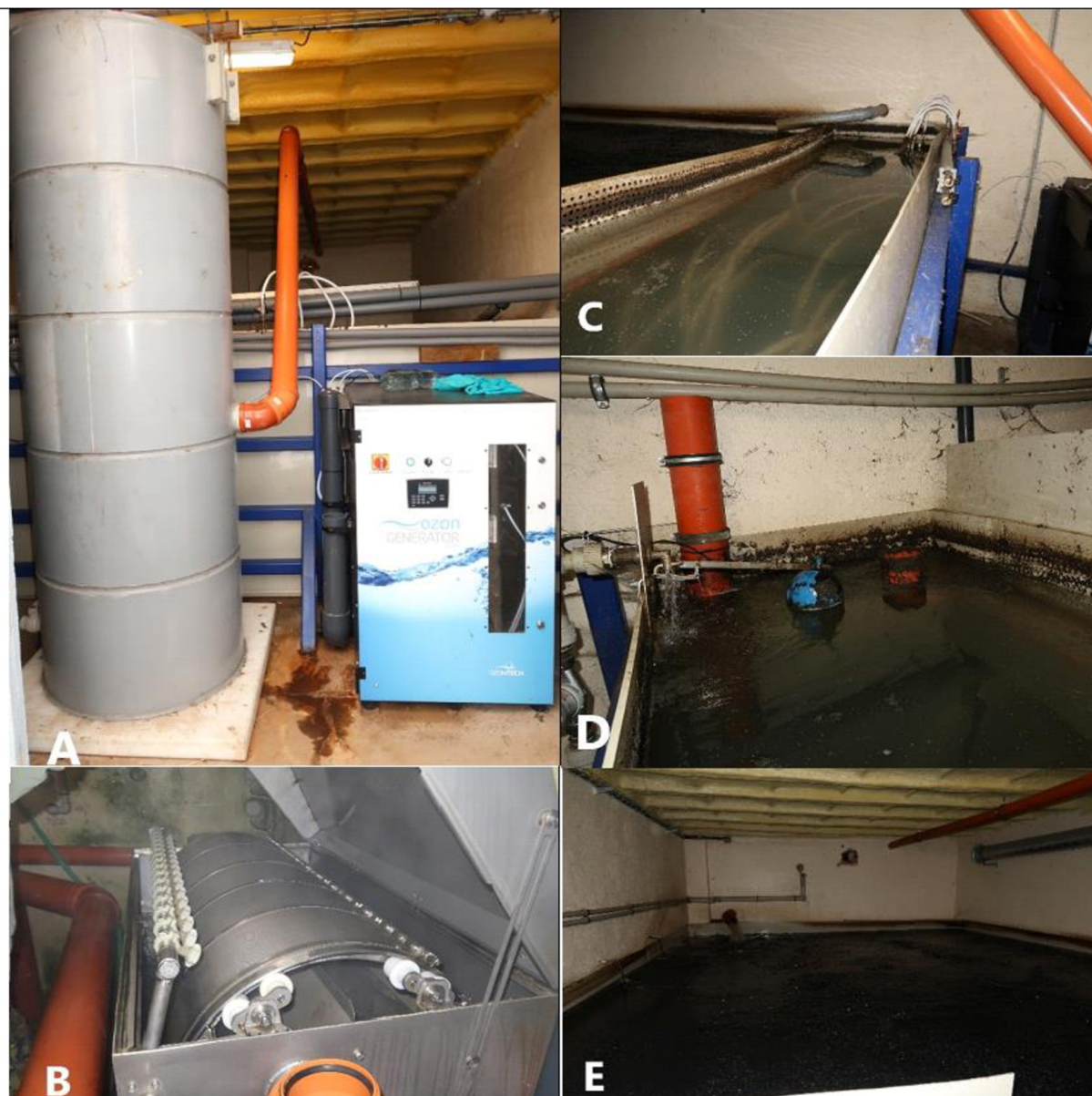
4.3.1 Popis a vybavení systému

Objekt RAS v Blatné je umístěn v přízemí budovy sýpky v areálu odchovny kachen. Skládá se z haly pro nádrže s rybami, sociálního zázemí pro obsluhu, skladu krmiv o rozloze 32 m² a dvou místností s biologickým filtrem. Objekt je z největší části tvořen prostorem pro odchov ryb s plochou o rozměrech 29,5 m x 11,5 m (339,25 m²). Zde se nacházejí samotné odchovné nádrže. Odchovné nádrže jsou situovány ve dvou samostatných okruzích. Okruh č. 1 obsahuje 7 nádrží o objemu 17 m³ (průměr 4 m, výška 1,5 m). Okruh č. 2, na kterém byl pokus provozován, má 9 nádrží o objemu 9,5 m³ (průměr 3 m, výška 1,5 m, výška vody 1,42 m). Všechny nádrže jsou kruhového tvaru, vyrobeny z polypropylenu (obr. č. 7). Nádrže jsou z vrchu kryty sítí, aby bylo zabráněno vyskakování ryb. Dno je rovné s odtokem uprostřed, tvořeným vsazenou perforovanou rourou DN 110 o výšce 50 cm. Odtok vody z nádrže je regulován šoupětem umístěným vně nádrže na odtokovém potrubí.



Obr. č. 7. A – pohled na chovný okruh č. 2; B – detail chovné nádrže (foto J. Regenda)

Z nádrží odtéká voda do mechanického bubnového filtru (obr. č. 8, B). Každý okruh je v odchovné části vybaven svým mechanickým bubnovým filtrem typu: BF 1220, fy. Strojírna Kukleny spol. s r. o. Kapacita filtru je $150 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$, velikost ok síta $60 \mu\text{m}$. Z bubnového filtru, kde je voda zbavená hrubých nečistot, odtéká voda gravitačně do místnosti s biologickým filtrem (obr. č. 8, E). Každý okruh má svůj vlastní biologický filtr. Biofiltr v okruhu č. 2 je tvořen plastovou nádrží o rozměrech $6 \times 4,3 \times 1,5 \text{ m}$ s hladinou vody do $1,3 \text{ m}$ (objem $33,54 \text{ m}^3$). V biofiltru je umístěno 15 m^3 bio – elementů typu RK Bioelements Medium o ploše $750 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^3$ (celková plocha $11\,250 \text{ m}^2$). Biofiltr je vybaven aeračním ložem napojeným na dmychadlo RT 4026 o výkonu $2,2 \text{ kW}$ a maximálním průtoku vzduchu $2 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Po biologickém čištění se voda dostává do klidové části biofiltru (obr. č. 8, C) ve které dochází k jejímu ohřevu. Ohřev vody je zajišťován plynovým kotlem BAXI Duo-tec Compact 1,24 o výkonu 24 kW s výměníkem typu voda – voda. Námi využívaný okruh č. 2 je ohříván na cca. $20,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Voda z okruhu č. 2 zároveň nepřímo vyhřívá odchovný prostor haly a temperuje rovněž okruh č. 1. V biofiltru je mimo jiné umístěn plovák, který při poklesu hladiny spouští doplnění ztrátové vody (obr. č. 8, D). Čerstvá voda je dopouštěna ze studny, případně vodovodního řádu. Průměrná potřeba doplnění vody za den se v okruhu č. 2 se pohybuje okolo 3 m^3 . To znamená, že při celkovém objemu vody v okruhu 124 m^3 je nutno v běžném provozu doplnění $2,45 \%$ vody denně. Po ohřátí je prováděna dezinfekce vody za pomoci ozónu. Ta je zajišťována generátorem značky Ozotech, typu OT20 professional se schopností generovat $20 \text{ g O}_3 \cdot \text{h}^{-1}$ při průtoku vzduchu $4\text{--}8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Ozon je do vody po odchodu z biofiltru kontinuálně dávkován. Po ozonizaci je voda pomocí čerpadla EBARA 3M 65–125 (400 V) s výkonem $5,5 \text{ kW}$ a maximálním průtokem $126 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ čerpána do kyslíkového reaktoru. Kyslíkový reaktor o objemu $1,25 \text{ m}^3$ dávkuje O_2 v množství $5\text{--}6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (obr. č. 8, A). Vyčištěná voda z biofiltru je převáděna do horní části reaktoru a propadem přes vrstvu kyslíku je sycena na průměrný obsah $23 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (cca. 250%). Pro případ poruchy reaktoru, plánované přelovení a koupele ryb je každá nádrž vybavena vlastní deskou pro rozptyl kyslíku, která je napojena na centrální rozvod kyslíku v hale. Po čištění a okysličení je voda vedena pod stropem odchovné místnosti potrubím DN 110 do každé nádrže. Přítok vody do jednotlivých nádrží je regulovatelný ventilem. Maximální přítok do nádrží je $4,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. K výměně vody v nádrží tak dochází cca. 1x za hodinu. Světelné podmínky jsou zajišťovány 24 h denně osvětlením v hale.



Obr. č. 8: Technické vybavení RAS v Blatné: A–oxygenční reaktor a ozonizér; B–mechanický filtr; C– klidová část biofiltru; D–plovák pro doplňování vody; E–celkový pohled na biofiltr (foto J. Regenda)

4.3.2. Péče o systém RAS a obsádku

Péče o RAS v Blatné byla obvykle zajišťována jednočlennou obsluhou a zahrnovala pravidelné denní kontrolní, servisní a krmné bloky, které byly rozděleny do tří částí: ranní odpolední a večerní.

V ranním bloku obvykle trvajícím od 7 do 9–10 hodin byla prováděna: vizuální kontrola nádrží, odlov a evidence úhynu, odkalení nádrží, měření kyslíku a teploty vody pomocí oxymetru YSI ProODO, koupele obsádky dle plánu, nebo potřeby. Měření pH přístrojem YSI 100 a aplikace vápna nebo sody za účelem pufrace, dle naměřené hodnoty pH na přítoku do biofiltru (za mechanickým filtrem). Dále probíhalo mytí bubnu mechanického filtru wapkou, odečet spotřeby vody, kontrola ozonizéru a biofiltru, včetně kontroly celého zázemí. V ranním bloku byly třikrát týdně (po, út, pá) měřeny koncentrace NH_4^+ , NO_2^- a NO_3^- (v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) pomocí kolometrických akvarijních testů Sera.

Odpolední blok probíhal v čase 13–14 hodin. V jeho průběhu byla provedena vizuální kontrola, odlov a evidence úhynu, měření kyslíku a úprava přítoku vody.

Večerní blok probíhal v čase 19–21 hodin. Byl tvořen: vizuální kontrolou celého systému, odlovem a evidencí úhynů, odkalením, měřením kyslíku, úpravou přítoku vody, měřením pH a pufrací dle naměřené hodnoty, mytím bubnu mechanického filtru, kontrolou technického zařízení.

Krmení obsádky bylo prováděno třikrát denně na konci každého kontrolně – servisního bloku. Použitá denní krmná dávka byla v hodnotě 3 % váhy obsádky a rozdělena na třetiny. Během jednotlivých bloků byla podána vždy jen 1/3 krmné dávky pro daný den. Krmná dávka byla přizpůsobována na základě celkové biomasy ryb, příjmu potravy, obsahu kyslíku ve vodě apod. Na začátku každého týdne byla dávka krmiva navýšena, úměrně k přírůstku ryb a příjmu potravy. V intervalu 1x měsíčně byla při přelovení zjišťována biomasa celé obsádky vážením a na jejím základě vypočítána nová krmná dávka. Krmení bylo výjimečně přerušováno z technických důvodů jako například z důvodu přetížení biofiltru, poruchy oxigenace, nebo nadměrného hluku v prostoru chovu, způsobeném manipulací s krmivem v sýpce. V případě plánované manipulace s rybami byla poslední krmná dávka podána v odpoledním bloku předchozího dne. Další 1/3 krmné dávky byla opět podána až ve večerním bloku dne, kdy manipulace s rybou proběhla, případně až ráno, dalšího dne.

V průběhu odchovu byl kladen velký důraz na zdravotní stav obsádky. Péče o zdravotní stav ryb byla zajišťována formou preventivních koupelí a odběrem vzorků ryb k vyšetření jejich zdravotního stavu veterinářem. Odběr vzorků probíhal při jejich kontrolním přelovení 1krát za měsíc. Koupele byly prováděny v nepravidelných intervalech 1–2krát týdně. První koupel byla provedena těsně před nasazením na RAS.

Jednalo se o krátkodobou (20 min.) koupel v přepravní bedně o objemu 2 m³ za použití dávky 0,35 ml.l⁻¹ 38 % formaldehydu. Ke koupelím v průběhu odchovu byl používán 36 % Persteril v dávce 6–10 ml.l⁻¹ a Chloramin B v dávce 20–25 g.m³. Koupele byly realizovány za snížené hladiny vody v nádrži na hloubku 60 cm (4,25 m³), bez přívodu vody se zajištěným přívodem kyslíku pomocí deskových oxygenátorů. Po 20 minutách koupele byl obnoven přítok vody a nádrž napuštěna na původní hladinu. V průběhu odchovu byla rovněž třikrát použita koupel v NaCl s dávkou 25 kg na nádrž.

4.4. Použitá krmiva

V průběhu pokusu bylo postupně použito celkem 11 typů peletovaných krmiv o různých průměrech. Krmiva pocházela od 5 různých výrobců (Alltech Coppens, Aller Aqua, Skretting, Aqua Garant a Biomar). Každé použité krmivo bylo podrobeno laboratornímu rozboru v Laboratoři Písek – Ing. Josef Němec. Informace o krmivu a porovnání složení udávaného výrobcem (Výrobce) a výsledků z laboratorního rozboru (Rozbor) je uvedeno v tabulce. č. 6.

Tab. č. 6. Složení krmiv použitých v pokusu

Allech Coppens, Pre Grower 15			
(AC-PG 15, 2 mm) – plovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	21,1	20,74
rybí moučka, pšeničná mouka, drůbeží	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	19,1	
moučka, pšeničný lepek, drůbeží krevní	Hrubý protein (%)	50	48,82
moučka, řepkový olej, rybí olej, kvasnicové	Hrubý tuk (%)	15	9,98
produkty	Sacharidy (%)		26,66
	Hrubá vláknina (%)	0,5	2,37
	Hrubý popel (%)	6,9	6,44
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor celkový (g.kg ⁻¹)	9,8	10,98
A– 11 000; D ₃ –1 627	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		8,454
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		2,734
I–3,7; Fe–44,1; Cu–3,7; Mn–14,7; Zn – 44,1	Vápník (g.kg ⁻¹)	18	11,390

Tab. č. 6. pokračování

Allech Coppens, Pre Grower 18			
(AC-PG 18, 2 mm) -potápivé			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	21,2	20,06
pšenice, rybí moučka, drůbeží moučka,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	18,3	
drůbeží krevní moučka, slunečnicový	Hrubý protein (%)	45	42,56
extrahovaný šrot, řepkový olej, rybí olej,	Hrubý tuk (%)	18	15,4
hydrolyzovaná pěťová moučka, mono	Sacharidy (%)		21,29
kalcium fosfát, kvasnicové produkty	Hrubá vláknina (%)	1,4	0,27
	Hrubý popel (%)	9,1	12,69
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	15	16,99
A-12 000; D ₃ -1 310	Panorganický (g.kg ⁻¹)		13,17
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	Panorg. snadno rozp. (g.kg ⁻¹)		4,54
I-2,2; Cu-2,2; Mn-11; Zn-66	Vápník (g.kg ⁻¹)	17	17,3
Alltech Coppens, Premium start			
(AC-PS, 1,5 mm) -poloplovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	21,1	20,97
Rybí moučka, pšeničný lepek, pšeničná	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	19,1	
mouka, kukuřičný lepek, lecitin, rybí olej,	Hrubý protein (%)	54	49,56
řepkový olej, mono kalcium fosfát,	Hrubý tuk (%)	15	13,7
kvasnicové produkty	Sacharidy (%)		18,37
	Hrubá vláknina (%)	0,3	2,47
	Hrubý popel (%)	11,1	8,02
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	17,5	13,12
A-12 000; D ₃ -1 298	Panorganický (g.kg ⁻¹)		10,84
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	Panorg. snadno rozp. (g.kg ⁻¹)		4,491
I-4; Fe-47,8; Cu-4; Mn-16; Zn-48,2	Vápník (g.kg ⁻¹)	23	10,2

Tab. č. 6. pokračování

Biomar, Inicio			
(BM – IN, 1,5 mm) – potápivé			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	22	22,28
rybí moučka, sójový proteinový koncentrát,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	20	
rybí olej, pšenice, řepkový olej, kvasnicový	Hrubý protein (%)	54	2,98
extrat	Hrubý tuk (%)	21	19,5
	Sacharidy (%)	9	9,16
	Hrubá vláknina (%)	0,9	2,98
	Hrubý popel (%)	10,4	10,29
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	13,5	12,7
	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		9,83
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		3,181
I–2; Cu–1,7; Mn–13; Zn–83	Vápník (g.kg ⁻¹)	16,4	11,94
Skretting, Protec MP – T			
(S–Pro MP-T, 2 mm) – potápivé			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)		20,43
rybí moučka, pšeniční gluten, kukuřiční	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)		
gluten, pšenice, rybí olej, pšeničná mouka	Hrubý protein (%)	50,3	48,3
(červený pes), sójový koncentrát,	Hrubý tuk (%)	14,5	10,7
dihydrogenfosforečnan amonný, mono-	Sacharidy (%)		22,14
amónium fosfát, kvasnicové produkty,	Hrubá vláknina (%)	2	3,89
sušená syrovátka	Hrubý popel (%)	7,7	7,35
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	13	10,14
A–6 000; D ₃ –1 125	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		6,405
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		2,678
I–20; Fe–40; Mn–15; Zn–90	Vápník (g.kg ⁻¹)		10,56

Tab. č. 6. pokračování

Skretting, Carpe F			
(S-CF, 3 mm) -plovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)		18,4
kukuřičný gluten, sójový extrahovaný šrot,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	13	
rybí moučka, fazole, pšenice, extrahovaný	Hrubý protein (%)	33	34,24
slunečnicový šrot, řepkový olej	Hrubý tuk (%)	8	5,32
	Sacharidy (%)	40	41,55
	Hrubá vláknina (%)	6	4,39
	Hrubý popel (%)	7,5	7,96
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	8	10,62
A-5 000; D ₃ -750	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		4,239
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		2,332
I-21; Fe-42; Cu-5; Mn-16; Zn-90	Vápník (g.kg ⁻¹)	10	7,062
Skretting, Carpe F			
(S-CF, 4,5 mm) -plovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)		18,33
kukuřičný gluten, sójový extrahovaný šrot,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	13	
rybí moučka, fazole, pšenice, extrahovaný	Hrubý protein (%)	33	36,16
slunečnicový šrot, řepkový olej	Hrubý tuk (%)	8	5,62
	Sacharidy (%)	40	38
	Hrubá vláknina (%)	4,8	4,22
	Hrubý popel (%)	7	8,49
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	8	10,34
A-5 000; D ₃ -750	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		4,741
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		2,372
I-21; Fe-42; Cu-5; Mn-16; Zn-90	Vápník (g.kg ⁻¹)	10	8,370

Tab. č. 6. pokračování

Aller Aqua, Classic			
(AA-C, 2,0 mm) -potápivé	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	18,2	17,79
kukuřičný gluten, sójový extrahovaný šrot,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	12,6	
rybí moučka, fazole, pšenice, extrahovaný	Hrubý protein (%)	30	32,49
slunečnicový šrot, řepkový olej	Hrubý tuk (%)	7	7,3
	Sacharidy (%)	43,5	38,17
	Hrubá vláknina (%)	4,4	2,41
	Hrubý popel (%)	6,3	10,67
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	10	12,58
A-10 000; D ₃ -1 250	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		7,049
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		5,443
I-3; Cu-5; Mn-12; Zn-30	Vápník (g.kg ⁻¹)	9	6,979
Aller Aqua, Master			
(AA-M, 3,0 mm + 4,5 mm) -potápivé	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)	18,9	17,71
pšenice, lihovarské výpalky, rybí moučka,	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	14,9	
koncentrát slunečnicového proteinu,	Hrubý protein (%)	35	36,25
extrahované řepkové semeno, pěřová	Hrubý tuk (%)	9	7,83
hydrolyzovaná moučka, rybí olej, vepřová	Sacharidy (%)	36,3	31,7
hemoglobinová moučka, drůbeží moučka,	Hrubá vláknina (%)	4,7	2,11
sójová moučka	Hrubý popel (%)	7	12,41
Vitamíny (IU.kg⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	11	13,550
A-10 000; D ₃ -1 250	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		7,852
Mikroprvky (mg.kg⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		6,648
I-3; Mn-12; Zn-30	Vápník (g.kg ⁻¹)	9	5,672

Tab. č. 6. pokračování

Aqua Garant, Vital Swim			
(AG-VS, 2,5 mm) -plovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)		19,43
pšenice, lihovarské výpalky, drůbeží	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	16	
moučka, řepkový extrahovaný šrot,	Hrubý protein (%)	34	33,97
hemoglobinová moučka, lněné	Hrubý tuk (%)	12	8,39
extrahované semeno, rybí olej, rybí	Sacharidy (%)		40,51
moučka, mono kalcium fosfát,	Hrubá vláknina (%)	3	4,66
řepkový olej	Hrubý popel (%)	8	7,15
Vitamíny-A (IU.kg ⁻¹); E, C (mg.kg ⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	13	13,95
A-10 000; E-200, C-250	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		10,64
Mikroprvky (mg.kg ⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		4,995
I-2,1; Cu-4; Mn-12; Zn-67	Vápník (g.kg ⁻¹)	13	7,245
Aqua Garant, Vital Swim			
(AG-VS, 4,0 mm) -plovoucí			
	Parametr	Výrobce	Rozbor
Deklarované složení na obalu:	Hrubá E. (MJ.kg ⁻¹)		18,33
pšenice, lihovarské výpalky, drůbeží	Stravitelná E. (MJ.kg ⁻¹)	14,5	
moučka, řepkový extrahovaný šrot,	Hrubý protein (%)	34	32,14
hemoglobinová moučka, lněné	Hrubý tuk (%)	12	8,99
extrahované semeno, rybí olej, rybí	Sacharidy (%)		37,6
moučka, mono kalcium fosfát,	Hrubá vláknina (%)	3	2,69
řepkový olej	Hrubý popel (%)	8	11,08
Vitamíny-A (IU.kg ⁻¹); E, C (mg.kg ⁻¹)	Fosfor (g.kg ⁻¹)	13,5	14,5
A-10 000; E-175; C-200	P _{anorganický} (g.kg ⁻¹)		9,458
Mikroprvky (mg.kg ⁻¹)	P _{anorg. snadno rozp.} (g.kg ⁻¹)		6,046
I-2,1; Cu-4; Mn-12; Zn-67	Vápník (g.kg ⁻¹)	13	9,379

4.5. Sledované hodnoty

4.5.1. Biometrické a zootechnické parametry

V průběhu pokusu bylo jednou měsíčně v rámci kontrolních odlovů prováděno měření délko-hmotnostních parametrů a zjišťovány zootechnické parametry. Ryby byly přeloveny z nádrže do předem připravených kádí s oxygenací. V první fázi měření bylo provedeno vážení celkové biomasy ryb v nádrži ve vaničce s vodou za pomoci můstkové

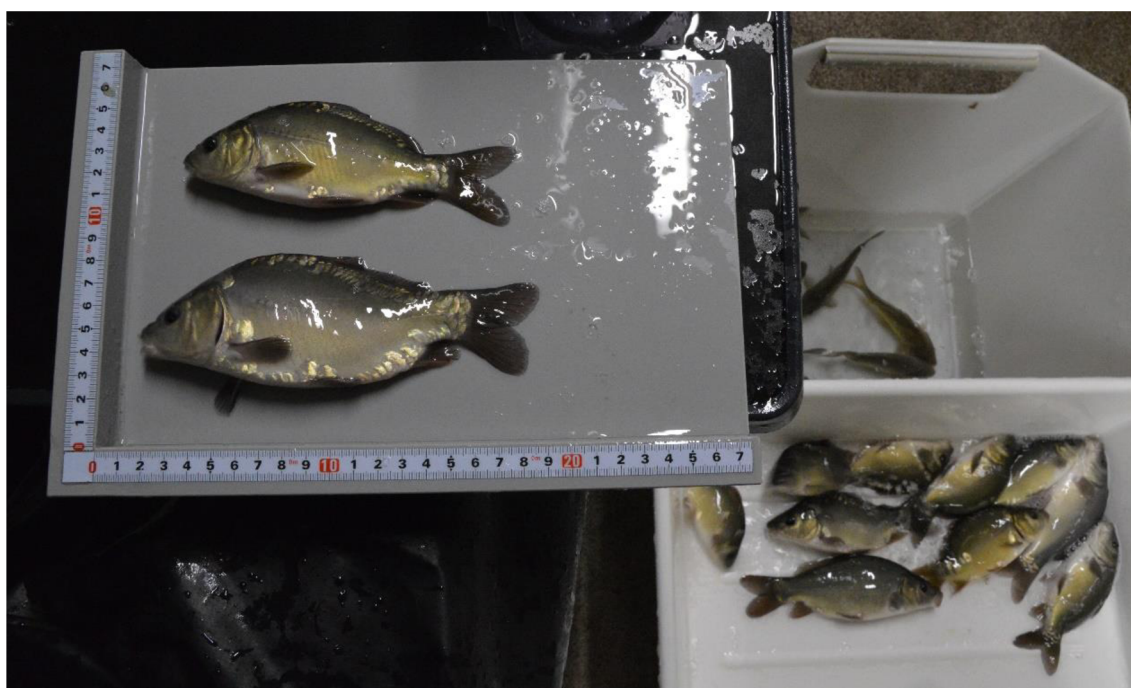
váhy CAS PB 100/200 kg s přesností 50 g. Zároveň byla při vážení zjišťována početnost obsádky. Na začátku pokusu, u menších kusů objemovou metodou za použití 0,5–2 l odměrky. Na konci první fáze a během druhé fáze bylo použito ruční počítání. Z celkové biomasy a počtu ryb v nádrži byl na základě rozdílu s předchozími kontrolními odlovy vypočítán přírůstek ryb (kg), kusový přírůstek (g.k^{-1}), přírůstek za den (g.den^{-1}) a ztráty (%). V druhé části měření bylo z každé nádrže vybráno náhodně 100 ks ryb a u nich následně provedeno individuální měření a vážení. K měření byly využity plastové měrné desky (obr. č. 9). Vážení probíhalo na sucho v plastové misce pomocí váhy Ohaus Traveler TA3001 s přesností 0,1 g. Před vážením bylo nutné nechat z ryb okapat zbytkovou vodu, aby při vážení nedocházelo k nežádoucímu zkreslení naměřených hodnot. Do připravených formulářů byly zapisovány následující naměřené (mm) a navážené (g) hodnoty: celková délka těla (TL), délka těla bez ocasní ploutve (SL), výška těla, šířka těla a individuální hmotnost (w). Dále byly pozorovány a zapisovány případné deformity a poškození rybiho těla. Z naměřených hodnot byly následně pomocí programu Microsoft Excel vypočítány tyto hodnoty: Fultonův index vyživenosti (Fulton), index vysokohřbetosti (IV) a index širokohřbetosti (IŠ).

Pro výpočty byly použity následující vzorce:

$$Fulton = \frac{100 * w}{SL^3}$$

$$IV = \frac{TL}{výška}$$

$$IŠ (\%) = \frac{šířka * 100}{TL}$$



Obr. č. 9. Detail měrné desky (foto P. Koukolík)

4.5.2. Produkční účinnost krmiv

Na základě biometrických parametrů naměřených při kontrolních přeloveních, spotřeby a složení krmiv byly podle Mareše a kol. (2015) použity následující vzorce a ukazatele k zhodnocení produkční účinnosti krmiv:

SGR (% \cdot d⁻¹) – specifická rychlost růstu (Specific Growth Rate). Udává procentuální denní přírůstek za určité období. V pokusu byla rozčleněna na SGR_w – specifická rychlost růstu hmotnosti a SGR_{TL} – specifická rychlost růstu celkové délky těla. Příznivější – lepší je při srovnávání vyšší hodnota.

$$SGR_w = 100 * (\ln W_t - \ln W_0) * t^{-1} \quad \ln W_{t/0} - \text{přirozený logaritmus hmotnosti ryb v } t/0$$

W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v g)

$$SGR_{TL} = 100 * (\ln TL_t - \ln TL_0) * t^{-1}$$

W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v g)

TL_t – celková délka těla ryb na konci období/pokusu (v mm)

TL₀ – celková délka těla ryb na začátku období/pokusu (v mm)

t – počet dní v období/pokusu

FCR – krmný koeficient (Feed Conversion Ratio). Udává spotřebu krmiva na přírůstek 1 kg váhy. Příznivější – lepší je při srovnávání co nejnižší hodnota.

$$FCR = \frac{S}{W_t - W_0}$$

S – množství spotřebovaného krmiva (v kg)

W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v kg)

W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v kg)

$$FCE = \frac{W_t - W_0}{S}$$

S – množství spotřebovaného krmiva (v kg)

W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v kg)

W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v kg)

FCE – přírůstek z jednotky krmení (Feed Coefficient Efficiency)

NPU – (čisté) využití dusíkatých látek, jinak nazývané retence proteinu (Net Protein Utilisation)

$$NPU = \frac{100 * [(W_t * P_t) - (W_0 * P_0)]}{FCR * (W_t - W_0) * \%NL \text{ krmiva}}$$

W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v kg)
W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v kg)
P_{t/0} – obsah proteinu (NL) v těle ryb v čase t/0 v % čerstvé hmoty
%NL krmiva – % podíl proteinu (NL) v krmivu

LR – retence tuku krmiva (Lipid Retained);

$$LR = \frac{100 * [(W_t * T_t) - (W_0 * T_0)]}{FCR * (W_t - W_0) * \%T \text{ krmiva}}$$

W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v kg)
W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v kg)
T_{t/0} – obsah tuku v těle ryb v čase t/0 v % čerstvé hmoty
%T krmiva – % podíl tuku v krmivu

ER – retence energie krmiva (Energy Retained);

$$ER = \frac{100 * [(W_t * E_t) - (W_0 * E_0)]}{EK * S}$$

S – množství spotřebovaného krmiva (v kg)
W_t – hmotnost ryb na konci období/pokusu (v kg)
W₀ – hmotnost ryb na začátku období/pokusu (v kg)
E_{t/0} – energetická hodnota ryby v t/0 v kJ čerstvé hmoty
EK – energie krmiva v kJ čerstvé hmoty

PER – bílkovinný produkční poměr (Protein Efficiency Ratio). Určuje poměr přírůstku hmotnosti ryb k množství přijatého proteinu.

$$PER = \frac{100}{FCR * \%NL \text{ krmiva}} \quad \%NL \text{ krmiva} - \% \text{ podíl proteinu (NL) v krmivu}$$

Poměr FCR/SGRw –Vzájemný poměr krmného koeficientu a specifické rychlosti růstu, slouží pro zjednodušení orientace v produkčních ukazatelích krmiv. Čím je hodnota poměru nižší, tím je použité krmivo nebo způsob krmení výhodnější.

4.6. Organizace pokusu v RAS

4.6.1. Nasazení

Pokus byl zahájen 1. 10. 2021 nasazením 6 800 ks plůdku kapra z rybníka Velkoláz do odchovného objektu RAS v Blatné. K₁ byl nasazen do nádrže č. 3 v okruhu č. 2 v množství 715 ks.m³ a biomase 8,6 kg.m³. Do nádrže byl K₁ nasazen společně s 2 300 ks Ab₁ patřících ke paralelně běžícímu pokusu. Stejně množství ryb bylo zároveň nasazeno ke komorování do rybníka Sirotků Dolní (14 100 ks.ha⁻¹), aby mohlo dojít k následnému srovnání zimního odchovu na teplé vodě RAS a postupy běžného chovu.

4.6.2. První fáze odchovu

První fáze pokusu probíhala v časovém horizontu od 1. 10. 2021 do 8. 2. 2022. V průběhu 1. fáze byly provedeny čtyři kontrolní odlovy vždy po uplynutí přibližně jednoho měsíce (9. 11. 2021; 7. 12. 2021; 7. 1. 2022; 8. 2. 2022). V průběhu prvních dvou měsíců odchovu byl v nádrži č. 3 chován K₁ společně s Ab₁. Při kontrolním přelovení 7. 12. 2021 byl Ab₁ z nádrže přesazen do samostatné nádrže. Dne 7. 1. 2022 byl v rámci třetího kontrolního přelovení kapr rozříděn do tří velikostních skupin. Z důvodu příliš vysokého množství pro další pokračování pokusu a značně rozrostlé obsádky bylo ručně vytříděno a vyřazeno 120 ks větších a na roštové třídičce (velikosti č. 15) 1 746 ks menších kaprů. Střední velikost s průměrnou váhou 41,29 g.ks⁻¹ o počtu 4 900 ks byla přesazena do nádrže č. 2 (okruh č. 2). Účelem tohoto opatření byla snaha o dosažení průměrné hmotnosti 50 g.ks⁻¹ pro 2. fázi krmného pokusu. Na začátku 1. fáze pokusu byla používána krmiva AC–PG 18–2 mm, BM–IN 1,5 mm a AC–PG 15–2 mm. Zároveň bylo do 7. 12. 2021 krmeno plovoucí krmivo AC–PS 1,5 mm určené amurům, kteří byli do zmíněného data nasazení v nádrži číslo 3 společně s kaprem. Z důvodu častého výskytu lordózy u chovaných ryb, způsobené nevhodnou výživou bylo v druhé polovině první fáze přidáno krmivo S–Pro MP–T, 2 mm.

4.6.3. Druhá fáze odchovu

Druhá fáze pokusu byla zahájena 9. 2. 2022 a ukončena 16. 5. 2022. V průběhu tohoto období proběhly tři kontrolní odlovy, včetně posledního při ukončení pokusu (3. 3. 2022, 1. 4. 2022 a 16. 5. 2022). Ve druhé fázi byl zahájen krmný pokus s novými druhy krmných směsí, určených pro chov kapra. Byla vybrána tři různá krmiva: S-CF3, AA-C+M a AG VS. Pro následný odchov byly zvoleny tři nádrže s čísly 1, 2 a 3. Každá nádrž byla krmena jedním typem krmení. Nádrž č. 1 – S-CF3, nádrž č. 2 – AA C+M a nádrž č. 3 – AG VS. Omezené množství volných nádrží neumožnilo vytvoření tří opakování pro každý typ krmiva. Jako alternativní řešení byly nádrže rozděleny na tři části pomocí konstrukce plastového rámu vyplněného sítí (obr. č. 10). Do každého ze tří oddělení nádrže bylo nasazeno 525 ks K_1 . V celkovém počtu 1 575 ks ($166 \text{ ks} \cdot \text{m}^3$) K_1 na nádrž. Rozdělení nádrží se však ukázalo neúčelným, protože docházelo k proplavání 22–25 mm širokých ryb drobnými mezerami, mezi dnem nádrže a plastovou konstrukcí přepážky. Při prvním přelovení 3. 3. 2022 tak došlo k odstranění přepážek.



Obr. č. 10. Rozdělení nádrží pro krmný pokus (foto J. Regenda)

4.7. Zpracování ekonomické stránky pokusu

Náklady na provoz RAS byly zjišťovány z vnitropodnikového účetnictví. Poté byly zjištěné náklady rozděleny na jednotlivé položky: pracovní náklady (mzda, dovolená, zdravotní a sociální pojištění, stravenky, odměny apod.), voda, elektřina, ohřev vody – plyn, kyslík (spotřeba a pronájem O₂ věže), spotřební materiál, odpisy, režie, preventivní koupele, úprava pH a ostatní. Tyto položky byly odečítány zvlášť pro každý měsíc odchovu. Protože většina získaných informací o nákladech byla uváděna pro celý provoz (s výjimkou spotřeby vody a topení), bylo nutné tyto náklady rozdělit na jednotlivé okruhy dle jejich odchovného objemu. Měsíční náklady pro námi použitý okruh č. 2 byly přepočteny na náklady potřebné pro jeden den provozu odchovné nádrže. Náklady za použitá krmiva byly počítány zvlášť na základě ceny krmiva a jeho spotřebovaného množství. Tržní cena kapra pro výpočet ekonomické návratnosti chovu byla určena dle aktuální ceny na trhu v době průběhu pokusu (K₁ – 120 Kč.kg⁻¹; K₂ – 78 Kč.kg⁻¹, bez DPH).

4.8. Zpracování a statistické vyhodnocení dat

Statistické vyhodnocení a porovnání biometrie mezi krmnými variantami v druhé fázi pokusu bylo provedeno za použití programu Statistica 12 (StatSoft Inc., USA). Datové sady jednotlivých biometrických parametrů splňují podmínky normálního rozdělení ověřeného testem. Z tohoto důvodu byla pro testování hypotéz o shodě středních hodnot jednotlivých skupin dat použita analýza rozptylu – ANOVA a pro následnou post – hoc analýzu Fisherův LSD test. Testy byly provedeny na hladině významnosti $\alpha=0,05$. U variant s prokazatelně odlišnou hodnotou byly použity horní indexy a, b, c. Data týkající se kvality vody a biometrických parametrů jsou uváděny jako průměr \pm směrodatná odchylka za určité období. Výživářská a zootechnická data byla získána bez opakování a jsou prezentována jako konečný výsledek. Grafické zpracování bylo provedeno pomocí programu Microsoft Excel.

5. Výsledky

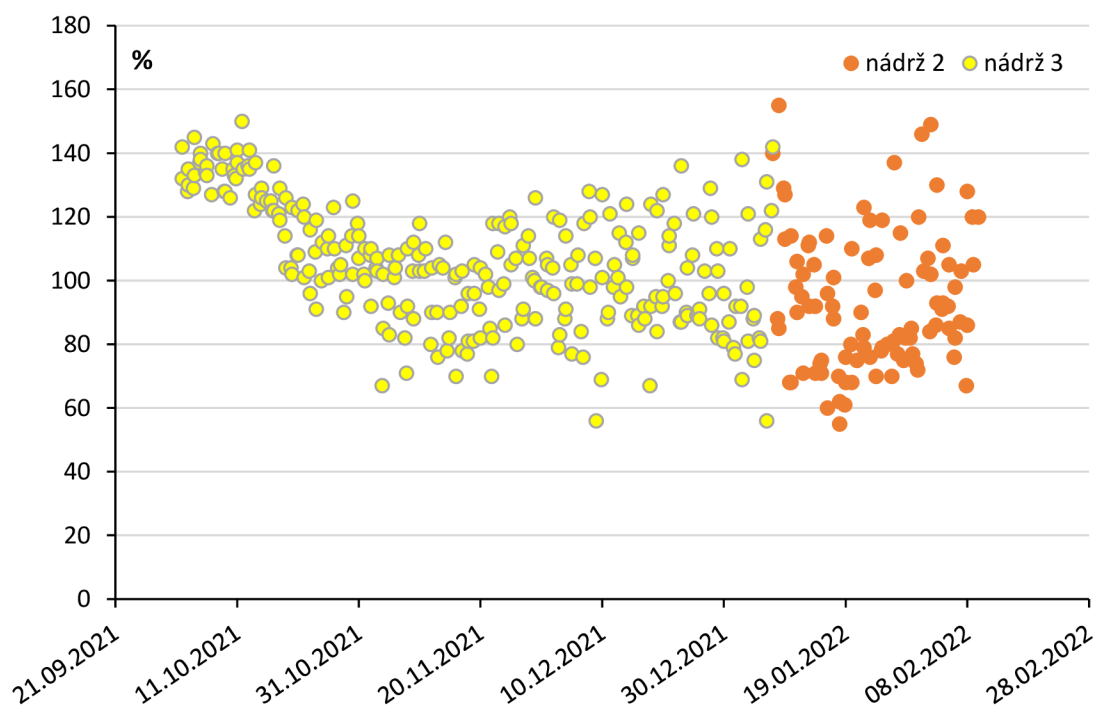
5.1. První fáze odchovu kapra v RAS

Výsledky první fáze byly dosaženy v průběhu 130 dní odchovu. Naměřené hodnoty kvality vody jsou získány měřením na námi využívaném okruhu č. 2. Konkrétně v nádrži č. 3 a po přesazení kapřího plůdku (7. 1. 2022) v nádrži č. 2.

První fáze odchovu však byla provázena problémy s nevhodným krmivem a postupně se zvyšujícím výskytem lordózy u chovaných kaprů.

Kvalita vody

V průběhu 130 dní trvající první fáze byly hodnoty ukazatelů kvality vody v okruhu č. 2 relativně stabilní. Teplota vody v okruhu č. 2 se pohybovala na průměrné hodnotě 20,4 °C. Nejnižší naměřená hodnota v průběhu této fáze byla 19,3 °C a nejvyšší naměřenou hodnotou byla teplota 21,4 °C. Nasycení vody kyslíkem v průběhu první fáze odchovu je zobrazeno v grafu č.1. Hodnota nasycení vody kyslíkem v odchovné nádrži se pohybovala převážně na optimální úrovni nasycení 75–125 %. V ojedinělých případech tato hodnota klesla pod 75 %. Mnohem častěji však docházelo k přesycení vody kyslíkem na 125–150 %. K poklesu nasycení vody kyslíkem pod 50 % v průběhu první fáze nedošlo.



Graf č. 1. Nasycení vody kyslíkem v jednotlivých nádržích v průběhu 1. fáze odchovu v RAS Blatná

Průměrná hodnota pH při ranních měřeních byla 6,89 a při večerních 6,94. V průběhu této fáze hodnota pH neklesla pod 6,5 a nepřekročila 7,25. Hodnota pH byla udržována dávkováním pufrčních činidel. Jejich denní dávky jsou uvedeny v tabulce č. 8. Při sledování forem dusíku (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) rovněž nebyly naměřeny žádné nežádoucí hodnoty. Přehled fyzikálně chemických vlastností vody v průběhu první fáze je uveden v tabulce č. 7.

Tab. č. 7. Hodnoty fyzikálně – chemických parametrů kvality vody v okruhu č. 2 v průběhu první fáze odchovu v RAS Blatná

Parametr	jednotka		1.10.2021	9.11.2021	7.12.2021	7.1.2022	1.10.2021
			8.11. 2021	6.12.2021	6.1.2022	7.2.2022	7.2.2022
počet dní	den		39	28	31	32	130
Teplota	°C	prům.±SD	20,61±0,43	20,24±0,25	20,15±0,24	20,42±0,36	20,38±0,38
		max.	21,40	20,70	20,60	21,10	21,40
		min.	19,40	19,70	19,60	19,30	19,30
pH ráno		prům.±SD	6,95±0,14	6,98±0,09	6,79±0,25	6,82±0,20	6,89±0,20
		max.	7,00	7,00	7,25	7,25	7,25
		min.	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
pH večer		prům.±SD	7,01±0,04	7,00±0,00	6,88±0,20	6,88±0,17	6,94±0,14
		max.	7,25	7,00	7,00	7,00	7,25
		min.	7,00	7,00	6,50	6,50	6,50
NH_4^+	mg.l ⁻¹	prům.±SD	0,04±0,08	0,17±0,15	0,22±0,13	0,12±0,14	0,13±0,14
		n	16	12	13	14	55
		max.	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50
		min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NO_2^-	mg.l ⁻¹	prům.±SD	0,06±0,14	0,23±0,22	0,28±0,17	0,29±0,18	0,21±0,20
		n	16	12	13	14	55
		max.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
		min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NO_3^-	mg.l ⁻¹	prům.±SD	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
		n	6	4	4	5	19
		max.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		min.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. č. 8. Průměrné denní dávky pufrů na okruh č. 2 v RAS Blatná

pufr	jednotka		1.10.2021	9.11.2021	7.12.2021	7.1.2022	1.10.2021
			8.11. 2021	6.12.2021	6.1.2022	7.2.2022	7.2.2022
soda	kg.den ⁻¹	prům.±SD	2,99±0,55	3,61±0,75	4,11±0,96	3,11±1,98	3,42±1,26
vápno	kg.den ⁻¹	prům.±SD	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,88±1,19	0,22±0,70

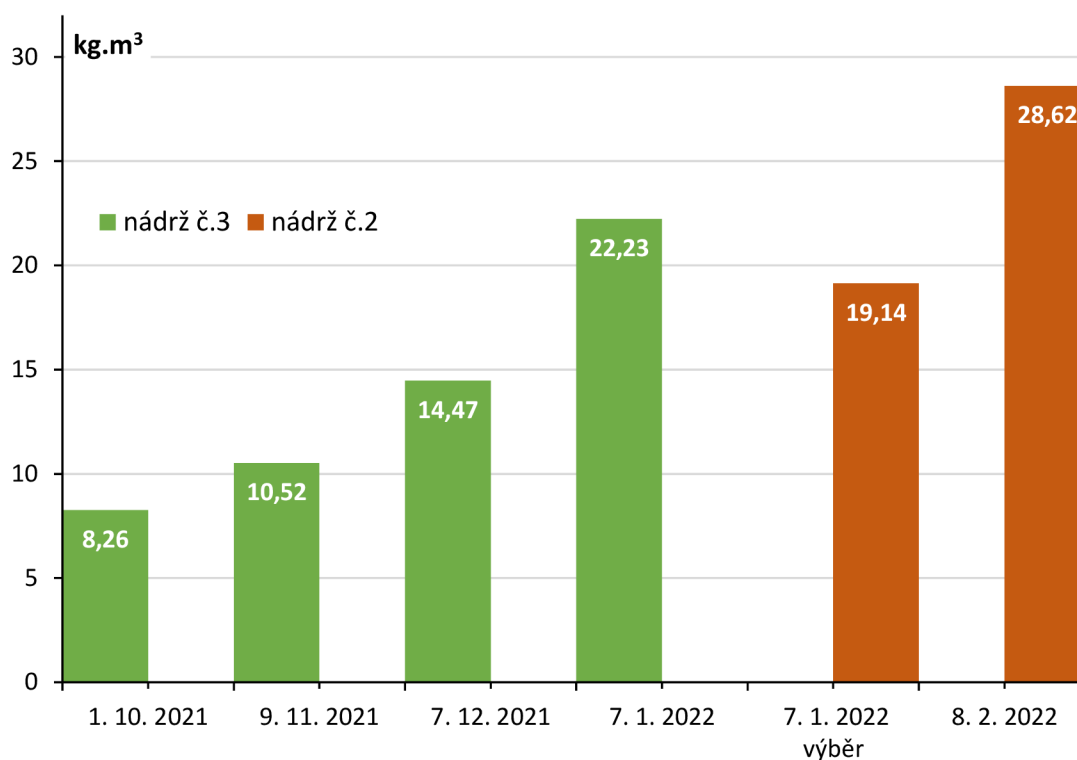
Zootechnické a biometrické výsledky

Zootechnické výsledky první fáze odchovu kapřího plůdku jsou uvedeny v tabulce č. 9. Ztráty v průběhu této fáze dosahovaly velmi nízké úrovně 0,19 %. K ojedinělým úhynům docházelo převážně v důsledku poškození ryb při manipulaci v rámci kontrolních odlovů. Celkový přírůstek biomasy za 130 dní trvající odchov dosahoval hodnoty 222,73 kg, resp. 23,45 kg.m³. Průměrný denní kusový přírůstek dosáhl hodnoty 0,303 g.d⁻¹ a s ním související průměrná hodnota SGR_w za první fázi odchovu dosáhla 1,14 %.d⁻¹. Obě uvedené hodnoty byly však v průběhu odchovu značně rozkolísané. Průměrná hodnota krmného koeficientu dosáhla 1,36. FCR se v průběhu této fáze vyvíjel s klesající tendencí. Za první měsíc odchovu FCR dosáhl poměrně vysoké hodnoty 2,85. V posledním měsíci odchovu této fáze však jeho hodnota poklesla na 1,09, čímž se nejvíce přiblížila požadované úrovni FCR – 1.

Tab. č. 9. Přehled dosažených zootechnických parametrů v první fázi pokusu v RAS Blatná

parametr	jednotka	1.10.2021	9.11.2021	7.12.2021	7.1.2022	1.10.2021
		–	–	–	–	–
		8.11. 2021	6.12.2021	6.1.2022	7.2.2022	7.2.2022
počet dní	den	39	28	31	32	130
Přežití	%	99,93	99,90	100,0	99,99	99,81
přírůstek	kg	21,43	37,60	73,65	90,05	222,73
přírůstek	kg.m ³	2,26	3,95	7,76	9,48	23,45
přírůstek	g.ks ⁻¹	6,51	3,68	13,7	9,63	39,38
přírůstek	g.d ⁻¹	0,167	0,131	0,442	0,301	0,303
SGR _w	%.d ⁻¹	1,15	0,66	1,58	0,66	1,14
SGR _{TL}	%.d ⁻¹	0,36	0,16	0,42	0,33	0,36
FCR		2,85	1,30	1,32	1,09	1,36
FCE		0,35	0,77	0,76	0,92	0,73
FCR/SGR _w		1,95	1,96	0,83	1,66	1,19
PER	g.1gNL ⁻¹	0,73	1,7	1,54	2,12	1,58
NPU	%					25,03
ER	%					26,92
LR	%					82,90

Graf č. 2. znázorňuje vývoj biomasy ryb v odchovné nádrži v průběhu první fáze odchovu. Hmotnost biomasy se za období první fáze zvýšila téměř 3,5krát. Nejvyššího přírůstku bylo dosaženo v posledním měsíci první fáze, kdy se biomasa znásobila 1,5krát. Ani jednou však v průběhu měsíce nedošlo k zdvojnásobení biomasy ryb. Pokles biomasy k datu 7. 1. 2022 po přesazení kapra do nádrže č. 2 je způsoben vytříděním ryb a přesazením pouze střední kohorty kapra do pokračování pokusu.



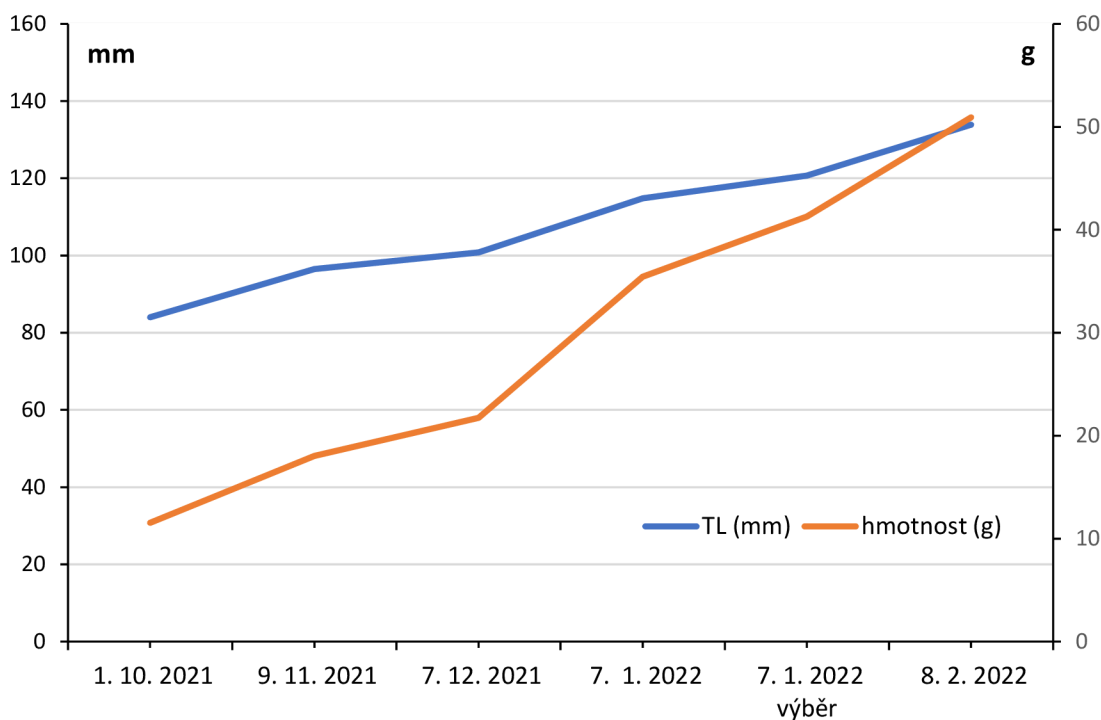
Graf č. 2. Změny biomasy násady kapra v průběhu první fáze odchovu v RAS Blatná

Tab. č. 10. Změny biometrických ukazatelů růstu násady kapra za první části pokusu v RAS Blatná (průměr±SD; median)

Parametr	1.10.2021 nasazení	9.11. 2021	7.12.2021	7.1.2022	7.1.2022 výběr	8.2.2022 ukončení
TL (mm)	84,01±8,29 84,00	96,52±13,57 95,50	100,84±14,28 99,00	114,80±20,07 114,00	120,66±13,62 118,00	133,89±15,81 130,00
Hmotnost (g)	11,54±8,98 10,50	18,05±7,74 16,85	21,73±11,06 19,30	35,43±17,98 31,15	41,29±15,50 37,70	50,92±18,74 44,45
Fultonův koeficient	3,43±0,40 3,47	3,44±0,42 3,40	3,58±0,25 3,56	4,16±0,45 4,12	4,07±0,39 4,02	3,83±0,35 3,87
IV	3,14±0,29 3,10	3,20±0,15 3,20	3,13±0,13 3,12	2,85±0,30 2,89	2,89±0,13 2,88	3,24±0,17 3,23
IŠ (%)	18,23±1,66 17,98	17,64±1,30 17,57	17,64±0,99 17,62	20,45±15,96 18,58	17,81±0,92 17,71	16,60±1,49 16,45

Biometrické ukazatele první fáze jsou uvedeny v tabulce č. 10. Individuální celková délka těla TL se v průběhu první fáze znásobila téměř 1,6krát. V přepočtu se jedná o 59,4 % navýšení délky těla oproti původní délce. Největší průměrný délkový přírůstek, téměř 14 mm, byl zjištěn mezi druhým (7. 12. 2021) a třetím (7. 1. 2022) přelovením. Průměrná individuální hmotnost kapra se znásobila 4,4krát. Nejvyššího průměrného hmotnostního přírůstku 13,7 g bylo dosaženo rovněž mezi výše uvedenými

kontrolními přeloveními. Grafické zpracování vývoje průměrné TL a kusové hmotnosti je zobrazeno v grafu č. 3.



Graf. č.3. Vývoj individuální hmotnosti a délky těla v průběhu první fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

Krmení

V první fázi odchovu bylo kombinovaně podáváno pět typů krmiv o celkové spotřebě 316,15 kg. Množství použitých typů krmiv je zapříčiněno dvěma faktory. Prvním, je použití plovoucího krmiva AC-PS 1,5 mm v průběhu prvních dvou měsíců odchovu, kdy byl v nádrži č. 3 nasazen společně s plůdkem kapra i plůdek amura. Druhým, je přidání krmiva S-Pro MP-T 2,0 mm v druhé polovině této fáze. U plůdku kapra byly totiž od prvního přelovení pozorovány se stále vzrůstajícím trendem deformity páteře – lordóza (graf č. 6). Z důvodu podezření na špatné nutriční složení použitého krmiva (AC-PS 18) a špatnou dostupnost jiných potenciálněji vhodnějších krmiv v předvánočním období, byl jako kompenzace zvolen zmíněný typ krmiva.

Cena přírůstku z důvodu vysoké hodnoty FCR a použití dražší kombinace krmiva v počátku pokusu dosahovala 187,67 Kč.kg⁻¹. V posledním měsíci došlo vlivem poklesu FCR a použitím o něco levnější kombinace krmiv i k poklesu ceny přírůstku na 55,61 Kč.kg⁻¹(Tab. č. 11.)

Tab. č. 11. Produkční charakteristika použitých krmiv v průběhu první fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

parametr	krmivo	1.10.21	9.11.21	7.12.21	7.1.22	1.10.21
		–	–	–	–	–
		8.11. 21	6.12.21	6.1.22	7.2.22	7.2.22
spotřeba krmiva(kg)		59,95	61,75	96,60	97,85	316,15
Podíl krmiv (% z celkové hmotnosti)	AC-PG 18 2 mm	80	34,01		89,17	49,36
	AC-PG 15 2 mm		45,05	62,22		27,78
	BM-IN 1,5 mm	16,61				3,15
	AC-PS 1,5 mm	3,39	20,94			4,82
	S-Pro MP-T 2,0 mm			37,78	10,8	14,88
NL v krmivu (% vážený průměr)		47,73	45,18	49,27	43,37	46,38
Tuk v krmivu (% vážený průměr)		13,24	15,82	11,88	15,36	13,90
Brutto energie v krmivu (% vážený průměr v krmivu)		20,45	20,42	20,38	20,03	20,32
Cena krmiva (vážený průměr Kč.kg ⁻¹)		65,85	57,35	69,61	51,02	61,27
Cena přírůstku – krmivo (Kč.kg ⁻¹)		187,67	74,56	91,89	55,61	80,26

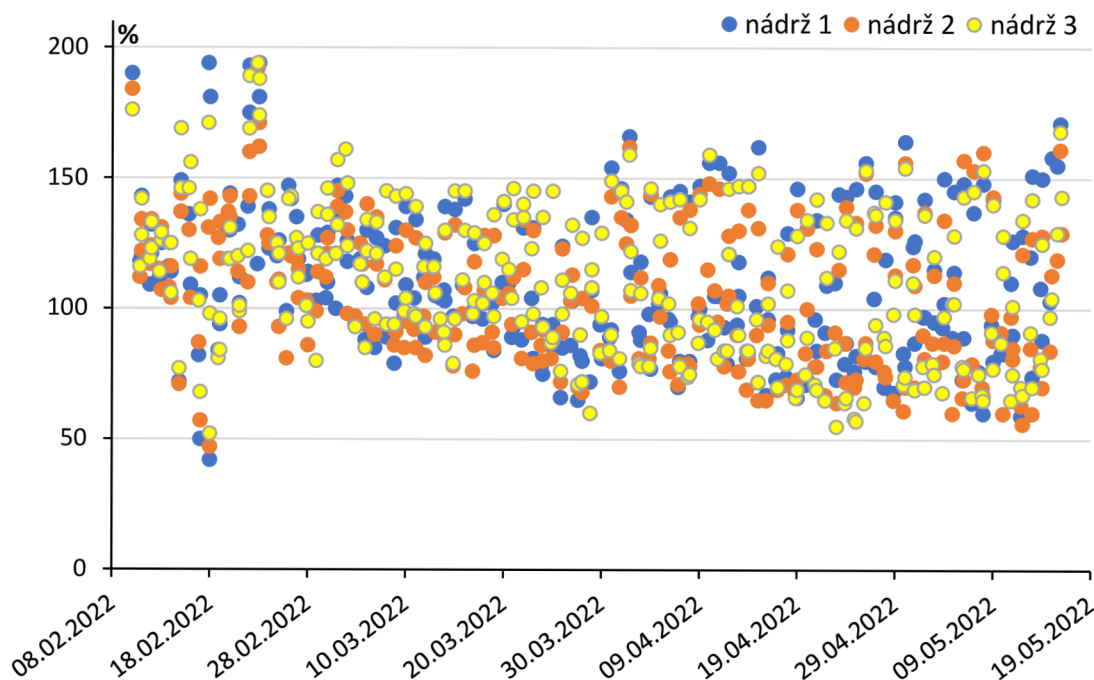
5.2. Druhá fáze odchovu kapra v RAS

Výsledky druhé fáze byly dosaženy v průběhu 99 dní odchovu. Naměřené hodnoty kvality vody jsou získány měřením na námi využívaném okruhu č. 2. Konkrétně na nádržích č. 1, 2 a 3. Druhá fáze odchovu byla zaměřena na krmný pokus. Každá z nádrží byla krmena jiným typem krmení. V nádrži č. 1 byly kapři krmeni krmivem S-CF3, v nádrži č. 2 AA C+M a v nádrži č. 3 AG VS. Všechna použitá krmiva byla určena primárně pro chov kapra.

Kvalita vody

Hodnoty sledující kvalitu vody byly v druhé fázi odchovu rovněž stabilní, bez znatelných výkyvů (viz tab. č. 12). Teplota vody dosáhla průměrné hodnoty 20,63 °C. Nejnižší naměřená hodnota byla 18,80 °C a naopak nejvyšší 21,5 °C. Procento nasycení vody kyslíkem je zobrazeno v grafu č. 4. Stejně jako v první fázi odchovu se nasycení vody kyslíkem ve všech třech odchovných nádržích pohybovalo po většinu odchovu v optimálních hodnotách nasycení 75–150 %. K poklesu nasycení vody kyslíkem pod 50 % došlo pouze v jednom případě, v prvním měsíci této fáze. Tento pokles byl způsoben poruchou na oxygenačním reaktoru. Tato porucha měla za následek čtyřdenní odstávku krmení z důvodu nízkého nasycení vody kyslíkem. Průměrné ranní pH dosahovalo hodnoty 7 a večerní 6,94. Nejnižším naměřeným pH v průběhu druhé fáze byla mírně kyselá hodnota 6,40 a nejvyšší naměřenou hodnotou byla mírně zásaditá hodnota 7,75. Kyselost vody byla upravována dodáváním pufracních látek: sody a vápna.

Průměrné denní dávky pufrů jsou uvedeny v tabulce č. 13. U sledovaných forem dusíku (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) rovněž nebyly naměřeny žádné nežádoucí hodnoty.



Graf č. 4. Nasycení vody kyslíkem v jednotlivých nádržích v průběhu 2. fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

Tab. č. 12: Hodnoty fyzikálně – chemických parametrů kvality vody v okruhu č. 2 v průběhu druhé fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

Parametr	jednotka		8.2.2022	3.3.2022	1.4.2022	8.2.2022
			2.3.2022	31.3.2022	17.5.2022	17.5.2022
počet dní	den		23	29	47	99
Teplota	°C	prům. ±SD	20,73±0,32	20,41±0,59	20,72±0,33	20,63±0,44
		max.	21,40	21,40	21,50	21,50
		min.	20,10	18,80	20,10	18,80
pH ráno		prům. ±SD	6,90±0,30	7,01±0,26	7,05±0,11	7,00±0,22
		max.	7,50	7,75	7,28	7,25
		min.	6,50	6,50	6,83	6,50
pH večer		prům. ±SD	6,93±0,20	6,92±0,20	6,96±0,16	6,94±0,18
		max.	7,25	7,25	7,33	7,33
		min.	6,50	6,50	6,40	6,40
NH_4^+	mg.l ⁻¹	prům. ±SD	0,04±0,03	0,08±0,09	0,26±0,14	0,13±0,14
		n	10	12	13	35
		max.	0,10	0,20	0,50	0,50
		min.	0,00	0,00	0,05	0,00
NO_2^-	mg.l ⁻¹	prům. ±SD	0,27±0,18	0,24±0,13	0,44±0,09	0,34±0,16
		n	10	12	17	39
		max.	0,50	0,50	0,50	0,50
		min.	0,00	0,00	0,20	0,00
NO_3^-	mg.l ⁻¹	prům. ±SD	100,0±0,0	82,50±20,46	83,33±23,57	86,92±20,9
		n	3	4	6	13
		max.	100,0	100,0	100,0	100,0
		min.	100,0	50,0	50,0	50,0

Tab. č. 13. Průměrné denní dávky pufrů na okruh č. 2 v průběhu druhé fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

pufr	jednotka		8. 2. 2022	3. 3. 2022	1. 4. 2022	8. 2. 2022
			–	–	–	–
			2. 3. 2022	31. 3. 2022	17. 5. 2022	17. 5. 2022
soda	kg.den ⁻¹	prům.±SD	1,65±2,74	4,45±2,39	0,49±1,05	1,92±2,61
vápno	kg.den ⁻¹	prům ±SD	1,74±1,90	0,90±1,30	3,28±1,86	2,22±2,02

Zootechnické a biometrické výsledky

Zootechnické výsledky za druhou fázi odchovu jsou uvedeny v tabulce č. 14. Přežití v druhé fázi bylo opět velmi vysoké, ztráty se pohybovaly pouze v desetinách procenta. Přírůstky dosažené v této části odchovu jsou oproti výsledkům z první fáze znatelně lepší. Hodnota celkového přírůstku se mezi prvním a druhým měsícem zdvojnásobila ve všech třech nasazených nádržích. U krmiva typu S–CF3 došlo téměř ke ztrojnásobení této hodnoty. Konečný celkový přírůstek byl však nejnižší u varianty S–CF3 a činil jen 181,75 kg. Hodnoty o 19,5 % vyšší bylo dosaženo u varianty AA C+M s výslednou hmotností 217,5 kg. Nejvyšší celkové hmotnosti 229,95 kg dosáhla skupina krmená AG VS. Celkový přírůstek této skupiny byl o 26,5 % vyšší než u skupiny S–CF3 a o 5,7 % vyšší než u skupiny AA C+M. I přes to byl nejvyšší kusový přírůstek 159,65 g.ks⁻¹ dosažen v druhé fázi u krmné skupiny AA C+M.

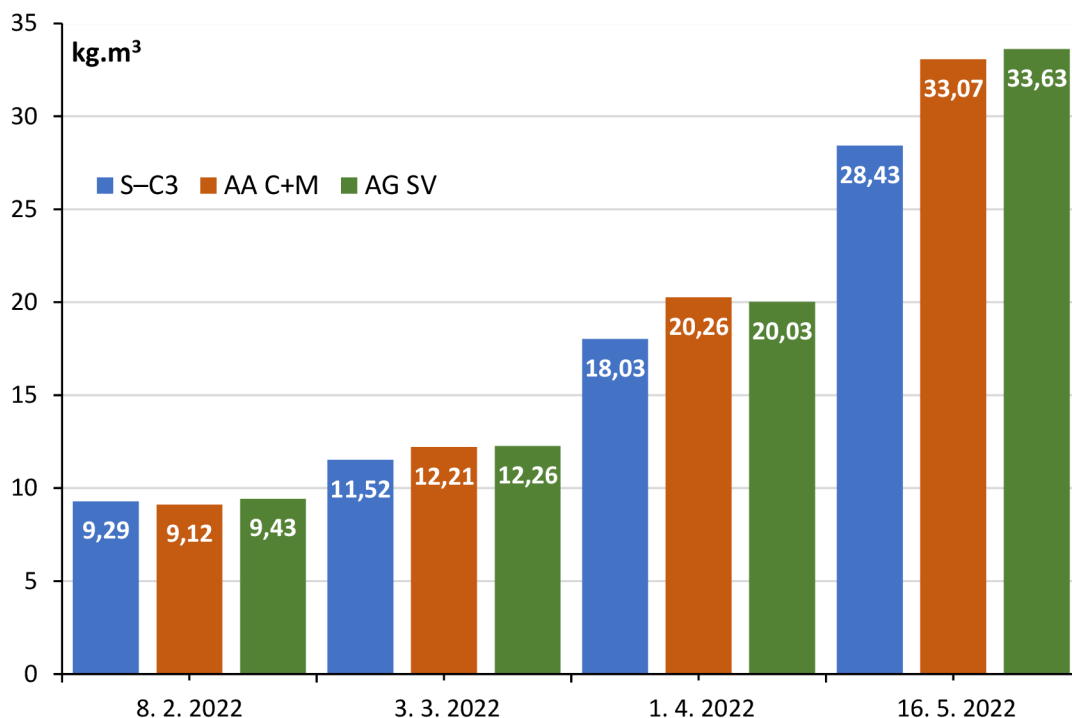
Hodnota FCR byla v průběhu odchovu spíše stabilní s mírně zvyšujícím se trendem. Nejvyšší průměrná hodnota FCR 1,75 byla dosažena u krmiva S–CF3. Naopak nejnižší průměrná hodnota byla zjištěna u krmiva AG VS a to 1,33. Nejnižší zjištěnou hodnotou v průběhu chovu přibližující se požadované hodnotě FCR 1 byla hodnota 1,11 v prvním měsíci odchovu u skupiny krmené AA C+M.

Na konci pokusu bylo dosaženo téměř shodných výsledků u krmiv AA C+M a AG VS. Krmivo S–CF3 mělo v porovnání s dvěma zmíněnými horší výsledky. Zajímavostí je znatelně vyšší hodnota LR u krmiva S–CF3, která dosáhla téměř 160 %. Tato skutečnost je odůvodněna vyšší přeměnou sacharidů na tuk.

Změny biomasy plůdku kapra na m³ v jednotlivých nádržích jsou znázorněny v grafu č. 5. Na začátku druhé fáze byly všechny tři nádrže nasazeny na hustotu cca. 9 kg.m³. Ryby v nádrži krmené S–CF3 zvýšily za druhou fázi svou biomasu třikrát. V nádrži krmené AA C+M se biomasa zvýšila 3,6 krát a obdobné hodnoty bylo dosaženo i v nádrži krmené AG VS.

Tab. č. 14. Přehled dosažených zootechnických parametrů v druhé fázi pokusu v RAS Blatná

parametr	typ krmiva	8.2.2022	3.3.2022	1.4.2022	8.2.2022
		–	–	–	–
		2.3. 2022	31.3.2022	16.5.2022	17.5.2022
počet dní		23	29	45	97
přežití (%)	S–CF3	99,81	99,75	100,00	99,56
	AA C+M	99,68	99,81	99,87	99,34
	AG VS	99,67	99,81	100,00	99,68
přírůstek (kg)	S–CF3	21,10	61,85	98,80	181,75
	AA C+M	29,30	76,50	121,70	227,50
	AG VS	26,95	73,80	129,20	229,95
přírůstek (kg.m ⁻³)	S–CF3	2,23	6,51	10,40	19,14
	AA C+M	3,09	8,05	12,81	23,95
	AG VS	2,83	7,77	13,60	24,20
přírůstek (g.ks ⁻¹)	S–CF3	19,21	44,91	48,26	112,38
	AA C+M	24,18	57,71	77,76	159,65
	AG VS	24,97	41,72	79,16	145,85
přírůstek (g.d ⁻¹)	S–CF3	0,835	1,549	1,072	1,159
	AA C+M	1,051	1,990	1,728	1,646
	AG VS	1,086	1,439	1,759	1,504
SGR_w (%.d ⁻¹)	S–CF3	1,39	1,71	0,78	1,20
	AA C+M	1,69	1,97	1,02	1,46
	AG VS	1,73	1,51	1,14	1,39
SGR_{TL} (%.d ⁻¹)	S–CF3	0,50	0,51	0,29	0,40
	AA C+M	0,56	0,59	0,34	0,47
	AG VS	0,56	0,41	0,41	0,44
FCR	S–CF3	1,61	1,61	1,77	1,70
	AA C+M	1,11	1,30	1,44	1,35
	AG VS	1,20	1,35	1,35	1,33
FCE	S–CF3	0,62	0,62	0,56	0,59
	AA C+M	0,90	0,77	0,70	0,74
	AG VS	0,83	0,74	0,74	0,75
FCR/SGR_w	S–CF3	1,15	0,94	2,27	1,20
	AA C+M	0,65	0,66	1,40	0,92
	AG VS	0,69	0,89	1,18	0,96
PER (g.1gNL ⁻¹)	S–CF3	1,82	1,82	1,65	1,72
	AA C+M	2,78	2,24	1,92	2,16
	AG VS	2,59	2,31	2,46	2,41
NPU (%)	S–CF3				25,73
	AA C+M				30,40
	AG VS				31,78
ER (%)	S–CF3				26,14
	AA C+M				29,60
	AG VS				30,09
LR (%)	S–CF3				159,98
	AA C+M				110,68
	AG VS				110,30



Graf č. 5. Změny biomasy plůdku v průběhu druhé fáze odchovu násady kapra v RAS Blatná

Biometrické ukazatele z druhé fáze odchovu jsou uvedeny v tabulce č. 15. Při prvním přelovení 3. 3. 2022 nebyly mezi jednotlivými nádržemi pozorovány žádné významné rozdíly. Při druhém přelovení byly, mezi jednotlivými skupinami stále minimální rozdíly. Nejvyšších hodnot TL a váhy dosahovala skupina krmená AA C+M. Skupiny krmené S-CF3 a AG VS dosahovaly při druhém měření stále podobných hodnot. K naměření výraznějších rozdílů mezi dvěma zmíněnými skupinami došlo až v samotném závěru pokusu. Nejvyšší kusové hmotnosti 210,51g bylo dosaženo u skupiny krmené AA C+M a došlo tak k nárůstu hmotnosti o 313,5 % ve srovnání s hmotností na začátku 2. fáze. Varianta S-CF3 dosáhla z krmných skupin nejnižší finální kusové hmotnosti 163,30 g s nárůstem o 220,7 % z hmotnosti na začátku 2. fáze. Při vzájemném porovnání byla konečná kusová hmotnost nejtěžší skupiny AA C+M o 128,9 % vyšší než u nejlehčí skupiny S-CF3. Ukazatel IV dosahoval v průběhu celé fáze nejvyšších hodnot u skupiny krmené S-CF3. Zatímco IŠ byl nejvyšší u skupiny krmené AG VS.

Tab. č. 15. Změny biometrických ukazatelů růstu násady kapra za druhou část pokusu v RAS Blatná (průměr±SD; median)

parametr	Typ krmiva	8.2.2022 (nasazení)	3.3.2022	1.4.2022	16.5.2022
TL (mm)	S-CF3		150,13±17,71 150,00	173,97±20,78 ^a 170,00	198,17±25,89 ^a 196,50
	AA C+M	133,89±15,81 130,00	152,28±21,74 146,00	180,61±26,84 ^b 175,00	210,51±32,23 ^b 202,50
	AG VS		152,39±20,24 150,00	171,47±20,47 ^a 170,00	205,93±27,26 ^{a,b} 207,00
hmotnost (g)	S-CF3		70,13±23,80 64,90	114,04±42,61 ^a 105,60	163,30±64,82 ^a 152,90
	AA C+M	50,92±18,74 44,45	75,10±35,80 63,10	132,81±64,65 ^b 116,30	210,57±111,70 ^b 181,20
	AG VS		75,89±32,06 67,25	117,61±46,58 ^a 105,70	196,77±90,41 ^{a,b} 178,90
Fultonův koeficient	S-CF3		3,71±0,40 3,69	3,76±0,34 ^a 3,73	3,62±0,55 ^b 3,60
	AA C+M	3,83±0,35 3,87	3,67±0,33 3,64	3,74±0,49 ^a 3,75	3,58±0,47 ^a 3,59
	AG VS		3,68±0,42 3,68	3,98±0,42 ^b 3,97	3,73±0,41 ^c 3,73
IV	S-CF3		3,26±0,18 ^a 3,25	3,07±0,17 ^a 3,08	3,07±0,32 3,03
	AA C+M	3,24±0,17 3,23	3,21±0,15 ^b 3,22	2,98±0,22 ^b 3,01	3,02±0,25 3,02
	AG VS		3,09±0,15 ^c 3,09	2,91±0,17 ^c 2,91	2,99±0,19 2,98
IŠ (%)	S-CF3		16,78±1,17 ^a 16,78	16,99±1,36 ^a 16,84	17,20±1,56 ^a 17,18
	AA C+M	16,60±1,49 16,45	16,96±1,23 ^a 16,90	17,25±2,22 ^a 17,14	17,74±1,59 ^b 17,48
	AG VS		17,59±1,58 ^b 17,94	17,71±1,14 ^b 17,66	17,95±1,23 ^b 17,89

Krmení

Pro druhou fázi pokusu byla využita krmiva určená primárně pro kapra, čemuž odpovídalo i jejich nutriční složení. Ve srovnání s krmením použitým v první fázi odchovu obsahovala nová krmiva větší množství fosforu vázaného ve stravitelnější formě. Kapr totiž není schopen pro své zásadité trávení bez žaludku dostatečně vstřebávat některé formy fosforu (viz. kapitola o výživě kapra). Produkční výsledky použitého krmiva jsou uvedeny v tabulce č. 16.

Tab. č. 16. Produkční charakteristika použitých krmiv v průběhu druhé fáze pokusu při odchovu násady kapra v RAS Blatná

Parametr	typ krmiva	8.2.22	3.3.22	1.4.22	8.2.22
		– 2.3.22	– 31.3.22	– 16.5.22	– 16.5.22
S–CF3					
spotřeba krmiva (kg)		33,9	99,5	174,95	308,35
podíl krmiv (% z celkové hmotnosti)	S–CF3 3 mm	90,06	100	100	98,91
	AC–PG 18 2 mm	9,04			1,09
NL v krmivu (% vážený průměr)		35,07	34,24	34,24	34,33
tuk v krmivu (% vážený průměr)		6,32	5,32	5,23	5,43
brutto energie v krmivu (% vážený průměr v krmivu)		18,57	18,4	18,4	18,42
cena krmiva (vážený průměr Kč.kg ⁻¹)		37,27	36,00	36,00	36,14
cena přírůstku – krmivo (Kč.kg ⁻¹)		60,00	57,96	63,72	61,44
AA C+M					
spotřeba krmiva (kg)		32,4	99,5	174,95	306,85
podíl krmiv (% z celkové hmotnosti)	AA C 2 mm	89,6	18,29		16,31
	AA M 3 mm		52,16		16,73
	AA M 4,5 mm		29,55	100	65,87
	AC–PG 18 2 mm	10,4			1,09
NL v krmivu (% vážený průměr)		33,2	35,50	36,25	35,65
tuk v krmivu (% vážený průměr)		9,66	8,04	7,83	8,10
brutto energie v krmivu (% vážený průměr v krmivu)		18,03	17,72	17,71	17,75
cena krmiva (vážený průměr Kč.kg ⁻¹)		28,19	26,78	27,00	26,51
cena přírůstku – krmivo (Kč.kg ⁻¹)		31,29	34,81	38,88	35,79
AG VS					
spotřeba krmiva (kg)		32,4	99,5	174,95	306,85
podíl krmiv (% z celkové hmotnosti)	AG VS 2,5 mm	89,6	25,54		32,30
	AG VS 4 mm		74,46	100	66,60
	AC–PG 18 2 mm	10,4			1,10
NL v krmivu (% vážený průměr)		33,22	32,14	32,14	35,65
tuk v krmivu (% vážený průměr)		9,66	8,99	8,99	8,10
brutto energie v krmivu (% vážený průměr v krmivu)		18,51	18,33	18,33	18,35
cena krmiva (vážený průměr Kč.kg ⁻¹)		21,19	15,72	14,95	16,30
cena přírůstku – krmivo (Kč.kg ⁻¹)		25,43	21,22	20,18	21,68

V průběhu druhé fáze pokusu bylo zkrmeno 922,05 kg krmiv. Z toho 308,35 kg bylo zkrmeno v nádrži se skupinou krmenou S–CF3, a po 306,85 kg bylo zkrmeno skupinám AA C+M a AG VS. V prvním měsíci bylo pro postupný přechod na nové krmení přidáváno původní krmení AC–PG 18. S ohledem na cenu krmiv a průměrný FCR v průběhu 2. fáze bylo u skupin krmených AG VS a AA C+M dosaženo relativně přijatelných výsledků. Nejvyšší ceny za kg přírůstku v hodnotě 61,44 Kč.kg⁻¹ bylo dosaženo u skupiny krmené S–CF3. Hlavní příčinou vyšší ceny přírůstku byla samotná cena krmiva (36 Kč.kg⁻¹) a relativně vysoká hodnota FCR (1,7) u této krmné skupiny. Původem vysokého FCR může být nutriční složení krmiva, nebo také použití pelet o stejném průměru (3 mm) v průběhu celého odchovu. Zatímco u ostatních krmiv byla velikost pelet přizpůsobována růstu ryb. Při vzájemném porovnání cen krmiv bylo zjištěno, že krmná skupina AA C+M dosáhla o 58 % nižší ceny za kg přírůstku než krmná skupina S–CF3. Nejlepší ceny za přírůstek, a to 64 % nižší než u S–CF3 bylo dosaženo u krmné skupiny AG VS. Zmíněných výsledků bylo docíleno hlavně díky nízkému FCR (1,33) a nízké ceně použitého krmiva (14,95 Kč.kg⁻¹).

5.3. Komorování kapřího plůdku v rybníku

Souběžně s odchovem kapří násady v RAS v Blatné bylo na zimní období nasazeno stejné množství (6 800 ks) kapřího plůdku pro komorování do rybníka Sirotčí Dolní (0,482 ha). I přes relativně mírnou zimu (2021/2022) bylo přezimování provázáno velmi vysokými ztrátami. Komora byla lovena 21. 4. 2022.

Zootechnické a biometrické výsledky

Při komorování K₁ v rybníce nebylo dosaženo dobrých výsledků. Z původního množství nasazených ryb bylo vyloveno pouze 266 ks K₁ o celkové hmotnosti 2,78 kg. Z toho vyplývá velmi vysoká hodnota ztrát na úrovni 96,09 %. Přesnou příčinu úhynu se bohužel nepodařilo určit. Na vině by mohli být kyslíkové deficity, které zde byly pozorovány rovněž v průběhu vegetačního období. Rybník je pravděpodobně zatížen odpadními vodami z okolní zástavby. V průběhu komorování kapr v průměru ztratil jen 4,59 % váhy. U všech ryb odeslaných na parazitologické vyšetření byl nalezen žábrolíst *Dactylogyrus* sp. a brousilka *Trichodina* sp. Zároveň byla na těle ryb viditelná různá poškození ploutví (obr. č. 11). Biometrické ukazatele z měření komorovaného kapřího plůdku jsou uvedeny v tabulce č. 17.

Tab. 17. Změny biometrických ukazatelů komorovaného kapřího plůdku z rybníku Sirotky Dolní

parametr		1.10.2021 nasazení	21.4.2022 výlov	rozdíl (%)
TL (mm)	průměr±SD	84,01±8,29	83,23±23,63	-0,93
	medián	84,00	83,00	
hmotnost (g)	průměr±SD	11,54±8,98	11,01±3,56	-4,59
	medián	10,50	10,65	
Fultonův koeficient	průměr±SD	3,43±0,40	3,50±0,42	2,04
	medián	3,47	3,45	
IV	průměr±SD	3,14±0,29 ^a	3,37±0,20 ^b	7,32
	medián	3,10	3,36	
IŠ (%)	průměr±SD	18,23±1,66 ^a	16,87±1,03 ^b	-7,46
	medián	17,98	16,97	

**Obr.č.11.** Kapří plůdek z rybníku Sirotky Dolní – jarní výlov (foto J. Regenda)

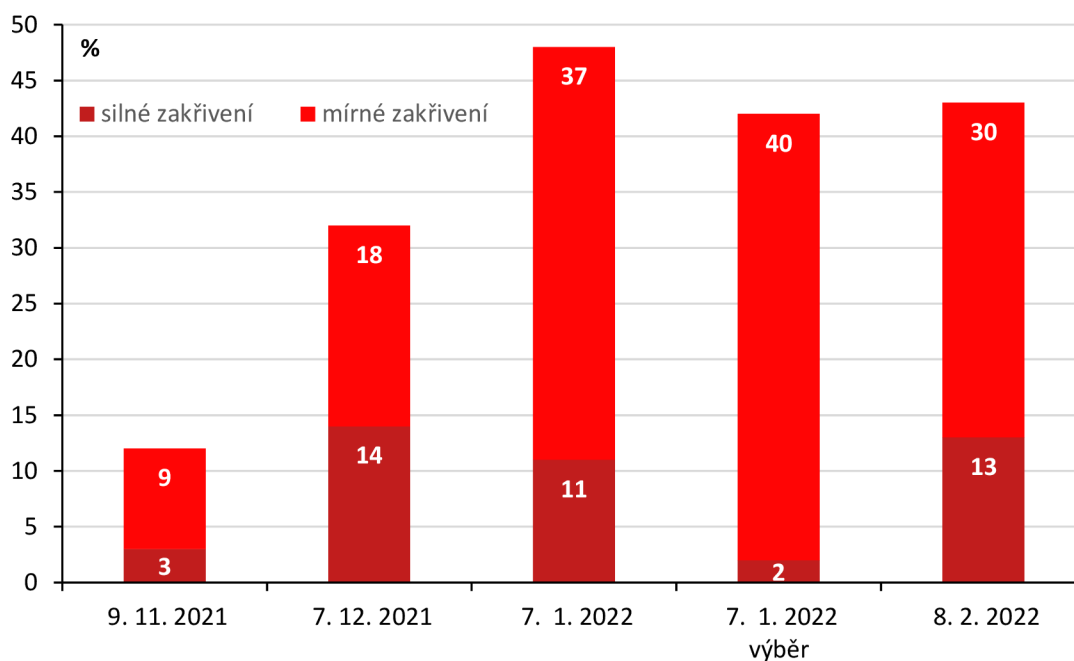
5.4. Zdravotní stav kapra v průběhu odchovu v RAS

Výskyt parazitů nebo jiných původců onemocnění byl v průběhu chovu v RAS minimální. Dobrý zdravotní stav byl udržován pravidelnými preventivními koupelemi za použití Chloraminu B a Persterilu. Pouze ojediněle byl zjištěn výskyt 1 až 2 kusů *Dactylogyrus* sp. U několika kusů ryb byly pozorovány červené tečky, podlitiny nebo drobné krváceniny na ploutvích. Závažnějším problémem v průběhu odchovu v RAS byla minerální dysbalance, která následně zapříčinila zvýšený počet deformit páteře kapra – lordózy.

Vývoj lordózy v průběhu odchovu v RAS

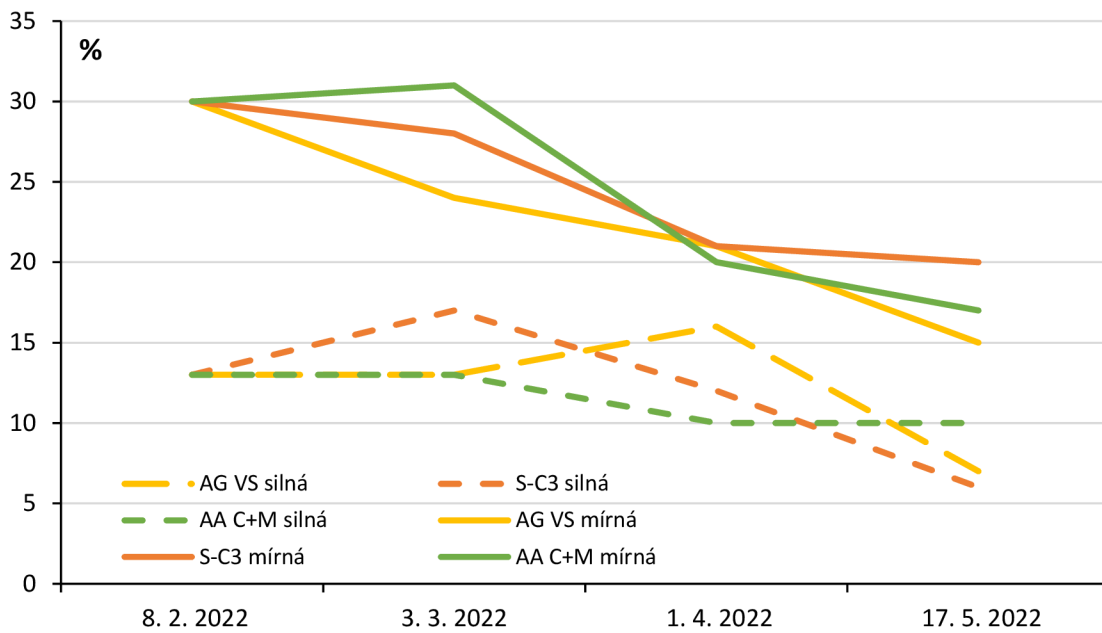
Procentuální zastoupení ryb se zakřivením páteře (lordózou) v průběhu první fáze je znázorněno v grafu č. 6. Intenzita zakřivení páteře byla hodnocena vizuálně. Již při prvním kontrolním odlovu bylo u dvanácti ze sta kontrolovaných ryb zjištěno zakřivení páteře (obr. 12) a u značného množství byla pozorována lordóza v počínajícím stádiu.

Procento zakřivení páteře mělo v průběhu 1. fáze rostoucí tendenci. Do závěru první fáze se procento ryb s lordózou zvýšilo téměř 4krát. Hlavním důvodem bylo použití nevhodného krmiva AC–PG 18. I přes to, že bylo krmivo distributorem nabízeno jako vhodné pro chov kapra, laboratorním rozbořem bylo zjištěno, že obsahuje velmi nízký podíl pro kapra snadno stravitelného fosforu (viz. tab. 18).



Graf č. 6. Vývoj lordózy u násady kapra v průběhu 1. fáze odchovu v RAS Blatná

V druhé fázi na počátku krmného pokusu dosahoval výskyt lordózy u kapřího plůdku relativně vysoké hodnoty 43 %. Vlivem změny výživy v této druhé fázi byl další rozvoj lordózy zastaven a postupně došlo u kontrolovaných ryb dokonce k snížení procenta výskytu deformit páteře. Ke zlepšení došlo převážně v oblasti slabých deformit. Procentuální zastoupení silných deformit páteře, zůstalo až do konce chovu v podstatě bez změny. Vývoj lordózy v druhé fázi pokusu je znázorněn v grafu č. 7.



Graf č. 7. Vývoj lordózy u násady kapra v průběhu 2. fáze odchovu v RAS Blatná v závislosti na typu krmiva



Obr. č. 12. Kapří plůdek s lordózou (foto J. Regenda)

Vliv forem fosforu na vývoj lordózy

Laboratorním rozbohem byly v použitém krmení stanoveny formy fosforu uvedené v tabulce č.18.

Tab. č.18. Obsah fosforu v použitých krmivech dle laboratorního rozboru

typ krmiva	fosfor celkový	fosfor anorganický		fosfor anorganický snadno rozpustný		
	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	% z P _{celk.}	g.kg ⁻¹	% z P _{celk.}	% z P _{anorg.}
AC-PG 15	10,98	8,454	76,99	2,734	24,90	32,34
AC-PG 18	16,99	13,17	77,52	4,54	26,72	34,47
AC-PS	13,12	10,84	82,62	4,491	34,23	41,43
BM-IN	12,70	9,83	77,40	3,181	25,05	32,36
S-Pro MP-T	10,14	6,405	63,17	2,678	26,41	41,81
S-CF (3 mm)	10,62	4,239	39,92	2,332	21,96	55,01
S-CF (4,5 mm)	10,34	4,741	45,85	2,372	22,94	50,03
AA-C	12,58	7,049	56,03	5,443	43,27	77,22
AA-M	13,55	7,852	57,95	6,648	49,06	84,67
AG-VS (2,5 mm)	13,95	10,64	76,27	4,995	35,81	46,95
AG-VS (4,0 mm)	14,50	9,458	65,23	6,046	41,70	63,92

Nejprve byl stanoven celkový fosfor, který zahrnuje jak organicky, tak anorganicky vázaný fosfor. Ze zjištěného anorganického fosforu bylo určeno množství snadno rozpustného fosforu. Tato složka obsahuje pro kapra dobře stravitelné formy fosforu HPO_4^{2-} a H_2PO_4^- . Z výsledků rozboru je znatelné, že všechna použitá krmiva obsahovala dostatečné množství celkového fosforu, ale hodnoty pro kapra skutečně stravitelného fosforu jsou převážně u krmiv z první fáze relativně nízké. Na základě tohoto výsledku bylo zjištěno, že použitá krmiva byla určena spíše pro odchov pstruha, i přes to, že byla jejich distributorem uváděna jako vhodná pro krmení kapra. Kapr však svým zásaditým trávením bez žaludku nebyl schopen obsažené formy fosforu vstřebat v potřebném množství. Z důvodu nízkého obsahu rozpustných forem a tím způsobeného nedostatku fosforu využitelného pro mineralizaci kostí, docházelo ke vzniku zmíněných lordóz.

5.5. Ekonomické výsledky odchovu v RAS

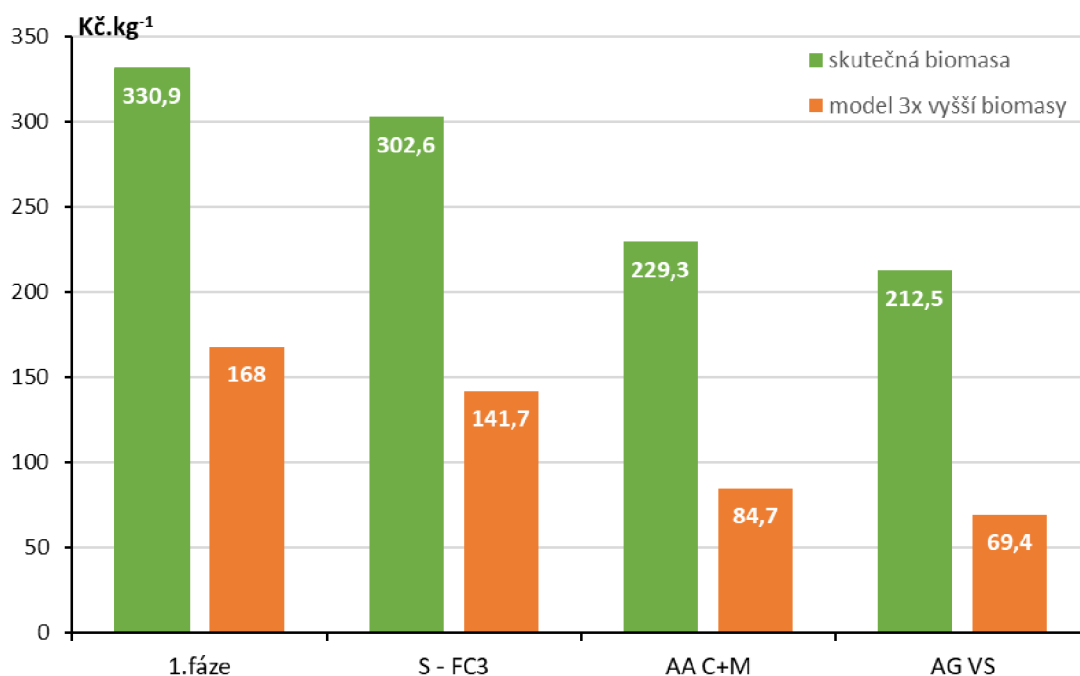
Náklady potřebné pro provoz jedné nádrže v okruhu č. 2, bez započtení ceny krmiva, jsou uvedeny v tabulce č. 19 a pohybovaly se od 385,3 (listopad) do 476,2 Kč.d⁻¹ (únor). Nejvyšší podíl na nákladech je zastoupen pracovními náklady zahrnujícími převážně mzdy a obecně pracovní náklady. Tato skupina tvoří 41,98 % z celkových nákladů z okruhu č. 2. Druhou nejdražší položkou jsou odpisy tvořící 14,2 % nákladů. Třetí položku v pořadí tvoří elektřina, která zabírá podíl 10,45 % nákladů. Náklady za ohřev vody se nachází na úrovni 6,09 % celkových nákladů a cena za vodu dopouštěnou do systému pouze na 3,53 %.

Tab. č. 19. Struktura provozních nákladů na provoz okruhu č. 2 RAS v Blatné za období 1.10.202 – 17.5.2022 (v %)

položka	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	průměr
pracovní náklady	44,48	43,44	42,10	40,93	40,82	40,12	40,55	43,41	41,98
elektřina	9,49	9,04	10,49	9,25	10,50	11,46	11,23	12,17	10,45
topení – plyn	4,48	6,90	7,40	9,43	6,27	8,33	5,70	0,22	6,09
kyslík	3,39	3,34	3,89	5,26	7,40	5,67	7,73	6,95	5,45
voda	3,74	3,66	3,54	3,44	3,44	3,38	3,41	3,65	3,53
odpisy	15,05	14,70	12,24	13,85	13,81	13,57	13,72	14,69	14,20
režie	9,82	9,60	9,30	9,04	9,02	8,86	8,96	9,59	9,27
spotřební materiál	5,83	5,69	5,52	5,36	5,35	5,26	5,31	5,69	5,50
preventivní koupele, úprava pH	1,94	1,89	1,83	1,78	1,78	1,75	1,77	1,89	1,83
ostatní	1,78	1,74	1,69	1,64	1,63	1,61	1,62	1,74	1,68
náklady na 1 nádrž (Kč.den⁻¹)	394,7	383,5	417,0	428,9	476,2	437,6	447,3	404,4	423,7

Po sumarizaci nákladů za použité krmivo a provoz nádrže byly vypočteny náklady potřebné na přírůstek jednoho kilogramu ryb. Tyto náklady jsou uvedeny v grafu č. 9. Pro první fázi tak byly zjištěny náklady na úrovni 330,9 Kč.kg⁻¹. V druhé fázi byla nejnižší cena zjištěna u krmné skupiny AG VS. Náklady u této skupiny dosahovaly 212,5 Kč.kg⁻¹. O něco vyšší cena byla zjištěna u krmné skupiny AA C+M. Zde se náklady na přírůstek pohybovaly na úrovni 229,3 Kč.kg⁻¹. Nejvyšší ceny bylo dosaženo u skupiny krmené S-FC3. Zde se náklady pohybovaly na 302,6 Kč.kg⁻¹. Vysoké náklady na přírůstek vznikly převážně z důvodu nízké biomasy ryb nasazené pro pokus a z toho vyplývajícího nízkého přírůstku. Hranice biomasy pro pokrytí nákladů na provoz nádrže byla při uvažované ceně 78 Kč.kg⁻¹ kapra vypočtena na úroveň 100 kg.m³. V našem pokusu však bylo vlivem nízkého počtu nasazených kusů kapra do pokusu dosaženo

biomasy pouze 34 kg.m³. Z tohoto důvodu byl vytvořen model trojnásobné obsádky, který je uveden též v grafu č. 8. Se ztrojnásobením obsádky by zároveň došlo i k ztrojnásobení nákladů na krmiva. Provozní náklady na nádrž, které tvoří většinový podíl na celkových nákladech, se však výrazněji nezmění. K mírnému nárůstu nákladů by došlo pouze v ohledu na spotřebu kyslíku. Z vytvořeného modelu tak vyplývá, že cena za přírůstek biomasy by v první fázi pokusu poklesla téměř o polovinu na 168 Kč.kg⁻¹. V druhé fázi pokusu by nejlepší náklady za přírůstek dosáhla skupina AG VS. Tato skupina by v trojnásobné obsádce dosáhla výše nákladů 69,4 Kč.kg⁻¹. S ohledem na výše uvedenou uvažovanou prodejní cenu by tak jako jediná skupina dosáhla nižších nákladů na kg přírůstku, než je samotná uvažovaná prodejní cena. Skupina S-FC3 s cenou 141,7 Kč.kg⁻¹ ani skupina AA C+M se znatelně nižší cenou 84,7 Kč.kg⁻¹ by tak nedosáhly rentabilní ceny.



Graf č. 8. Náklady na přírůstek 1 kg kapra v první a druhé fázi odchovu v RAS Blatná v porovnání s modelem 3krát vyšší biomasy

6. Diskuse

Úroveň přežití v průběhu našeho experimentu dosahovala velmi dobrých výsledků. V první fázi odchovu dosáhla úroveň přežití 99,81 %. K ojedinělým úhynům docházelo převážně z důvodu poškození ryb při kontrolním přelovení. V druhé fázi byla nejnižší zjištěná úroveň přežití u skupiny AA C+M a to 99,34 %. Z čísel je tak znatelné, že v průběhu našeho experimentu nedošlo k žádnému výraznějším úhynu. Při porovnání s dostupnými zdroji dokonce zjistíme, že takto vysoké úrovně přežití nebylo dosaženo v žádném z uvedených chovů. Nejsrovnatelnější úroveň přežití s našim experimentem uvádějí Rümmler a kol. (2011) z průtočného systému na oteplené vodě u Schwarze Pumpe. V průběhu zimního odchovu v letech 2008–2009 zde úroveň přežití dosáhla hodnoty 99,6 %. Pokud bychom však počítali s průměrným přežitím za tříleté období v letech 2007–2010, úroveň přežití byla poněkud nižší a to 90 %. Zajímavé rozdíly rovněž plynou při porovnání našeho pokusu s odchovem v RAS v Neiden, který uvádějí Rümmler a kol. (2006). V průběhu let 2001–2005 bylo v Neiden zdokumentováno pět odchovných cyklů. Úroveň přežití se v těchto cyklech pohybovala mezi 92–96 %. Pouze v letech 2002–2003 došlo ke vzniku vyšších ztrát, a tak přežití dosahovalo pouze 81 %. Pokud tyto výsledky z Neiden porovnáme s původně plánovaným přežitím, které mělo dosahovat 90 %, nejedná se o špatné výsledky. Při srovnání s výsledky našeho odchovu však vzniká znatelnější rozdíl. Hlavní rozdíl v přežití v uvedených německých chovech a námi zdokumentovanými ztrátami bude nejspíš v technickém stavu odchovného systému, resp. kvalitě vody. Námi provedený experiment nebyl provázen většími technickými problémy, s výjimkou poruchy oxygenačního reaktoru na začátku druhé fáze. Tato porucha však byla relativně rychle vyřešena a zapříčinila pouze několikadenní výpadek krmení. Z technických příčin tak nedošlo ke vzniku výraznějších ztrát. Zajímavostí je, že odchov v systému Schwarze Pumpe byl poznamenán rovněž poruchou oxygenace. Zde se však, s ohledem na vyšší biomasu ryb v odchovném systému, vzniku ztrát nepodařilo zabránit. Úhyny zdokumentované v průběhu odchovu v RAS v Neidenu, mohly být též ovlivněny častými technickými problémy (oxygenace, kvalita vody). Pokud se podíváme na klecové chovy v Polsku zjistíme, že je zde dosahováno mnohem nižší úrovně přežití než v předchozích chovech. Filipiak a kol. (1995) uvádí přežití při odchovu násad v klecových chovech na úrovni pouze 63 %. Na první pohled se tak jedná o hodnotu srovnatelnou s přežitím, které uvádí i Kubů (1984) pro polo – intenzivní odchov násad v rybnících. Podle autora se přežití

v polo – intenzivní akvakultuře pohybuje od 62 do 90 %. Nutno však podotknout, že výše uvedené intenzivní odchovy v Německu a Polsku jsou nasazovány spíše kategorií K_r , případně podzimním K_1 . Odchov tak probíhá v prvním roce produkčního cyklu. Naproti tomu pro polo – intenzivní odchov násad nasazujeme jarní K_1 a odchov probíhá až v druhém vegetačním období. Konkrétně do klecových chovů na oteplené vodě v Polsku je podle Filipiak a kol. (1995) nasazován K_r o váze 2–3 g zatímco do ostatních výše zmíněných chovů je nasazován plůdek kapra ve vyšší váhové kategorii, ideálně nad 30 g.ks^{-1} . Jednou z hlavních příčin vysokých ztrát v Polském odchovu na klecích tak bude nejspíš malá velikost plůdku kapra při nasazení na klece. K tomuto tvrzení může směřovat i skutečnost, že nejvyšší ztráty v klecových chovech jsou pozorovány v první části odchovu od nasazení do 35 g.ks^{-1} .

Hmotnost násad kapra při nasazení do polo – intenzivního rybníčního chovu se na konci druhého roku obvykle pohybuje v rozmezí $200\text{--}600 \text{ g.kg}^{-1}$. Při využití intenzivních odchovů v průběhu první zimy jsme však schopni této hmotnosti dosáhnout již za první rok chovatelského cyklu. Při nasazování našeho experimentu v Blatné byla očekávána koncová hmotnost ryb mezi $400\text{--}500 \text{ g.ks}^{-1}$. Na konci první fáze odchovu, trvající čtyři měsíce, bylo dosaženo průměrné hmotnosti pouze 50 g.ks^{-1} . Tato hmotnost nebyla pro dosažení požadované hmotnosti za zbývající tři měsíce příliš optimální. Pokud by však došlo za každý zbývající měsíc k zdvojnásobení hmotnosti ryb, mohlo být dosaženo alespoň 400 g hranice. V závěru pokusu však byla nejvyšší průměrná hmotnosti ryb jen 210 g.ks^{-1} a dosáhla jej skupina krmená AA C+M. O něco nižší průměrné hmotnosti 196 g.ks^{-1} pak dosáhla skupina krmená AG VS. Nejnižší hodnota byla zjištěna u skupiny krmené S-CF3. Tato krmná skupina dosáhla v průměru pouze 163 g.ks^{-1} . Plánované hodnoty tak nebylo dosaženo ani u jedné z krmných skupin. Pokud vybereme nejtěžší skupinu z našeho pokusu a porovnáme ji s klecovými chovy v Polsku, zjistíme, že bylo dosaženo přibližně stejné finální hmotnosti. Zatímco však naše krmná skupina AA C+M dosáhla této hmotnosti za 227 dní odchovu, Filipiak a kol. (1995) uvádějí, že na klecích je hmotnosti K_2 200 g.ks^{-1} obvykle dosaženo až po cca 300 dnech odchovu. Náš výsledek tak byl dosažen za kratší chovné období, především díky vyšší teplotě vody. Při porovnání našeho pokusu s výsledky z průtočného systému Schwarze Pumpe vznikají výraznější rozdíly. Podle Rümmler a kol. (2011) byly v průtočném systému nejlepší výsledky získány v zimním odchovu mezi lety 2010–2011. Za 236 dní zde kapr dorostl do finální hmotnosti 575 g.ks^{-1} . Tato hodnota je získaná za téměř totožný čas odchovu a převyšuje hmotnost naší krmné skupiny AA C+M téměř dvakrát. Z technického hlediska nejlépe srovnatelným systémem s naším experimentem je odchov násad v RAS v Neiden

v Německu. Zde bylo nejvyšší zdokumentované hmotnosti dosaženo v zimě 2004–2005. V průběhu zmíněného zimního odchovu bylo za 221 dní dosaženo průměrné hmotnosti 592 g.ks^{-1} . Opět tak docházíme k závěru, že bylo za téměř totožnou dobu odchovu získáno více jak dvakrát vyšší hmotnosti ryb než na konci našeho pokusu. Nutno však zmínit, že při odchovu v systému Schwarze Pumpe byl u výše uvedeného chovu použit plůdek vážící téměř 30 g.ks^{-1} . Pro RAS v Neiden byl v odchovu v letech 2004–2005 použit dokonce plůdek o hmotnosti 50 g.ks^{-1} . V našem pokusu tak nebylo dosaženo pouze nízké konečné hmotnosti ryb, ale v porovnání s odchovy z Německa byla relativně nízká i startovací váha ryb při nasazení do pokusu. Nasazený totiž byly ryby o průměrné hmotnosti pouze $11,54 \text{ g.ks}^{-1}$. Nižší kusová hmotnost na konci námi provedeného experimentu tak byla způsobena především pomalejším růstem v první fázi pokusu, vlivem malé počáteční kusové hmotnosti. Malá ryba totiž v absolutním vyjádření přirůstá v méně. Toto tvrzení lze podpořit výsledkem odchovu v Neiden, který byl zdokumentován v zimě 2003–2004. Počáteční kusová hmotnost nasazených ryb byla 20 g.ks^{-1} a na konci 223 dní trvajícího odchovu násada kapra dorostla průměrné hmotnosti 197 g.ks^{-1} . Tyto výsledky lze považovat za velmi blízké výsledkům, získaným v našem pokusu.

Nízká nebyla pouze individuální hmotnost nasazených ryb, ale i zvolená biomasa. Množství námi nasazených ryb do RAS bylo omezeno s ohledem na plánovanou potřebu násady kapra k nasazení rybníků použitých pro následný rybníční odchov. Nasazení nádrží v okruhu č. 2 (objem $9,5 \text{ m}^3$) na plnou kapacitu by znamenalo produkci násady kapra v násobně větším objemu, než bylo skutečně zapotřebí. Nasazeno tak bylo pouze $8,26 \text{ kg.m}^3 \text{ K}_1$. Na konci první fáze našeho experimentu tato biomasa dosáhla úrovně $28,62 \text{ kg.m}^3$. V druhé části pokusu bylo nejvyšší biomasy dosaženo v nádrži krmené AG VS a to $33,63 \text{ kg.m}^3$. V porovnání s výsledky z RAS v Neiden, které uvádí Rümmler a kol. (2006) se jedná o relativně nízkou biomasu. Při odchovu v letech 2003–2004, který se nejvíce blíží podmínkám našeho pokusu, byla konečná biomasa o 20 kg.m^3 vyšší než biomasa na konci našeho experimentu. V ostatních výsledcích z odchovu násady kapra v RAS v Neidenu však bylo dosaženo mnohem vyšší biomasy, pohybující se na úrovni 100 kg.m^3 . Náš výsledek můžeme rovněž porovnat s průtočným systémem u tepelné elektrárny Jänschwalde v Německu z roku 2008, kdy přírůstek podle Rümmler a kol. (2011) dosahoval biomasy 120 kg.m^3 . Při srovnání s klecovými chovy v Polsku, pro které Gruziur a kol. (2003) uvádí přírůstek $100\text{--}120 \text{ kg.m}^3$, dojdeme opět k značnému rozdílu jednotlivých biomas. Nesmíme však zapomenout na skutečnost, že pro druhou část pokusu byly ryby rozděleny do tří

samostatných nádrží. Pokud bychom tedy počítali s ponecháním celé obsádky z první fáze v jedné nádrži a podáváním krmiva AG VS. Mohlo by být dosaženo konečné biomasy na úrovni 100 kg.m^3 . Tato hodnota by již byla s uvedenými zahraničními chovy srovnatelnější.

Při porovnání průměrného krmného koeficientu z našeho pokusu a krmnými koeficienty z ostatních zdokumentovaných chovů zjistíme, že se FCR pohyboval v relativně přijatelných hodnotách. V první fázi našeho pokusu krmný koeficient dosáhl průměrné hodnoty 1,36. I přes to, že v prvním měsíci byl FCR na značně nepříznivé hodnotě 2,85. Tato vysoká hodnota mohla být způsobena adaptací ryb původem z rybníku na podmínky a režim odchovu v RAS. V průběhu následujících dvou měsíců FCR poklesl na hodnoty okolo 1,3. V posledním měsíci krmný koeficient dosáhl hodnoty 1,09, čímž se přiblížil k námi očekávané hodnotě 1. Přesný důvod, proč ke zlepšení hodnoty FCR došlo, je obtížné určit. Ovlivnění přesazením plůdku amura do nádrže č. 9 nebo kombinováním různých typů krmení se ze získaných výsledků zdá jako málo pravděpodobné. Svou roli mohla hrát zvyšující se váha a velikost chovaných ryb, resp. ukončení jejich adaptace na nové podmínky. Se zvyšující se váhou totiž postupně došlo ke zlepšení hodnoty FCR a po vytrídění ryb k 7. 1. 2022 FCR poklesl na výše uvedenou hodnotu 1,09. V druhé fázi odchovu se FCR napříč skupinami pohyboval na podobné úrovni jako v první fázi. Výjimkou byla krmná skupina S-CF 3, kde krmný koeficient dosáhl hodnoty 1,7. Naopak nejnižší hodnoty FCR 1,33 bylo dosaženo u krmné skupiny AG VS. Blízké úrovně dosáhla krmná skupina AA C+M, kde se FCR pohyboval na úrovni 1,35. Pokud se zaměříme na ostatní diskutované odchovné systémy. Hodnoty FCR uvedené Rümmler a kol. (2006) z odchovů v RAS v Neiden nepoklesly pod úroveň 1,5. Krmný koeficient v zde zdokumentovaných letech dosahoval úrovně od 1,6 do 2,2. Při porovnání našich výsledků s výsledky uváděnými Rümmler a kol. (2011) z odchovného systému Schwarze Pumpe zjistíme, že hodnoty FCR za roky 2007–2009 rovněž neklesly pod hodnotu 1,5. Jeho hodnoty se pohybovaly v rozsahu 1,68–1,95. Nižší hodnoty, než byla získána v našem pokusu, bylo dosaženo teprve v letech 2009–2010. Tato hodnota FCR se pohybovala na úrovni 1,25. V případě klecových chovů v Polsku uvádí Filipiak a Trzebiatowski, (1989) krmný koeficient na úrovni 1,75. S výjimkou krmné skupiny S-CF 3 tak bylo v našem pokusu dosaženo lepších hodnot FCR než ve většině uváděných intenzivních chovů. I přes to, by však mělo být možné dosáhnout poněkud nižších hodnot FCR.

V první fázi našeho pokusu byly hodnoty SGR_w v závislosti na menším přírůstku relativně nízké. V druhém a čtvrtém měsíci odchovu se tyto hodnoty dokonce pohybovaly shodně na úrovni pouze $0,66 \% \cdot d^{-1}$. Nízké hodnoty však byly mírně vykompenzovány hodnotami $1,15 \% \cdot d^{-1}$ v prvním a $1,59 \% \cdot d^{-1}$ ve třetím měsíci odchovu. Průměrná hodnota SGR_w na konci první fáze tak dosáhla $1,14 \% \cdot d^{-1}$. V druhé fázi odchovu vykazovaly hodnoty SGR_w o něco lepší výsledky. V závěru druhé fáze byla nejvyšší hodnota SGR_w zjištěna u krmné skupiny AA C+M a to $1,46 \% \cdot d^{-1}$. Hodnota u krmné skupiny AG VS byla pouze nepatrně nižší a dosahovala $1,39 \% \cdot d^{-1}$. Nejnižší hodnota byla zjištěna opět u skupiny S-CF3 a to $1,20 \% \cdot d^{-1}$. Hodnota zjištěná u skupiny S-FC 3 se však nejvíce blíží výsledkům udávaným z odchovů na průtočném systému Schwarze Pumpe a dokonce převyšuje hodnoty z recirkulačního systému v Neiden. Nejvyšší dosažená hodnota SGR_w u prvně jmenovaného totiž čítala pouze $1,27 \% \cdot d^{-1}$. Avšak při porovnání s výsledky z Neiden se jedná stále o přijatelnou hodnotu. Zde byla totiž nejvyšší zjištěná hodnota SGR_w pouze $1,08 \% \cdot d^{-1}$. Na základě porovnání výsledků dosažených v rámci našeho pokusu s literaturou lze říct, že námi docílená specifická rychlost růstu byla srovnatelná, resp. i vyšší (např. AA C+M a AG VS).

V souvislosti s uvedenými hodnotami FCR, SGR_w a přírůstků stojí za zmínku pokus uváděný Sadowským a kol. (1998) zaměřený na frekvenci podávání krmiv. Krmení bylo podáváno kontinuálně 18 h denně. Použito bylo peletované krmivo s obsahem 47,2 % bílkovin 17,5 % tuků a 22,2 MJ hrubé energie. Za 37 dní bylo dosaženo: FCR 1,01; SGR_w $7,01 \% \cdot den^{-1}$ a přírůstku biomasy $67,2 kg \cdot m^3$. Jedná se o velmi zajímavý poznatek, který by bylo dobré v následujících odchovech otestovat a případně využít. V průběhu našeho experimentu byla denní krmná dávka podávána ručně pouze ve třech dávkách: ráno, v poledne a večer. Výhoda kontinuálního krmení může být obsažena v neustálém příjmu potravy v malých dávkách. Ryby tak mají průběžně zaplněný zažívací trakt, čímž se vyhneme výrazným rozdílům mezi fázemi krmení – trávení. Navíc Rümmler a kol. (2006) zmiňují výhodu kontinuálního krmení v rovnoměrném zatížení biofiltru odpadními metabolity a zbytky krmiv. Biofiltr by tak teoreticky mohl snést větší množství krmiv než při nárazovém zatížení krmivy.

Pokud bychom mezi sebou měli porovnat pouze krmné skupiny z druhé části našeho pokusu zjistíme, že nejslabších výsledků dosáhla skupina krmná S-CF3. Hlavním důvodem pro tyto výsledky může být nedostačující složení krmiva, nebo použitá velikost pelet – stejná po celou dobu odchovu (jen 3 mm). Na možný nedostatek ve výživě poukazuje i nejvyšší hodnota retence tuku u této skupiny. V porovnání nutričního složení

krmiva S–CF3 s ostatními krmivými však není znát žádný výraznější rozdíl s výjimkou nižšího obsahu snadno rozpustných forem fosforu ve zmíněném krmivu. Rozdíl však lze nalézt v některých komponentech, které jsou v použitém krmivu obsaženy. Krmivo S–CF3 obsahuje oproti AA M a AG VS kukuřičný gluten. Naopak krmivo S – CF 3 je oproti dvěma zmíněným krmivům ochuzeno o přidání drůbeží moučky. Vliv těchto komponentů na růst je však i pro nedostatek informací o jejich zastoupení v krmivu obtížné zhodnotit.

Celý odchov na RAS v Blatné byl provázen problémy s nadměrným výskytem lordózy. Již v prvních měsících od zahájení experimentu byl u 11 % ryb pozorován zvýšený výskyt deformit páteře. Na konci první fáze to bylo již 43 %. Jako příčina bylo určeno špatné složení krmiva v první části experimentu. Konkrétně nedostatečné množství pro kapra stravitelného fosforu. Nakamura (1982) uvádí za optimální množství fosforu 7–8 g.kg⁻¹ krmení, zatímco Nvana a kol. (2010) uvádějí tuto dávku o něco nižší a to 6,7 g.kg⁻¹ krmiva. I přes to, že použité krmivo AC–PG 18 tyto hodnoty v celkovém obsahu fosforu dokonce přesahovalo (16,99 g.kg⁻¹), množství stravitelného fosforu v krmivu bylo pouze 4,54 g.kg⁻¹. Obsah snadno stravitelných forem v použitém krmení tak nesplňoval nutriční požadavky kapra. Důsledkem tohoto deficitu došlo k nízké mineralizaci kostí a tím k nárůstu počtu lordóz u chovaných ryb. Navzdory tomu, že distributor uváděl krmivo v katalogu krmiv vhodných pro kapra, bylo nutriční složení vhodné spíše pro lososovité ryby s kyselým trávením nežli pro kapra se zásaditým trávením bez žaludku. Pro druhou fázi odchovu tak byla vybrána krmiva, která měla lépe splňovat nutriční požadavky kapra. Z rozborů krmiv použitých v druhé fázi odchovu byly u typu AG VS a AA M zjištěny hodnoty stravitelného fosforu, blízké se nutričním požadavkům. Konkrétně 6,046 g.kg⁻¹ v krmivu AG VS a 6,648 g.kg⁻¹ v krmivu AA M. O něco nižší hodnota byla zjištěna v krmivu AA C, zde byla hodnota stravitelného fosforu 5,443 g.kg⁻¹. Krmení AA C, bylo použito z důvodu menší velikosti pelet v rámci prvních dvou měsíců odchovu u skupiny AA C+M. S ohledem na podávané množství, tvořilo toto krmivo pouze 16 % z celkového množství krmení v této skupině. Velmi nízká hodnota stravitelného fosforu však byla zjištěna v krmivu S–CF3. Zde byl obsah stravitelných forem pouze 2,332 g.kg⁻¹. Zajímavostí je, že i přes tento rozdíl složení krmiv v druhé fázi, nebyl mezi jednotlivými skupinami pozorován výrazný rozdíl ve výskytu lordózy.

Díky problémům s lordózou však byl zjištěn zajímavý poznatek. Z provedených laboratorních rozborů použitých krmiv, byly zjištěny určité neshody, mezi nutričním složením deklarovaným výrobcem a skutečným složením zjištěným při rozboru.

Tyto rozdíly byly konkrétně pozorovány převážně mezi uváděným a skutečným obsahem vápníku. Největší rozdíl v obsahu tohoto prvku byl zjištěn u krmiva AC-PS 1,5 kde se oproti uváděnému obsahu 23 g.kg⁻¹ nacházelo pouze 10,2 g.kg⁻¹ vápníku. V druhé fázi pokusu byl pak zjištěn nejvyšší rozdíl mezi udávaným a skutečným obsahem vápníku u krmiva typu AA C. Skutečný obsah vápníku zde byl o 5,755 g.kg⁻¹ nižší než ve složení, které bylo uvedené výrobcem. U ostatních složek krmiva jako je obsah hrubého proteinu, tuků, sacharidů, popela a vlákniny se rozdíl obvykle pohyboval pouze v rozmezí 2–4 %.

Pokud se zaměříme na ekonomické zhodnocení odchovu násady kapra v RAS Blatná, zjistíme, že v průběhu našeho experimentu nebyly získané hodnoty příliš příznivé. V první části odchovu dosahovaly náklady za přírůstek 330,9 Kč.kg⁻¹. Z této ceny zahrnovaly 24 % náklady na spotřebované krmění. Zbytek ceny byl tvořen náklady na provoz odchovné nádrže. V druhé fázi pokusu byl na nákladech za přírůstek zaznamenán mírný pokles. I přes to však byly náklady na přírůstek stále velmi vysoké. Nejvyšších nákladů za přírůstek 302,6 Kč.kg⁻¹ bylo dosaženo u skupiny S-CF3. Naopak nejnižší náklady na přírůstek 212,5 Kč.kg⁻¹ byly pozorovány u krmné skupiny AG VS. Mezi těmito hodnotami se nacházela krmná skupina AA C+M s náklady na přírůstek 229,3 Kč.kg⁻¹. S ohledem na téměř shodné náklady za provoz odchovných nádrží, byl rozdíl cen mezi skupinami tvořen převážně náklady za spotřebované krmění. Při vzájemném porovnání skupin S-CF3 se skupinami AG VS a AA C+M zjistíme, že se na rozdílu cen projevila převážně vyšší hodnota FCR a z toho vyplývající vyšší spotřeba krmiv na přírůstek. V celkovém pohledu byla jako hlavní příčina vysoké ceny za přírůstek určena nízká hmotnost biomasy ryb v odchovných nádržích. Z důvodu nízkého nasazení nebyla využita kapacita chovné nádrže. Z toho vyplývá, že množství ryb odchovaných v rámci pokusu nebylo schopné pokrýt náklady potřebné pro provoz odchovných nádrží. Pokud porovnáme výslednou cenu za kilogram u skupiny AG VS s uvažovanou prodejní cenou 78 Kč.kg⁻¹ dojdeme k závěru, že cena námi odchovaných ryb je 2,83krát vyšší než samotná tržní cena. Zajímavé výsledky získáme i při porovnání nákladů naší skupiny AG VS s náklady vzniklými při odchovu v RAS v Neiden. Rummler a kol. (2006) uvádí, že náklady vzniklé v průběhu odchovu dosahovaly 7 €.kg⁻¹. V přepočtu tak náklady vychází na úrovni 223 Kč.kg⁻¹. Tato hodnota je velmi blízká hodnotě získané z našeho pokusu. Jak hodnotu z Neiden, tak hodnotu z našeho chovu je však nutné s ohledem na prodejní cenu kapra považovat za velmi vysokou. Pokud bychom však nasadili vyšší biomasu ryb, bylo by možné dosáhnout příznivějších ekonomických výsledků. Se zvýšením biomasy sice dojde k souběžnému zvýšení nákladů za použité krmění. Náklady na provoz nádrže se však výrazněji nezmění. Dojde tak k rozložení nákladů mezi větší biomasu ryb, a tak i k poklesu jednotkové ceny za přírůstek. Pokud vybereme

skupinu AG VS s nejlepšími výsledky a použijeme pro ni 3krát vyšší biomasou ryb, dojde k snížení nákladů na přírůstek na úroveň 69,4 Kč.kg⁻¹. Tato hodnota je již s ohledem na výše uvedenou tržní cenu přijatelnější. Biomasu ryb v námi použitém systému bychom takto měli být schopni zvýšit až na úroveň 150–170 kg.m³, čímž by došlo ještě k lepší ekonomice chovu.

Pokud se pokusíme o komplexní srovnání intenzivních a tradičních chovů, můžeme konstatovat, že průtočné odchovy na odpadní oteplené vodě mají nespornou výhodu v nižších pořizovacích nákladech z důvodu jednoduššího technického vybavení (absence biofiltru, ozonizace). Z informací získaných při experimentu v Blatné také lze usoudit, že oproti recirkulačním systémům by při využití průtočného systému mohlo dojít k snížení nákladů o cca. 20 %. Průtočné systémy však skrývají i dvě zásadní nevýhody. Jedná se o kolísavé dodávky oteplené vody z důvodu nestabilního provozu tepelných elektráren. Druhou nevýhodou je omezení při výběru lokality pro stavbu průtočného systému. Z důvodu závislosti na zdroji oteplené vody je prostor pro stavbu takových systémů značně omezen. Oproti tomu recirkulační systémy jsme s trochou nadsázky schopni postavit téměř kdekoli, kde nalezneme dostatečně vydatný a bezpečný zdroj vody. Zároveň jsme schopni v systémech RAS udržet mnohem stabilnější podmínky pro chov než v průtočných systémech. Hlavní nevýhodou recirkulačních systémů je však vysoká pořizovací a provozní cena. Na ceně provozu se z velké míry podepisují náklady na obsluhu systému (cca. 40 %). Pro větší složitost systému je třeba obsluhy s většími znalostmi provozní technologie a téměř nepřetržitého dozoru. Při srovnání intenzivních odchovů a polo – intenzivního odchovu kapříků násad se zdá, že většina výhod se nachází na straně intenzivních systémů. V intenzivních chovech jsou dle zjištěných informací získávány vyšší kusové hmotnosti a přírůstky za kratší časové období. Zároveň je v intenzivních odchovech možno dosáhnout mnohem nižších ztrát než v rybníčních odchovech. To je ovlivněno převážně vyšší kontrolovatelností odchovných objektů a snazší reakcí na případné vzniklé problémy. U rybníčních odchovů je tato kontrola značně omezena. Výhodou intenzivních systémů je též minimální plocha potřebná pro získání totožného množství násad v porovnání s rybníčními chovy. Rybníční chovy mají však nespornou výhodu v dostupnosti odchovných zařízení, náročnosti odchovu a v neposlední řadě v nákladech potřebných pro jejich provoz. Mezi výhody polointenzivního chovu nesmíme zapomenout zařadit ani menší náročnost ryb na podávanou výživu. Zatímco v intenzivních chovech musíme klást značný důraz na nutriční složení krmiv, podmíněné vyšší cenou směsí. V polointenzivním rybníčním chovu je značná část potřeb ryb pokryta přirozenou potravou a ryby jsou tak na rozdíl od krmení v intenzivních systémech pouze příkrmovány.

7. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnocení a porovnání intenzivních chovů používaných pro odchov násad kapra a tradiční metody polointenzivního odchovu. Na základě informací z dostupné literatury a vlastního pokusu zaměřeného na odchov násad kapra, který proběhl mezi 1. 10. 2021 až 16. 5. 2022 v recirkulačním systému v Blatné byly odvozeny následující závěry:

- Využitím intenzivního odchovu na speciálních zařízeních v průběhu první zimy je možné docílit zkrácení běžného chovatelského cyklu o jeden až dva roky.
- Nasazením ryb na zimní odchov do speciálních zařízení můžeme výrazně snížit ztráty v prvním roce odchovu.
- Využitím odpadní oteplené vody by mohlo dojít k snížení nákladů na provoz o 20 %. Obtížné je však získání stabilního zdroje.
- Při odchovu násad kapra na speciálních zařízeních, bez přísunu přirozené potravy je třeba klást zvýšený důraz na nutriční složení podávaného krmiva, a neopomíjet ani obsažené formy fosforu.
- Důležitým faktorem, pro získání vyšších přírůstků a zajištění ekonomiky odchovu v RAS je počáteční hmotnost nasazených ryb. Při plánování odchovu by tak bylo dobré připravovat kapří plůdek pro nasazení do RAS, již od počátku odchovu K_0 , případně ryby před nasazením třídít a nasazovat spíše odrostlejší jedince, min. 30 g.ks^{-1} , ideálně však 50 g.ks^{-1} .
- Lepších výsledků by mohlo být dosaženo při kontinuálním podávání krmiv pomocí automatických krmítek namísto ručního krmení ve třech denních dávkách.
- Nasazením vyšší biomasy ryb a její udržování v nádrži na úrovni 100 až 150 kg.m^3 docílíme lepší finanční rentability chovu.

Pokud bychom měli na základě získaných informací vybrat optimální metodu pro intenzivní odchov násad kapra v podmínkách českého rybářství. S ohledem na podmínky odchovu, zootechnické výsledky a možnost umístění se jako nejdostupnější jeví využití recirkulačních systémů. Toto rozhodnutí však výrazně naráží po ekonomické stránce. Z tohoto důvodu bude nejspíš ještě nějakou dobu dominovat odchovu násad na našem území tradiční polo–intenzivní odchov.

Návrh optimální metody intenzivního odchovu násady kapra v RAS pro podmínky českého rybářství

Po prostudování výše zmíněných intenzivních metod o odchovu násad kapra mi jako nejoptimálnější vychází odchov v RAS. V tomto systému je totiž možné udržet stabilní podmínky pro chov a zároveň nejsme výrazněji omezeni lokalitou pro vybudování takového systému. Experimentem v Blatné bylo potvrzeno, že použití této metody pro odchov násad kapra je možné. Pro optimalizaci odchovu je však nutné se zaměřit s ohledem na ekonomickou stránku na následující faktory. Pro podzimní nasazení do RAS je potřeba využít větších velikostí K_r o váze min. $30\text{--}50 \text{ g.kg}^{-1}$. Takové ryby se rychleji adaptují na nové prostředí a jsou schopny vyšších přírůstků. Větší plůdek může přijímat i pelety větší velikosti ($2,5\text{--}3 \text{ mm}$), kterých je na trhu větší nabídka. S každou přijatou partikulí tak rovněž přijme i větší množství živin. Plůdek pro odchov v RAS je tak vhodné připravovat již od nasazení K_0 do plůdkových výtažníků. Zde by bylo vhodné využít např. metodu s přelovením, případně nasazení menšího počtu K_0 . Při samotném nasazení do RAS je nutné použití vyšší vstupní obsádky, než bylo nasazeno do našeho experimentu. V podmínkách RAS Blatná je na místě vstupní nasazení nádrže na okruhu č. 2 ($9,5 \text{ m}^3$) biomasou $50\text{--}60 \text{ kg.m}^3$. Po dosažení biomasy 150 kg.m^3 je vhodné tuto obsádku rozesadit do více nádrží pro zajištění dalšího prostoru pro růst. Udržením vyšší biomasy snížíme náklady na přírůstek a zlepšíme tak ekonomiku chovu. Nutné je se také zaměřit na výběr vhodného krmiva pro odchov kapra. Takové krmivo by mělo obsahovat dostatečné množství proteinů ($33\text{--}35 \%$) a tuků ($8\text{--}12 \%$). Nesmí se však opomenout ani správný obsah stravitelných forem minerálů, převážně pak fosforu, který by měl být obsažen v snadno vstřebatelné formě na úrovni $7\text{--}8 \text{ g.kg}^{-1}$. Konkrétně by se dalo na základě výsledků našeho experimentu považovat z produkčního hlediska za vhodné krmivo AA-C, AA-M, případně AG VS. Při výběru krmiva je však potřeba zohlednit rovněž jeho aktuální cenu (nejvýhodnější je AG VS). V rámci optimalizace chovu by bylo také vhodné kontinuální podávání krmiv, např. $12\text{--}18$ hodin denně, pomocí automatických krmítek, namísto tří dávkového ručního krmení.

8. Seznam použité literatury

- Adámek, Z., (2010). Aplikovaná hydrobiologie. 2., rozš. upr. vyd. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybníkářství a ochrany vod. 350 s.
- Balogum, M., (1995). The prospects of indigenous alternative feed resources for carp culture in Nigeria. *Aquaculture*. 129, s. 391
- Craig, S., Helfrich, L., Kuhn, D., & Schwarz, M. H., (2017). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. Virginia Cooperative Extension, Publication 420–256.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., (1998). Rybníkářství. 3. vyd. Informatorium, Praha, s. 38–94.
- Dabrowski, K., Hinterleitner, S., Sturmbauer, C., El-Fiky, N., & Wieser, W., (1988). Do carp larvae require vitamin C?. *Aquaculture*, 72(3-4), s. 295-306.
- Das, A. K., Vass, K. K., Shrivastava, N. P., & Katiha, P. K., (2009). Cage culture in reservoirs in India. *Handbook, WorldFish*. 24 s.
- Dubský, K., (1998). Základy chovu kapra. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. s. 13–17.
- Dubský, K. (2015). Chov ryb v rybnících: pro stavební zaměření. Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie. s. 87–90.
- Eckhardt, O., Becker, K., a Günther, K. D., (1983). Zum Protein-und Energiebedarf wachsender Spiegelkarpfen (*Cyprinus carpio* L.) III. Zulage von Rohprotein bei unterschiedlichen Energiegehalten mit Ersatz von Stärke durch Fett. *Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernährung und Futtermittelkunde*, 49(1-5), s. 249-259.
- Eisert, Z.,(2008). Využití obilovin k přikrmování kapra na rybnících Rybníkářství Lomnice nad Lužnicí. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 69 s. Vedoucí práce Petr Hartvich.
- Faina, R., (1983). Využívání přirozené potravy kaprem v rybnících. *Edice, Metodik, VÚRH, Vodňany*, č. 8., 17 s.

Filipiak, J., (1997). Białko i lipidy w żywieniu karpia (*Cyprinus carpio* L.) – Broszura 176, Wyd. IRS, Olsztyn.

Filipiak, J., Trzebiatowski, R., Sadowski J., (1995) Rybactwo. Akademia rolnicza w Szczecinie, s. 196–2015.

Flik, G., Fenwick, J. C., Kolar, Z., Mayer-Gostan, N., & Bonga, S. E. W., (1986). Effects of low ambient calcium levels on whole-body Ca^{2+} flux rates and internal calcium pools in the freshwater cichlid teleost, *Oreochromis mossambicus*. *Journal of experimental biology*, 120(1), s. 249–264.

Flik, G., Van Der Velden, J. A., Dechering, K. J., Verbost, P. M., Schoenmakers, T. J., Kolar, Z. I., & Bonga, S. E. W., (1993). Ca^{2+} and Mg^{2+} transport in gills and gut of tilapia, *Oreochromis mossambicus*: a review. *Journal of Experimental Zoology*, 265(4), s. 356–365.

Flik, G., Verbost, P. M., & Bonga, S. E. W., (1995). 12 calcium transport processes in fishes. In *Fish physiology*. Academic Press, Vol. 14, s. 317–342

Füllner, G., Langner, N., Pfeifer, M., (2000). Ordnungsgemäße Teichwirtschaft im Freistaat Sachsen. Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Fischerie – Königswarta, Germany, 66 s.

Gela, D., Kocour, M., Rodina, M., Flajšhans, M., Beránková, P., & Linhart, O. (2009). Technologie řízení reprodukce kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.). *Edice, Metodik, VÚRH, Vodňany*, č. 99, 43 s.

Göthling, U., a Knösche, R., (1987). Zur Rolle der Bewirtschaftung und einiger Wasserparameter bei der Satzfishproduktion im geschlossenen Kreislauf. *Zeitschrift für die Binnenfischerei der DDR* 34, s. 283–288.

Guziur, J., Białowąs, H., a Milczarzewicz, W., (2003). Rybactwo stawowe w stawach karpowych, urządzeniach przemysłowych oraz małych zbiornikach śródlądowych. *Oficyna Wydawnicza "Hoża"*. s. 197–215

Halver, J. E., Hardy, R. W., (2002). *Fish nutrition*. Third Edition, Academic Press, Elsevier Science, 824 s.

Hanssen, R. G., Aarden, E. M., van der Venne, W. P., Pang, P. K., & Bonga, S. E. W., (1991). Regulation of secretion of the teleost fish hormone stanniocalcin: effects of extracellular calcium. *General and comparative endocrinology*, 84(1), s. 155–163.

Hartman, P., a Regenda, J., (2016). Praktika v rybníkářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, FROV, s. 40–132.

Hossain, M., A., (2000). Essentiality of dietary calcium supplement in redlip mullet *Liza haematocheila*. Review, *Aquaculture Nutrition*, 6(1), 11 s.

Hossain, M. A., a Yoshimatsu, T. (2014). Dietary calcium requirement in fishes. *Aquaculture nutrition*, 20(1), s. 1–11.

Janeček, V., a Příkryl, I., (1982). Chov násadových a tržních kaprů v intenzifikačních rybnících. Edice, Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 2, 21 s.

Jirásek, J., a Mareš, J. (2001). Výživa a krmení raných vývojových stadií kaprovitých ryb. *Bulletin, VÚRH, Vodňany*, 37(1).

Jirásek, J., Mareš, J., Zeman, L., (2005). Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. MZLU, Brno, 70 s.

Kaushik, S., J., (1995). Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carpe culture. *Aquaculture*, 129, s. 225–241.

Kim, J. D., Breque, J., a Kaushik, S. J., (1998). Apparent digestibilities of feed components from fish meal or plant protein based diets in common carp as affected by water temperature. *Aquatic Living Resources*, 11(4), s. 269-272.

Knösche, R. a Rümmler, F., (1990). Entwicklung eines Verfahrens zur Satzfischproduktion in Warmwasseranlagen mit Rundbecken und Sauerstoffbegasung. *Forschung und Entwicklungsbericht des Instituts für Binnenfischerei, Berlin*, 33 s.

Knösche, R. a Rümmler, F., (1998), *Intensive Aquakultur. Vorlesungsskript Humboldt, Universität Berlin*, s. 313–444.

Kubů, F., (1984). Organizace chovu kapra. Edice, Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 13, 14 s.

Kutty, M. N., a Pillay, T. V. R. (2005). *Aquaculture: principles and practices. Aquaculture International*, s. 83–91.

Lall, S. P., a Kaushik, S. J. (2021). Nutrition and metabolism of minerals in fish. *Animals*, 11(09), 2711, 41 s.

Lusk, S., a Krčál, J., (1988). Příkopové rybníčky. Edice, Metodik, VÚRH, Vodňany, č. 28, 17 s.

Mareš, J., & Burleová, J., (1983). Rybářská technologie II. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství v Praze, 256 s.

Mareš, J., Novotný, L., & Palíková, M., (2015). Akvakultura – základy výživy a krmení ryb. Mendelova univerzita v Brně, s. 8–44.

Nakamura, Y., & Yamada, J., (1980). Effects of dietary calcium levels, Ca/P ratios, and calcium components on the calcium absorption rate in carp. Výzkumná zpráva Fakulty rybářství Univerzity Hokkaido, 31(4), s. 277–282.

Nakamura, Y., (1982). Effects of dietary phosphorus and calcium contents on the absorption of phosphorus in the digestive tract of carp. Journal of the Fisheries Society of Japan, 48(3), s. 409–413.

National Research Council., (1993). Nutrient requirements of fish. National Academies Press. National Academy Press, Washington, DC, 114 s.

Nwanna, L. C., Kühlwein, H., & Schwarz, F. J., (2010). Phosphorus requirement of common carp (*Cyprinus carpio* L) based on growth and mineralization. Aquaculture Research, 41(3), s. 401–410.

Ogino, C. & Takeda, H., (1976) Mineral requirements in fish. III. Calcium and phosphorus requirements in carp. Fisheries Sci., 42, s. 793–799

Ogino, C., & Chen, M. S., (1973). Protein nutrition in fish. 5. Relation between biological value of dietary proteins and their utilization in carp. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 39(9).

Ohta, M., & Watanabe, T., (1996). Dietary energy budgets in carp. Fisheries science, s. 745–753

Penman, D. J., Gupta, M. V., & Dey, M. M., (2005). Carp genetic resources for aquaculture in Asia (Vol. 1727). WorldFish, s. 25–33.

Regenda, J., (2015). Je současné rybníkářství intenzivním nebo extenzivním chovem?. Veronica(2), s. 8 – 12. ISSN 1213 - 0699

Robinson, E. H., Rawles, S. D., Brown, P. B., Yette, H. E., & Greene, L. W., (1986). Dietary calcium requirement of channel catfish *Ictalurus punctatus*, reared in calcium-free water. *Aquaculture*, 53(3-4), s. 263–270.

Rümmler, F., Pfeifer, M., Jährling, R., Rank, H., Weichler, F., & Schiewe, S. (2011). Emissionen der Warmwasserfischzucht. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 102 s.

Rümmler, F., Wedekind, H., & Pfeifer, M. (2006). Berichte aus der Fischerei. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, s. 1–52.

Sadowski, J., Filipiak, J., & Trzebiatowski, R., (1998). Effects of different duration of feeding on results of carp (*Cyprinus carpio*) fry cage culture in cooling water. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 1(1), 02, 8 s.

Schreckenbach, K., Steffens, W., & Zobel, H., (1987). Technologien, Normen und Richtwerte der Fischproduktion. Institut für Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen, 180 s.

Schwarz, F. J., Oberle, M., & Kirchgessner, M., (1995). Nutrient content of zooplankton in carp ponds. *Aquaculture*, 129(1-4), 255 s.

Sinha, V. R. P., (1981). Integrated synergic approach to aquaculture. Resource management and optimization. New York, USA, 1 (4)

Sinha, V. R. P. (1985). Integrated carp farming in Asian country. Billard R. and J. Marcel.(ed.). *Aquaculture Cyprinids*, INRA Paris, s. 377-390.

Soltan, M., (2016). Cage culture of freshwater fish. Technical Report, 19 s.

Suprayudi, M. A., Amrillah, M. F. Q. B., Fauzi, I. A., & Yusuf, D. H., (2022). Growth performance of common carp, *Cyprinus carpio* fed with different commercial feed in cirata reservoir cage culture system. In *IOP Conference Series, Earth and Environmental Science* (Vol. 1033, No. 1, p. 012009). IOP Publishing, 7 s.

Šilhavý, V., Hule, M., Pokorný, J., Hartman, P., Berka, R., Andreska, J., Vácha, F., Stupka, P., Linhart, O., Mareš, J., Dubský, K., Vávře, K., Pánský, K., (2015). Naše rybníkářství. Rybníkářské sdružení České republiky, České Budějovice, s. 73–80

Takeuchi, T., Satoh, S., & Kiron, V., (2002). Common carp, *Cyprinus carpio*. In Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. Wallingford UK, CABI Publishing, s. 245–261.

Takeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C., (1979). Availability of carbohydrate and lipid as dietary energy sources for carp. *Nippon Suisan Gakkaishi* 45, s. 977–998

Trzebiatowski, R., & Filipiak, J., (1989). Wintering of juvenile (*Cyprinus carpio* L.) carp in cooling water. *Akademia rolnicza w Szczecinie*, 14 s.

Urbánek, M., (2009). Vliv příkrmování na produkční ukazatele a kvalitu masa tržních kaprů. *Disertační práce. ZF JU České Budějovice*.

Woynarovich, A., Bueno, P. B., Altan, O., Jeney, Z., Reantaso, M., Xinhua, Y., & Van Anrooy, R., (2011). Better management practices for carp production in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations, s. 126–131.

9. Abstrakt

Odchov násady kapra v intenzivní akvakultuře

Kapr obecný (*Ciprinus carpio*, L.) je typickou rybou rybničních chovů. V produkčním rybářství však lze nalézt i intenzivní odchovné systémy zaměřené na chov této ryby. Převážně pak na odchov kapřích násad v zimním období. Takové systémy byly provozovány například v Polsku nebo Německu. V Polsku bylo využíváno klecových chovů umístěných na kanálech napájených oteplenou vodou z tepelných elektráren (Dolna Odra, Konin–Gosławice). V Německu bylo z důvodu vysokých ztrát na K_1 a K_2 způsobených kormoránem v průběhu přezimování, přistoupeno k obdobnému způsobu odchovu. Využívaly se odchovy v průtočných systémech (Schwarze Pumpe, Jänschwalde) a recirkulačních systémech (Neiden). Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit a porovnat uvedené intenzivní chovy násad kapra v zahraničí s polo–intenzivním odchovem násady kapra používaným v ČR. Zároveň byl v rámci bakalářské práce proveden experiment v recirkulačním systému v Blatné, zaměřený na zimní odchov násad kapra v prvním roce chovatelského cyklu. Pokus trval 227 dní, od 1. 10. 2021 do 16. 5. 2022. První fáze trvala od 1.10. 2021 do 8. 2. 2022 a byla prováděna nízkým růstem a rozvojem lordózy. V počátku 1. fáze bylo do odchovné nádrže o objemu $9,5 \text{ m}^3$ nasazeno 6 800 ks plůdku kapra. Průměrná hmotnost nasazeného plůdku byla $11,54 \text{ g.ks}^{-1}$. Na konci první fáze kapr dosáhl váhy 50 g.ks^{-1} . Druhá fáze experimentu probíhající od 8. 2. 2022 do 16.5.2022 a byla zaměřena jako krmný pokus. Plůdek kapra byl rozesazen do tří nádrží po 1 575 kusech. Každá nádrž byla krmena jiným typem krmení. Na konci pokusu bylo nejlepších výsledků dosaženo u ryb krmených typem krmení Aller aqua Clasic+Master. Tyto ryby za dobu odchovu dosáhly hmotnosti $210,57 \text{ g.ks}^{-1}$. Ekonomicky nejlépe však dopadlo krmivo AG SV. Produkčně i ekonomicky nejhorších výsledků bylo dosaženo u skupiny krmené typem krmení Skretting carpe F3. Jedinci této skupiny vážili na konci pokusu pouze $163,3 \text{ g.ks}^{-1}$. Ztráty za období pokusu se pohybovaly na úrovni pouze několika desetin procent. Celý chov byl však provázen problémy s výskytem lordózy u chovaných ryb. Výskyt lordózy byl způsoben špatným složením krmení, využitého v první fázi pokusu. Konkrétně nedostatkem pro kapra snadno stravitelného fosforu. Výsledky ukazují, že pomocí zimního odchovu je možné zkrátit běžný cyklus chovu o jeden až dva roky. V porovnání s rybničním polo–intenzivním chovem je dosaženo minimálních ztrát. Je však nutné klást větší důraz na výživu ryb a kvalitu nasazovaného plůdku.

Klíčová slova: recirkulační akvakulturní systém, RAS, klecové chovy, oteplené vody, zimní odchov kapra, výživa kapra v intenzivních chovech.

10. Abstract

Rearing two-year carp in intensive aquaculture.

The common carp (*Cyprinus carpio*, L.) is a typical pond fish. However, intensive rearing systems aimed at rearing this fish can also be found in production aquaculture. Mainly for the rearing of two-year carp in winter. Such systems have been operated, for example, in Poland and Germany. In Poland, cage farms located on canals supplied with warmed water from the thermal power stations (Dolna Odra, Konin-Gosławice) were used. In Germany, due to the high losses on carp fry and two-year carp caused by cormorants during wintering, a similar rearing method was adopted. Breeding in flow-through systems (Schwarze pumpe, Jänschwalde) and recirculation systems (Neiden) were used. The aim of this bachelor's thesis was to evaluate and compare intensive carp broodstock rearing abroad and semi-intensive carp broodstock rearing used in the Czech Republic. At the same time, the bachelor thesis included an experiment in a recirculation system in Blatná, focused on winter rearing of two-year carp in the first year of the breeding cycle. The experiment was carried out in the recirculation system of the company Blatenská ryba s.r.o. The experiment lasted for 227 days, from the 1st of October 2021 to the 16th of May 2022. The first phase lasted from the 1st of October 2021 to the 8th of February 2022 and was accompanied by low growth and the development of lordosis. At the beginning of the phase, 6 800 carp fry were stocked into a rearing tank with a volume of 9.5 m³. The average weight of the stocked fry was 11,54 g.pcs⁻¹. At the end of the first phase, the carp reached a weight of 50 g.pcs⁻¹. The second phase of the experiment was conducted from February 8th, 2022 to May 16th, 2022. The phase was focused on a feeding experiment. The carp were divided into three tanks of 1,575 pieces each. Each tank was fed a different type of feed. At the end of the experiment, the best results were achieved by the fish fed with the Aller aqua Classic+Master feed type. These fish achieved a weight of 210.57 g. pcs⁻¹ during the rearing period. However, the feed AG SV was the best economically. The worst growth and economic results were achieved in the group fed with the Skretting carpe F feeding type. Losses over the experimental period were only a few tenths of a percent. However, the whole breeding was accompanied by problems with the occurrence of lordosis in the reared fish. The occurrence of lordosis was caused by the poor composition of the feed used in the first phase of the experiment. In particular, the lack of easily digestible phosphorus for the carp. The results show that by using winter rearing it is possible to shorten the normal rearing cycle by one to two years. Compared to semi-intensive pond rearing, minimal losses are achieved. However, more emphasis must be placed on fish nutrition and the quality of the stocked fry.

Keywords: aquaculture recirculation system, RAS, cage culture, warmed waters, winter rearing of carp, nutrition of carp in intensive aquaculture.