



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Inovace technologie chovu kapra obecného pro maximální využití genetického potenciálu ryb

M. Kocour, M. Prchal, H. Kocour Kroupová





Fakulta rybářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Inovace technologie chovu kapra obecného pro maximální využití genetického potenciálu ryb

M. Kocour, M. Prchal, H. Kocour Kroupová

Vodňany

Obsahová část technologie je výsledkem řešení výzkumného projektu:
Výsledky byly získány za finanční podpory Ministerstva zemědělství České republiky – projekt Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) č. QK1910430 – Inovace technologických prvků v chovu kapra obecného za účelem maximálního využití vysokého potenciálu selekčních programů v podmínkách rybníčního hospodaření.



č. 204

ISBN 978-80-7514-196-5

1.	CÍL TECHNOLOGIE	7
2.	ÚVOD DO PROBLEMATIKY	7
3.	SHRNUTÍ INOVOVANÝCH PRVKŮ V CHOVU KAPRA	12
3.1.	Zavedení selekčního programu	12
3.2.	Rozpracování dílčích prvků selekčního programu	13
3.2.1.	Závislost mezi rychlostí růstu a odolností ryb vůči koi herpes viróze	13
3.2.2.	Selekce ryb na zvyšování jedlých podílů	14
3.2.3.	Selekce na zvýšení odolnosti ryb vůči KHV	15
3.3.	Zkrácení generačního intervalu kapra	16
3.4.	Posouzení dopadů chovu obsádek kapra s vyšším genetickým potenciálem	16
4.	POPIS A ROZBOR STUDIE NA RYBÁŘSKÉM PODNIKU	17
4.1.	Popis průběhu studie	17
4.1.1.	Použité skupiny kapra a jejich založení	17
4.1.2.	Vlastní chov obsádek kapra v rybnících	20
4.1.3.	Odběry vzorků vody, rozbor vody	22
4.1.4.	Hodnocení produkčních parametrů	25
4.1.5.	Filtrování dat, statistické zpracování dat	26
4.2.	Výsledky studie	30
4.2.1.	Porovnání produkčních parametrů odlišných lysých skupin	30
4.2.2.	Porovnání vlivu lysé skupiny a typu přikrmování na parametry kvality vody	32
4.2.3.	Závislost mezi produkčními ukazateli a parametry kvality vody	37
4.2.4.	Závislost mezi parametry kvality vody navzájem	39
4.3.	Porovnání celkových produkcí kapra během studie s dřívějšími údaji	43
4.4.	Podrobnější rozbor výsledků studie na rybářském podniku	43
4.4.1.	Produkční parametry odlišných lysých skupin	43
4.4.2.	Kvalita vody v rybnících a její vztah k produkčním parametrům	46
4.5.	Závěry ze studie na rybářském podniku	48
4.6.	Ekonomické zhodnocení studie na rybářském podniku	49
5.	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	55
6.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
7.	SEZNAM VÝSTUPŮ, KTERÉ PŘEDCHÁZEJÍ TECHNOLOGII	61

1. CÍL TECHNOLOGIE

Hlavním cílem tohoto výstupu je shrnout inovované prvky v chovu kapra obecného v podmínkách českého rybářství za účelem efektivního využití genetického potenciálu užitkovosti ryb a zvýšení rentability chovu. Inovované prvky vycházejí především z výsledků získaných při řešení projektu č. QK1910430 „Inovace technologických prvků v chovu kapra obecného za účelem maximálního využití vysokého potenciálu selekčních programů v podmínkách rybníčního hospodaření“ v návaznosti na další zkušenosti a výsledky. Hlavním nástrojem ověření efektivity využití obsádek s vyšším genetickým potenciálem byla rozsáhlá studie provedená na rybnících obhospodařovaných podnikem Klatovské rybářství, a.s., při využití i) dvou skupin kapra obecného s odlišným genetickým potenciálem užitkovosti a ii) dvou typů krmiv (obilí a kapří pelety s označením KP), včetně vlivu těchto proměnných na kvalitu vody v rybnících. Proto je podrobný popis a rozbor této studie součástí této publikace.

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Kapr obecný (*Cyprinus carpio*; *Cyprinus rubrofuscus*) je již po staletí chován v rybnících. Za tu dobu prošla technologie jeho chovu mnoha změnami a úpravami, které umožnily postupné navyšování jeho produkce z jednotky vodní plochy rybníka. Dle údajů Rybářského sdružení České republiky (www.cz-ryby.cz), které sdružuje chovatele kapra obecného obhospodařující více než 85 % z celkové plochy rybníků v Česku, byla celková výměra rybníků v druhé polovině 16. století téměř 180 000 ha. Na této ploše se ročně produkovalo kolem 6 000 tun tržního kapra. Dnes máme na území ČR kolem 41 000 ha rybníků s průměrnou roční produkcí tržního kapra na úrovni 17 700 tun. Pokud jsou údaje pravdivé, došlo tak během necelých 500 let k nárůstu produkce kapra z 1 ha vodní plochy více než 12krát.

Chov kapra obecného procházel intenzifikací zejména od poloviny do konce 20. století (Pechar, 2000; Potužák a kol., 2007; Hlaváč a kol., 2014). I tak lze chov kapra v ČR dnes považovat spíše za extenzivní či polointenzivní. Polointenzivní hospodaření, které spočívá v aplikaci hnojiv (dnes většinou statková hnojiva, dříve i anorganická) a krmiv (tzv. příkrmování), umožnilo další navýšení produkce kapra (Kaushik, 1995; Pechar, 2000; Potužák a kol., 2007; Hlaváč a kol., 2014; Roy a kol., 2020a). Při tomto způsobu hospodaření se předpokládá, že přibližně 50–60 % přírůstku kapra je zabezpečeno přirozenou potravou (zooplankton a zoobentos) a další přírůstek je zajištěn obilovinami (nejčastěji pšenice, ječmen, tritikále, žito nebo kukuřice) jako doplňkovým krmivem (Adámek a kol., 2009, 2012; Anton-Pardo a Adámek, 2015). Přírůstek

ryb zajišťovaný přirozenou potravou a příkrmováním obilovinami v poměru 1 : 1 se ukázal rovněž i jako ekonomiky nejefektivnější (Roy a kol., 2020a, 2022).

Rybníky svým vzhledem a převážně volným rozmístěním v krajině dnes připomínají přírodní ekosystémy, jako jsou mělká jezera, tůňe a mokřady (Korínek a kol., 1987; Richardson a kol., 2022). Plní tak i celou řadu dalších důležitých ekologických a mimoprodukčních funkcí (např. akumulace a zadržování vody, stanoviště pro vodní ptáky, obojživelníky, plazy, hmyz a vodní savce) (Popp a kol., 2019; Roy a kol., 2020b) a jsou považovány za významný krajinnotvorný prvek. To je důvodem nekonečných veřejných diskusí o současné úloze rybníků. Chov kapra a rybářské obhospodařování rybníků jsou často kritizovány dalšími zájmovými skupinami obyvatel (Pechar, 2000; Hlaváč a kol., 2014; Roy a kol., 2020a; Kolář a kol., 2023). Chov kapra je často považován za hlavní antropogenní sílu eutrofizace vnitrozemských sladkovodních útvarů a je obviňován ze snižování biologické rozmanitosti v rybnících a vodotečích, na nichž se nacházejí (Kestemont, 1995; Potužák a kol., 2007; Petrovici a kol., 2010; Hlaváč a kol., 2014, 2016a; Potužák a kol., 2016; Roy a kol., 2020b; Kolář a kol., 2023). Na původní význam rybníků a důvod jejich zřizování je často zapomínáno, stejně jako na skutečnost, že sama existence rybníků stojí za navýšením biologické rozmanitosti v krajině. Vzhledem k důvodům popsaným výše jsou na kvalitu vody v rybnících kladeny přísné požadavky, které vyžadují, aby správci rybníků dobře rozuměli interakcím mezi biologickými a chemickými parametry ve vodním prostředí (Hlaváč a kol., 2014). V Česku je hnojení rybníků považováno za hrozbu a k aplikaci hnojiv je zapotřebí povolení příslušného vodoprávního orgánu (Hlaváč a kol., 2014, 2016b). Příkrmování je tak dnes často považováno za jediný dostupný nástroj pro intenzifikaci produkce kapra obecného v rybnících (Hlaváč a kol., 2016a). Avšak i ten je předmětem neustálých diskusí.

Dalším možným nástrojem pro zvyšování produkce kapra je šlechtění neboli vylepšování genetického potenciálu užitkovosti (rychlost růstu, odolnost, podíl jedlých částí těla apod.). Dodnes je u kapra obecného v Česku nejužívanější metodou šlechtění meziplemenné křížení, a ani to není užíváno zcela plošně. Hlavním důvodem pro produkci kříženců je využívání fenoménu zvaného heterozní efekt, díky němuž mají hybridy za určitých okolností významně lepší růstové vlastnosti a přežití než čistá plemena. V závislosti na výběru hybridní kombinace lze u tržních ryb očekávat navýšení průměrné hmotnosti o 10–40 % (Hulata, 1995; Linhart a kol., 2002; Kocour a kol., 2005; Flajšhans a Hulata, 2007; Prchal a kol., 2021a) oproti rodičovským plemenům. Kumulativní hodnoty přežití mohou být rovněž výrazně vyšší. U podílu jedlých částí těla není působení heterozního efektu tak jednoznačné. V Česku jsou hlavní užitkové parametry kříženců kapra dlouhodobě srovnávány v testech užitkovosti. Další významnou

šlechtitelskou metodou je selekce, která se využívá ke zlepšování požadovaných vlastností u zvířat i rostlin. U ryb byl první selekční program zahájen u lososa obecného (*Salmo salar*) v 70. letech 20. století a byl odrazovým můstkem pro aplikaci obdobných programů u dalších druhů ryb a jiných vodních organismů (Gjedrem, 1979, 2010). Selekční šlechtění je dnes jednou z nejužitečnějších šlechtitelských metod pro genetické zlepšení důležitých užitkových znaků u většiny významných akvakulturních druhů v Evropě i ve světě (Gjedrem a Rye, 2016; Chavanne a kol., 2016; Janssen a kol., 2017). Většina současných šlechtitelských programů je primárně zaměřena na vlastnosti související s růstem. S ním velmi úzce souvisí snaha o zlepšení využití krmiva. Výběr ryb s lepší konverzí krmiva (větší přírůstek ryb na jednotku použitého krmení) je základním předpokladem pro dosažení udržitelného rozvoje šlechtitelských programů napříč akvakulturními druhy (De Verdal a kol., 2018; Knap a Kause, 2018). Nicméně většina selekčních programů byla aplikována v intenzivní akvakultuře (recirkulační akvakulturní systémy, klecové systémy), kde je růst ryb závislý převážně na podávání umělé potravy. V posledních 20 letech proběhla i celá řada studií na kapru obecném a pro většinu znaků (rychlost růstu, odolnost vůči nemocem, podíl jedlých částí těla) byly pozorovány střední (0,2–0,4) až vysoké (nad 0,4) hodnoty dědivosti (heritability). Výsledky tak naznačují, že teoretická využitelnost selekčního šlechtění u kapra obecného v rybníčním chovu je vysoká (Vandeputte a kol., 2004; Kocour a kol., 2007; Vandeputte a kol., 2008; Prchal a kol., 2018). Selekční zisk u rychlosti růstu za jednu generaci lze teoreticky očekávat až na úrovni 10%. Výhodou selekčního šlechtění na rozdíl od křížení je skutečnost, že zatímco heterózní efekt zůstává omezen jen na užitkové obsádky, při selekčním šlechtění je možné genetický zisk s dalšími generacemi kumulovat. Za několik generací by genetický potenciál získaný selekcí mohl výrazně převýšit genetický potenciál získaný křížením. Možnosti využití selekce na různé znaky v chovu kapra, konkrétně s využitím amurského lysce, byly podrobně popsány Prchalem a kol. (2021a) v certifikované metodice.

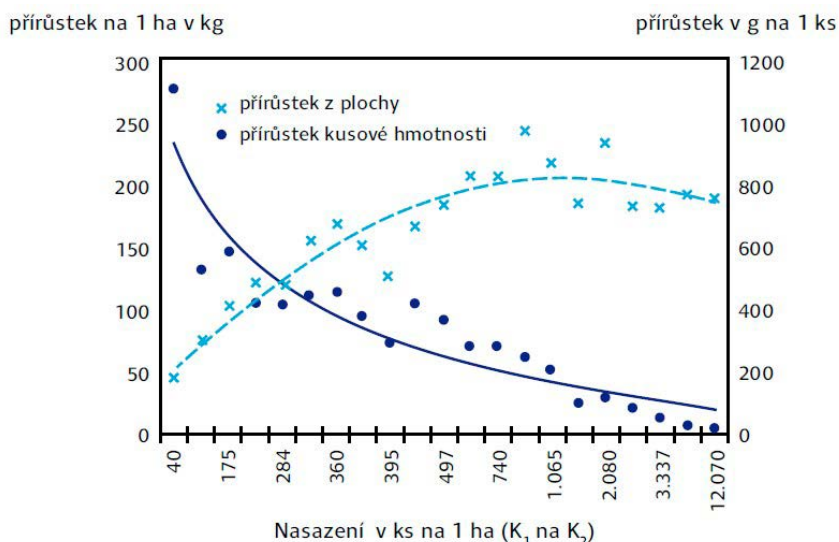
I přes slibná zjištění ve studiích zaměřených na posuzování potenciálu křížení a selekce u kapra obecného vyvstává několik základních otázek pro vlastní aplikaci těchto metod. S ohledem na způsob realizace a možnost míry navýšení genetického potenciálu jsou tyto otázky o to palčivější u selekčního šlechtění. Vše souvisí se skutečností, že rybník je komplikovaný přírodě blízký ekosystém, který má určitou produktivitu. Produktivitou je v tomto ohledu myšlena celková výše biomasy živých organismů, která může s ohledem na dostupné živinové zdroje v rybníce vzniknout. Z pohledu chovatelů kapra obecného se pak produktivita rybníka vyjadřuje v podobě biomasy (produkce) kapra. Není ale zcela zřejmé, jak je produktivita rybníka plastická a kde je v daných podmínkách

její horní hranice. Výše produkce ryb, resp. poměr mezi nákladovostí a produkcí ryb na jednotku plochy rybníka je základním ukazatelem rentability každého chovu. Pokud například zvýšíme produkci ryb z jednotky plochy rybníka, ale za cenu vyšších nákladů, než je zisk ze zvýšené produkce, nemá takové opatření z ekonomického hlediska smysl. Snahou chovatelů je tedy již od nepaměti maximálně využít produktivitu rybníků a dosáhnout za daných nákladů co nejvyšší produkce kapra z jednotky plochy rybníka. Zároveň se ale chovatelé musí řídit případnými omezeními či limity na kvalitu vody v rybnících a tomu přizpůsobit způsob hospodaření. Bylo zjištěno, že mezi výší obsádky ryb a produkcí ryb z jednotky vodní plochy existuje závislost viz obr. 1 (Füllner a kol., 2007). Ta říká, že:

- Pokud je hustota obsádky kaprů v rybnících nižší než optimální, ryby dosahují vyšších individuálních hmotnostních přírůstků, ale celková produkce kapra z jednotky plochy rybníka je nižší. Je to dáno tím, že část potravní nabídky zůstane rybami nevyužita.
- Naproti tomu, pokud je hustota obsádky vyšší než optimální, jsou individuální přírůstky i produkce ryb nižší. To je dáno tím, že ryby si nadměrně konkurují, trpí nedostatkem potravy a část produkce ryb se ztrácí ve vynaložené energii na shánění potravy a zvýšeném stresu.
- Pokud je zvolena ideální hustota obsádky, ryby dosahují středního individuálního přírůstku hmotnosti, ale produkce ryb z jednotky plochy rybníka je nejvyšší.

Lze předpokládat, že optimální výši obsádek si chovatelé za dlouhé roky praxe nastavili. Horší genetický potenciál ryb tak lze například kompenzovat vyšší obsádkou a dosáhnout stejné produkce. Otázkou je, zda ryby s vyšším genetickým potenciálem růstu mají prostor pro rychlejší růst i při obsádkách nastavených pro ryby s nižším genetickým potenciálem. To by ve výsledku znamenalo zvýšení produkce ryb z jednotky plochy rybníka. Ta by byla možná pouze za předpokladu dostatečné plasticity ekosystému, respektive za předpokladu, že taková obsádka lépe či efektivněji využije nabízené potravní zdroje. Pokud půjdeme do extrému, tak po 10 generacích selekce na rychlost růstu, při genetickém zisku 10 % za generaci, by ryba při stejných obsádkách měla dosáhnout dvojnásobné hmotnosti. Dvojnásobná by pak byla i produkce ryb z jednotky plochy rybníka. Pokud není rybníční ekosystém dostatečně plastický a neumožní rybám s rychlejším růstem získat potřebné potravní zdroje, selekční šlechtění na rychlost růstu v rybnících nedává smysl, respektive má cenu jej provádět jen do doby dosažení rovnováhy mezi mírou genetického potenciálu a plasticitou rybníčního ekosystému. Pak by se nabízela možnost pracovat na zvýšení podílu svaloviny za stejného přírůstku ryb.

Další možností, jak zajistit vyšší produkci ryb z jednotky plochy rybníka, je změnit poměr mezi přírůstkem ryb z přirozené potravy a z příkrmování. Jak již ale bylo uvedeno výše, zatím je ekonomicky nejvýhodnější při využití obilovin dodržovat poměr na úrovni 1 : 1. Pokud by se poměr obilovin na přírůstku zvedal, ryby obiloviny efektivně nevyužijí (nestráví), a to se odrazí na snížení rentability chovu a pravděpodobně i na zhoršení kvality vody. Nabízí se tedy možnost otestovat doplňková rostlinná krmiva s vyšším podílem proteinů. V neposlední řadě je nutno pamatovat na již zmiňovanou kvalitu vody, která by se při dalším navýšení produkce ryb z jednotky plochy rybníka neměla dramaticky zhoršit. To by v dnešní době s postupnou antropogenní eutrofizací povrchových vod nebylo společensky přijatelné.



Obr. 1. Vztah mezi kusovým přírůstkem, hustotou obsádky ryb a přírůstkem ryb na 1 ha podle Waltera (Füllner a kol., 2007). Převzato od Hartmana (2016).

Problémem při selekčním šlechtění u kapra obecného v našich podmínkách je dlouhý generační interval. Ten představuje průměrný věk ryb při jejich první umělé reprodukci, kdy jsme schopni získat od obou pohlaví dostatečné množství oplození schopných pohlavních produktů. Generační interval u kapra obecného se pohybuje na úrovni pěti let. V rámci selekčního programu pro produkci vylepšených obsádek pro rybníční chov v podmínkách ČR lze generační interval zatím spolehlivě zkrátit na tři roky, a to s kombinací chovu ryb v rybnících a ve vnitřním recirkulačním akvakulturním systému (RAS). Tato

problematika byla podrobně popsána v certifikované metodice autorů Kocour a kol. (2022), a proto již není rozebírána v této publikaci. Výsledky z metodiky, stejně jako z dalších výstupů týkajících se problematiky selekčního šlechtění, se promítly do inovace technologických prvků v chovu kapra obecného pro maximální využití genetického potenciálu. Souhrn všech těchto prvků je podrobněji popsán v kapitolách 3 a 4.

Za účelem zhodnocení schopnosti obsádek kapra s vyšším genetickým potenciálem zvýšit produkci ryb z jednotky plochy rybníka byla prováděna rozsáhlá studie na podniku Klatovské rybářství, a.s. Kromě sledování výsledku chovu u dvou skupin kapra s odlišným genetickým potenciálem byla pozornost zaměřena i na možnost modifikace způsobu příkrmování za účelem dalšího podpoření zvýšení produkce kapra. Průběh a výsledky této studie jsou prezentovány i v této technologii. Domníváme se, že je v rámci této publikace důležité tuto rozsáhlou a komplexní studii čtenářům přiblížit, neboť z jejích výsledků vychází ekonomické zhodnocení popsané v kapitole 4.6. a je pro chovatele kapra i inovaci technologických prvků chovu kapra za účelem maximálního využití genetického potenciálu ryb stěžejním výstupem.

3. SHRNUTÍ INOVOVANÝCH PRVKŮ V CHOVU KAPRA

S ohledem k výsledkům studie prezentované níže v této technologii, dalším výsledkům zjištěným během řešení projektu NAZV č. QK191043 a případně dalším zkušenostem a poznatkům lze inovované prvky v chovu kapra ve vztahu k maximálnímu využití genetického potenciálu ryb shrnout následovně:

1. Zavedení selekčního programu do chovu kapra.
2. Rozpracování dílčích prvků selekčního programu za účelem jeho posunutí na vyšší úroveň.
3. Zkrácení generačního intervalu kapra.
4. Celkové posouzení chovu obsádek kapra s vyšším genetickým potenciálem na produkci kapra z jednotky plochy rybníka, na základní parametry kvality vody, na způsob příkrmování ryb a na rentabilitu chovu.

3.1. Zavedení selekčního programu

Zavedený selekční program ve spolupráci Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FROV JU) a Klatovského rybářství, a.s., se týká zlepšování rychlosti růstu, což je zatím nejdůležitější užitkový znak v chovu kapra. Selekční program je realizován na plemeni amurského lysce. Selekční program je zatím jednoduchý a vychází z principu hromadné selekce.

Při tomto typu selekčního programu se výběr provádí pouze na základě fenotypové hodnoty znaku v době selekční výzvy. Vybírá se 10 % jedinců s nejvyšší hodnotou hmotnosti, a to po druhé vegetační sezóně (podzim nebo jaro). Chov ryb do té doby probíhá standardním způsobem v rybnících v režimu polointenzivního hospodaření (přikrmování, případně hnojení, vápnění atd.). Vybraní jedinci jsou následně odchováni do pohlavní dospělosti, ideálně v recirkulačním akvakulturním systému, aby se nástup pohlavní dospělosti urychlil a následně je z těchto ryb založena další generace. Potomstvo je pak opět odchováno v rybnících a celý proces se opakuje. Podrobný postup realizace selekce byl popsán v certifikovaných metodikách (Kocour a kol., 2010; Prchal a kol., 2021). Genetický zisk za jednu generaci lze v tomto případně očekávat na úrovni 8–10 %.

Vzhledem ke způsobu provádění selekce je nutné sledovat příbuzenské vztahy mezi jedinci vybranými do další generace. Je proto důležité vždy odebrat kousek ploutevní tkáně vybraných ryb a nechat si udělat genetické analýzy s určením rodičovství ryb. Na základě příbuzenských vztahů vybraných jedinců je pak při umělé reprodukci nutno dbát na to, aby nedocházelo ke vzájemnému oplozování pohlavních buněk (jiker a spermií) příbuzných jedinců na úrovni sourozenců a polosourozenců, a půjde-li to, tak ani na úrovni sestřenice – bratranec.

3.2. Rozpracování dílčích prvků selekčního programu

Při realizaci selekčního programu je potřeba vzít v úvahu mnoho věcí. Proto je důležité postupně selekční program upravovat, vylepšovat a posouvat na další úroveň. Je to běžný proces. Není možné znát před zahájením selekčního programu všechny jeho dopady a souvislosti. Pro zlepšení selekčního programu byly provedeny různé dílčí studie, z nichž vyplynuly okolnosti rozvedené v následujících kapitolách.

3.2.1. Závislost mezi rychlostí růstu a odolností ryb vůči koi herpes viróze

Při provádění selekčního programu na rychlost růstu vyvstala otázka, zda selekcí na rychlost růstu nedochází ke zhoršování odolnosti ryb vůči některým problematickým nemocem. Tento jev je běžný. Mezi různými užitkovými znaky existují různé závislosti, které vycházejí z jejich genetické podmíněnosti. Posouváním hodnoty jednoho znaku, tak můžeme posouvat hodnoty i jiných znaků, a to oběma směry. Abychom mohli předpovědět míru a směr změny dvou užitkových znaků, je nutné odhadnout genetické korelace mezi znaky. Koi herpesviróza (KHV) je onemocnění, které ohrožuje chov kapra. Ukázalo se,

že amurský lysec je v rámci lysců poměrně odolné plemeno a nebylo by vhodné selekci na vyšší růst o tuto výhodu přijít. Naštěstí bylo zjištěno, že selekci na hlavní užitkové znaky lze u amurského lysce realizovat bez negativních dopadů na jeho odolnost vůči KHV. To platí zejména u selekce na rychlost růstu. U selekce na podíly jedlých částí těla je potřeba být obezřetnější a míru odolnosti ryb vůči KHV po několika generacích selekce raději prověřit. Bližší informace k této problematice jsou popsány ve vědecké publikaci od Zhao a kol. (2020) a certifikované metodice od Prchala a kol. (2021a).

3.2.2. Selektce ryb na zvyšování jedlých podílů

Zvyšování jedlých podílů těla u kapra je dalším důležitým užitkovým znakem, zejména s ohledem k tomu, že v nadcházejících letech bude výrazně stoupat podíl ryb prodaných ve zpracovaném stavu. Zatím u kapra v ČR ještě převažuje prodej ryb v živém stavu. V každém případě má snaha o zvyšování jedlých podílů (procento opracovaného trupu, filet) selekci několik úskalí. Výši jedlých podílů lze zjistit pouze jatečným zpracováním ryby, které znamená její usmrcení. Takový jedinec pak nemůže být využit v selekčním programu. Za druhé nebylo jasné, jak se podíly jedlých částí těla mění s věkem ryb, a proto bylo jedinou možností jedlé podíly zjišťovat v tržní velikosti ryb, kdy nás podíly jedlých částí zajímají. To s sebou ale přináší, vzhledem k potřebnému počtu ryb ke zpracování (ideálně 1 000 ks a více), značnou technickou a časovou náročnost. Dalším problémem jsou vlastní práce s podíly v selekčním programu, vysoká genetická korelace mezi hmotností ryby a hmotností filety a relativně malá fenotypová variance těchto znaků. Během několika dílčích studií ale bylo zjištěno, že:

- Lze efektivně selektovat ryby na vyšší podíly jedlých částí využitím jednoduchého nepřímého ukazatele (prediktoru), a sice poměrem mezi tloušťkou filetu v břišní části a hloubkou tělní dutiny (Prchal a kol., 2020). Toto měření může být prováděno pomocí ultrazvuku. Selektce tak může probíhat přímo na rybách v rámci selekčního programu. Pro vyšší podíl jedlých částí těla je pak nutné vybírat jedince s vyšší hodnotou výše uvedeného podílu. Vyhneme se tím provádění nepřímé selekce, kdy je obsádka ryb rozdělena na dvě části, jedna se zpracuje na podíly a na tomto základě jsou pak vybíráni jedinci ze stejných rodin (rodokmenová selekce) nebo s podobným genomickým profilem (genomická selekce). Taková nepřímá selekce vyžaduje provedení genetických analýz všech ryb dané obsádky, a to je stále velmi finančně i časově náročné.

- Lze efektivně aplikovat selekční výzvu na zvýšení podílu jedlých částí těla s využitím výše uvedeného ukazatele již po druhé vegetační sezóně, což přispěje ke zrychlení celého selekčního procesu (Prchal a kol., 2021b). Bylo totiž prokázáno, že mezi hodnotou prediktoru u ryb po druhé vegetační sezóně a v tržní velikosti existuje vysoká genetická korelace. S ohledem na vysokou dědivost jednotlivých znaků je pak očekávaný genetický zisk pro zvýšení podílu jedlých částí těla u ryb ve dvou letech v absolutních hodnotách jen o několik desetin procenta nižší než při aplikaci selekční výzvy v tržní velikosti. To se vzhledem k časové a technické náročnosti realizace selekční výzvy v tržní velikosti rozhodně vyplatí. Za jednu generaci selekce ryb na vyšší podíly jedlých částí těla (opracovaného trupu, filetů s kůží) s využitím výše uvedeného ukazatele u ryb po druhé vegetační sezóně můžeme v absolutních hodnotách očekávat zvýšení podílu jedlých částí těla o 0,8–1,0 %.
- Lze nahradit poměrně komplikovaný a na přesnost náročný selekční index využívající lineární závislost mezi hmotnostmi jedlých částí těla (filetu nebo opracovaného trupu) a hmotností ryby nebo hmotností nevyužitých částí těla jednodušším parametrem, a sice reziduální hodnotou regrese hmotnosti filetu (opracovaného trupu) na hmotnost ryby (Vandeputte a kol., 2020).

3.2.3. Selektce na zvýšení odolnosti ryb vůči KHV

Jak již bylo naznačeno v předchozím textu, KHV může ohrozit chov kapra. Proto byla zkoumána možnost zvýšení odolnosti ryb vůči této nemoci selekcí. I přes vysoké hodnoty dědivosti odolnosti ryb vůči KHV (0,6 a více) je praktická proveditelnost selekce problematická. Jedinou možností selekce je řízené vystavení ryb viru a výběr přeživších jedinců. Přežití amurského lysce při řízené infekci bývá zpravidla kolem 40–60 %. Pokud bychom tedy vybrali všechny přeživší ryby, bude selekční tlak malý a efekt selekce nízký. Navíc ryby vystavené infekci nelze již chovat v rybníčních podmínkách, neboť by hrozilo riziko reaktivace viru v rybách při stresových situacích. Virus totiž může v neaktivní podobě v rybách přežívat i po jejich uzdravení a aktivovat se při stresové situaci. Selektci lze tedy provádět pouze nepřímo, a to rozdělením obsádky ryb, vystavení části ryb řízené infekci a na základě výsledků pak z druhé části obsádky vybrat potenciálně odolné ryby na základě odhadu jejich plemenné hodnoty pro odolnost vůči KHV. Plemenná hodnota se odvíjí od příbuznosti ryb (rodokmenová selekce) nebo podobnosti genotypů (genomická selekce) a odolnosti ryb v příslušné skupině. Opakovaně bylo prokázáno, že genomická selekce je přesnější než rodokmenová. Pro genomickou selektci je ale nutné

mít dostatečný soubor polymorfních míst (zpravidla 1 000–2 000) napříč genomem a všechny potenciální kandidáty genotypovat. Genotypování je tím dražší, čím větší počet polymorfních míst sledujeme. Existují ale i případy, kdy ke spolehlivému určení plemenné hodnoty stačí i redukované sety polymorfních míst. Otestován byl tedy soubor 219 polymorfních míst vytipovaný v předchozí studii a bylo zjištěno, že tento soubor polymorfních míst stačí na přijatelné zpřesnění odhadu plemenné hodnoty ryb ve vztahu k jejich odolnosti vůči KHV. Případná selekce amurského lysce na odolnost vůči KHV je tak možná za výrazně příznivějších ekonomických nákladů. Bližší informace k této problematice jsou popsány ve vědecké publikaci od Prchala a kol. (2023).

3.3. Zkrácení generačního intervalu kapra

Nutnost zkrácení generačního intervalu kapra v rámci selekčního programu vychází z jeho délky v našich podmínkách. Generační interval udává věk ryb při jejich první reprodukci a v podmínkách České republiky se pohybuje na úrovni 4–5 let. To selekční program výrazně zpomaluje. Nicméně délka generačního intervalu u kapra obecného je výrazně závislá na teplotě vody, při níž je chován. Po selekční výzvě lze tedy vybrané kandidáty odchovávat ve vnitřních recirkulačních systémech (RAS), jejichž počet se v ČR postupně zvyšuje, a to při teplotě vody 20–25 °C. Tímto způsobem lze zatím spolehlivě zkrátit generační interval z pěti na tři roky. Podrobně je problematika zkrácení generačního intervalu rozebrána v certifikované metodice od Kocoura a kol. (2022).

3.4. Posouzení dopadů chovu obsádek kapra s vyšším genetickým potenciálem

Problém nutnosti posouzení vlivu obsádek na produkci z jednotky plochy rybníka, na kvalitu vody a rentabilitu chovu byl naznačen v úvodní kapitole. Tato studie společně s posouzením možnosti úpravy typu příkrmování v rámci celého chovatelského cyklu byla provedena na podniku Klatovského rybářství, a.s., v provozních podmínkách jako nástroj ověření hypotézy, že obsádky s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti budou schopny lépe využít potravinovou základu rybníčního ekosystému (přirozenou i dodanou), dosáhnout tak vyšší produkce z jednotky plochy rybníka a zvýšit rentabilitu chovu. Vzhledem ke komplexnosti, komplikovanosti a aktuálnosti tohoto problému jsou popis a rozbor této studie podrobně rozvedeny v kapitole 4.

4. POPIS A ROZBOR STUDIE NA RYBÁŘSKÉM PODNIKU

4.1. Popis průběhu studie

4.1.1. Použité skupiny kapra a jejich založení

Ve studii byly využity dvě odlišné obsádky kaprů lysého fenotypu ošupení a kontrolní šupinatá skupina. První lysou skupinu tvořily obsádky čistého plemene maďarského lysce M2 (obr. 2A). Toto plemeno je v Česku nejpoužívanějším lysým plemenem pro produkci užitkových (tržních) obsádek. Využívá se v podobě kříženců s ostatními plemeny i jako čisté plemeno. Plemeno lze charakterizovat následujícím způsobem:

- vyšší tělesný rámec,
- standardní užitkovost ve středních nadmořských výškách (300–550 m n. m.),
- velmi dobrá užitkovost v teplejších klimatických oblastech (pod 300 m n. m.).

Vzhledem k tomu, že Klatovské rybářství, a.s., hospodaří převážně na rybnících ležících ve středních nadmořských výškách, byly obsádky plemene M2 použity jako skupina s běžným genetickým potenciálem užitkovosti. Na podniku Klatovské rybářství tvoří užitkové obsádky složené z plemene M2 přibližně polovinu všech tržních lysých kaprů.

Druhou skupinou lysých kaprů byly obsádky složené z kříženců plemene M2 a amurského lysce (AL_v) vodňanské linie (obr. 2B). Hybrid lze charakterizovat následovně:

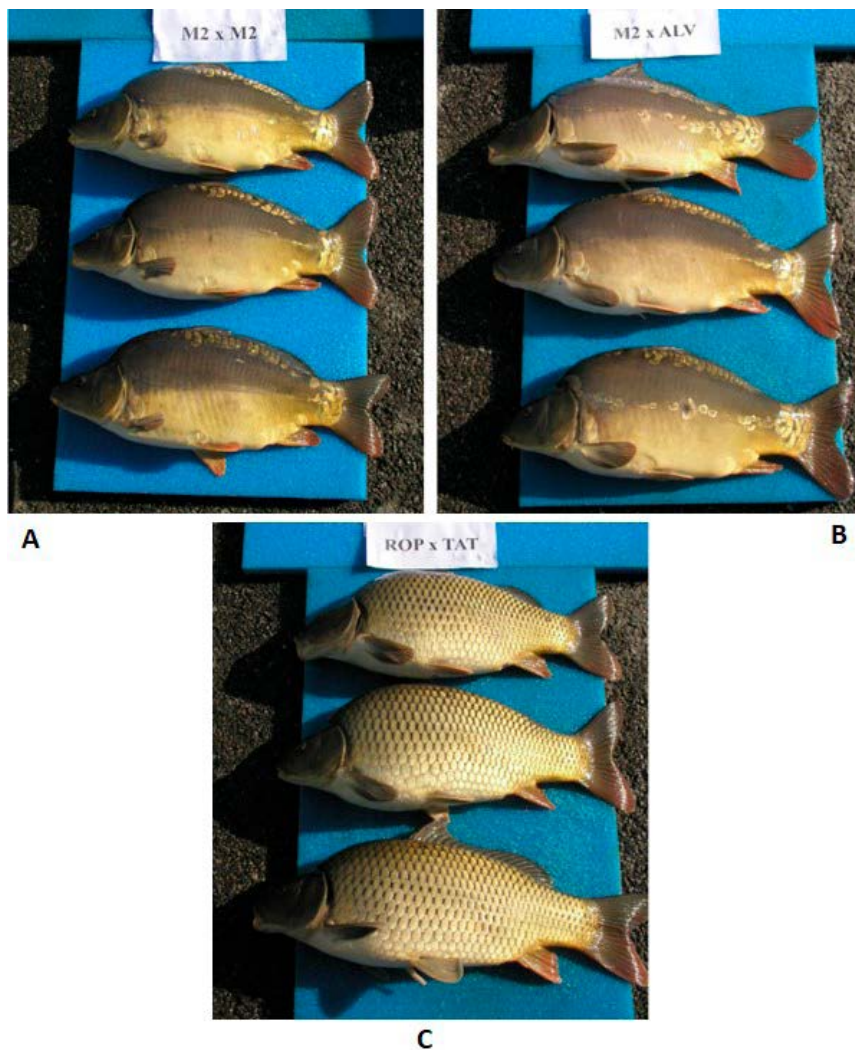
- střední tělesný rámec,
- vynikající užitkové vlastnosti ve všech nadmořských výškách,
- v testech užitkovosti tento hybrid vykazuje pravidelně až o 25 % vyšší hmotnost v tržní velikosti (po třech vegetačních sezónách) a až o 100 % vyšší kumulativní přežití od počátku chovu v rybnících (stadium váčkového plůdku) do tržní velikosti (Prchal a kol., 2021a).

Obsádky s tímto hybridem byly využity jako skupina s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti. Hybrid M2 x AL_v svým genetickým potenciálem nahrazoval obsádky, které by vznikly po 3–5 generacích selekčního šlechtění na rychlost růstu. Bylo to z toho důvodu, že v Česku zatím nejsou takto vytvořené obsádky k dispozici, neboť systematický selekční program na rychlost růstu začal teprve nedávno.

Již zmiňovaná šupinatá kontrolní skupina sloužila pro nezbytné posouzení vyrovnanosti podmínek prostředí mezi rybníky obou lysých skupin. Kontrolní skupinu tvořil hybrid kapra ropšínského a tatajského (ROP x TAT) (obr. 2C),

který je dle metodiky pro testování užitkovosti ryb nastavené Šlechtitelskou radou Rybářského sdružení ČR doporučenou skupinou při testování lysých skupin ryb. Předpokládá se, že při stejných podmínkách prostředí dosahuje jakákoliv obsádka složená z ryb stejného původu srovnatelnou užitkovost růstu a přežití. Naopak v případě rozdílných podmínek budou parametry užitkovosti odlišné. Pokud by taková situace nastala, bylo by problematické zjištěné výsledky o produkcích kapra u jednotlivých skupin ryb správně interpretovat a pravděpodobně data před statistickým zpracováním korigovat (Duda a kol., 1999; Linhart a kol., 2002). Další možností je pro některé parametry využít přímo statistickou metodu (analýza kovariance, ANCOVA), která data sama upravuje na střední hodnotu spojitě nezávislé proměnné. Tou je v tomto případě právě kontrolní skupina (Kocour a kol., 2005).

Obsádky všech skupin kaprů (M2, M2 x AL_y a ROP x TAT) pro účely této studie byly založeny v letech 2019–2020 na Genetickém rybářském centru (GRC) FROV JU ve Vodňanech. Obsádky byly založeny běžnou metodou umělé reprodukce kapra obecného (Kocour a kol., 2005), a to s využitím tzv. heterospermatického oplození. Obsádky plemene M2 a hybridů M2 x AL_y byly v příslušném roce založeny během jednoho umělého výtěru a jikry pro založení obou obsádek pocházely od stejných matek, aby byl eliminován tzv. maternální efekt.



Obr. 2. Ukázky jednotlivých skupin kapra obecného využitých v rámci studie na Klatovském rybářství, a.s. (Foto: V. Chytka). **A** – plemeno M2; **B** – kříženec M2 x ALV; **C** – kříženec ROP x TAT.

4.1.2. Vlastní chov obsádek kapra v rybnících

Jak již bylo zmiňováno, studie probíhala na rybnících Klatovského rybářství v letech 2019–2023 v rámci běžných zvyklostí podniku. Odchov začínal vysazením ryb ve stadiu váčkového plůdku (K_0). Do každého rybníka byla k příslušné lysé skupině kapra přidána společná šupinatá kontrolní skupina. Poměr počtu ryb mezi lysci a šupináci činil přibližně 3,5 : 1 ve prospěch lysců. Snahou bylo, aby v rybnících dominovala příslušná lysá skupina, neboť právě její užitkové a produkční parametry nás zajímaly. Celkové obsádky K_0 do každého z rybníků byly nastavovány na hustotu 200 tis. $K_0 \cdot \text{ha}^{-1}$ vodní plochy. Vodní plocha rybníků byla odhadována z leteckých/satelitních snímků na webových stránkách (mapy.cz; google maps), kde ji lze snadno změřit. Jelikož je ale velká část rybníků určených pro odchov K_0 tzv. nebeských (přítok vody do rybníků není trvalý), byly vodní plochy sofistikovaným odhadem korigovány tam, kde nebyl plný vodní stav ani na konci vegetační sezóny, a to na základě rozdílu mezi skutečnou výškou hladiny a cejchovanou výškou hladiny (ukázána na odtokových zařízeních či hrázích) s přihlédnutím k charakteru rybníka (poměr mezi plochou a hloubkou rybníka). Růst ryb byl zajišťován příjmem přirozené potravy vyvíjející se v rybnících a přikrmováním. Pro přikrmování byly zvoleny dvě varianty krmiv:

- obilný šrot nebo
- komerčně dostupné rostlinné granulované krmivo pro kapra s označením KP1 (Výroba krmiv, spol. s r.o., Stříbrné hory, ČR).

Přikrmování probíhalo dle běžných zvyklostí podniku. Během vegetační sezóny bylo zaznamenáváno spotřebované množství krmiva pro každý sledovaný rybník.

Ve stadiu K_1 byly rybníky vyloveny. S ohledem ke zvyklostem podniku byla většina rybníků lovena na jaře následujícího roku. V každém rybníce byl odhadnut počet jedinců, průměrná hmotnost ryb a celková hmotnost ryb z každé skupiny (lysá a šupinatá). Počet ryb byl odhadován objemovou metodou po předchozím stanovení poměru lysců a šupináčů v určité objemové jednotce. Průměrná hmotnost ryb byla odhadnuta z pěti vážení 100 ks ryb odděleně dle fenotypu ošupení a celková hmotnost ryb byla vypočtena z předchozích dvou údajů.

Ryby z vybraných rybníků byly nasazeny na druhou vegetační sezónu, opět společně lysá skupina s kontrolní skupinou pocházející ze stejných rybníků. Vzhledem k velikosti a počtu ryb v rybnících nebylo možné upravovat početní poměr mezi lysci a šupináci, proto se na další období nasazovala ryba z těch rybníků, kde byl početní poměr mezi lysci a šupináci co nejširší. Přitom nebylo možné, aby se na další období míchaly obsádky ryb z více rybníků. Na druhou

stranu ryby z jednoho rybníka mohly být při dostatečném počtu nasazeny do více rybníků. Snahou bylo nastavit celkové osádky ryb K_1 v rozmezí 3 000–5 000 ks.ha⁻¹ vodní plochy s přihlédnutím k úživnosti rybníků vyzorované z dlouhodobých zkušeností místních chovatelů. Ryby opět rostly na přirozené potravě s příkrmováním. Obilné šroty byly nahrazeny celozrnným obilím (pšenice, ječmen, tritikále) a na části rybníků u obou skupin bylo po celou vegetační sezonu pokračováno s příkrmováním kapřími granulami (KP1). Množství použitého krmiva v každém rybníce bylo průběžně zaznamenáváno.

Po druhé vegetační sezóně (věková kategorie K_2) byly zaznamenány stejné údaje jako u K_1 , tedy počet vylovených ryb a hmotnost vylovených ryb za obě skupiny. Z těchto dvou údajů se pak vypočítala průměrná hmotnost ryb. Ryby se vážily s užitím mechanické nerovnoramenné váhy (přezmen) po 50 nebo 100 kg. Ryby byly před vážením buď roztříděny dle fenotypu ošupení všechny nebo jen malá část na odhad průměrné hmotnosti a z několika vah se spočítal poměr mezi lysci a šupináči. Většina rybníků se opět lovila na jaře následujícího roku.

Ve třetím vegetačním období byl postup obdobný jako ve druhém vegetačním období. Poměr mezi lysci a šupináči byla ale před nasazením upravován v průměru na 5 : 1. Počet nasazených ryb na 1 ha vodní plochy se pohyboval mezi 800–1 000 opět s přihlédnutím k úživnosti rybníků, do kterých se ryby nasazovaly. Po třetí vegetační sezóně byly rybníky dle velikosti ryb loveny na podzim (větší část) nebo na jaře (menší část). Příkrmování probíhalo obdobně jako v průběhu druhé vegetační sezony. Spotřebované krmivo na každém rybníce bylo opět průběžně zaznamenáváno. Nutriční hodnoty používaných krmiv jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1. Základní nutriční hodnoty krmiv používaných k příkrmování na Klatovském rybářství, a.s. Krmivo KP1 bylo připravováno v podniku Výroba krmiv, spol. s r.o., Stříbrné hory.

Nutriční složka	Pšenice	KP1
Hrubý protein (%)	11,0–13,0	17,1
Hrubý tuk (%)	1,4–1,9	3,9
Hrubá vláknina (%)	3,0–4,5	5,4
Hrubý popel (%)	1,4–1,7	2,4

Ve všech rybnících byl v průběhu celé studie sledován a zaznamenáván i výskyt a biomasa nežádoucích ryb (jiné planktonofágní druhy ryb, cizí obsádky kapra obecného). Pozornost byla zaměřena především na ryby, které svým způsobem obživují konkuruji kaprovi. Kromě údajů o výskytu nežádoucích ryb

byly evidovány i rybníky, na kterých kromě chovu ryb probíhal i odchov divokých kachen. Jejich přítomnost totiž mohla ovlivnit i produkční parametry ryb. Bylo potřeba posoudit, zda a jak se tento parametr mohl promítnout do případných rozdílů mezi jednotlivými obsádkami.

Informace o počtu sledovaných rybníků a další základní charakteristiky podmínek chovu pro obě skupiny lysých obsádek kapra jsou uvedeny v tab. 2. Snahou bylo provést studii na dostatečném vzorku rybníků co do jejich počtu i souhrnné plochy. Na základě zkušeností se totiž předpokládalo, že nevýznamná část rybníků, kde probíhalo sledování, bude z dalšího statistického zpracování dat z různých důvodů vyřazena.

4.1.3. Odběry vzorků vody, rozborů vody

Důležitou součástí celé studie bylo na vybraných rybnících sledovat základní parametry jakosti vody. Sledování probíhalo v průběhu hlavní vegetační sezóny od května do září v měsíčních intervalech. Vzorky vody byly odebírány do 1L PET lahví. Před odběrem vody k analýze byly lahve několikrát vymyty vodou na daném odběrném místě. Vzorky vody byly odebírány:

- v blízkosti výpustního zařízení nebo v místě odtoku vody z rybníka,
- v přítocích do rybníků tam, kde takové trvalé přítoky, resp. převládající přítoky, existovaly po větší část vegetačního období. V případě více existujících přítoků byly vzorky vody odebírány na všech přítocích a odhadován objemový podíl každého přítoku na celkovém přítoku. Hodnota parametru na přítoku pro daný rybník pak byla vypočítána váženým průměrem hodnot z jednotlivých přítoků.

Po odběru vody byly lahve s vodou až do analýzy uchovávány na ledu či v lednici. Rozborů vody byly prováděny vždy druhý den po odebrání vzorků vody. Stanovovaly se následující parametry:

- amoniakální dusík (Namon.),
- dusitanový dusík (N-NO_2^-),
- dusičnanový dusík (N-NO_3^-),
- celkový fosfor (Pcelk.),
- chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn}),
- biochemická spotřeba kyslíku za pět dní (BSK_5).

Tyto parametry byly zvoleny proto, že normy pro jejich limity jsou stanovovány v rámci přípustného znečištění povrchových vod podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění. Celkový počet rybníků, na kterých za celou dobu studie (4 roky) byly vzorky vody odebírány, činil 58 (tab. 3). Z nich mělo 39 přítok převládající po větší část vegetační sezóny.

Tab. 2. Základní přehled rybníků zahrnutých do studie na Klatovském rybářství, a.s., dle skupiny kapra, věkové kategorie a typu příkrmování.

	Skupina kapra a typ příkrmování					
	M2			M2 x AL _v		
	Obilí	KP1	Celkem	Obilí	KP1	Celkem
Počet rybníků	18	20	38	19	22	41
K ₀ -K ₁	6	6	12	6	6	12
K ₁ -K ₂	8	8	16	7	9	16
K ₂ -K ₃	4	6	10	6	7	13
Vodní plocha (ha)	31,7	40,9	72,6	57,9	50,9	108,7
K ₀ -K ₁	6,1	6,1	12,2	5,7	5,4	11,1
K ₁ -K ₂	14,0	18,9	32,9	29,2	23,7	52,9
K ₂ -K ₃	11,6	15,9	27,5	23,0	21,8	44,8
Prům. nadm. výška (m n. m.)	450	472	461	467	475	471
K ₀ -K ₁	449	467	458	442	469	455
K ₁ -K ₂	446	470	458	483	471	476
K ₂ -K ₃	459	478	470	474	484	479

Celkový fosfor, CHSK_{Mn} a BSK₅ byly stanoveny v homogenizovaných nefiltrovaných vzorcích. K části objemu vody určené pro analýzu P_{celk.} byla přidána kyselina sírová a peroxodisíran (kit Spectroquant®, Merck), čímž došlo k převedení všech sloučenin obsahujících fosfor na ortofosforečnany. Koncentrace ortofosforečnanů pak byla zjišťována spektrofotometricky při vlnové délce 690 nm s využitím spektrofotometru Spectroquant® Prove 300 (Merck) a kitu na měření obsahu celkového fosforu (Spectroquant®, Merck; EN ISO 6878:2004). CHSK_{Mn} byla analyzována standardní Kubelovou metodou (APHA, 1998). BSK₅ byla stanovena respirometrickou metodou za použití systému WTW™ OxiTop™-i Respirometric BSK Measuring System (Thermo Fisher Scientific; EN 1899-2:1998). Koncentrace Namon., N-NO₂⁻ a N-NO₃⁻ byly stanoveny ve filtrovaných vzorcích s využitím filtru o velikost pórů 0,45 μm. Následně byly použity standardní spektrofotometrické metody, konkrétně Nesslerova metoda, N-(1-naftyl)-ethylendiamindihydrochloridová metoda a metoda kyseliny salicylové v daném pořadí za použití spektrofotometru Spectroquant® Prove 300 (Merck) (APHA, 1998).

Tab. 3. Základní přehled o rybnících v rámci studie na Klatovském rybářství, kde byly navíc sledovány základní chemické parametry kvality vody.

	Skupina kapra a typ příkrmování					
	M2			M2 x AL _v		
	Obilí	KP1	Celkem	Obilí	KP1	Celkem
Počet rybníků	12	13	25	16	17	33
K ₀ -K ₁	4	4	8	5	5	10
K ₁ -K ₂	5	5	10	5	5	10
K ₂ -K ₃	3	4	7	6	7	13
Vodní plocha (ha)	22,2	23,8	46,0	54,5	40,5	95,0
K ₀ -K ₁	4,4	5,2	9,6	5,5	5,3	10,8
K ₁ -K ₂	9,5	11,0	20,5	26,0	13,4	39,4
K ₂ -K ₃	8,3	7,6	15,9	23,0	21,8	44,8
Prům. nadm. výška (m n. m.)	449	460	454	466	472	469
K ₀ -K ₁	459	471	464	445	477	461
K ₁ -K ₂	441	455	450	477	450	464
K ₂ -K ₃	446	455	451	474	484	479

Z naměřených hodnot byly dále vypočítávány:

- Celkový rozpuštěný anorganický dusík (Nanorg.). Ten byl počítán jako součet hodnot Namon. a N-NO_3^- , neboť koncentrace N-NO_2^- byly vždy pod detekčními limity.
- Poměr N : P, mezi Nanorg. a Pcelk., určuje limitující prvek. Při vyšším poměru N : P je limitujícím prvkem fosfor. Při nižším poměru N : P je naopak limitujícím prvkem dusík a stoupá pravděpodobnost rozvoje těch druhů sinic, které jsou schopny získávat dusík z atmosféry. Hraniční hodnota poměru N : P pro rozvoj sinic ale není pevně dána a záleží na mnoha dalších faktorech.
- Poměr mezi BSK_5 a CHSK_{Mn} . Čím vyšší je hodnota, tím vyšší je podíl organických látek s biologickou rozložitelností. Hodnoty poměru by se měly pohybovat v intervalu 0–1.
- Bilance jednotlivých parametrů, tedy rozdíl průměrné hodnoty parametru mezi přítokem a odtokem v daném vegetačním období. Tento parametr udává, do jaké míry se na kvalitě odtékající vody podílí rybníční ekosystém. Bilance nebyla počítána pro poměr Namon. : Pcelk.

4.1.4. Hodnocené produkční parametry

Hodnocené a srovnávané produkční parametry kapra byly následující:

- Přežití (%) = $\frac{\text{počet ryb slovených}}{\text{počet ryb nasazených}} \times 100$
- Průměrný kusový přírůstek (g) = $\text{prům.hm.slov.ryb} - \text{prům.hm.nasaz.ryb}$
- Celková biomasa kapra, **BK** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hmotnost slovených kaprů (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Biomasa lysé skupiny, **BL** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hmotnost slovených lysců (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Biomasa kontrolní skupiny, **BŠ** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hmotnost slovených šupináčů (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Celk. prod. kapra, **PK** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hm. slov. kaprů (kg)} - \text{hm. nasaz. kaprů (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Produkce lysé skupiny, **PL** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hm. slov. lysců (kg)} - \text{hm. nasaz. lysců (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Produkce kontrolní skupiny, **PŠ** (kg.ha⁻¹) = $\frac{\text{hm. slov. šup. (kg)} - \text{hm. nasaz. šup. (kg)}}{\text{vodní výměra rybníka (ha)}}$
- Relativní krmný koeficient, **RKK** = $\frac{\text{zkrmené krmivo (kg.ha}^{-1}\text{)}}{\text{PK (kg.ha}^{-1}\text{)}}$
- Hypotetická produkce lysce, **HPL** (kg.ha⁻¹) = $\text{SO (ks.ha}^{-1}\text{)} \times \frac{\text{KPřež.(\%)}}{100} \times \text{KPPřír.}$

Kdy: **SO** = standardizovaná obsádka (230 tis. ks.ha⁻¹ pro K₀, 3 600 ks.ha⁻¹ pro K₁, 1 000 ks.ha⁻¹ pro K₂); **KPřež.** – korigované přežití lysé skupiny; **KPPřír.** – korigovaný průměrný přírůstek lysé skupiny. Korigované hodnoty přežití a přírůstku byly spočítány dle Linhart a kol. (2000). Tento parametr přepočítává produkci lysců na korigované hodnoty přežití a přírůstku těchto lysců. Jeho slabinou je skutečnost, že ignoruje potenciální interakce mezi genotypem a prostředím, tedy že by se jednotlivé skupiny chovaly ve všech rybnících stejně.

- Standard. produkce lysce, **SPL** (kg.ha⁻¹) = $\text{PL (kg.ha}^{-1}\text{)} \times \frac{\text{Poč. slov. lys.}}{\text{Poč. slov. šup.}}$

Tento parametr standardizuje produkci lysců na stav, kdy by poměr počtu lysé a kontrolní skupiny v daném rybníce činil 1 : 1.

- Relativní produkce lysce, $RPL = \frac{SPL \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)}}{PS \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)}}$

Tento parametr vyjadřuje podíl produkce lysců vůči produkci kontrolní skupiny v daném rybníce za předpokladu rovnosti počtu obou skupin.

- Odhadovaná produkce lysce, $OPL \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)} = PL \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)} + PS \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)} \times RPL$

Tento parametr zvyšuje produkci lysce v rybníce o produkci kontrolní skupiny, ale se zohledněním rozdílu mezi průměrným kusovým přírůstkem lysců a kontrolní skupiny v daném rybníce.

4.1.5. Filtrování dat, statistické zpracování dat

Jelikož je ekosystém každého rybníka jedinečný, a to i z pohledu různých časových období, ovlivňuje výsledek chovu kapra mnoho faktorů. Bylo proto důležité před vlastními analýzami vyloučit data s nestandardními výsledky odchovu, protože ty byly velmi pravděpodobně dosaženy působením náhodných efektů a neodpovídaly skutečnému potenciálu příslušné lysé skupiny kaprů. Filtrování dat probíhalo následovně:

- V první řadě byly ze studie vyloučeny všechny rybníky, kde z různých důvodů nemohl být proveden výlov ryb po jedné vegetační sezóně.
- Následně byla pozornost zaměřena na celkové přežití kapra v rybnících. Rybníky s nižším přežitím kapra než 5 % za období K_0-K_1 , 40 % za období K_1-K_2 a 60 % za období K_2-K_3 byly z dalších analýz vyřazeny. Takové výsledky jsou daleko od hodnot běžných pro chov kapra v rybnících (Horváth a kol., 2008; Hartman, 2016) i od hodnot dosahovaných na Klatovském rybářství. Rovněž byla vyřazena data z rybníků s přežitím lysé nebo kontrolní skupiny výrazně nad 100 %. Mohlo se jednat o přítomnost cizích obsádek kapra.
- Ze zbývajících souborů byly dále vyřazeny rybníky s negativní produkcí kapra, kdy biomasa nasazených ryb byla vyšší než biomasa vylovených ryb.
- Po vypočtení všech produkčních parametrů (viz kapitola 3.1.4) byl testován vliv výskytu nežádoucích ryb. Rybníky a jejich základní produkční parametry (celková biomasa kapra, biomasa lysců, celková produkce kapra, produkce lysců) s odhadnutou biomasou takových ryb na úrovni vyšší než 20 % celkové biomasy kapra v rybníce byly testovány vůči zbývajícím rybníkům (zobecněný lineární model, ZLM). Jelikož byl potvrzen průkazný vliv výskytu nežádoucích ryb na produkční parametry sledovaných skupin kaprů, a navíc rozložení těchto rybníků nebylo

v rámci sledovaných skupin kaprů rovnoměrné, byly takové rybníky vyřazeny z dalších analýz.

- Na stejné parametry a rovněž na parametry kvality vody byl testován vliv odchovu kachen na rybnících. Rybníky, kde byly odchovávány kachny, byly testovány vůči ostatním rybníkům. Tento efekt nebyl statisticky významný ani na produkční parametry ani na parametry kvality vody. Navíc takové rybníky byly poměrně rovnoměrně rozloženy v rámci sledovaných lysých skupin kapra. Tyto rybníky tedy nebyly z dalších analýz vyřazeny.
- Filtrování dat pokračovalo testováním vlastního vlivu podmínek prostředí rybníků nasazených odlišnými lysými skupinami kapra na pozorované produkční parametry dosažené u kontrolní skupiny (přežití, průměrný kusový přírůstek, biomasa a produkce kontrolní skupiny). Bylo zjištěno, že náhodný vliv podmínek v rámci obou skupin rybníků se statisticky významně nelišil, a tak nebylo nutné přistupovat ke korekci pozorovaných dat, která by jistě snížila objektivitu výsledků při porovnávání produkčních parametrů lysých skupin ryb (tab. 4).

Tab. 4. Zhodnocení rozdílů základních produkčních ukazatelů u kontrolní skupiny mezi rybníky nasazenými odlišnými lysými skupinami kapra. Uvedeny jsou celkové průměrné hodnoty za všechny věkové kategorie. Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,05$ nebyly nalezeny.

Rybníky s lysou skupinou	Kusový přírůstek (g)	Přežití (%)	Biomasa (kg.ha ⁻¹)	Produkce (kg.ha ⁻¹)
M2	384 ± 420,6	66,1 ± 36,23	253 ± 165,0	220 ± 144,6
M2 x AL _y	381 ± 428,7	62,1 ± 36,46	215 ± 148,4	189 ± 145,2

- Rybníky s RKK vyšším než 4 byly vyřazeny z analýz týkajících se tohoto parametru a spotřebovaného krmiva. Takové údaje totiž ukazovaly na pravděpodobnou chybu při krmení ryb nebo při záznamu údajů o krmení.

U části studie zaměřené čistě na sledování rozdílů v dosažených produkčních parametrech mezi lysými skupinami (plemeno M2 a kříženec M2 x AL_y) a vlivu typu příkrmování na produkční parametry ryb bylo za celou dobu studie sledováno 79 rybníků. Filtrace dat proběhla následovně:

- 3 rybníky byly vyřazeny, protože po jedné vegetační sezóně nemohly být kvůli různým technickým problémům vyloveny.
- 19 rybníků bylo vyřazeno, protože přežití ryb v nich nesplňovalo minimální stanovená kritéria nebo přežití dané skupiny kapra výrazně

převyšovalo 100 % a 2 rybníky měly záporné produkce kapra u lysé nebo kontrolní skupiny.

- 12 rybníků bylo vyřazeno z důvodu velkého množství nechtěných rybích druhů nebo obsádek.

Do statistických analýz bylo tedy nakonec zahrnuto 43 rybníků (tab. 5), z nichž 7 bylo vyloučeno z výpočtů týkajících se RKK a spotřebovaného krmiva. U části studie zaměřené na sledování vlivu chované skupiny, produkčních parametrů kapra a typu příkrmování na základní parametry kvality vody bylo sledování prováděno celkem na 58 rybnících. Po filtraci vypadala situace následovně (tab. 6):

- 28 rybníků bylo zahrnuto do sledování rozdílů mezi chovanou skupinou kapra a parametry kvality vody.
- 32 rybníků bylo zahrnuto do sledování závislostí mezi biomasou obsádky a parametry kvality vody.
- 20 rybníků z toho mělo po větší část vegetačního období zajištěn přítok. U těchto rybníků tedy mohly být sledovány bilance parametrů kvality vody mezi přítokem a odtokem.
- 27 rybníků mohlo být zahrnuto do sledování závislostí mezi množstvím a typem spotřebovaného krmení a kvalitou vody v rybnících.

Tab. 5. Základní přehled rybníků zahrnutých do statistických analýz dle skupiny kapra, věkové kategorie a typu přikrmování po filtraci dat a další charakteristiky. U nadmořské výšky, počáteční obsádka a poměru počtu lysce vůči šupináci nebyly mezi skupinami rybníků nasazených lysou skupinou M2 nebo M2 x AL_v zjištěny žádné statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,05$.

	Skupina kapra a typ přikrmování					
	M2			M2 x AL _v		
	Obilí	KP1	Celkem	Obilí	KP1	Celkem
Počet rybníků	13	11	24	8	11	19
K ₀ -K ₁	4	3	7	3	3	6
K ₁ -K ₂	6	5	11	3	5	8
K ₂ -K ₃	3	3	6	2	3	5
Vodní plocha (ha)	27,7	18,7	46,4	26,0	21,3	47,3
K ₀ -K ₁	4,0	3,5	7,5	2,5	4,2	6,7
K ₁ -K ₂	11,8	11,4	23,2	9,4	7,6	17,0
K ₂ -K ₃	11,9	3,8	14,7	14,1	9,5	23,6
Prům. nadm. výška (m n. m.)	450	472	460	448	477	466
K ₀ -K ₁	434	460	445	435	487	461
K ₁ -K ₂	446	465	454	453	462	459
K ₂ -K ₃	481	495	488	473	490	483
Počáteční obsádka (ks.ha⁻¹)	–			–		
K ₀ -K ₁	230 813 ± 20 918,1			246 144 ± 38 210,8		
K ₁ -K ₂	3 797 ± 1 143,5			4 691 ± 2 761,4		
K ₂ -K ₃	1 149 ± 442,1			969 ± 241,8		
Počáteční poměr lys. : šup.	3,4 : 1 1			3,8 : 1		
K ₀ -K ₁	3,5 : 1			3,6 : 1		
K ₁ -K ₂	2,0 : 1			3,5 : 1		
K ₂ -K ₃	5,6 : 1			4,6 : 1		

Statistické zpracování dat bylo provedeno následovně:

- Před samotnou statistickou analýzou byla u všech studovaných parametrů ověřena normalita rozdělení hodnot a homogenita rozptylů (Shapirův-Wilkův W test) buď přímo u naměřených (vypočtených) hodnot nebo po jejich logaritmické transformaci.
- Téměř všechny sledované parametry nesplňovaly podmínky normálního rozdělení ani po logaritmické transformaci dat. Díky tomu byla použita statistická metoda zobecněných lineárních modelů (ZLM) s gama

distribucí a logaritmickou lineární funkcí s fixním efektem. Využity byly opět zobecněné lineární modely (ZLM) s fixními efekty chované lysé skupiny ($M2$ nebo $M2 \times AL_v$), použitého přikrmování (obilí nebo $KP1$), věkové kategorie ryb (K_0 , K_1 nebo K_2) a zahrnutím všech vzájemných interakcí mezi fixními efekty.

- K výpočtu korelací mezi užitkovými a produkčními parametry a kvalitou vody byly použity různé Pearsonovy korelační matice.
- Pro posouzení vlivu produkčních ukazatelů na parametry kvality vody na odtocích z rybníků byla využita i analýza hlavních komponent (PCA).
- Ve všech případech probíhalo testování rozdílů na hladině významnosti $P < 0,05$.

Tab. 6. Základní přehled rybníků, které byly zahrnuty do statistických analýz s ohledem k parametrům kvality vody dle skupiny kapra, věkové kategorie a typu přikrmování po filtraci dat.

	Skupina kapra a typ přikrmování						Nesp.
	M2			M2 x AL _v			
	Obilí	KP1	Celkem	Obilí	KP1	Celkem	
Počet rybníků	7	8	15	6	7	13	4
K ₀ -K ₁	2	1	3	2	2	4	3
K ₁ -K ₂	4	4	8	2	2	4	-
K ₂ -K ₃	1	3	4	2	3	5	1
Vodní plocha (ha)	16,4	18,8	32,1	23,3	15,9	39,2	6,2
K ₀ -K ₁	2,3	2,5	4,8	2,3	4,0	6,3	5,1
K ₁ -K ₂	8,1	8,6	16,7	6,9	2,4	9,3	-
K ₂ -K ₃	3,7	6,9	10,6	14,1	9,5	23,6	1,1
Prům. nadm. výška (m n. m)	447	458	453	452	490	467	463
K ₀ -K ₁	440	464	448	440	518	479	458
K ₁ -K ₂	444	460	452	445	428	436	-
K ₂ -K ₃	473	453	458	473	490	483	478

4.2. Výsledky studie

4.2.1. Porovnání produkčních parametrů odlišných lysých skupin

Bylo zjištěno, že rybníky nasazené lysci $M2 \times AL_v$, tedy skupinou s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti, vykazaly vyšší produkční parametry. I přes značný rozdíl v průměrném kusovém přírůstku skupiny $M2 \times AL_v$ nebyl tento

rozdíl prokázán statisticky (tab. 7). Naopak byly u rybníků nasazených M2 x AL_v prokázány významně vyšší hodnoty u většiny produkčních parametrů (biomasa celková i lisců, produkce lisců, standardizovaná, relativní a odhadovaná produkce lisců). U ostatních parametrů nebyly rozdíly sice statisticky významné, ale v rybnících nasazených lysou skupinou M2 x AL_v byla zaznamenána vyšší hodnota hypotetické produkce lisců a nižší hodnota relativního krmného koeficientu (tab. 8).

Vše tedy nasvědčuje tomu, že lysá skupina M2 x AL_v je schopna efektivněji využívat dostupné potravní zdroje v rybníčním ekosystému. Potvrzuje to i nižší dosažená hodnota RKK (tab. 8). Výsledky ukazují, že chovem lysé skupiny M2 x AL_v došlo ke zvýšení produktivity rybníků o 20–50 %. Skupina s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti je tedy schopna opravdu dosáhnout i vyšších produkčních parametrů na jednotku vodní plochy rybníků.

S ohledem k typu použitého krmiva nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly (tab. 9–10) mezi obilím a krmnou směsí KP1. Při sledování produkčních parametrů rybníků přikrmovaných různými krmivy uvnitř lysých skupin byly u rybníků nasazených plemenem M2 zaznamenány o něco vyšší produkční parametry u obilí. Zatímco v rámci skupiny M2 x AL_v byly o něco vyšší produkční parametry zaznamenány u rybníků přikrmovaných krmnou směsí KP1. Každopádně se zdá, že využití obilí je stejně efektivní jako využití krmné směsi KP1. Náklady na pořízení obilí jsou ale nižší.

Tab. 7. Porovnání průměrného kusového přírůstku a přežití (průměr ± S.D.) u různých skupin lisců (celkem a v rámci věkové kategorie) s využitím zobecněných lineárních modelů. Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,05$ nebyly prokázány.

Skupina lisců	Kusový přírůstek (g)	Přežití (%)
M2	281 ± 315,1	46,9 ± 33,66
K ₀ –K ₁	12,2 ± 9,49	9,3 ± 7,70
K ₁ –K ₂	226 ± 108,5	49,1 ± 23,03
K ₂ –K ₃	696 ± 344,1	86,7 ± 13,62
M2 x AL_v	351 ± 413,4	54,4 ± 33,55
K ₀ –K ₁	15,0 ± 14,88	20,0 ± 10,88
K ₁ –K ₂	260 ± 184,3	65,5 ± 32,38
K ₂ –K ₃	899 ± 384,0	77,9 ± 19,31

4.2.2. Porovnání vlivu lysé skupiny a typu příkrmování na parametry kvality vody

I v užší skupině rybníků, u kterých byly sledovány parametry kvality vody, byly zaznamenány vyšší užitkové i produkční parametry rybníků nasazených skupinou s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti (M2 x AL_v). Celkové biomasy kaprů se pohybovaly od 140 kg.ha⁻¹ do 1 579 kg.ha⁻¹ a celkové produkce kaprů pak od 140 kg.ha⁻¹ do 1 258 kg.ha⁻¹. Skupina M2 x AL_v vykazala statisticky vyšší přežití, i když aritmetické průměry celkových hodnot byly vyrovnané (48,9 ± 33,9 % u M2 vs. 49,0 ± 33,5 % u M2 x AL_v). Naopak u přírůstků nebyly rozdíly mezi lysými skupinami průkazné (aritm. průměr ± S.D.; 355 ± 367,5 g u M2 vs. 471 ± 455,4 g u M2 x AL_v). Hodnoty celkové biomasy a celkové produkce kaprů v rybnících nasazených skupinou u M2 x AL_v byly statisticky průkazně vyšší oproti rybníkům se skupinou M2, a o to vyšší rozdíl byl pozorován u hodnot biomasy a produkce lisců. Celková pozorovaná průměrná biomasa kaprů u rybníků s M2 x AL_v byla o 27,0 % vyšší, a celková pozorovaná průměrná produkce kapra z rybníků s M2 x AL_v byla vyšší o 16,6 % ve srovnání s rybníky nasazenými skupinou M2. U biomasy lisců pak činil rozdíl 46,0 % a u produkce lisců 48,4 %. Na rybnících nasazených skupinou M2 x AL_v byla pozorována i nižší spotřeba krmiva a RKK. Tyto rozdíly ale nebyly statisticky průkazné.

Tab. 8. Porovnání produkčních parametrů (aritmetický průměr $\pm$ S.D.) u různých skupin lisců (celkově a podle užitého krmiva). Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,05$ s využitím zobecněných lineárních modelů (viz kap. 4.1.4.) jsou pro lisc skupiny indikovány různými velkými písmeny a pro rybníky přikrmované příslušným krmivem a lysou skupinou jsou indikovány různými malými písmeny. Rozdíly hodnot jednotlivých parametrů byly počítány jako: (hodnota parametru u $M2 \times AL_v$ – hodnota parametru u $M2$) / hodnota parametru u $M2 \times 100$. Rozdíly byly počítány pro aritmetické průměry (Aritm. pr.) i pro předpovídané průměry s využitím zobecněných lineárních modelů (Předp. pr.). **BL** = biomasa lisců; **BK** = celková biomasa kapra; **PL** = produkce lisců; **PK** = celková produkce kapra; **HPL** = hypotetická produkce lisců; **SPL** = standardizovaná produkce lisců; **RPL** = relativní produkce lisců; **OPL** = odhadovaná produkce lisců; **RKK** = relativní krmný koeficient.

Skupina liscy	BL (kg.ha ⁻¹)	BK (kg.ha ⁻¹)	PL (kg.ha ⁻¹)	PK (kg.ha ⁻¹)	HPL (kg.ha ⁻¹)
M2	347 $\pm$ 335,2^A	600 $\pm$ 406,5^A	288 $\pm$ 275,9^A	508 $\pm$ 337,5^A	461 $\pm$ 370,8^A
Obilí	362 $\pm$ 266,1 ^a	647 $\pm$ 377,7 ^a	314 $\pm$ 228,2 ^a	563 $\pm$ 321,9 ^a	446 $\pm$ 227,1 ^a
KP1	330 $\pm$ 415,8 ^a	545 $\pm$ 450,1 ^a	257 $\pm$ 332,7 ^a	443 $\pm$ 359,1 ^a	478 $\pm$ 503,8 ^a
M2 x AL_v	528 $\pm$ 422,1^B	742 $\pm$ 485,7^B	456 $\pm$ 364,8^B	646 $\pm$ 431,4^B	714 $\pm$ 445,5^A
Obilí	515 $\pm$ 254,6 ^a	681 $\pm$ 311,0 ^a	458 $\pm$ 197,9 ^a	609 $\pm$ 253,6 ^a	950 $\pm$ 514,9 ^a
KP1	537 $\pm$ 524,5 ^a	787 $\pm$ 593,1 ^a	455 $\pm$ 460,6 ^a	672 $\pm$ 536,8 ^a	543 $\pm$ 308,0 ^a
Rozdíl (%) Aritm. pr. / Předp. pr.	52,2 / 86,7	23,7 / 38,2	58,3 / 90,0	27,2 / 44,4	54,8 / 49,8
	SPL (kg.ha ⁻¹)	RPL	OPL (kg.ha ⁻¹)	Množství krmiva (kg.ha ⁻¹)	RKK
M2	346 $\pm$ 239,0^A	0,69 $\pm$ 0,223^A	435 $\pm$ 332,3^A	1 234 $\pm$ 840,0^A	2,4 $\pm$ 0,91^A
Obilí	395 $\pm$ 220,2 ^a	0,74 $\pm$ 0,203 ^a	493 $\pm$ 307,4 ^a	1 157 $\pm$ 439,2 ^a	2,2 $\pm$ 0,93 ^a
KP1	288 $\pm$ 257,6 ^a	0,63 $\pm$ 0,240 ^a	341 $\pm$ 357,7 ^a	1 350 $\pm$ 1 259,6 ^a	2,6 $\pm$ 0,89 ^a
M2 x AL_v	444 $\pm$ 272,7^B	0,87 $\pm$ 0,228^B	603 $\pm$ 414,6^B	1 331 $\pm$ 1 049,8^A	2,0 $\pm$ 0,94^A
Obilí	485 $\pm$ 279,4 ^a	0,91 $\pm$ 0,221 ^a	578 $\pm$ 235,1 ^a	1 464 $\pm$ 555,3 ^a	2,0 $\pm$ 0,43 ^a
KP1	415 $\pm$ 277,3 ^a	0,84 $\pm$ 0,222 ^a	622 $\pm$ 519,5 ^a	1 252 $\pm$ 1 283,2 ^a	1,9 $\pm$ 1,17 ^a
Rozdíl (%) Aritm. pr. / Předp. pr.	28,3 / 61,8	26,1 / 27,5	38,6 / 59,0	7,9 / 14,0	- 16,7 / -33,3

Tab. 9. Porovnání průměrného kusového přírůstku a přežití (aritmetický průměr $\pm$ S.D.) ryb dle typu užitého krmiva a věkové kategorie. Statisticky významné rozdíly s využitím zobecněných lineárních modelů na hladině významnosti $P < 0,05$ nebyly nalezeny.

Typ krmiva	Kusový přírůstek (g)	Přežití (%)
Obilí	343 $\pm$ 368,6	50,1 $\pm$ 32,56
K ₀ -K ₁	12,5 $\pm$ 9,29	16,0 $\pm$ 10,49
K ₁ -K ₂	290 $\pm$ 152,1	57,9 $\pm$ 25,86
K ₂ -K ₃	851 $\pm$ 383,4	84,0 $\pm$ 13,72
KP1	293 $\pm$ 315,8	50,3 $\pm$ 35,00
K ₀ -K ₁	14,7 $\pm$ 15,08	12,2 $\pm$ 11,08
K ₁ -K ₂	196 $\pm$ 121,9	54,3 $\pm$ 30,70
K ₂ -K ₃	737 $\pm$ 366,3	81,6 $\pm$ 19,32

I přes vyšší produkční parametry v rybnících nasazených skupinou M2 x AL_v nebyly pozorovány ve většině případů žádné statisticky významné rozdíly v parametrech kvality vody mezi rybníky, a to ani přes skutečnost, že hodnoty těchto parametrů byly ve všech případech na přítocích horší právě u skupiny M2 x AL_v, i když neprůkazně. Výjimkou byly parametry CHSK_{Mn} a poměr mezi BSK₅ a CHSK_{Mn}. U rybníků se skupinou M2 x AL_v byla hodnota CHSK_{Mn} na odtoku průkazně vyšší ve srovnání s rybníky se skupinou M2, ale tato hodnota byla průkazně vyšší i na přítoku. Bilanční hodnota tohoto parametru mezi odtokem a přítokem byla u obou rybníků srovnatelná a u rybníků nasazených skupinou M2 x AL_v došlo i přes průkazně vyšší biomasu kapra k nižšímu navýšení hodnot u tohoto parametru. Za jediný rozdíl tak lze považovat to, že na rybnících se skupinou M2 došlo na odtoku k výraznějšímu zvýšení poměru mezi BSK₅ a CHSK_{Mn}, tedy k výraznějšímu zvýšení biologické odbouratelnosti organických látek. Na druhou stranu došlo u rybníků se skupinou M2 x AL_v i přes vyšší produkce ryb k výraznějšímu zlepšení sledovaných parametrů kvality vody po průchodu rybníky. Hodnoty na odtocích tak byly u těchto rybníků nižší absolutně nebo došlo k jejich větší redukci či menšímu nárůstu (tab. 11). Jedinou výjimkou byl avizovaný poměr mezi BSK₅ a CHSK_{Mn}.

Nebyl pozorován žádný vliv typu krmiva (obilí nebo krmivo KP1) na parametry kvality vody (tab. 11). Ukázalo se ale, že zhoršení relativního krmeného koeficientu může vést ke zvýšení obsahu N-NO₃⁻, Nanorg. a poměru mezi Nanorg. a Pcelk. (tab. 13).

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

Tab. 10. Porovnání produkčních parametrů (aritmetický průměr $\pm$ S.D.) dle typu užitého krmiva k přikrmování. Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $P < 0,05$ s využitím zobecněných lineárních modelů nebyly nalezeny. **BL** = biomasa lisců; **BK** = celková biomasa kapra; **PL** = produkce lisců; **PK** = celková produkce kapra; **HPL** = hypotetická produkce lisců; **SPL** = standardizovaná produkce lisců; **RPL** = relativní produkce lisců; **OPL** = odhadovaná produkce lisců; **RKK** = relativní krmný koeficient.

Typ krmiva	BL (kg.ha ⁻¹)	BK (kg.ha ⁻¹)	PL (kg.ha ⁻¹)	PK (kg.ha ⁻¹)	HPL (kg.ha ⁻¹)
Obilí	420 $\pm$ 266,4	660 $\pm$ 346,0	369 $\pm$ 223,9	581 $\pm$ 292,0	638 $\pm$ 432,0
Kapří pelety (KP1)	434 $\pm$ 473,9	666 $\pm$ 528,6	356 $\pm$ 404,9	557 $\pm$ 460,9	511 $\pm$ 408,8
	SPL (kg.ha ⁻¹)	RPL	OPL (kg.ha ⁻¹)	Množství krmiva (kg.ha ⁻¹)	RKK
Obilí	430 $\pm$ 241,7	0,81 $\pm$ 0,230	525 $\pm$ 278,9	1 259 $\pm$ 487,6	2,1 $\pm$ 0,79
Kapří pelety (KP1)	352 $\pm$ 269,1	0,74 $\pm$ 0,250	495 $\pm$ 456,0	1 295 $\pm$ 1 236,0	2,3 $\pm$ 1,08

Tab. 11. Průměrné hodnoty ($\pm$ S.D.) parametrů kvality vody ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v rybnících nasazených různými skupinami lysých kaprů a příkrmovaných různým typem krmiva. Statisticky významné rozdíly užitím zobecněného lineárního modelu (viz kap. 4.1.5.) mezi typem užitého krmiva a lysou skupinou na hladině významnosti $P < 0,05$ jsou označeny různými malými písmeny a rozdíly mezi rybníky nasazenými odlišnými lysými skupinami jsou označeny různými velkými písmeny. **Namon.** = amoniakální dusík (D); **N-NO₃** = dusičnanový D; **Nanorg.** = rozpuštěný anorganický D; **Pcelk.** = celkový fosfor; **N : P** = poměr mezi Nanorg. a Pcelk. **CHSK** = chemická spotřeba kyslíku manganistanová (SK); **BSK** = biochemická SK za 5 dní; **P** = přítok (vtok); **O** = odtok; **B** = bilance; **B : CHSK** = poměr mezi BSK₅ a CHSK_{Min}.

Parameter	M2			M2 x AL _v		
	Obilí	KP1	Celkem	Obilí	KP1	Celkem
Namon._P	0,79 $\pm$ 0,55 ^a	0,50 $\pm$ 0,35 ^a	0,60 $\pm$ 0,43^A	0,69 $\pm$ 0,40 ^a	1,01 $\pm$ 0,62 ^a	0,73 $\pm$ 0,52^A
Namon._O	0,64 $\pm$ 0,48 ^a	0,60 $\pm$ 0,21 ^a	0,63 $\pm$ 0,33^A	0,42 $\pm$ 0,14 ^a	0,73 $\pm$ 0,46 ^a	0,58 $\pm$ 0,37^A
Namon._B	-0,13 $\pm$ 0,38 ^a	0,16 $\pm$ 0,42 ^a	0,04 $\pm$ 0,41^A	-0,12 $\pm$ 0,44 ^a	-0,11 $\pm$ 0,39 ^a	-0,12 $\pm$ 0,39^A
N-NO ₃ _P	1,96 $\pm$ 3,04 ^a	3,97 $\pm$ 5,37 ^a	2,85 $\pm$ 4,17^A	3,14 $\pm$ 1,82 ^a	3,55 $\pm$ 2,14 ^a	4,14 $\pm$ 2,86 ^A
N-NO ₃ _O	0,51 $\pm$ 0,27 ^a	2,14 $\pm$ 3,49 ^b	1,31 $\pm$ 2,53^A	0,71 $\pm$ 0,64 ^a	0,46 $\pm$ 0,19 ^b	0,77 $\pm$ 0,85^A
N-NO ₃ _B	-1,48 $\pm$ 2,78 ^a	-1,34 $\pm$ 1,53 ^a	-1,39 $\pm$ 1,97^A	-3,19 $\pm$ 2,39 ^a	-3,00 $\pm$ 1,88 ^a	-3,12 $\pm$ 2,07^A
Nanorg._P	2,7 $\pm$ 2,69 ^a	4,5 $\pm$ 5,27 ^a	3,4 $\pm$ 4,02^A	3,8 $\pm$ 2,06 ^a	4,6 $\pm$ 2,60 ^a	4,9 $\pm$ 2,86^A
Nanorg._O	1,2 $\pm$ 0,42 ^a	3,0 $\pm$ 3,33 ^b	2,1 $\pm$ 2,47^A	1,1 $\pm$ 0,66 ^a	1,2 $\pm$ 0,61 ^a	1,4 $\pm$ 0,88^A
Nanorg._B	-1,6 $\pm$ 2,66 ^a	-1,2 $\pm$ 1,48 ^a	-1,4 $\pm$ 1,90^A	-3,3 $\pm$ 2,42 ^a	-3,1 $\pm$ 1,73 ^a	-3,2 $\pm$ 2,05^A
Pcelk._P	0,26 $\pm$ 0,14 ^a	0,16 $\pm$ 0,11 ^a	0,19 $\pm$ 0,12^A	0,38 $\pm$ 0,35 ^a	0,33 $\pm$ 0,08 ^a	0,33 $\pm$ 0,25^A
Pcelk._O	0,39 $\pm$ 0,30 ^a	0,24 $\pm$ 0,06 ^a	0,31 $\pm$ 0,20^A	0,32 $\pm$ 0,18 ^a	0,37 $\pm$ 0,26 ^a	0,33 $\pm$ 0,22^A
Pcelk._B	0,06 $\pm$ 0,15 ^a	0,09 $\pm$ 0,14 ^a	0,08 $\pm$ 0,14^A	0,00 $\pm$ 0,35 ^a	0,04 $\pm$ 0,30 ^a	0,01 $\pm$ 0,31^A
N : P_P	21,2 $\pm$ 33,5 ^a	24,2 $\pm$ 14,3 ^a	22,4 $\pm$ 21,7^A	13,6 $\pm$ 8,01 ^a	15,6 $\pm$ 12,3 ^a	27,9 $\pm$ 38,9^A
N : P_O	4,2 $\pm$ 2,33 ^a	13,9 $\pm$ 20,7 ^b	9,0 $\pm$ 15,0^A	4,4 $\pm$ 2,91 ^{ab}	4,3 $\pm$ 2,71 ^a	6,0 $\pm$ 6,49^A
CHSK_P	11,7 $\pm$ 4,00 ^a	18,2 $\pm$ 8,54 ^a	14,9 $\pm$ 7,08^A	24,9 $\pm$ 14,6 ^a	26,0 $\pm$ 14,0 ^a	22,7 $\pm$ 14,4^B
CHSK_O	17,3 $\pm$ 5,36 ^a	19,3 $\pm$ 3,49 ^a	18,3 $\pm$ 4,21^A	22,9 $\pm$ 6,99 ^a	29,4 $\pm$ 11,9 ^a	25,4 $\pm$ 10,9^B
CHSK_B	4,5 $\pm$ 4,74 ^a	1,7 $\pm$ 9,12 ^a	2,78 $\pm$ 7,47^A	1,4 $\pm$ 14,04 ^a	0,18 $\pm$ 19,30 ^a	0,96 $\pm$ 14,82^A
BSK_P	8,9 $\pm$ 5,83 ^a	4,8 $\pm$ 3,16 ^a	6,2 $\pm$ 4,65^A	7,0 $\pm$ 5,01 ^a	11,1 $\pm$ 12,3 ^a	7,9 $\pm$ 8,01^A
BSK_O	12,9 $\pm$ 4,40 ^a	10,3 $\pm$ 2,05 ^a	11,7 $\pm$ 3,49^A	11,6 $\pm$ 8,02 ^a	15,8 $\pm$ 13,2 ^a	13,4 $\pm$ 10,81^A
BSK_B	1,9 $\pm$ 5,07 ^a	6,5 $\pm$ 5,19 ^a	4,7 $\pm$ 5,40^A	5,6 $\pm$ 7,31 ^a	3,2 $\pm$ 16,17 ^a	4,7 $\pm$ 10,33^A
B : CHSK_P	0,73 $\pm$ 0,47 ^b	0,30 $\pm$ 0,24 ^a	0,46 $\pm$ 0,39^A	0,26 $\pm$ 0,08 ^a	0,57 $\pm$ 0,74 ^{ab}	0,41 $\pm$ 0,43^A
B : CHSK_O	0,76 $\pm$ 0,19 ^a	0,53 $\pm$ 0,07 ^a	0,66 $\pm$ 0,18^B	0,47 $\pm$ 0,19 ^a	0,50 $\pm$ 0,27 ^a	0,50 $\pm$ 0,22^A
B : CHSK_B	-0,03 $\pm$ 0,62 ^a	0,30 $\pm$ 0,28 ^a	0,17 $\pm$ 0,45^A	0,20 $\pm$ 0,15 ^a	-0,03 $\pm$ 0,56 ^a	0,11 $\pm$ 0,34^A

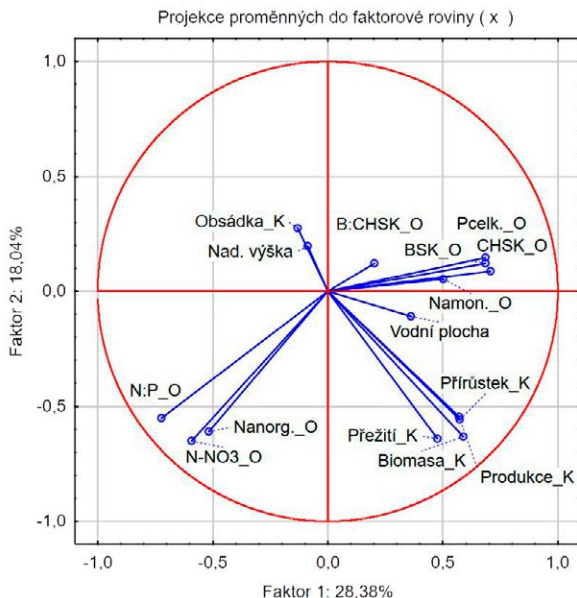
4.2.3. Závislost mezi produkčními ukazateli a parametry kvality vody

Vztahy mezi produkčními ukazateli a parametry kvality vody se mírně lišily dle použitých korelačních matic.

V korelační matici bez spotřeby krmiva a RKK v rámci rybníků s trvalými přítoky (20 rybníků) byla většina korelací statisticky nevýznamná. Statisticky významná ale střední míra závislosti ($0,4 < r < 0,8$) byla zaznamenána mezi:

- průměrnou biomasou a produkcí kapra na jedné straně a Namon. na přítoku (pozitivní závislost) na straně druhé,
- průměrným kusovým přírůstkem kaprů na jedné straně a Pcelk. a CHSK (pozitivní závislost) na přítoku na straně druhé,
- průměrnou produkcí kapra na jedné straně a Pcelk. na odtoku (pozitivní závislost),
- $CHSK_{Mn}$ na odtoku na jedné straně a většiny produkčních parametrů (pozitivní závislosti) na straně druhé s výjimkou průměrného kusového výlovku (tab. 12).

V rozšířené korelační matici bez spotřeby krmiva a RFCR a parametry kvality vody měřenými pouze na odtoku (32 rybníků) nebyly nalezeny žádné statisticky významné závislosti (tab. 12). Obdobně ani PCA na stejném souboru rybníků s produkčními parametry a parametry jakosti vody měřenými na odtocích neukázala na žádné silné vztahy mezi těmito dvěma skupinami parametrů (obr. 3).



Obr. 3. Projekce vybraných produkčních ukazatelů a parametrů kvality vody na odtoku do faktorové roviny na základě analýzy hlavních komponent. Přežití, přírůstek, biomasa a produkce jsou vztahovány k celkové obsádce kapra. **Namon.** = amoniakální dusík (D); **N-NO₃** = dusičnanový D; **Nanorg.** = rozpuštěný anorganický D; **Pcelk.** = celkový fosfor; **CHSK** = chemická spotřeba kyslíku (SK) manganistanová; **BSK₅** = biochemická SK za 5 dní; **N : P** = poměr mezi koncentrací Nanorg. a Pcelk; **B : CHSK** = poměr mezi BSK₅ a CHSK_{Mn}.

V korelační matici, kde byly zahrnuty i spotřeby krmiva a RKK a rybníky s trvalými přítoky (17 rybníků), byly rovněž některé závislosti významné, ale ani zde nebyly žádné z nich silné (tab. 13). Část těchto významných závislostí se týkala přítoků (pozitivní korelace mezi CHSK a průměrným kusovým přírůstkem) a bilancí (negativní korelace), kdy se vzrůstající hodnotou užitkového nebo produkčního parametru byl zaznamenán vyšší pokles nebo nižší nárůst parametrů kvality vody při jejím průtoku rybníkem. Statisticky významná závislost mezi produkčními ukazateli a parametry kvality vody na odtoku se týkala:

CHSK na jedné straně a přežitím kapra, kusovým přírůstkem, biomasou kapra a spotřebou krmiva na straně druhé. Všechny závislosti byly pozitivní, což znamená, že s nárůstem hodnoty jednoho parametru narůstala i hodnota druhého parametru.

Relativního krmného koeficientu (RKK) na straně jedné a $N-NO_3^-$, Nanorg. a N : P na straně druhé. Opět se ve všech případech jednalo o pozitivní korelace (tab. 13).

V korelační matici mezi produkčními ukazateli včetně spotřeby krmiva a RKK a parametry kvality vody měřené na odtocích (27 rybníků) byly zjištěny statisticky významné závislosti mezi RKK na jedné straně a $N-NO_3^-$, Nanorg. a N : P na straně druhé. Jednalo se opět o pozitivní závislosti (tab. 13).

4.2.4. Závislost mezi parametry kvality vody navzájem

V parametrech kvality vody bylo pozorováno mnoho významných závislostí, a to bez ohledu na použitou korelační matici. Nejvýznamnější závislosti byly pozorovány mezi parametry souvisejícími s dusíkem nebo mezi parametry organického znečištění (CHSK, BSK, B : CHSK). Zajímavé pak byly zejména:

Pozitivní závislosti mezi Namon. na přítoku na jedné straně a Pcelk. ($r = 0,652$), $CHSK_{Mn}$ ($r = 0,423$) a BSK_5 ($r = 0,472$) na odtoku na straně druhé.

Pozitivní závislosti mezi Pcelk. na odtoku na jedné straně a Namon. ($r = 0,652$), $CHSK_{Mn}$ ($r = 0,629$) a BSK ($r = 0,777$) na odtoku na straně druhé (tab. 14).

Střední a vysoké negativní závislosti mezi hodnotou daného parametru na přítoku a bilanční hodnotou téhož parametru. Tato závislost ukazuje na skutečnost, že čím byla hodnota daného parametru na přítoku vyšší, tím razantněji došlo při průchodu vody rybníkem k jeho poklesu. Ukazuje to na dobrou samočisticí schopnost rybníků.

Tab. 13. Míra závislosti (korelační koeficienty) s hodnotami „p“ mezi produkčními ukazateli (se spotřebou krmiva a relativním krmným koeficientem) a parametry kvality vody. Levá část tabulky představuje korelační matici se 17 rybníky s přítoky. Pravá část představuje korelační matici s 27 rybníky s parametry kvality vody měřenými pouze na odtoku (zobrazeny všechny korelace). V obou případech jsou uvedeny pouze parametry s alespoň jednou významnou korelací. Korelace vyznačené tučně jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$. **Přežití_K** = průměrné přežití kapra; **PKP_K** = průměrný kusový přírůstek kaprů; **PKV** = průměrný kusový výlovek kapra; **PBK** = průměrná biomasa kapra; **PPK** = průměrná produkce kapra; **RKK** = relativní krmný koeficient; **N-NO₃** = dusičnanový dusík (D); **Nanorg.** = rozpuštěný anorganický D; **Pcelk.** = celkový fosfor; **N : P** = poměr mezi Nanorg. a Pcelk.; **CHSK** = chemická spotřeba kyslíku (SK) manganistanová; **P** = přítok (vtok); **O** = odtok; **B** = balance; **NS** = závislost není signifikantní (významná).

	N-NO ₃ _O	N-NO ₃ _B	Nanorg._O	Nanorg._B	N : P_O	CHSK_P	CHSK_O	N-NO ₃ _O	Nanorg._O	N : P_O
Přežití_K	0,0862 p = 0,742	-0,3954 p = 0,116	0,0133 p = 0,960	-0,4211 p = 0,092	0,0315 p = 0,904	0,4092 p = 0,103	0,5246 p = 0,031	0,103 p = 0,609	0,0454 p = 0,822	0,0106 p = 0,958
PKP_K	-0,1329 p = 0,611	-0,492 p = 0,045	-0,1697 p = 0,515	-0,5264 p = 0,030	-0,1757 p = 0,500	0,573 p = 0,016	0,6146 p = 0,009	-0,093 p = 0,645	-0,1284 p = 0,523	-0,1496 p = 0,456
PKV	-0,1445 p = 0,580	0,1669 p = 0,522	-0,113 p = 0,666	0,2303 p = 0,374	-0,1397 p = 0,593	-0,2858 p = 0,266	-0,0693 p = 0,792	-0,1284 p = 0,523	-0,0965 p = 0,632	-0,1197 p = 0,552
PBK	-0,123 p = 0,638	-0,5617 p = 0,019	-0,1332 p = 0,610	-0,5685 p = 0,017	-0,1872 p = 0,472	0,2152 p = 0,407	0,5560 p = 0,020	-0,0301 p = 0,881	-0,0416 p = 0,837	-0,1194 p = 0,553
PPK	-0,1581 p = 0,544	-0,5069 p = 0,038	-0,1722 p = 0,509	-0,5219 p = 0,032	-0,2219 p = 0,392	0,1477 p = 0,572	0,4741 p = 0,055	-0,0631 p = 0,755	-0,0752 p = 0,709	-0,1431 p = 0,476
Spotřeba krmiva	0,0829 p = 0,752	-0,4557 p = 0,066	0,0817 p = 0,755	-0,4682 p = 0,058	0,0266 p = 0,919	0,2064 p = 0,427	0,5678 p = 0,017	0,1843 p = 0,357	0,1914 p = 0,339	0,0879 p = 0,663
RKK	0,5481 p = 0,023	0,0651 p = 0,804	0,593 p = 0,012	0,0559 p = 0,831	0,5599 p = 0,019	0,1066 p = 0,684	0,1258 p = 0,630	0,4601 p = 0,016	0,5158 p = 0,006	0,4150 p = 0,031

Tab. 14. Míra závislosti (korelační koeficienty) s hodnotami „p“ mezi parametry jakosti vody navzájem měřenými na odtoku (N = 32). Korelace vyznačené tučně jsou statisticky významné na hladině významnosti $P < 0,05$. **Namon.** = amoniakální dusík (D); **N-NO₃** = dusičnanový D; **Nanorg.** = rozpuštěný anorganický D; **Pcelk.** = celkový fosfor; **N : P** = poměr mezi Nanorg. a Pcelk.; **CHSK** = chemická spotřeba kyslíku (SK) manganistanová; **BSK** = biochemická SK za 5 dní; **P** = přítok (vtok); **O** = odtok; **B : CHSK** = poměr mezi BSK₅ a CHSK_{Mn}.

	Namon._O	N-NO ₃ _O	Nanorg._O	Pcelk._O	N : P_O	CHSK_O	BSK_O	B : CHSK_O
Namon._O	1							
	p = ---	-0,1743 p = 0,340	0,0511 p = 0,781	0,6516 p = 0,000	-0,2441 p = 0,178	0,4234 p = 0,016	0,4722 p = 0,006	0,1884 p = 0,302
N-NO ₃ _O		1	0,9596 p = ---	-0,2277 p = 0,210	0,9703 p = 0,00	-0,276 p = 0,126	-0,1896 p = 0,299	-0,0152 p = 0,934
Nanorg._O			1	-0,1199 p = 0,513	0,9236 p = 0,000	-0,1951 p = 0,285	-0,1005 p = 0,584	0,019 p = 0,918
Pcelk._O				1	-0,3603 p = 0,043	0,6294 p = 0,000	0,7767 p = 0,000	0,3742 p = 0,035
N : P_O					1	-0,3871 p = ---	-0,3014 p = 0,094	-0,0549 p = 0,765
CHSK_O						1	0,7617 p = 0,000	-0,0556 p = 0,763
BSK_O							1	0,5618 p = 0,001
B:CHSK_O								1 p = ---

4.3. Porovnání celkových produkcí kapra během studie s dřívějšími údaji

Údaje ze 34 rybníků, které byly zahrnuty do prezentované studie, mohly být porovnány s údaji o chovu kapra za období pěti let před realizací této studie. Jejich analýzou bylo zjištěno, že jak rybníky s obsádkou M2, tak rybníky s obsádkou M2 x AL_v vykázaly celkové průměrné produkce kapra na jednotku plochy rybníka vyšší, než byla průměrná dosažená celková produkce kapra v období před realizací studie. Nelze tedy hovořit o tom, že v průběhu studie byly u slabší ze skupin dosahovány podprůměrné produkce kapra neodpovídající předchozím produkčním ukazatelům. Na rybnících s obsádkou M2 x AL_v byla historická průměrná produkce kapra o 37 % vyšší než na rybnících s obsádkou M2. I v průběhu studie byla na rybnících s obsádkou M2 x AL_v vykázána průměrná celková produkce kapra na jednotku vodní plochy vyšší než na rybnících s obsádkou M2. Procentuální rozdíl ale činil 52 % (tab. 15). I když je porovnávání údajů dosažených v průběhu studie s údaji dosahovanými v krátké historii před tím z pohledu objektivnosti problematické, může i tak nárůst rozdílu v celkových produkcích kapra u rybníků s obsádkou M2 x AL_v ukazovat na schopnost skupiny s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti nabízené potravní zdroje v rybníčním ekosystému využít efektivněji.

Tab. 15. Porovnání údajů o produkci kapra v rybnících před studií a během studie. **PKPS** – celková průměrná produkce (kg.ha⁻¹) v období 5 let před studií; **PKBS** – celková průměrná produkce (kg.ha⁻¹) během studie.

Rybníky s lysou skupinou	PKPS	PKBS	Podíl PKBS : PKPS
M2	428,8	498,0	1,16
M2 x AL _v	588,0	758,8	1,29
Podíl (M2 x AL _v) : (M2)	1,37	1,52	0,13–0,15

4.4. Podrobnější rozbor výsledků studie na rybářském podniku

4.4.1. Produkční parametry odlišných lysých skupin

U části zaměřené na posuzování vlivu skupiny s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti na produkční ukazatele rybníků nebyly u kapra v dostupné literatuře nalezeny žádné obdobně orientované studie. Z údajů o výsledcích testování užitkovosti kapra prováděných v ČR je známo (Duda kol., 1999, Linhart a kol., 2002; Kocour a kol., 2005; Prchal a kol., 2021a), že skupiny s vyšším genetickým potenciálem užitkovosti měly na produkci kapra v daných rybnících celkově vyšší podíl. To bohužel ale nic neříká o tom, zda se díky jejich přítomnosti zvedla celková produkce kapra v rybnících nad běžný

standard. Dalším problémem u takových studií je, že od druhé vegetační sezóny se všechny testované skupiny chovají ve společných obsádkách i se svými kontrolními skupinami z prvního roku testování. Porovnání produkci kapra v rybnících s odlišnými skupinami tak lze udělat pouze v rámci první vegetační sezóny, kdy je každá skupina chována odděleně s interní kontrolní skupinou odlišného fenotypu ošupení, jak to bylo prováděno v této studii po celý chovatelský cyklus. Na druhou stranu v tomto období je často dosaženo vyššího přežití i přírůstku u skupin s vyšší užitkovostí až po korekci dat těchto parametrů na odlišné podmínky prostředí. Je to dáno tím, že počet uchycených ryb na počátku chovu v rybnících je na aktuálních podmínkách v rybnících nejvíce závislý, a je tak značně variabilní. Pozorované produkce kapra v rybnících se skupinami s vyšší užitkovostí přežití a růstu po korekci dat jsou tak často srovnatelné s rybníky se skupinami s nižší užitkovostí. Vše totiž vychází ze vztahu mezi výší obsádky, průměrným kusovým přírůstkem a produkcí kapra (Füllner a kol., 2007) popisovaného v úvodu této publikace.

V naší studii měly rybníky se skupinou M2 x AL_v o něco vyšší počáteční obsádky u věkové kategorie K₀–K₁ a K₁–K₂. Proto byla zhodnocena závislost mezi počáteční obsádkou ryb a produkčními parametry rybníků. Bylo zjištěno, že korelace mezi počáteční obsádkou na jedné straně a produkcí lysce i celkovou produkcí kapra byly statisticky významné se střední až vysokou mírou závislosti ve věkové kategorii K₁–K₂ ($r = 0,824$, $P < 0,001$, respektive $r = 0,766$, $P < 0,001$). Podobné korelace byly pozorovány i mezi počáteční obsádkou lysých kaprů a produkcí lysce nebo celkovou produkcí kapra ($r = 0,875$, $P < 0,001$, respektive $r = 0,801$, $P < 0,001$). U věkové kategorie K₀–K₁ ale žádné statisticky významné korelace nebyly pozorovány. Ve věkové kategorii K₂–K₃ nebyly pozorovány žádné významné korelace mezi počáteční obsádkou kapra a produkčními parametry. Významné korelace však byly pozorovány mezi počáteční obsádkou lisců a produkcí lisců a celkovou produkcí kapra ($r = 0,603$, $P = 0,049$, respektive $r = 0,608$, $P = 0,047$). V této věkové kategorii byly ale počáteční obsádky kaprů vyšší u rybníků se skupinou M2 (tab. 3). Zdá se tedy, že rozdíly v celkových produkcích kapra mezi rybníky nasazenými skupinou M2 nebo M2 x AL_v nebyly významně ovlivněny různou velikostí počáteční obsádky.

Obdobně jako u počáteční obsádky i přežití ovlivňuje konečnou biomasu a produkci ryb z jednotky plochy rybníka. To platí zejména tam, kde jsou počáteční obsádky nastavovány na srovnatelnou úroveň. Přežití tak ovlivňuje počet ryb při výlovu. Čím vyšší je tedy přežití nebo počet ryb při výlovu, tím nižší je průměrný kusový přírůstek, a naopak (Zur, 1981; Chakraborty a kol., 2006; Li a kol., 2021; Hossain a kol., 2022), ale tím vyšší může být produkce ryb z jednotky plochy rybníka (Zur, 1981). V naší studii byla zjištěna signifikantní negativní korelace mezi přežitím ryb a průměrným kusovým přírůstkem u věkové

kategorie K_1-K_2 ($r = -0,568$, $P = 0,011$). Nicméně u této věkové kategorie vykázala skupina $M2 \times AL_v$ o 15 % vyšší průměrné přežití, a přesto o 8 % vyšší průměrný kusový přírůstek. Skupina $M2 \times AL_v$ měla i vyšší celkové průměrné přežití (16 %) a stále významně vyšší celkový průměrný kusový přírůstek (24,9 %) (tab. 4). Mezi přežitím a biomasou nebo produkcí kaprů nebyly pozorovány žádné významné korelace u věkové kategorie K_1-K_2 , střední míra závislosti na hranici významnosti ($r = 0,558$, $P = 0,048$) u věkové kategorie K_0-K_1 mezi přežitím lisců a produkcí lisců a statisticky významná střední míra závislosti mezi přežitím lisců na jedné straně a biomasou lisců ($r = 0,677$, $P = 0,022$) a celkovou biomasou kapra ($r = 0,752$, $P = 0,008$) na straně druhé u věkové kategorie K_2-K_3 . V této věkové kategorii ale vyšší průměrné přežití vykázala skupina M2 (tab. 7), a i tak měly rybníky s touto skupinou nižší průměrnou produkci lisců ($503 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ vs. $542 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Rovněž samotná přítomnost kontrolní šupinaté skupiny mohla zkreslit rozdíly ve schopnostech lysých skupin dosáhnout určité produkce. Výsledky ukazují, že kontrolní skupina měla vyšší užitkovost než obě lysé skupiny. Tím, že sledované lysé skupiny sdílely rybníční ekosystém s kontrolní skupinou, existoval mezi nimi konkurenční boj o dostupné zdroje potravy. Čím vyšší byl počáteční nebo konečný počet šupinatých kaprů v rybnících, tím větší část celkové produktivity rybníka (přirozené i z příkrmování) byla ztracena pro lysce. Na druhou stranu neexistuje žádný důkaz pro to, že by celé pozorované produkce šupinatých kaprů v naší studii byly nahrazeny identickou produkcí lisců v případě, že by byli v rybníce sami. I když byla snaha udržovat v rybnících výraznou početní převahu lisců nad kontrolní skupinou, nedařilo se to vždy. Proto byly kromě pozorovaných celkových produkcí a produkcí lisců počítány i další produkce, které měly za cíl odhadnout výši produkce obou skupin bez přítomnosti kontrolní skupiny nebo vyjádřit poměr mezi produkcí lysých a šupinatých kaprů. Vyšší užitkovost kontrolní skupiny ve srovnání s oběma lysci je patrná z hodnot relativní produkce lisců (RPL). RPL 1,0 říká, že v případě stejného počtu lisců a šupinatých kaprů v rybníce při výlovu by byly jejich produkce totožné. Obě skupiny lisců však měly průměrné hodnoty RPL nižší než 1,0. Skupina $M2 \times AL_v$ měla ale tuto hodnotu statisticky významně vyšší než skupina M2 (tab. 8). Každopádně počáteční i konečné počty, a tím i produkce šupinatých kaprů byly vyšší na rybnících se skupinou M2 u věkové kategorie K_1-K_2 i K_2-K_3 . Nejednalo se ale o statisticky významné rozdíly. I přesto byly hodnoty celkové biomasy a produkce kaprů vyšší u rybníků se skupinou $M2 \times AL_v$. Hodnoty RPL byly využity také k výpočtu odhadovaných produkcí lisců (OPL), která odhadovala produkce lisců v rybnících bez přítomnosti šupináčů v počtech navýšených o počet šupináčů v rybníce (tab. 8). Průměrná hodnota odhadované produkce lisců v rybnících nasazených skupinou $M2 \times AL_v$ byla o 38,6 % vyšší ve srovnání se skupinou M2.

Počítaly se také hypotetické produkce lysců (HPL). Ty vycházely z korigovaných hodnot přežití a přírůstků lysých skupin. Korekce hodnot se prováděla lineární korekcí pozorovaných dat na průměrnou hodnotu parametru u kontrolní skupiny (Duda a kol., 1999; Linhart a kol., 2002). Pro výpočet musely být ještě stanoveny počáteční obsádky, které byly totožné s těmi v této studii. Tento parametr byl u rybníků nasazených skupinou M2 x AL_v vyšší o 54,8 % dle aritmetického průměru a o 49,8 % vyšší dle předpovídaného průměru (tab. 8) s využitím zobecněných lineárních modelů (ZLM). Rozdíl dle ZLM nebyl sice statisticky průkazný, ale pohyboval se na samé hraně průkaznosti ($P = 0,5804$). Na druhou stranu lze relevantnost tohoto parametru pokládat za diskutabilní, neboť korekce dat parametrů přežití a průměrného kusového přírůstku zcela zanedbává interakce genotypu a prostředí a předpokládá, že odchylka parametrů přežití nebo přírůstku kontrolní skupiny v rybníce od průměrné střední hodnoty za celý soubor dat v dané věkové kategorii je lineární a že obě lysé skupiny na tyto odchylky reagují stejnou měrou.

My předpokládáme, že biomasy a produkce lysých skupin sledovaných v této studii by se při jejich samostatném chovu v rybnících pohybovaly někde mezi hodnotami HPL a OPL. To by znamenalo, že chovem skupiny M2 x AL_v bychom mohli dosáhnout o 38,6–54,9 % vyšší celkovou produkci kapra ve srovnání se skupinou M2.

4.4.2. Kvalita vody v rybnících a její vztah k produkčním parametrům

V dostupné literatuře se nepodařilo najít obdobnou studii, která by porovnávala vliv různých skupin kapra na kvalitu vody v rybnících. Nicméně hlavním cílem srovnávání parametrů kvality vody bylo posoudit závislost mezi produkčními ukazateli a parametry kvality vody. Je nepochybné, že chov kapra v rybnících má vliv minimálně na průhlednost vody, submersní vegetaci a obsah nerozpuštěných látek ve vodě (Zambrano a kol., 1999; Williams a kol., 2002; Parkos a kol., 2003; Qui a kol., 2019; Kolář a kol., 2023). Souvisí to s biologií kapra a způsobem jeho obživy, kdy kapři v době nedostatku planktonu ryjí ve dně a víří rybníční sediment (Roberts a kol., 1995). Předpokládá se, že touto aktivitou se do vody dostávají lépe i živiny ze sedimentů, což přispívá ke zvyšování jejich koncentrací ve vodě. Na druhé straně tak může postupně docházet ke snižování zátěže takových nádrží a rychlejší mineralizaci (Rahman, 2015).

Parametry kvality vody v chovných rybnících tedy závisí na specifických podmínkách rybníčního ekosystému daných jeho polohou a obsádkou kapra obecného. Během naší studie nebyl prokázán zásadní vliv produkčních parametrů na kvalitu vody v rybnících, a to ani přes poměrně široké rozmezí

celkové biomasy či produkce kapra. Výsledky se ale mírně lišily v závislosti na použité korelační matici (počet zahrnutých rybníků, počet zahrnutých parametrů). Při největším souboru rybníků s parametry biomasy a produkce kapra v rybnících a parametry kvality vody na odtoku nebyly prokázány žádné významné závislosti, jež by ukazovaly na to, že zvýšením produkce kapra o určitou úroveň dojde ke zhoršení některého ze sledovaných parametrů. Ani autoři rozsáhlé studie prováděné na Třeboňských rybnících nepozorovali mezi biomasou kapra v rybnících a parametry kvality vody žádnou významnou závislost (Baxa a kol., 2013). Ve stejné studii nebyl zjištěn ani vliv přikrmování a hnojení na parametry kvality vody. Rovněž studie prováděné Knöschem a kol. (2000) a Všetickovou a kol. (2012) dospěly ke stejným závěrům.

Ukazuje se, že je důležité sledovat nejen parametry kvality vody v rybnících, ale i na jejich přítocích. Bez toho nelze dobře porozumět komplikovaným ekologickým vztahům a dějům odehrávajícím se v ekosystému rybníka. Fakt, že parametry kvality vody na přítocích nebyly často měřeny, mohl vést k dřívějším mylným interpretacím ohledně závislostí mezi kapří obsádkou a kvalitou vody v rybnících. Výsledky naší studie ukazují na obdobné závěry vyřčené v posledních dvou zmíněných studiích (Knösch a kol., 2000; Všeticková a kol., 2012). Kvalita vody při průchodu rybníkem se zhoršuje zejména tam, kde rybníky leží na nezatížených lokalitách (Hlaváč a kol., 2014). Vliv obsádky kapra na zhoršení kvality vody není ale výrazný a vše souvisí spíše s faktem zpomalení vody, jejím prohřátím a umožněním rozvoje primární produkce. Naopak na zatížených lokalitách se kvalita vody při průchodu rybníkem zlepšuje. Dokazují to střední až vysoké negativní závislosti (korelace) mezi hodnotou parametru na přítoku a bilanci (odtok vs. přítok) u všech sledovaných ukazatelů kvality vody v rámci naší studie. Výsledky naznačují, že výše biomasy či produkce kapra neměly na tento fenomén žádný negativní vliv. Byla ale prokázána závislost mezi produkcí kapra v rybnících a úživností přítékající vody (zejména s ohledem na obsah *Namon.* a organických látek). Rybníky, a to opět bez ohledu na výši produkce kapra, vylepšují biologickou odbouratelnost organických látek.

Použitý typ přikrmování neměl vliv na parametry kvality vody. Přitom při výrobě granulovaného krmiva dochází k úpravě jeho jednotlivých složek (drcení, mletí, lisování, paření) a toto krmení obsahuje pšenici i pšeničnou mouku. Naproti tomu Hlaváč a kol. (2015) zaznamenali u pařené i mačkané pšenice nejen zlepšení růstu ryb vůči rybníkům, kde bylo využito obilí bez úpravy, ale i snížení koncentrace živin v odtokové vodě z rybníků, a to pravděpodobně v důsledku zlepšení stravitelnosti takového krmení. Tato krmiva zlepšila v rybničním ekosystému i celkovou bilanci fosforu. Rovněž Čirić a kol. (2013) zaznamenali při úpravě obilí mletím zlepšení parametrů kvality vody. Dulić a kol. (2010) srovnávali parametry kvality vody v rybnících s kapry přikrmovanými

komerčním extrudovaným a peletovaným krmivem (25 % bílkovin a 7 % tuku) s rybníkem, kde bylo k příkrmování použito obilí (kukuřice, pšenice a ječmen v poměru 1 : 1 : 1). Obdobně jako v našem případě nebyly v rámci jejich studie pozorovány statisticky významné rozdíly mezi rybníky u chemických parametrů, ale některé fyzikální parametry vody (elektrická vodivost, průhlednost a obsah kyslíku) byly významně horší v rybníce, kde se příkrmovalo obilím. Je zřejmé, že s krmením i hnojením se do vody dodávají další živiny, které se odrážejí v bilancích jednotlivých parametrů kvality vody (Hlaváč a kol., 2015; Roy a kol., 2020a). Na druhou stranu lze rozumným hospodařením na rybnících negativním dopadům spojeným s příkrmováním zabránit (Hlaváč a kol., 2015; Roy a kol., 2023), a to bez ohledu na výši produkce ryb, bude-li držena v určitém rozmezí. Toto rozmezí je stále předmětem veřejných i odborných diskuzí. Rahman (2015) zmiňuje, že kritická hranice biomasy kapra v rybnících s ohledem k udržení kvality vody v těchto rybnících se pohybuje až na úrovni kolem 2 000 kg.ha⁻¹ v případě polointenzivního způsobu hospodaření (s příkrmováním). To je zatím relativně daleko za hodnotami, které byly dosahovány ve studii na Klatovském rybářství (646 kg.ha⁻¹), a dávalo by to dostatečný prostor na využívání obsádek s navýšeným genetickým potenciálem prostřednictvím selekčního šlechtění. Na druhou stranu je zřejmé, že tato hranice se odvíjí od místních podmínek. Rahman a kol. (2015) došli k výše uvedené hodnotě v oblasti jihovýchodní Asie. Stanovení této hranice pro podmínky Klatovského rybářství bude předmětem dalšího bádání. Zatím se zdá, že v pozorovaném rozmezí od 129 kg.ha⁻¹ do 1 579 kg.ha⁻¹ se na kvalitě vody v rybnících podílely spíše jiné faktory než právě výše obsádky.

4.5. Závěry ze studie na rybářském podniku

Na základě zjištěných a diskutovaných skutečností lze výsledky provedené na rybářském podniku shrnout následovně:

- Produktivita rybničního ekosystému je za současných podmínek hospodaření dostatečně plastická na to, aby se v chovu mohly využívat obsádky s vyšším potenciálem užitkovosti (rychlejší růst, vyšší podíl jedlých částí těla a případně vyšší přežití), a zvyšovat tak produkci kapra z jednotky plochy rybníka.
- Navýšení průměrné celkové produkce kapra v rybnících na úroveň kolem 1 200 kg.ha⁻¹ (o cca 100 %, což odpovídá 10 generacím selekčního šlechtění na rychlost růstu) by se nemělo projevit ve zhoršení parametrů kvality vody.

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

- Při zajištění relativního krmného koeficientu předkládaného krmiva na doporučené úrovni 2,0 lze používat obilí se stejným efektem jako krmnou směs KP1, tedy bez vlivu na průměrný kusový přírůstek a parametry kvality vody.

4.6. Ekonomické zhodnocení studie na rybářském podniku

Ekonomické zhodnocení vychází z údajů uvedených v tab. 8. Kalkulace jsou prováděny:

- 1) pro tržní rybu na ploše všech rybníků ve studii zahrnutých do statistických analýz,
- 2) pro tržní rybu na celém podniku při podílu lysce 60 % (772 ha rybníků),
- 3) se zohledněním typu krmiva určeného k přikrmování,
- 4) pro dosažené průměrné celkové biomasy kapra.

Další data užitá při výpočtech dodaná Klatovským rybářstvím, a.s.:

- Průměrná velkoobchodní prodejní cena kapra = 68,21 Kč.kg⁻¹.
- Cena obilí (kombinace krmného šrotu a zrna) = 5 680 Kč.t⁻¹.
- Cena krmné směsi KP1 bez DPH = 8 300 Kč.t⁻¹.
- Fixní náklady na výrobu 1 kg kapra bez nákladů na krmení = 51,39 Kč.

Tab. 16. Ekonomické zhodnocení chovu M2 na ploše rybníků, která byla zahrnuta do studie, při výhradním užití obilí k přikrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	93,70 ha
Průměrná biomasa kapra na 1 ha	600 kg
Průměrná spotřeba krmiva na 1 ha	1 234 kg
Průměrný RKK obilí	2,40
Průměrná cena za 1 kg obilí	5,68 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlov kapra	56 220 kg (93,7 x 600)
Tržby za ryby	3 834 766,20 Kč (56 220 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	2 889 145,80 Kč (56 220 x 51,39)
Celkové náklady na přikrmování	656 754,54 Kč (1 234 x 93,7 x 5,68)
Celkové výrobní náklady	3 545 900,34 Kč (2 889 145,80 + 656 754,54)
Hrubý zisk	288 865,86 Kč (3 834 766,20 - 3 545 900,34)

Tab. 17. Ekonomické zhodnocení chovu M2 na ploše rybníků, která byla zahrnuta do studie, při výhradním užití krmiva KP1 k příkrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	93,70 ha
Průměrná biomasa M2 na 1 ha	600 kg
Průměrná spotřeba KP1 na 1 ha	1 234 kg
Průměrný RKK KP1	2,40
Průměrná cena za 1 kg KP1	8,30 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlovek kapra	56 220 kg (93,7 x 600)
Tržby za ryby	3 834 766,20 Kč (56 220 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	2 889 145,80 Kč (56 220 x 51,39)
Celkové náklady na příkrmování	959 694,14 Kč (1 234 x 93,70 x 8,30)
Celkové výrobní náklady	3 848 839,94 Kč (2 889 145,80 + 959 694,14)
Hrubý zisk	-14 073,74 Kč (3 834 766,20 - 3 848 839,94)

Z Tab. 17 je patrné, že při výhradním užití krmiva KP1, aktuální prodejní ceně a průměrném dosaženém RKK u skupiny M2 by byla výroba ztrátová.

Tab. 18. Ekonomické zhodnocení chovu M2 x AL_v na ploše rybníků, která byla zahrnuta do studie, při výhradním užití obilí k příkrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	93,70 ha
Průměrná biomasa kapra na 1 ha	742 kg
Průměrná spotřeba krmiva na 1 ha	1 331 kg
Průměrný RKK obilí	2,00
Průměrná cena za 1 kg obilí	5,68 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlovek kapra	69 525,4 kg (93,70 x 742)
Tržby za ryby	4 742 327,53 Kč (69 525,40 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	3 527 910,31 Kč (69 524,40 x 51,39)
Celkové náklady na příkrmování	708 379,50 Kč (1 331 x 93,70 x 5,68)
Celkové výrobní náklady	4 281 289,81 Kč (3 527 910,31 + 708 379,50)
Hrubý zisk	461 037,72 Kč (4 742 327,53 - 4 281 289,81)

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

Při chovu skupiny M2 x AL_v bychom díky vyšší produkci ryb a nižšímu RKK dosáhli vůči skupině M2 (tab. 16) o 172 171,88 Kč vyšší hrubý zisk.

Tab. 19. *Ekonomické zhodnocení chovu M2 x AL_v na ploše rybníků, která byla zahrnuta do studie, při výhradním užití krmiva KP1.*

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	93,70 ha
Průměrná biomasa M2 na 1 ha	742 kg
Průměrná spotřeba KP1 na 1 ha	1 331 kg
Průměrný RKK KP1	2,00
Průměrná cena za 1 kg KP1	8,30 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlovek kapra	69 525,40 kg (93,70 x 742)
Tržby za ryby	4 742 327,53 Kč (69 525,40 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	3 527 910,31 Kč (69 524,40 x 51,39)
Celkové náklady na přikrmování	1 035 132,01 Kč (1 331 x 93,70 x 8,30)
Celkové výrobní náklady	4 608 042,32 Kč (3 527 910,31 + 1 035 132,01)
Hrubý zisk	134 285,21 Kč (4 742 327,53 - 4 608 042,32)

V případě chovu skupiny M2 x AL_v by s výhradním užitím krmiva KP1 nebyla výroba ztrátová, a to díky nižšímu RKK a vyšší produkci ryb z jednotky plochy rybníka. Výše zisku je ale velmi nízká.

Tab. 20. Ekonomické zhodnocení chovu M2 na celkové ploše hlavních rybníků podniku s podílem lysce 60 % při výhradním užití obilí k přikrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	772 ha
Průměrná biomasa kapra na 1 ha	600 kg
Průměrná spotřeba krmiva na 1 ha	1 234 kg
Průměrný RKK obilí	2,40
Průměrná cena za 1 kg obilí	5,68 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlov kapra	463 200 kg (772 x 600)
Tržby za ryby	31 594 872 Kč (463 200 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	23 803 848 Kč (463 000 x 51,39)
Celkové náklady na přikrmování	5 411 040,64 Kč (1 234 x 772 x 5,68)
Celkové výrobní náklady	29 214 888,64 Kč (23 803 848 + 5 411 040,64)
Hrubý zisk	2 379 983,36 Kč (31 594 872 - 29 214 888,64)

Tab. 21. Ekonomické zhodnocení chovu M2 na celkové ploše hlavních rybníků podniku s podílem lysce 60 % při výhradním užití krmiva KP1 k přikrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	772 ha
Průměrná biomasa M2 na 1 ha	600 kg
Průměrná spotřeba KP1 na 1 ha	1 234 kg
Průměrný RKK KP1	2,40
Průměrná cena za 1 kg KP1	8,3 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlov kapra	463 200 kg (772 x 600)
Tržby za ryby	31 594 872 Kč (463 200 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	23 803 848 Kč (463 000 x 51,39)
Celkové náklady na přikrmování	7 906 978,40 Kč (1 234 x 772 x 8,30)
Celkové výrobní náklady na 1 kg kapra	31 710 826,40 Kč (23 803 848 + 7 906 978,40)
Hrubý zisk	-115 954,40 Kč (31 594 872 - 31 710 826,40)

Z Tab. 21 je patrné, že při výhradním užití krmiva KP1, aktuální prodejní ceně kapra a zjištěné průměrné hodnotě RKK u M2 by byla výroba lysce na celém podniku ztrátová.

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

Tab. 22. *Ekonomické zhodnocení chovu M2 x AL_v na celkové ploše hlavních rybníků podniku s podílem lysce 60% při výhradním užití obilí k přikrmování.*

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	772 ha
Průměrná biomasa kapra na 1 ha	742 kg
Průměrná spotřeba krmiva na 1 ha	1 331 kg
Průměrný RKK obilí	2,00
Průměrná cena za 1 kg obilí	5,68 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlovek kapra	572 824 kg (772 x 742)
Tržby za ryby	39 072 325,04 Kč (572 824 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	29 437 425,36 Kč (572 824 x 51,39)
Celkové náklady na přikrmování	5 836 381,76 Kč (1 331 x 772 x 5,68)
Celkové výrobní náklady na 1 kg kapra	35 273 807,12 Kč (29 437 425,36 + 5 836 381,76)
Hrubý zisk	3 798 517,92 Kč (39 072 325,04 - 35 273 807,12)

Při chovu skupiny M2 x AL_v bychom díky vyšší produkci ryb a nižšímu RKK dosáhli o 1 418 534,56 Kč vyšší hrubý zisk ve srovnání s chovem skupiny M2, což činí nárůst zisku o 59,6%.

Tab. 23. Ekonomické zhodnocení chovu M2 x AL_v na celkové ploše hlavních rybníků podniku s podílem lysce 60 % při výhradním užití krmiva KP1 k příkrmování.

Položka	Hodnota
Plocha rybníků ve studii	772 ha
Průměrná biomasa M2 na 1 ha	742 kg
Průměrná spotřeba KP1 na 1 ha	1 331 kg
Průměrný RKK KP1	2,00
Průměrná cena za 1 kg KP1	8,30 Kč
Průměrná prodejní cena za 1 kg kapra	68,21 Kč
Fixní výrobní náklady na 1 kg kapra bez krmení	51,39 Kč
Celkový výlov kapra	572 824 kg (772 x 742)
Tržby za ryby	39 072 325,04 Kč (572 824 x 68,21)
Celkové fixní výrobní náklady	29 437 425,36 Kč (572 824 x 51,39)
Celkové náklady na příkrmování	8 528 515,60 Kč (1 331 x 772 x 8,30)
Celkové výrobní náklady na 1 kg kapra	37 965 940,96 Kč (29 437 425,36 + 8 528 515,6)
Hrubý zisk	1 106 384,08 Kč (39 072 325,04 - 37 965 940,96)

Z Tab. 23 je patrné, že při výhradním užitím krmiva KP1, výše uvedené produkci lysců a aktuální prodejní ceně by byla výroba zisková, ale rentabilita chovu by byla nižší než při užití obilí.

5. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Zavedené inovované prvky v chovu kapra sumarizované v kapitole 3 vycházejí z originálních a jedinečných studií. Ty byly aplikovány na chovatelské podmínky a prostředí ČR a v tomto rozsahu nebyly dosud u kapra obecného prováděny.

Studie na rybářském podniku prezentovaná v této publikaci je nová v tom ohledu, že srovnává produkční parametry dvou skupin kapra s odlišným genetickým potenciálem užitkovosti v průběhu celého chovatelského cyklu v rybnících, a to na poměrně velkém počtu rybníků a velké výměře rybníků. Dává tak relevantní a autentický obraz skutečnosti. S ohledem k produkčním parametrům se prezentovaná studie zaměřuje především na ukazatele produkce ryb (rybníků), ne tolik na vlastní užitkovost ryb. Hodnotí míru přirozené produkční plasticity rybníčního ekosystému. Tím se liší od publikací zaměřených čistě na porovnávání užitkových parametrů (přežití, rychlost růstu, podíl jedlých částí těla atd.) různých skupin kapra.

Část studie, která se zabývá problematikou kvality vody je opět nová zejména v tom ohledu, že tyto parametry jsou srovnávány i ve vztahu k odlišným skupinám kapra s odlišnými produkčními parametry. Tím se liší od publikací, které se zaměřují např. čistě na sledování závislosti mezi velikostí obsádky kapra a kvalitou vody v rybnících nebo čistě na vliv typu příkrmování na kvalitu vody v rybnících. Podrobné ekonomické kalkulace přínosu chovu kapra s vyšším genetickým potenciálem z dosažených výsledků nejsou v odborných publikacích často prezentovány.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Adámek, Z., Gál, D., Pilarczyk, M., 2009. Carp farming as a traditional type of pond aquaculture in Central Europe: prospects and weaknesses in the Czech Republic, Hungary and Poland. *European Aquaculture Society Special Publication* 37: 80–81.
- Adámek, Z., Linhart, O., Kratochvíl, M., Flajšhans, M., Randák, T., Polícar, T., Kozák, P., 2012. Aquaculture in the Czech Republic in 2012: a prosperous and modern European sector based on a thousand-year history of pond culture. *Aquaculture Europe* 2012, 37: 5–14.
- Anton-Pardo, M., Adámek, Z., 2015. The role of zooplankton as food in carp pond farming: a review. *Journal of Applied Ichthyology* 31: 7–14.
- American Public Health Association (APHA), 1998. Standard methods for the examination of water and waste water. Washington, DC.
- Baxa, M., Benedové, Z., Ehmelova, I., Musil, M., Pechar, L., Pokorný, J., 2013. Komplexní systém kontroly kvality rybničních nádrží – klíčový nástroj pro efektivní produkci ryb. Technická zpráva pilotního projektu CZ.I.25/3.4.00/11.00387, 55 s.
- Čirić, M., Gordana, C., Dulić, Z., Stojanović, K., Cki, S., Marković, Z., 2013. Effect of supplemental feed type on water quality, plankton and benthos availability and carp (*Cyprinus carpio* L.) growth in semi-intensive monoculture ponds. *Aquaculture Research* 46: 777–788.
- De Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J.A., Vandeputte, M., 2018. Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Reviews in Aquaculture* 10: 833–851.
- Duda, P., Gela, D., Linhart, O., 1999. Topcrossing with paternal inheritance testing of 4-month-old common carp (*Cyprinus carpio*, L.) progeny in three altitude conditions. *Aquaculture Research* 30: 911–916.
- Dulić, Z., Subakov-Simić, G., Čirić, M., Relić, R., Lakić, N., Stanković, M., Marković, Z., 2010. Water quality in semi-intensive carp production system using three different feeds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 16: 266–274.
- Flajšhans, M., Hulata, G., 2007. Common carp – *Cyprinus carpio*. In: Svaasand, T., Crossetti, D., García-Vásquez, E., Verspoor, E. (Eds), *Genimpact – Evaluation of Genetic Impact of Aquaculture Activities on Native Populations*, pp. 32–39.
- Föllner, G., Pfeifer, M., Langer, M., 2007. Carp pond management, management of carp ponds, good professional practice. Saxon State Institute for Agriculture, Dresden, Germany, 129 p. (in German)
- Gjedrem, T., 1979. Selection for growth rate and domestication in Atlantic salmon. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 96: 56–59.
- Gjedrem, T., 2010. The first family-based breeding program in aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 2: 2–15.

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

- Gjedrem, T., Rye, M., 2016. Selection response in fish and shellfish: a review. *Reviews in Aquaculture* 10: 168–179.
- Hartman, P., 2016. Hydrologie rybníků a biotechnologie rybníční produkce. In: Hartman, P., Regenda, J., 2016. *Praktika v rybníkářství* (2. vydání). FROV JU, Vodňany, s. 13–98.
- Hlaváč, D., Adámek, Z., Hartman, P., Másílko, J., 2014. Effects of supplementary feeding in carp ponds on discharge water quality: a review. *Aquaculture International* 22: 299–320.
- Hlaváč, D., Másílko, J., Hartman, P., Bláha, M., Pechar, L., Anton-Pardo, M., Adámek, Z., 2015. Effects of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) supplementary feeding with modified cereals on pond water quality and nutrient budget. *Journal of Applied Ichthyology* 31: 30–37.
- Hlaváč, D., Anton-Pardo, M., Másílko, J., Hartman, P., Regenda, J., Vejsada, P., Baxa, M., Pechar, L., Valentová, O., Všeticková, L., 2016a. Supplementary feeding with thermally treated cereals in common carp (*Cyprinus carpio* L.) pond farming and its effects on water quality, nutrient budget and zooplankton and zoobenthos assemblages. *Aquaculture International* 24: 1681–1697.
- Hlaváč, D., Másílko, J., Anton-Pardo, M., Hartman, P., Regenda, J., Vejsada, P., Mráz, J., Adámek, Z., 2016b. Compound feeds and cereals as potential tools for improved carp *Cyprinus carpio* production. *Aquaculture Environment Interactions* 8: 647–657.
- Horváth, L., Tamás, G., Seagrave, C., 2008. *Carp and pond fish culture (second edition): including Chinese herbivorous species, pike, tench, zander, wels catfish, goldfish, African catfish and sterlet*. Fishing News Books. Wiley-Blackwell, 192 pp.
- Hossain, M.B., Nur, A.-A.U., Sarker, M.M., Banik, P., Islam, M.M., Albeshr, M.F., Arai, T., 2022. Production performances and profitability of stocking homestead ponds with advanced carp fingerlings for maximizing family nutrition and income generation. *Fishes* 7: 289.
- Hulata, G., 1995. A review of genetic improvement of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. In: Billard, R., Gall, G.A.E. (Eds), *The Carp Symposium*, Budapest, Hungary, September 6–8, 1993: *Aquaculture* 129: 143–155.
- Chakraborty, B., Miah, M., Mirza, M., Habib, M., 2006. Rearing and nursing of endangered saripunti, *Puntius sarana* (Ham.) with three supplementary feeds. *Journal of the Asiatic Society of Bangladesh Science* 32: 33–41.
- Chavanne, H., Janssen, K., Hofherr, J., Contini, F., Haffray, P., Komen, H., Nielsen, E.E., Bargelloni, L., Consortium, A., 2016. A comprehensive survey on selective breeding programs and seed market in the European aquaculture fish industry. *Aquaculture International* 24: 1287–1307.
- Janssen, K., Chavanne, H., Berentsen, P., Komen, H., 2017. Impact of selective breeding on European aquaculture. *Aquaculture* 472: 8–16.
- Kaushik, S., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture* 129: 225–241.

- Kestemont, P., 1995. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 129: 347–372.
- Knap, P.W., Kause, A., 2018. Phenotyping for genetic improvement of feed efficiency in fish: lessons from pig breeding. *Frontiers in Genetics* 9: 184.
- Knösche, R., Schreckenbach, K., Pfeifer, M., Weissenbach, H., 2000. Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fisheries Management and Ecology* 7: 15–22.
- Kocour, M., Flajšhans, M., Gela, D., Rodina, M., Hulák, M., Kašpar, V., Linhart, O., 2010. Metodické postupy při aplikaci selekčního programu zaměřeného na zvyšování užítkovosti ryb v podmínkách českého rybářství. Edice Metodik, FROV JU Vodňany, č. 103, 86 s.
- Kocour, M., Gela, D., Rodina, M., Linhart, O., 2005. Testing of performance in common carp *Cyprinus carpio* L. under pond husbandry conditions I: top-crossing with Northern mirror carp. *Aquaculture Research* 36: 1207–1215.
- Kocour, M., Mauger, S., Rodina, M., Gela, D., Linhart, O., Vandeputte, M., 2007. Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture* 270: 43–50.
- Kocour, M., Prchal, M., Gela, D., Kocour Kroupová, H., Steinbach, Ch., Garayová, M., Policar, T., 2022. Opatření na zkrácení generačního intervalu u kapra obecného. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 198, 53 s.
- Kolář, V., Francová, K., Vrba, J., Grill, S., Boukal, D.S., 2023. Widespread long-term declines of littoral areas in protected and unprotected Czech fishponds. *Ecological Engineering* 194: 107042.
- Kořínek, V., Fott, J., Fuksa, J., Lelák, J., Pražáková, M., 1987. Carp ponds of central Europe. *Managed Aquatic Ecosystems, Ecosystems of the World* 29, Elsevier, Amsterdam, pp. 29–63.
- Li, L., Shen, Y., Yang, W., Xu, X., Li, J., 2021. Effect of different stocking densities on fish growth performance: A meta-analysis. *Aquaculture* 544: 737152.
- Linhart, O., Gela, D., Rodina, M., Šlechtová, V., Šlechta, V., 2002. Top-crossing with paternal inheritance testing of common carp (*Cyprinus carpio* L.) progeny under two altitude conditions. *Aquaculture* 204: 481–491.
- Parkos, J.J., Santucci, V.J. Jr, Wahl, D.H., 2003. Effects of adult common carp (*Cyprinus carpio*) on multiple trophic levels in shallow mesocosms. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 182–192.
- Pechar, L., 2000. Impacts of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries Management and Ecology* 7: 23–31.
- Petrovici, M., Balan, M.-S., Gruia, R., Pop, O.G., 2010. Diversity of macrozoobenthic community from fish farms as a consequence of the fisheries management. *Environmental Engineering and Management Journal* 9: 1589–1592.

INOVACE TECHNOLOGIE CHOVU KAPRA OBECNÉHO PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ GENETICKÉHO POTENCIÁLU RYB

- Popp, J., Békefi, E., Duleba, S., Oláh, J., 2019. Multifunctionality of pond fish farms in the opinion of the farm managers: the case of Hungary. *Reviews in Aquaculture* 11: 830–847.
- Potužák, J., Duras, J., Drozd, B., 2016. Mass balance of fishponds: are they sources or sinks of phosphorus? *Aquaculture International* 24: 1725–1745.
- Potužák, J., Hůda, J., Pechar, L., 2007. Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds – impact of zooplankton structure. *Aquaculture International* 15: 201–210.
- Prchal, M., Kause, A., Vandeputte, M., Gela, D., Allamelou, J.M., Girish, K., Bestin, A., Bugeon, J., Zhao, J., Kocour, M., 2018. The genetics of overwintering performance in two-year old common carp and its relation to performance until market size. *PLoS ONE* 13: e0191624.
- Prchal, M., Kocour, M., Vandeputte, M., Kause, A., Vergnet, A., Zhao, J., Gela, D., Kašpar, V., Genestout, L., Bestin, A., Bugeon, J., 2020. Morphological predictors of slaughter yields using 3D digitizer and their use in a common carp breeding program. *Aquaculture* 520: 734993.
- Prchal, M., Gela, D., Flajšhans, M., Piačková, V., Kocour Kroupová, H., Kocour, M., 2021a. Využití amurského lysce pro zefektivnění produkce kapra v rybniční akvakultuře ČR. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 189, 51 s.
- Prchal, M., Zhao, J., Gela, D., Kašpar, J., Lepič, P., Kašpar, V., Kocour, M., 2021b. Simplified method for genetic slaughter yields improvement in common carp under European pond conditions. *Aquaculture Reports* 21: 100832.
- Prchal, M., Palaiokostas, C., Gela, D., Piačková, V., Reschová, S., Kocour, M., 2023. Genetic parameters and genomic prediction of resistance to koi herpesvirus disease using a low-density SNP panel on two Amur mirror carp populations. *Aquaculture Reports* 30: 101582.
- Qiu, X., Mei, X., Razlutskiy, V., Rudstam, L.R., Liu, Z, Tong C., Zhang, X., 2019. Effects of common carp (*Cyprinus carpio*) on water quality in aquatic ecosystems dominated by submerged plants: a mesocosm study. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 420: 28.
- Rahman, M.M., 2015. Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science* 8: 399–410.
- Richardson, D.C., Holgerson, M.A., Farragher, M.J., Hoffman, K.K., King, K.B., Alfonso, M.B., Andersen, M.R., Cheruveil, K.S., Coleman, K.A., Farruggia, M.J., 2022. A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific reports* 12: 10472.
- Roberts J, Chick A, Oswald L, Oswald L, Thompson P., 1995. Effect of carp, *Cyprinus carpio* L., an exotic benthivorous fish, on aquatic plants and water quality in experimental ponds. *Marine and Freshwater Research* 46: 1171–1180.
- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mraz, J., 2020a. Feed-based common carp farming and eutrophication: is there a reason for concern? *Reviews in Aquaculture* 12: 1736–1758.

- Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mraz, J., 2020b. Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors. *Journal of Cleaner Production* 270: 122268.
- Roy, K., Vrba, J., Kajgrova, L., Mraz, J., 2022. The concept of balanced fish nutrition in temperate European fishponds to tackle eutrophication. *Journal of Cleaner Production* 364: 132584.
- Roy, K., Másilko, J., Kajgrova, L., Kuebutornye, F.K.A., Oberle, M., Mráz, J., 2023. End-of-season supplementary feeding in European carp ponds with appropriate plant protein and carbohydrate combinations to ecologically boost productivity: lupine, rapeseed and, triticale. *Aquaculture* 577: 739906.
- Vandeputte, M., Kocour, M., Mauger, S., Dupont-Nivet, M., De Guerry, D., Rodina, M., Gela, D., Vallod, D., Chevassus, B., Linhart, O., 2004. Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 235: 223–236.
- Vandeputte, M., Kocour, M., Mauger, S., Rodina, M., Launay, A., Gela, D., Dupont-Nivet, M., Hulák, M., Linhart, O., 2008. Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): Heritability estimates and response to selection. *Aquaculture* 277: 7–13.
- Vandeputte, M., Frasin, C., Haffray, P., Bestin, A., Allal, F., Kocour, M., Prchal, M., Dupont-Nivet, M., 2020. How to genetically increase fillet yield in fish: Relevant genetic parameters and methods to predict genetic gain. *Aquaculture* 519: 734877
- Všetičková, L., Adámek, Z., Rozkošný, M., Sedláček, P., 2012. Effects of semi-intensive carp pond farming on discharged water quality. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 42: 223–231.
- Williams, A.E., Moss, B., Eaton, J., 2002. Fish induced macrophyte loss in a shallow lakes: Top-down and bottom up processes in mesocosm experiments. *Freshwater Biology* 47: 2216–2232.
- Zambrano, L., Perrow, M.R., Macias-Garcia, C., Aguirre-Hidalgo, V., 1999. Impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds in Central Mexico. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6: 281–288.
- Zhao, J., Prchal, M., Palaiokostas, C., Houston, R.D., Kause, A., Vandeputte, M., Vergnet, A., Bugeon, J., Bestin, A., Veselý, T., Pokorová, D., Piačková, V., Pojezdal, L., Genestout, L., Gela, D., Kocour Kroupová, H., Kocour, M., 2020. Genetic relationship between koi herpesvirus disease resistance and production traits inferred from sibling performance in Amur mirror carp. *Aquaculture* 520: 734986.
- Zur, O., 1981. Primary production in intensive fish ponds and a complete organic carbon balance in the ponds. *Aquaculture* 23: 197–210.

7. SEZNAM VÝSTUPŮ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY TECHNOLOGII

- Kocour, M., Prchal, M., Gela, D., Kocour Kroupová, H., Steinbach, Ch., Garayová, M., Policar, T., 2022. Opatření na zkrácení generačního intervalu u kapra obecného. Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 198, 53 s.
- Kocour, M., Prchal, M., Lipka, J., Gela, D., 2022. The effect of a genetically improved common carp stock on the productivity of pond ecosystem from fish farmer point of view: implication for selective breeding in nature-close conditions, Aquaculture Europe 2022, 27–30 September, Rimini, Italy (e-poster). Abstract book, pp. 664–665.
- Kocour, M., Prchal, M., Lipka, J., Valentová, O., Kocour Kroupová, H., 2023. The effect of common carp mass yield and supplemental feeding on basic water quality parameters under semi-intensive pond management in Central Europe: implications for selective breeding in nature-close conditions. Aquaculture Europe 2023, 18–21 September, Vienna, Austria (e-poster). Abstract book, pp. 700–701.
- Prchal, M., Gela, D., Flajšhans, M., Piačková, V., Kocour Kroupová, H., Kocour, M., 2021. Využití amurského lysce pro zefektivnění produkce kapra v rybniční akvakultuře ČR. Edice Metodik, FROV JU Vodňany, č. 189, 51 s.
- Prchal, M., Zhao, J., Gela, D., Kašpar, J., Lepič, P., Kašpar, V., Kocour, M., 2021. Simplified method for genetic slaughter yields improvement in common carp under European pond conditions. Aquaculture Reports 21: 100832.
- Prchal, M., Lipka, J., Benedikt, A., Gela, D., Kocour, M., 2024. The effect of a genetically improved common carp stock on the productivity of pond ecosystem: Implication for selective breeding in nature-close conditions. Aquaculture Reports 36: 102071
- Zhao, J., Prchal, M., Palaiokostas, C., Houston, R.D., Kause, A., Vandeputte, M., Vergnet, A., Bugeon, J., Bestin, A., Veselý, T., Pokorová, D., Piačková, V., Pojezdal, L., Genestout, L., Gela, D., Kocour Kroupová, H., Kocour, M., 2020. Genetic relationship between koi herpesvirus disease resistance and production traits inferred from sibling performance in Amur mirror carp. Aquaculture 520: 734986.

Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu podpořeného Ministerstvem zemědělství České republiky prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum č. QK1910430 – Inovace technologických prvků v chovu kapra obecného za účelem maximálního využití vysokého potenciálu selekčních programů v podmínkách rybníčního hospodaření

Externí odborný oponent

*Ing. Miroslav Blecha, Ph.D.
Dvůr Lnáře spol. s r.o., Lnáře 18, 387 42*

Interní odborný oponent

*Ing. Marek Rodina, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské
výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský
a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25*

Adresa autorského kolektivu

*doc. Ing. Martin Kocour, Ph.D. 50 %
Ing. Martin Prchal, Ph.D. 35 %
doc. Ing. Hana Kocour Kroupová, Ph.D. 15 %*

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské
výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský
a hydrobiologický, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, www.frov.jcu.cz*

Ověření a uplatnění technologie 2023, Klatovské rybářství, a.s.

*V edici Metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz; přidělený editor: dr hab.
Ing. Josef Velíšek, Ph.D.; redakce: Zuzana Dvořáková;
Technologie ověřována v letech 2019–2023; vydána v roce 2023 grafický design
a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk.*



Fakulta rybářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



ISBN 978-80-7514-196-5