

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Fakulta rybářství a ochrany vod**  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

## **Bakalářská práce**

Testování užitečnosti meziplemenných kříženců lína  
obecného

**Autor:** Ondřej Homola

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. David Gela, Ph.D.

**Konzultant bakalářské práce:** Ing. Martin Prchal

**Studijní program a obor:** Zootechnika, Rybářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník studia:** 3.

České Budějovice, 2016

## **Prohlášení:**

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

Datum: 6.5.2016

Podpis:

## **Poděkování:**

Děkuji svému vedoucímu, Ing. Davidu Gelovi, Ph.D. za metodické vedení, cenné rady, připomínky a pomoc v orientaci v problematice při vypracování této bakalářské práce.

Dále děkuji Ing. Martinu Prchalovi za poskytnuté připomínky a rady a za pomoc při vyhledávání důležitých informací pro vypracování této bakalářské práce.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta rybářství a ochrany vod  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej HOMOLA**  
Osobní číslo: **V13B043P**  
Studijní program: **B4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Rybářství**  
Název tématu: **Testování užítkovosti meziplemenných kříženců lína obecného**  
Zadávací katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Cílem bakalářské práce bude praktické ověření a statistické vyhodnocení testu užítkovosti meziplemenných kříženců lína obecného.

1. Student v přípravné fázi nastuduje dostupnou literaturu týkající se provádění testů užítkovosti kaprovitých ryb. Samostatně vypracuje rešerši o metodách testování růstových možností ryb v daných podmínkách.

Termín předložení rešerše v rozsahu 15 - 20 stran vedoucímu bakalářské práce: 31.3.2015

2. Provedení experimentální části bakalářské práce, kdy se student bude v průběhu produkční sezóny aktivně spolupodílet na získávání údajů z testu užítkovosti. Získaná data samostatně zpracuje a vyhodnotí. Termín ukončení experimentů: prosinec 2015.

3. Vyhodnocení a zpracování dat získaných v průběhu experimentů běžně užívanými statistickými metodami, vyhotovení bakalářské práce dle schválených norem pro diplomové práce.

4. Odevzdání bakalářské práce do 30.4.2016.

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- Flajšhans, M., Kocour, M., Ráb, P., Hulák, M., Petr, J., Bohlen Šlechtová, V., Šlechta, V., Havelka, M., Kašpar, V., Linhart, O., 2013. Genetika a šlechtění ryb, Druhé rozšířené a upravené vydání, FROV JU, 305 s.
- Gela, D., Linhart, O., Flajšhans, M., Duda, P., 1998. A live gene bank of Tench (*Tinca tinca* L.) strains in the Czech Republic, Pol. Arch. Hydrobiol. 45, No. 3
- Gela, D., Kocour, M., Flajšhans, M., Rodina, M., Linhart, O., 2010. Comparison of performance of genome manipulated and standard tench, *Tinca tinca* (L.), groups under pond management conditions, Rev. Fish Biol. Fish. 20, 301-306 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 (12), 1207-1215 s.
- Kocour, M., Gela, D., Rodina, M., Flajšhans, M., 2010. Performance of different tench, *Tinca tinca* (L.), groups under semi-intensive pond conditions: it is worth establishing a coordinated breeding program, Rev. Fish Biol. Fishery 20, 345-355 s.
- Kocour, M., Flajšhans, M., Kašpar, V., Gela, D., Hulák, M., Rodina, M., Linhart, O., 2011. Metodické postupy při aplikaci hybridizačních programů u ryb v podmínkách českého rybářství, Edice Metodik 109, FROV JU., 53 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Gela, Ph.D.**

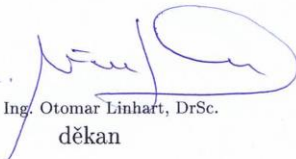
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Martin Prchal**

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Datum zadání bakalářské práce: **17. prosince 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. května 2016**

  
v.r. prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.  
děkan

L.S.

  
prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.  
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. prosince 2015

# Obsah

1. Úvod .....	8
2. Literární přehled .....	9
2.1 Lín obecný – taxonomické zařazení a popis druhu.....	9
2.2 Lín obecný – biologie.....	9
2.3 Význam a historie chovu lína obecného .....	10
2.4 Šlechtění lína obecného.....	10
2.4.1 Čistokrevná plemenitba .....	11
2.4.2 Křížení.....	11
2.4.3 Mezidruhové křížení .....	12
2.4.4 Vnitrodruhové křížení.....	12
2.4.5 Selekcce .....	13
2.5 Genomové manipulace u lína obecného .....	14
2.5.1 Polyploidizace a triploidizace .....	14
2.5.2 Gynogeneze.....	15
2.5.3 Androgeneze .....	16
2.6 Testování užítkovosti .....	16
2.6.1 Testování užítkovosti ryb v ČR .....	17
2.6.2 Testování užítkovosti u lína .....	17
3. Metodika.....	19
3.1 Plemena lína chovaná v České republice.....	19
3.2 Plemena lína použitá k testování užítkovosti.....	19
3.3 Průběh testování .....	19
3.3.1 Umělý výtěr lína obecného .....	19
3.3.2 Hodnocení reprodukčních ukazatelů.....	20
3.3.3 Postup testování ( $L_0 - L_3$ ) .....	21
3.3.4 Znaký a vlastnosti hodnocené při testech užítkovosti .....	23
3.3.5 Biometrické ukazatele a ukazatele výtěžnosti .....	24

3.4 Statistické metody zpracování dat.....	25
3.4.1 Korekce přežití.....	25
3.4.2 Korekce hmotnosti .....	25
3.4.3 Jednofaktorová ANOVA .....	25
3.4.4 Dvoufaktorová ANOVA.....	26
3.4.5 Analýza kovariance (ANCOVA).....	26
4. Výsledky.....	28
4.1 Reprodukční užítkovost .....	28
4.2 Užítkovost růstu a přežití .....	29
4.2.1 První vegetační sezóna.....	29
4.2.2 První mimovegetační sezóna .....	31
4.2.3 Druhá vegetační sezóna .....	33
4.2.4 Druhá mimovegetační sezóna.....	36
4.2.5 Třetí vegetační sezóna.....	38
5. Diskuze.....	44
6. Závěr.....	48
7. Seznam použité literatury.....	50
8. Grafické přílohy .....	54
9. Abstrakt .....	58
10. Abstract.....	60

# 1. Úvod

Lín obecný (*Tinca tinca*) je naší původní kaprovitou rybou. Areál jeho přirozeného rozšíření zahrnuje téměř celý mírný pás Evropy a Asie. Mimo to byl lín vysazen i v Severní Americe, jihovýchodní Asii, do Austrálie, na Nový Zéland a do Afriky. Chov lína má v našem rybníkářství minoritní postavení, z celkové roční produkce tržních ryb se produkce lína podílí asi 1,3 %, tedy přibližně 210 – 230 t. Nicméně i tak je tato ryba důležitou součástí polykultury s kaprem. V minulosti byla většina produkce určena na vývoz do zahraničí, konkrétně do Francie, Itálie a Španělska. I v současné době je zahraniční odbyt důležitým předpokladem zvýšení intenzity produkce lína v ČR. Jednou z možností jak jeho produkci a rentabilitu chovu ovlivnit je s využitím šlechtitelských metod.

Součástí šlechtění lína obecného na území České republiky jsou tzv. testy užitkovosti. Lín se testuje stejně jako kapr obecný. Testování s použitím kontrolní skupiny provádí od roku 2000 především Fakulta rybářství a ochrany vod (FROV JU) společně s některými rybářskými podniky. Účelem testování je ověření genetického potenciálu nově vyšlechtěných nebo dovozených plemen, linií nebo skupin ryb ve srovnání s výchozími plemeny, liniemi nebo skupinami. Při testech užitkovosti se zaměřujeme především na užitkové vlastnosti jako je růst, přežití ale i výtěžnost jedlých částí a biometrické ukazatele v tržní velikosti. Testování se provádí v podmínkách co nejbližším běžnému chovu konkrétního druhu a hospodaření v dané zemi. Samotné testování užitkovosti je zakotveno i v zákoně 154/2000 Sb. o šlechtění, plemenitbě hospodářských zvířat ve znění pozdějších předpisů a vyhlášce 448/2006 Sb.

Hlavním cílem této bakalářské práce je porovnání Hlubockého plemene (na mateřské pozici) v rámci vrcholového křížení s plemenem Maďarským, Vodňanským a Táborským (na otcovských pozicích) za tři vegetační období. Hodnocenými užitkovými vlastnostmi jsou reprodukční ukazatele generačních ryb při založení testu, přežití a růst po každé vegetační sezóně a po komorování a výtěžností a biometrické ukazatele na konci testu v tržní velikosti.



## 2. Literární přehled

### 2.1 Lín obecný – taxonomické zařazení a popis druhu

Třída: *Osteichthyes* – Ryby

Nadřád: *Teleostei* – Kostnatí

Řád: *Cypriniformes* – Máloostní

Podřád: *Cyprinoidei* – Kaprovci

Čeleď: *Cyprinidae* – Kaprovití

Rod: *Tinca* – Lín

Druh: *Tinca Tinca* – Lín obecný (Linnaeus, 1758)

Lín obecný je středně velkou kaprovitou rybou. Zavalité, mírně do délky protažené a ze stran zploštělé tělo je pokryté drobnými, hluboko do kůže vrostlými šupinami, silná kůže obsahuje velké množství slizových žlázek. Hlava je poměrně malá, spodní vysunovatelná ústa mají v každém koutku po jednom vousku. Oči jsou malé, duhovka má žlutou až oranžovou barvu. Ploutve lína jsou tmavé, zaoblené s výrazným pohlavním dimorfismem, u samců v druhém roce života druhý paprsek břišních ploutví výrazně zesílí a překrývá řitní otvor, načež u samic břišní ploutve tento otvor nepřekrývají a tvarem se podobají spíše ploutvím prsním (Berg, 1949; Oliva, 1952; Matěnová a Pivnička, 1980) Barva těla přechází od olivově zeleného až hnědého hřbetu přes nazelenalé boky po žluté až bílé břicho. Uměle byli vyšlechtěni i zlatí, modří a albinotičtí jedinci (Gerstmeier a Romig, 2003).

### 2.2 Lín obecný – biologie

Lín obecný obývá stojaté vody v inundačním území velkých řek. Svědčí mu prostředí zabahněných eutrofních nádrží, tůní a starých říčních ramen. Je však neobyčejně přizpůsobivý a ve vhodných podmínkách se může vyskytovat až do nadmořské výšky 1600 m.n.m. V Baltickém moři proniká do brakických vod (Gerstmeier a Romig, 2003). Je nenáročný na obsah kyslíku, přežívá i kritické stavy a proto jej společně s karasem obecným nacházíme i v lokalitách, kde by jiné druhy ryb nepřežily (Pokorný a kol., 2004). Potravu lína tvoří především plankton a bentos, ale též měkké části rostlin. Lín má oproti kaprovi znatelně kratší střevo, což má za příčinu horší konverzi rostlinné složky potravy a vyšší potřebu nutričně bohaté živočišné složky. Lín je fytofilním druhem, tření probíhá od června do srpna při

teplotě vody alespoň 18°C. Výtěr je dávkový. Relativní plodnost se pohybuje okolo 150 tis. jiker na kilo váhy jikernačky. Jikry lína jsou drobné, zelenavé a lepivé. Inkubační doba je 60 – 70 °d. Vykulený plůdek měří 4mm a do strávení žloutkového váčku a rozplavání je zavěšen na vodním rostlinstvu pomocí výměšků lepivé žlázy na hlavě (Pokorný a kol., 2004).

## 2.3 Význam a historie chovu lína obecného

Lín obecný je významným druhem rybníční akvakultury. V České republice je lín chován od 16. století. Stálé postavení mezi rybami chovanými v rybnících má však až od 17. století, kdy je záměrně nasazován do rybníků. Největší produkci lína vykazovalo české rybníkářství v 19. a později v druhé polovině 20. století, což má přímou souvislost s vývozem do zahraničí, především do Saska (Šilhavý a kol., 2015) Lín je pro vysokou kvalitu svého masa chován ve většině evropských zemí, přičemž v některých spolkových zemích Německa byl v minulosti hlavní chovanou rybou. Dlouholetou tradici mají též chovy v Itálii a Španělsku využívající podobné podmínky a mající řadu společných rysů s naším rybníkářstvím. K chovu jsou používány původní populace lína, výtěr je realizován přirozenou nebo poloumělou metodou a plůdek je následně přelovován do nádrží na zemědělské půdě, které současně slouží jako napajedla pro dobytek nebo k zavlažování zemědělských plodin. Zde jsou ryby chovány do tržní hmotnosti 100 – 120g. Koncem léta nebo začátkem podzimu vlivem spotřeby vody a s tím souvisejícím poklesem hladiny již nelze ryby v nádržích dále chovat. V regionu proběhnou v krátké době výlovy spojené s oslavou a přípravou tradičních pokrmů z lína. Piemontský vysokohřbetý lín zlatavého zbarvení z oblasti Poirino nese chráněné označení původu (CHOP) podle evropské legislativy (Flajšhans a kol., 2013). Lín má též významné postavení v rybníčních chovech v zemích bývalého Sovětského svazu. Vysoká snášenlivost k různým životním podmínkám umožnila chov lína i v Americe a některých afrických zemích (Kubů a Kouřil, 1985; Pokorný a kol., 2004).

## 2.4 Šlechtění lína obecného

Jednotlivé populace lína obecného (české a moravské místní populace a populace importované z Maďarska a Rumunska) byly shromážděny ve VÚRH Vodňany počínaje

rokem 1979 (Kvasnička a kol., 1993). Výběrem byly založeny liniové chovy. Ke zvýšení homozygotnosti výchozích linií bylo použito blízké příbuzenské plemenitby a gynogeneze. Ve výrobních rybářských podnicích se však většinou chová lín z přirozeného výtěru nebo z umělého výtěru vlastních, geneticky blíže nespecifikovaných obsádek.

Cílem šlechtitelské práce u lína je propracování a ověření metod šlechtění na hmotnostní přírůstky s minimalizací imbrední deprese. K tomu nám v současné době slouží především tři šlechtitelské metody (Gela a kol., 1998):

- vyhledávání vhodných meziliniových kříženců s vysokou úrovní heterózy
- genomové manipulace k získání monosexních, případně sterilních ryb
- tvorba syntetických linií k dlouhodobé selekci

### **2.4.1 Čistokrevná plemenitba**

Čistokrevná plemenitba je základní a nejčastější šlechtitelskou metodou, při které se spoléháme na aditivní složku genetické variance vedoucí jako základ dlouhodobých selekčních programů s cílem zvýšení genetického potenciálu požadovaných kvantitativních znaků, jak u plemenných ryb, tak u konzumních ryb. Používá se při obnově všech generačních hejn. U čistokrevné plemenitby je důležité zabránit příbuzenské plemenitbě vedoucí až k inbreedingu. Z tohoto důvodu je u generačních hejn nutno zachovávat minimální velikost populace a v určitých časových intervalech doplňovat generační hejna o nepříbuzné ryby stejného plemene (Flajšhans a kol., 2013).

### **2.4.2 Křížení**

Křížení je základní metodou genetického vylepšování. Využíváme při něm vzájemného páření mezi druhy, populacemi, liniemi nebo skupinami ryb. Křížením u ryb slouží k získávání nových linií. Při křížení se snažíme využít neaditivní složky genetické variace, která při křížení vzdálených genotypů může způsobit heterózní efekt. Na konečné fenotypové hodnotě kříženců se však podílí i aditivní složka genetické variace. Pro chovatele je nejdůležitější, zda má výsledný hybrid větší užitkové vlastnosti než jeho rodiče. Mezidruhové křížení není běžně používáno, na rozdíl od vnitrodruhového, při němž křížíme plemena, linie nebo populace jednoho druhu ryb. Výsledný heterózní efekt je tím větší, čím více jsou od sebe skupiny ryb geneticky vzdálené. Genetickou vzdálenost můžeme určit

studiem morfologicko-biometrických ukazatelů, populačními studii nebo studii polymorfizmu alozymů, mikrosatelitních markerů, mDNA či jiných genů. Heterózní efekt bývá zpravidla omezen jen na F1 generaci hybridů, proto se nejvíce uplatňuje v produkci užitkových hybridů. U nás jsou nejběžnějším příkladem užitkoví kříženci kapra obecného (Flajšhans a kol. 2013).

### 2.4.3 Mezidruhové křížení

Mezidruhové křížení se provádí u příbuzných druhů ryb, neboť potomstvo geneticky vzdálených ryb nemusí být životaschopné nebo může být neplodné. Úspěch mezidruhového křížení závisí na homologicitě chromozomových párů. Výsledkem neúplné homologicity jsou právě neplodní nebo omezeně plodní hybridy. Pokusně byli vyprodukováni kříženci lína obecného s kaprem obecným, karasem obecným, tolstolobcem pestrým a tolstolobíkem bílým. Většinou se však projevila nízká oplozenost jiker, vysoká mortalita embryí a vysoké množství malformovaného plůdku. Křížením samice kapra a samce lína bylo získáno životaschopné potomstvo kaprolína. U reciprokého křížení (samice lína a samec kapra) byla zaznamenána 100% mortalita embryí. Užitkovost kaprolína však nepřesáhla užitkovost lepšího z obou rodičů, což je u mezidruhového křížení běžný jev. V intenzivní akvakultuře se s úspěchem využívá kříženec tlamounů *Oreochromis niloticus* a *O. aureus*, neboť při něm vzniká téměř celosamčí populace, přičemž samci tlamounů rostou výrazně rychleji než samice (Gjedrem, 2005).

### 2.4.4 Vnitrodruhové křížení

Vnitrodruhové křížení dělíme na dialelní křížení, vrcholové křížení a reprodukční křížení.

U dialelního křížení zakládáme všechny možné hybridní kombinace testovaných skupin. Je to nejvýhodnější způsob křížení, protože jsme při něm schopni zjistit užitkovost všech skupin při jediném testu a statisticky vyhodnotit podíl jednotlivých složek fenotypové proměnlivosti sledovaných znaků. Tato metoda je náročná na kapacitu chovatelského

zařízení, je však často nezbytná při zakládání výchozích populací před zahájením selekce (Flajšhans a kol., 2013).

Vrcholovým křížením rozumíme křížením různých testovaných plemen a jedno plemeno výchozí. Pokud je výchozí linie na otcovské pozici, jedná se o vrcholové křížení s mateřskou dědičností, pokud je na mateřské pozici, jedná se o vrcholové křížení s otcovskou dědičností. Při testech užitečnosti kapra a lína v České republice je tento model hojně využíván. Nejčastěji je používáno křížení s otcovskou dědičností, neboť je při něm potřeba méně odchovných ploch (Flajšhans a kol., 2013). Tento typ vrcholového křížení byl využit i v této bakalářské práci.

Reprodukční křížení je křížení vícenásobné, při němž postupně křížíme dvou až tři liniové hybridy s ostatními plemeny nebo liniemi a získáváme tři, čtyř i více liniové hybridy. Někdy je též využíváno zpětného křížení, při němž je hybrid nakřížen zpět na jednu z rodičovských skupin. Toto křížení se hodí k produkci populací, které se po aplikaci selekce či imbredizace mohou stát novými plemeny, liniemi či účelovými hybridy. U akvakulturních organismů našla tato metoda křížení své uplatnění zejména v chovech kapra obecného (Gjedrem, 2005).

## 2.4.5 Selektce

Selektce je jednou z hlavních evolučních sil ve všech biologických systémech, našla tedy uplatnění i jako nástroj cíleného zlepšování požadovaných vlastností v chovu ryb. Při selekci se snažíme zvýšit četnost genů nebo genotypů nesoucích požadovanou vlastnost a naopak snížit počet genů nebo genotypů bez požadované vlastnosti. V akvakultuře je selektce prováděna zpravidla jen u znaků kvantitativní povahy. Sledujeme při ní posun průměrné hodnoty fenotypu sledovaného znaku ve směru selekce. Selektci můžeme rozdělit na přírodní a umělou;

Přírodní selektce je prováděna na znak zvaný fitness, což je relativní produkční zdatnost daného genotypu. Jedinci s vyšší fitness produkují více potomstva s vyšším přežitím, než jedinci s nízkou fitness. Tento jev stojí za adaptací různých populací na odlišné životní podmínky. Adaptace však probíhá pomalu po mnoho generací, takže pokud jsou změny prostředí rychlejší než účinek přírodní selekce na adaptabilitu k novým podmínkám, populace může být vážně ohrožena nebo dokonce zaniknout (Flajšhans a kol., 2013).

Umělá selekce je prováděna lidskou silou při šlechtění ryb za účelem změny vybraného znaku nebo znaků v požadovaném směru. Na základě zjištěných fenotypových hodnot kvantitativních znaků vybíráme z populace pouze ty jedince, kteří spadají do požadovaného intervalu. V chovech ryb se často využívá pozitivní selekce při zařazování remontních ryb do generačního hejna, kdy se vybírají rychleji rostoucí jedinci, kteří odpovídají standartu. Při této selekci vybíráme jen jedince, kteří splňují selekční kritérium, tímto stylem vyřazujeme i ryby zdravé, v dobrém výživném stavu apod. Procento vybraných ryb z populace je nízké, protože čím nižší procento nejlepších ryb vybereme, tím vyšší můžeme očekávat selekční zisk u další generace (Flajšhans a kol., 2013).

U lína obecného se selekce remontních ryb provádí při výloveh rybníků na podzim nebo na jaře. Manipulace s generačními rybami se omezuje na minimum a výběr se uskutečňuje většinou těsně před výtěrem nebo před vysazováním  $L_{GEN}$  různého původu. Jako výchozí materiál pro zahájení plemenářské práce se využívá lín vlastního chovu a jednotného původu. Další úspěšná plemenářská práce vyžaduje výběr alespoň 150 – 200 ks  $L_2$  nebo  $L_3$  a před označením kryogenní metodou se uskuteční individuální pozitivní selekce. V dalších 2 – 4 letech se pracuje s tímto selektovaným souborem a před výtěrem se provádí vždy individuální negativní selekce (Pokorný a Kouřil, 1983).

## **2.5 Genomové manipulace u lína obecného**

Genomové manipulace mají v posledních desetiletích v chovech ryb vzestupnou tendenci. Využíváme je především v chovech kaprovitých, lososovitých, jeseterovitých a okounovitých ryb. Genomovými manipulacemi zde rozumíme ponejvíce vytváření triploidních a monosexních populací (Gomelsky, 2003).

### **2.5.1 Polyploidizace a triploidizace**

Polyploidizací rozumíme zmnožení chromozomových sad v somatických buňkách jedince nad jejich diploidní úroveň. Rozlišujeme autopolyploidii a alopolyploidii. K autopolyploidii dochází, rozmnožují-li se dva jedinci stejného druhu a při gametogenezi nebo oplození jiker dojde k poruchám. Na vývoj zárodku mohou mít vliv též různé podmínky

prostředí (Pandian a Koteeswaran, 1998). Naproti tomu alopolyplodie se týká výlučně mezirodové nebo mezidruhové hybridizace (Schribner a kol., 2000). Pokud polyplodizace proběhne přirozenou cestou, tj. bez zásahu člověka, hovoříme o spontánní polyplodii. Uměle navozená polyplodie je vytvářena pomocí různých fyzikálních nebo chemických zásahů, tzv. šoků do vývoje zárodku. Nejčastěji jsou takto vytvářeni triploidní ( $3n$ ), méně často tetraploidní ( $4n$ ) jedinci. U lína obecného se triploidní jedinci vyskytují v populaci přirozeně. Od diploidních ryb je lze rozeznat podle břišních ploutví překrývajících řitní otvor, které však postrádají trojúhelníkovitý tvar a zesílený druhý paprsek, jako je tomu u diploidních mlíčáků (viz Příloha č.1). Tyto ryby mají schopnost vyššího růstu oproti rybám diploidním. Dosahují též vyšší kusové hmotnosti, než je průměr hmotnosti diploidních jedinců obojího pohlaví, neboť energie z přijaté potravy je místo růstu gamet vkládána do růstu somatického (Flajšhans a Linhart, 2000). Tyto hmotnostní diference mohou u dvouletých ryb činit od 11,8 % až 45,7 % hmotnosti (Gela a kol., 1998). U jikernaček se triploidie vyznačuje retardací vývoje ovaríí a s tím spojenou sterilitou, u mlíčáků je pak retardace částečná s omezenou schopností rozmnožování kvůli nižší rychlosti pohybu spermií. K indukci triploidizace je u lína nejčastěji využíván chladový šok, při němž jsou gamety 5 min po aktivaci vystaveny po dobu 35 min teplotě  $+2^{\circ}\text{C}$ . Poté jsou jikry umístěny do zugských lahví s obvyklou teplotou vody k další inkubaci. Použitím chladového šoku lze u lína získat 100% triploidního plůdku (Flajšhans a Linhart, 2000). Další možností triploidizace je použití hydrostatického tlakového šoku 50,01 – 52,47 Mpa s 1, 2 nebo 5-ti minutovou expozicí začínající 2 -5 min po aktivaci gamet. Takto lze získat až 83 % triploidních jedinců z celkového počtu živého plůdku (Gela a kol., 1998).

## 2.5.2 Gynogeneze

Gynogenezi rozumíme stav, kdy je potomstvu předávána pouze genetická informace matky, potomstvo pak označujeme jako celosamičí, tj. monosexní. Tento jev se přirozeně vyskytuje u několika rodů ryb jako: *Carassius*, *Cobitis* a *Squalius* (Ráb a kol., 2006).

Umělá gynogeneze nám pomáhá získat vysoce homozygotní a imbrední linie, které lze poté využít v liniové nebo kombinované selekci. Technika indukované gynogeneze je založena na inaktivaci DNA spermií ozářením (např. u kapra obecného 1200 Gy gama zářením nebo  $800 \text{ mJ}\cdot\text{cm}^{-2}$  UV zářením), v dalším kroku jsou jikry osemeněny a aktivovány a následuje diploidizace sady samičích chromozomů (Moav a Wohlfarth, 1976).

Obnovení diploidního stavu gynogenetických zygot může být provedeno meiotickou gynogenezí, mitotickou gynogenezí nebo použitím diploidních oocytů tetraploidní samice. Zde odpadá nutnost použití šoku, což má pozitivní vliv na embryonální mortalitu.

Meiotická gynogeneze spočívá v potlačení druhé fáze meiotického dělení ve vajíčku, k čemuž je využíváno podobného šoku jako při indukci triploidie. Při meiotické gynogenezi se zvyšuje homozygotnost populace. Meiotickou gynogenezí lze za několik generací vytvořit isogenní linie ryb, ne však klonální linie (Nagy a Csanyi, 1984). Touto metodou v kombinaci se zvratem pohlaví lze u lina získat celosamičí populaci (Linhart a kol., 1995).

Mitotická gynogeneze vzniká potlačením prvního mitotického dělení haploidních embryí a využívá šok obdobných parametrů a se stejným účinkem jako při indukci tetraploidie. Touto metodou lze po dvou generacích získat klonální linie (Naruse a kol., 1985; Komen a kol., 1988).

### **2.5.3 Androgeneze**

Při androgenezi je potomstvu předávána pouze jaderná DNA otce. U ryb s chromozomovým typem XX/XY tak získáme polovinu jedinců XX (samice) a polovinu XY (samci). Indukce androgeneze je prováděna podobně jako indukce gynogeneze. Prvním způsobem je inaktivace samičí DNA ozářením (např. u kapra obecného 250 – 300 Gy rentgenovým zářením), následné osemenění a aktivace gamet a diploidizace sady samčích chromozomů pomocí šoku, který je aplikován při prvním mitotickém dělení zygoty (Flajšhans a kol., 2013). Druhou možností je jikry s inaktivovanou DNA osemenit spermatem tetraploidního mlíčka. U tohoto způsobu se vyhneme nutnosti použití šoku v průběhu mitotického dělení (Thorgaard a kol., 1990). U lina obecného může být v rámci šlechtitelské práce androgeneze využita k uchování genofondu, a to tvorbou celosamčích linií.

## **2.6 Testování užítkovosti**

Testování užítkovosti slouží k ověření genetického potenciálu produktů šlechtitelské práce nebo nově dovezených plemen, linií nebo skupin ryb. V praxi jsou většinou porovnávány užítkové znaky plemen, linií, chovných skupin nebo rodin, neboť hodnocení jednotlivců není v akvakultuře efektivní. Účelem testování užítkovosti je především ověření



užitkovosti testovaných organismů v podmínkách odpovídajících způsobu chovu daného druhu a hospodaření v dané zemi. Při testování užitkovosti by měly být zajištěny dvě základní podmínky, a to použití vhodného modelu testování s ohledem na objektivní statistické vyhodnocení výsledků a přijatelná technická, časová a finanční náročnost vzhledem k provozním podmínkám chovu. Z těchto důvodů se testování liší případ od případu a je prováděno mnoha různými způsoby (Flajšhans a kol., 2013).

### **2.6.1 Testování užitkovosti ryb v ČR**

V České republice je testování užitkovosti pravidelně prováděno od 70. let 20. století. Nejprve bylo testování prováděno sice s opakováním, ale bez respektování různých podmínek mezi rybníky. Od 80. let začala být používána kontrolní skupina ryb. Problémem však byly nízké počty rodičů používaných k založení experimentálních populací. To s v součinnosti s heterospermickým oplozením jiker způsobovalo malou genetickou variabilitu testované populace vzhledem k populaci rodičovské. Od 90. let 20. století byla metodika testování doplněna s ohledem na zachování genetické variability a zanesena do vyhlášky č.471/2000 sb. plemenářského zákona (č.154/2000 sb.). Později byla metodika z upravené prováděcí vyhlášky č. 448/2006 sb. vyňata s tím, že metodika testování bude určována příslušným chovatelským sdružením, pro oblast chovu ryb tedy Rybářským sdružením ČR. V České republice se testy užitkovosti pravidelně provádějí u kapra obecného, lína obecného a pstruha duhového. Výběr testovaných druhů je dán především jejich zastoupením v akvakultuře a možností použití linií s odlišným druhem ošupení (kapr) nebo odlišným zbarvením (lín) sloužícím jako kontrolní skupina.

### **2.6.2 Testování užitkovosti u lína**

Testování užitkovosti se u lína metodicky provádí stejně jako u kapra. Rozplavaný plůdek získaný řízenou reprodukcí generačních ryb dle příslušné prováděcí vyhlášky č.471/2000 sb. je vysazován do předem připravených rybníků, načež je odchováván do tržní velikosti. Doba trvání testu je zpravidla 3 vegetační sezony. Při testování jsou porovnávány nejméně 3 odlišné skupiny meziplemenných kříženců nebo čistých plemen s kontrolní linií. V prvním roce nebo do skupinového označení může testování probíhat bez opakování s jednou testovanou a jednou kontrolní skupinou v každém rybníce, ve druhém roce nebo po

označení probíhá testování nejméně ve třech rybnících s minimem třech testovaných skupin s jejich příslušnými kontrolami v každém rybníce. Kontrola slouží ke korekci hmotnosti nebo přežití u testovaných skupin v případě zjištění výrazného rozdílu mezi podmínkami rybničního prostředí zejména v prvním roce testování, kdy byly jednotlivé testované skupiny chovány odděleně (Kirpičnikov, 1987; Flajšhans a kol., 2013). Značení se u lina provádí nejčastěji kryogenní metodou (Gela a kol., 2004), méně často amputací (odstřížením) jedné z párových ploutví podobně jako u kapra. Výhodou kryogenní metody oproti stříhání ploutví je vyšší počet možných testovaných skupin, neboť při stříhání ploutví je maximální možný počet skupin čtyři. V průběhu testování se sleduje procento přežití všech testovaných skupin včetně kontroly, dále průměrné hmotnosti jednotlivých skupin a individuální hmotnost nejméně 33 kusů ryb v každé skupině. Tyto údaje se s ohledem na účel testování každoročně statisticky vyhodnocují. Při podzimních výloveh se hodnotí růstová schopnost a přežití za sledované období. Z těchto hodnot se vypočítává výše heterózního efektu (Flajšhans a kol., 2013). Na konci testování (v tržní velikosti) se navíc hodnotí biometrické ukazatele a ukazatele výtěžnosti a to individuálně nejméně u 33 ryb z každé skupiny včetně kontroly. Při lovení po mimovegetační sezoně (po komorování) se zjišťuje individuální hmotnost ryb a přežití. Zde již nehodnotíme výši heterózního efektu, ale změnu hmotnosti (vylehčení) v průběhu zimování (Flajšhans a kol., 2013).

## **3. Metodika**

### **3.1 Plemena lína chovaná v České republice**

V České republice jsou jako genetické zdroje chována plemena Vodňanské (V), Hlubocké (H), Tábořské (T), Mariánskolázeňské (ML), Velkomeziříčské (VM), Kož. 92 a Modré (MO).

Jako šlechtitelské rezervy jsou pak používána plemena Zlaté (ZL), Maďarské (M), Rumunské (R) a Koenigswartha (N) (Gela a kol., 2004).

### **3.2 Plemena lína použitá k testování užítkovosti**

K testu užítkovosti byli použiti kříženci těchto plemen: Hlubocké (H), Tábořské (T), Maďarské (M) a Vodňanské (V). Jako kontrolní bylo použito plemeno zlatého lína (ZL nebo kontrola), (viz Příloha č. 2 a 3).

### **3.3 Průběh testování**

#### **3.3.1 Umělý výtěr lína obecného**

Potřebné množství gamet pro genomové manipulace a produkci váčkového plůdku lína je získáváno metodou umělého výtěru. Vlastnímu výtěru předchází v jarním období výběr dostatečného množství k reprodukci vhodných individuálně značených generačních ryb a jejich předvýtěrová příprava. Ta spočívá v umístění podle pohlaví rozdělených ryb do zemních rybníčků o ploše přibližně 2ha. Tyto rybníčky jsou předem vyhnojeny pro rozvoj zooplanktonu (přirozená potrava ryb). Krmná dávka je doplněna o směs KP-1 a obiloviny až k hranici ad libitum. V rybnících je dvakrát až třikrát týdně kontrolována teplota a obsah rozpuštěného kyslíku.

Tři dny před plánovaným termínem výtěru byly ryby přesunuty ze zemních rybníčků do bazénů v líhni s udržovanou stabilní teplotou vody 20°C. Poslední selekce k výtěru optimálně připravených ryb byla provedena při injekci. Jikernačky byly injikovány 36 hodin před plánovaným výtěrem gonadotropinem (OVOPEL) v dávce 5 mg.kg<sup>-1</sup> živé hmotnosti ryby (Horváth a kol.,

1997), mlíčáci pak acetovanou kapří hypofýzou rozpuštěnou ve fyziologickém roztoku v dávce  $1,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  živé hmotnosti ryby (Linhart a kol., 1995). Po hormonální indikaci byla teplota vody v nádržích postupně zvýšena na  $21 - 22 \text{ }^\circ\text{C}$ , s koncentrací rozpuštěného kyslíku minimálně 70 % (provozní záznamy služby na líhni). Před vlastním výtěrem se zkontrolovalo pohmatem, jsou-li ryby ve stádiu ovulace jiker. Břicho jikernaček by mělo být v tomto stádiu měkké, při jemném tlaku na břišní dutinu jikernačka pouští jikry, mlíčáci spermiují. Poté jsou ryby zklidněny koupelí ve vaničkách s příslušným roztokem anestetika, k tomuto účelu je používán je 2-fenoxyetanol v dávce  $0,4 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$  vody (Kolářová a kol., 2007, Hamáčková a kol., 2004, Linhart a Billard, 1995). Jikernačky jsou vytírány do suchých čistých misek umístěných těsně pod vytíranou jikernačkou (Kouřil a Podhorec, 2011), (viz Příloha č. 4), mlíčáci pak do injekčních stříkaček o objemu  $5 \text{ cm}^3$  s  $3 \text{ cm}^3$  imobilizačního roztoku, kterým je tzv. modifikovaný roztok Kurokura (Rodina kol., 2004), (viz Příloha č. 5). Sperma ředíme maximálně do poměru 1:0,9. Při odběru nasajeme do stříkačky o objemu 20 ml nejprve imobilizační roztok a k němu posléze přisáváme kontaminované sperma. Potřebné aerobní prostředí zajistíme přísátím vzduchu do stříkačky (Linhart a kol., 2012). Ze získaných jiker od každé jikernačky Hlubockého plemene byl odvážen stejný díl (20 g) a byl vytvořen směsný vzorek. Ten byl rozdělen na 4 díly podle počtu testovaných skupin (HxH, HxV, HxT, HxM) a každý díl byl dále rozdělen na 25 vzorků, přičemž každý vzorek byl osemněn spermatem jiného otce. Mlíčí, které bylo uchováváno v polystyrénových boxech na ledu, bylo následně přidáno k jikrám. Poté byla přidána voda a za stálého míchání došlo k oplození jiker (Kocour a kol., 2012). K odlepkování jiker byl použit roztok enzymu alkalázy s dobou působení 2 minuty (Linhart a kol., 2000). Odlepkované jikry byly podle plemen umístěny do Zugských lahví k inkubaci (viz Příloha č.6). Ta probíhala při teplotě  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  přibližně 4 dny. Během inkubace byly odstraňovány neoplozené nebo plesnivějící jikry. Vykulený plůdek byl přeplaven do kolíbek, kde byl umístěn až do rozplavání.

### **3.3.2 Hodnocení reprodukčních ukazatelů**

Hodnocení reprodukčních ukazatelů bylo u ryb prováděno pro každé pohlaví zvlášť podle následujících postupů:

U jikernaček byly pro vyhodnocení reprodukčních ukazatelů nejprve váženy všechny vytřené jikry od každé samice. Následně byl z každé misky odebrán vzorek jiker do zkumavky o objemu 1 ml (viz Příloha č.7). Tento vzorek byl zvážen s přesností na 0,00001 a

fixován 4% roztokem formaldehydu. Z počtu jiker v každé zkumavce byly poté vypočítány údaje udávající: počet jiker v 1 g, celkový počet jiker získaných od jedné jikernačky, celkový počet jiker na 1 kg jikernačky, hmotnost jiker na 1 kg jikernačky a hmotnost jednotlivých jiker.

U mlíčáků byl zvolen podobný postup, kdy byl vzorek spermatu o objemu 30 $\mu$ l fixován v 4% roztoku formaldehydu o objemu 300  $\mu$ l a imobilizačním roztokem o objemu 600  $\mu$ l pro pozdější vyhodnocení koncentrace spermatu. Z fixovaného vzorku byl v Burkerově komůrce o známém objemu zjišťován počet spermií, který byl poté přepočítán na koncentraci spermií. Následně byly vypočítány údaje udávající: počet spermií na 1 kg hmotnosti mlíčáka, objem spermatu v ml na 1 kg hmotnosti mlíčáka, počet spermií na mlíčáka a objem spermatu v ml na mlíčáka.

### **3.3.3 Postup testování (L<sub>0</sub> – L<sub>3</sub>)**

#### **3.3.3.1 První vegetační sezóna**

Po spotřebování žloutkového vřetka byl plůdek vysazen do rybníků podniku Rybářství Nové Hrady s.r.o. – vždy jeden kříženec a kontrola. K testování byly použity 4 rybníky – v prvním kříženec HxT, ve druhém HxM, ve třetím HxV a ve čtvrtém HxH vždy po 250 000ks. Rybníky byly předem vyhnojeny a připraveny na vysazení plůdku. Během prvního vegetačního období byl pravidelně kontrolován růst, zdravotní stav plůdku, složení dostupné potravy a fyzikálně-chemické vlastnosti vody. Ryby byly průběžně váženy – 100 ks z každé skupiny a byl stanovován průměrný přírůstek. Po první vegetační sezóně byl proveden výlov všech rybníků, ryby z daného rybníka byly spočítány (volumetrickou metodou), zváženy (min. 35 ks) a navraceny zpět ke komorování.

#### **3.3.3.2 První mimovegetační sezóna**

Po prvním mimovegetačním období byl proveden výlov, ryby byly opět spočítány a zváženy a proběhlo značení ryb. Důvodem posunu značení z konce prvního vegetačního období až do druhého vegetačního období byla malá kusová velikost ryb znesnadňující značení a také s tím spojený zvýšený počet neurčených jedinců ve vzorku. Z důvodu malé velikosti ryby byla ke značení zvolena kryogenní metoda. Z důvodu protažení tohoto období

v něm byla zahrnuta i část druhého vegetačního období. Při prvním zimování se bohužel projevil fenomén provázející každé testování lína obecného, totiž výrazná mortalita kontrolní skupiny zlatého lína. Do další etapy testování musely být nasazeny nižší počty jedinců kontrolní skupiny, což negativně ovlivnilo statistické zpracování výsledků.

### 3.3.3.3 Druhá vegetační sezóna

Druhá vegetační sezóna probíhala podobně jako první. Ryby byly průběžně přikrmovány směsí KP. Na konci druhé vegetační sezóny byl opět proveden výlov, ryby byly spočítány a byla stanovena průměrná kusová hmotnost 35 ryb u jednotlivých kříženců a jednotlivých kontrol. Opět se projevila zvýšená mortalita u kontrolní skupiny. Kvůli nízkému počtu jedinců kontrolní skupiny ve všech rybnících byly statistické výsledky přežití zatíženy chybou.

### 3.3.3.4 Druhá mimovegetační sezóna

Na konci druhého mimovegetačního období byl opět proveden výlov a s ním spojené určení dosažené hmotnosti, přežití a změn hmotností v průběhu komorování u jednotlivých skupin ryb. Vzhledem k velkým ztrátám kontrolní zlaté skupiny v předchozích obdobích nebyly v tomto období u většiny skupin a rybníků dostatečné počty ryb. Z důvodu nízkého počtu jedinců kontrolního zlatého lína mohla být ovlivněna korekce hmotností a přežití testovaných skupin a výsledek statistického zpracování dat.

### 3.3.3.5 Třetí vegetační sezóna

Z důvodu velmi nízkého počtu jedinců kontrolního zlatého lína u většiny testovaných skupin (střížení) ve všech rybnících bylo před třetí vegetační sezónou přistoupeno k doplnění kontrolních skupin, pokud v nich byl počet ryb menší než 30. Doplnovala se ryba s průměrnou hmotností blízké té, kterou měla kontrolní skupina ryb před doplněním. Doplnění kontrolních ryb mohlo mít vliv na statistické zpracování dat, a to tím spíše, že na konci třetího vegetačního období některé z kontrolních skupin opět neměly požadovaný počet jedinců.

Třetí vegetační sezóna také zakončila celé testování, neboť ryby již dosáhly tržní velikosti a na závěr byla stanovena jateční výtěžnost všech testovaných skupin z vybraného rybníka. Hodnocenými kritérii byla hmotnost v tržní velikosti, přežití po posledním vegetačním období, heterozní efekt obou těchto vlastností a ukazatele jateční výtěžnosti. Ty byly zjišťovány vždy u ryb z jednoho vybraného rybníka určité lokality, kde probíhalo testování. Z každé skupiny včetně kontroly bylo zpracováno 40 ks ryb. Samotné zpracování začalo usmrcením ryby úderem tupým předmětem do temena hlavy a následné vykrvení dle zákona č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání. Následovalo zvážení ryby a měření plastických znaků: celková délka těla (CD), délka trupu s hlavou (DTr+HL), výška těla (VT), šířka těla (ŠT). Tyto údaje byly následně evidovány do počítače. Dále byl ve ventrální části břišní dutiny veden řez za účelem vyvrhnutí ryby a od získaných vnitřností byly odděleny pohlavní orgány. Následně byly od hlavy odděleny žábry. Takto bylo získáno opracované tělo ryby. Následně byly zjišťovány hmotnostní podíly jednotlivých částí těla a určeny procentuální hodnoty následujících ukazatelů: podíl opracovaného těla (tělo bez vnitřností, gonád a žaber) – (POT), gonadosomatický index (GSI), Fultonův koeficient (FK), podíl vnitřností bez gonád (PV), indexy vysokohřbetosti (IV), širokohřbetosti (IŠ), délky hlavy (IDH) a délky ocasního násadce (IDON).

### **3.3.4 Znaky a vlastnosti hodnocené při testech užítkovosti**

- Reprodukční užítkovost rodičů
  - relativní plodnost jikernaček
  - podíl hmotnosti jiker na celkové hmotnosti jikernačky
  - objem spermatu v ml a počet spermií na 1 kg hmotnosti mlíčka
  - procento oplozenosti jiker v očních bodech
  - celkové množství životaschopného rozplavaného váčkového plůdku
- Procento přežití testovaných ryb (sleduje se po každém vegetačním a mimovegetačním období, minimálně však 4x za dobu trvání testu)
- Růst testovaných ryb (sleduje se jako momentální živá hmotnost ryby optimálně po každém vegetačním i mimovegetačním období nejméně 4x za dobu trvání testu)
- Plastické znaky
  - Celková délka (i s ocasní ploutví)
  - Délka těla (bez ocasní ploutve)

- Délka trupu (nejkratší vzdálenost od konce hlavy po konec řitní ploutve)
- Délka hlavy (vzdálenost od okraje rypce po konec skřelových víček)
- Výška těla (kolmice k podélné ose těla v místě největší vzdálenosti mezi hřbetem a břichem, měřená v mm)
- Šířka těla (kolmice k podélné ose těla v místě největší vzdálenosti mezi levou a pravou stranou těla, měřená v mm)
- Celková hmotnost (udávaná v gramech)
- Hmotnost opracovaného trupu (u lína se opracovaným trupem rozumí tělo s hlavou, bez vnitřních orgánů a žaber, udávaná v gramech)
- Hmotnost hlavy (udávaná v gramech)
- Hmotnost filetů (s kůží nebo bez kůže, udávaná v gramech)
- Hmotnost gonád (udávaná v gramech při určeném pohlaví)

### 3.3.5 Biometrické ukazatele a ukazatele výtěžnosti

- Podíl opracovaného trupu (hmotnost opracovaného trupu v g / hmotnost ryby v g X 100, udávaný v %)
- Podíl hlavy (hmotnost hlavy v g / hmotnost ryby v g X 100, udávaná v %)
- Podíl filetů s kůží / bez kůže (hmotnost filetu s kůží nebo bez kůže v g / hmotnost ryby v g X 100, udávaný v %)
- Gonadosomatický index (hmotnost gonád v g / hmotnost ryby v g X 100)
- Index vysokohřbetosti (délka těla v mm / výška těla v mm)
- Index širokohřbetosti (šířka těla v mm / délka těla v mm X 100)
- Index délky hlavy (délka hlavy v mm / délka těla v mm X 100)
- Fultonův koeficient kondice (hmotnost ryby v g / délka těla v mm X 100 000)



## 3.4 Statistické metody zpracování dat

### 3.4.1 Korekce přežití

Korekce přežití je využívána v případech, kdy jsou u kontrolních skupin velké rozdíly v přežití a vychází ze vztahu:  $P_{ki} = P_i \times k_1 / k_2$ , kde  $P_{ki}$  je korigované přežití dané skupiny ryb,  $P_i$  je skutečné zjištěné přežití dané skupiny ryb,  $k_1$  je průměrné přežití kontrolní skupiny ve všech rybnících nebo v daném rybníce a  $k_2$  je přežití kontrolní skupiny z daného rybníka

K vzájemnému porovnání korigovaných hodnot přežití byl před skupinovým označením využit Paersonův chí-kvadrát. Po provedeném označení byly skupiny porovnávány pomocí jednofaktorové analýzy variance – ANOVA. Touto metodou se zabývá kapitola 3.4.3.

### 3.4.2 Korekce hmotnosti

Korekce hmotnosti je při testech užítkovosti využívána v případech, kdy je zjištěn velký rozdíl mezi hmotnostmi kontrolních skupin a vychází ze vztahu:  $h_{ki} = h_i \times k_1 / k_2$ , kde  $h_{ki}$  je korigovaná hmotnost daného jedince,  $h_i$  je průměrná hmotnost daného jedince,  $k_1$  je celková průměrná hmotnost kontrolní skupiny z daného rybníka nebo ze všech rybníků a  $k_2$  je průměrná hmotnost kontrolní skupiny z daného rybníka

Výsledky korekce hmotnosti a přežití byly využity k statistickému porovnání sledovaných skupin. Korigované hodnoty byly rovněž porovnány s nekorigovanými kvůli prezentaci rozdílných výsledků.

### 3.4.3 Jednofaktorová ANOVA

Jednofaktorová ANOVA neboli analýza variace se při testech užítkovosti používá v těchto případech:

- A) Pro porovnání vlivu prostředí na konečnou hmotnost s ohledem na údaje zjištěné u kontrolní skupiny. Zde použijeme vzorec:  $Y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$ , kde  $Y_{ij}$  je hmotnost ryby,  $\mu$

je průměr hmotností kontrolních skupin ve všech rybnících,  $P_i$  je fixní efekt rybníka a  $e_{ij}$  je náhodné reziduum.

Pro výpočet využíváme zjištěné hmotnosti ze vzorku nejméně 33 kusů ryb v každé kontrole. Při průkazném vlivu prostředí na hladině významnosti  $\alpha < 0,05$ , jsme u ryb nuceni provést korekci hmotnosti.

- B) Při porovnávání hmotnosti neoznačených ryb nebo přežití skupinově označených ryb. Vycházíme ze vzorce:  $Y_{ij} = \mu + G_i + e_{ij}$ , kde  $Y_{ij}$  je hmotnost ryby  $j$  ze skupiny  $i$  nebo přežití ve sledované skupině ryb,  $\mu$  je celkový průměr sledovaného znaku ve všech skupinách,  $G_i$  je fixní efekt sledované skupiny a  $e_{ij}$  je náhodné reziduum.

### 3.4.4 Dvufaktorová ANOVA

Dvufaktorovou analýzu variance používáme po skupinovém označení ryb, používáme-li individuální data. Zde vycházíme ze vzorce:  $Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + GP_{ij} + e_{ijk}$ , kde  $Y_{ijk}$  je hmotnost ryby  $k$  ze skupiny  $i$  a rybníka  $j$ ,  $\mu$  je celkový průměr sledovaného znaku,  $G_i$  je fixní efekt sledované skupiny,  $P_j$  je fixní efekt rybníka,  $GP_{ij}$  jsou interakce mezi skupinou ryb a prostředím rybníka a  $e_{ijk}$  je náhodné reziduum.

### 3.4.5 Analýza kovariance (ANCOVA)

Analýzu kovariance používáme u těch testů, kde máme k dispozici větší počet opakování (nejméně 5) nebo při hodnocení rozdílů přežití mezi skupinami. Tato metoda nevyužívá individuální údaje, ale průměrné hodnoty sledovaného znaku u jednotlivých zkoumaných skupin. Kovarietou jsou v tomto případě hodnoty testovaného znaku u kontrolní skupiny. Korekce je prováděna vlastním programem. Základní vzorec pro ANCOVU je následující:  $Y_{ij} = \mu + G_i + ac_{ij} + e_{ij}$ , kde  $Y_{ij}$  je hmotnost skupiny  $i$  z rybníka  $j$ ,  $\mu$  je celkový průměr sledovaného znaku ve všech skupinách,  $G_i$  je fixní efekt sledované skupiny  $i$ ,  $a$  je regresní koeficient znaku u příslušné kontrolní skupiny,  $c_{ij}$  je hmotnost kontrolní skupiny náležící ke sledované skupině a  $e_{ij}$  je náhodné reziduum.

Při statistickém zpracování údajů o biometrických ukazatelích a výtěžnostních charakteristikách jsou skupiny vzájemně porovnávány na základě zjištěných individuálních údajů a kovarietou je v tomto případě vlastní hmotnost a délka těla ryby. Tyto údaje jsou závislé na velikosti ryb, proto je v tomto případě ANCOVA objektivnější než ANOVA. Zde použijeme vzorec:  $Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + GS_{ij} + ac_{ikj} + e_{ijk}$ , kde  $Y_{ij}$  je hodnota znaku ryby  $k$  za skupiny  $i$  s pohlavím  $j$ ,  $\mu$  je celkový průměr sledovaného znaku,  $G_i$  je fixní efekt sledované skupiny  $i$ ,  $S_j$  je fixní efekt pohlaví,  $GS_{ij}$  jsou interakce mezi skupinou a pohlavím,  $a$  je regresní koeficient znaku na hmotnost nebo délku ryby,  $c_{ikj}$  je hmotnost nebo délka těla ryby ze skupiny  $i$  s pohlavím  $j$  a  $e_{ikj}$  je náhodné reziduum.

## 4. Výsledky

### 4.1 Reprodukční užitkovost

Z tabulek je patrné, že reprodukční ukazatele samic (jikernaček) se nelišily v žádném z parametrů u žádné z použitých statistických metod. Rozdíly mezi průměrnými hmotnostmi samic plemen použitých k založení testu byly rovněž neprůkazné. Hodnoty jednotlivých reprodukčních ukazatelů odpovídaly údajům zjišťovaným u tohoto druhu ryby. (tabulka č.1).

U samců (mlíčáků) byly průkazné rozdíly v průměrné živé hmotnosti jednotlivých plemen použitých k reprodukci zaznamenány. Reprodukční ukazatele se mezi plemeny lišily ale jen u celkového počtu spermií a počtu spermií na kg hmotnosti mlíčka. U prvého z parametrů byly průkazně vyšší hodnoty zaznamenány u plemene Táborského ve srovnání s plemeny Maďarským a Vodňanským. U druhého parametru byly průkazné rozdíly viditelné u plemene Zlatého a Táborského vůči plemeni Maďarskému (tabulka č. 2).

Zjištěné oplozenosti jiker při zakládání testu užitkovosti odpovídala hodnotám běžně dosahovaným u lina obecného a mezi jednotlivými skupinami se výrazně nelišily (tabulka č.3).

**Tab. č.1:** Reprodukční ukazatele samic

Plemeno	Hmotnost (g)	Počet jiker v 1 g (ks)		Hmotnost jiker (g)		Hmotnost jiker . kg <sup>-1</sup> (g)		Celk. počet jiker (tis. ks)		Počet jiker . kg <sup>-1</sup> (tis. ks)	
		Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ
H	746 <sup>a</sup> ± 153,8	1571 <sup>a</sup> ± 200,2	1579 <sup>a</sup> ± 55,3	61 <sup>a</sup> ± 23,4	60 <sup>a</sup> ± 5,9	85 <sup>a</sup> ± 10,6	80 <sup>a</sup> ± 7,4	94 <sup>a</sup> ± 30,0	93 <sup>a</sup> ± 6,9	118 <sup>a</sup> ± 38,1	132 <sup>a</sup> ± 10,7
ZL	697 <sup>a</sup> ± 150,1	1523 <sup>a</sup> ± 288,6	1510 <sup>a</sup> ± 71,0	57 <sup>a</sup> ± 30,0	59 <sup>a</sup> ± 7,5	80 <sup>a</sup> ± 8,3	82 <sup>a</sup> ± 5,2	82 <sup>a</sup> ± 30,1	84 <sup>a</sup> ± 8,9	130 <sup>b</sup> ± 51,6	115 <sup>a</sup> ± 13,7

**Tab. č.2:** Reprodukční ukazatele samců

Plemeno	Hmotnost (kg)	Koncentrace spermii ( $\times 10^9 \cdot \text{ml}^{-1}$ )		Objem spermatu (ml)		Objem spermatu $\cdot \text{kg}^{-1}$ (ml)		Celkový počet spermii ( $\times 10^9$ )		Počet spermii $\cdot \text{kg}^{-1}$ ( $\times 10^9$ )	
		Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ	Průměr aritmetický	Průměr MNČ
H	645 <sup>c</sup> ± 154,9	8,8 <sup>a</sup> ± 5,45	9,4 <sup>a</sup> ± 1,26	1,1 <sup>a</sup> ± 0,72	0,9 <sup>a</sup> ± 0,18	1,7 <sup>a</sup> ± 1,03	1,6 <sup>a</sup> ± 0,29	7,2 <sup>ab</sup> ± 4,15	6,8 <sup>ab</sup> ± 1,12	12,2 <sup>ab</sup> ± 8,34	13,1 <sup>ab</sup> ± 2,04
M	627 <sup>bc</sup> ± 138,7	9,1 <sup>a</sup> ± 5,27	9,5 <sup>a</sup> ± 1,19	1,0 <sup>a</sup> ± 1,23	0,9 <sup>a</sup> ± 0,17	1,6 <sup>a</sup> ± 1,71	1,5 <sup>a</sup> ± 0,28	6,0 <sup>a</sup> ± 3,49	5,7 <sup>a</sup> ± 1,06	9,6 <sup>a</sup> ± 4,41	10,3 <sup>a</sup> ± 1,93
T	624 <sup>bc</sup> ± 100,9	10,2 <sup>a</sup> ± 7,34	10,6 <sup>a</sup> ± 1,19	1,4 <sup>a</sup> ± 1,05	1,3 <sup>a</sup> ± 0,17	2,2 <sup>a</sup> ± 1,55	2,2 <sup>a</sup> ± 0,28	10,9 <sup>b</sup> ± 8,32	10,6 <sup>c</sup> ± 1,06	17,7 <sup>b</sup> ± 14,10	18,4 <sup>b</sup> ± 1,93
V	421 <sup>a</sup> ± 156,9	9,0 <sup>a</sup> ± 5,39	7,8 <sup>a</sup> ± 1,37	0,9 <sup>a</sup> ± 0,72	1,2 <sup>a</sup> ± 0,19	1,8 <sup>a</sup> ± 1,33	1,9 <sup>a</sup> ± 0,32	6,1 <sup>a</sup> ± 4,95	6,9 <sup>ab</sup> ± 1,21	13,6 <sup>ab</sup> ± 9,00	11,7 <sup>ab</sup> ± 2,21
ZL	535 <sup>b</sup> ± 117,5	8,3 <sup>a</sup> ± 5,91	8,0 <sup>a</sup> ± 1,18	1,3 <sup>a</sup> ± 0,54	1,4 <sup>a</sup> ± 0,17	2,5 <sup>a</sup> ± 1,07	2,5 <sup>a</sup> ± 0,28	8,7 <sup>ab</sup> ± 3,74	8,9 <sup>bc</sup> ± 1,05	17,4 <sup>b</sup> ± 9,46	16,9 <sup>b</sup> ± 1,91

**Tab. č. 3:** Odhad procentuální oplozenosti jiker v očích bodech u jednotlivých hybridů

Skupina	Oplozenost jiker (%)
H x H	52,0
H x T	58,0
H x M	53,0
H x V	54,0
ZL x ZL	57,0

## 4.2 Užiteklost růstu a přežití

### 4.2.1 První vegetační sezóna

Po prvním vegetačním období byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolní skupiny (7,1 g). Z testovaných skupin byla nejnižší hmotnost zjištěna u čistého Hlubockého plemene (7,4 g). Kříženec H x T vykázal korigovanou hmotnost 7,8 g, kříženec H x M vykázal hmotnost 7,9 g a nejvyšší korigovaná hmotnost byla zjištěna u hybrida H x V s korigovanou hmotností 8,7 g. Heterózní efekt růstu u kříženců vůči čistému plemeni se pohyboval na úrovni 5,1 %, 6,3, resp. 18,3 %.

Korigované hodnoty přežití byly kromě kontrolní skupiny (11,6 %), nižší u hybrida H x T (15,0 %) a čistého Hlubockého plemene (19,7 %). Naopak vysoké korigované hodnoty

přežití byly zjištěny u hybridů H x M (106,2 %) a H x V (74,1 %). Hodnoty korigovaného přežití je nutno brát pouze jako relativní hodnoty vyjadřující, že přežití kříženců H x M a H x V bylo poměrově při zohlednění přežití kontrolní skupiny v porovnání s ostatními skupinami vyšší. Kvůli výrazně vyššímu přežití hybridů H x M a H x V ukázal Pearsonův chí-kvadrát statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami u korigovaných hodnot přežití.

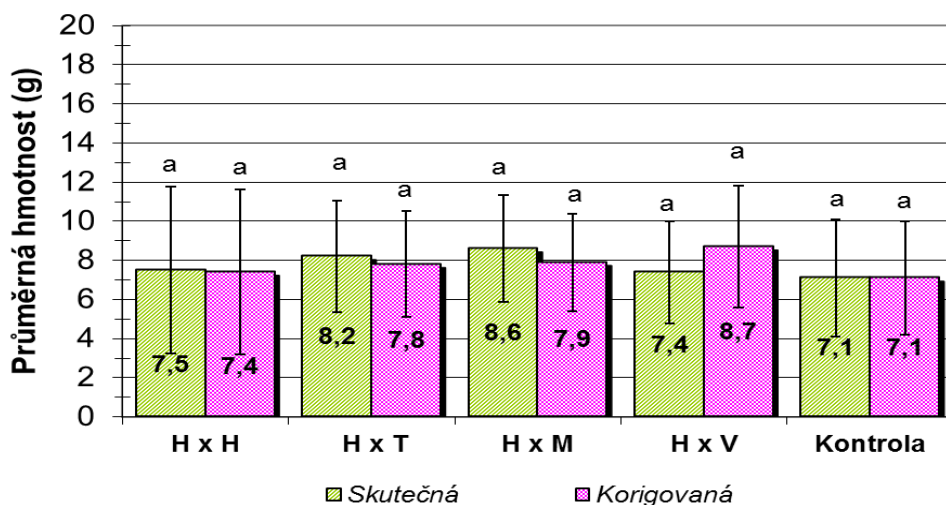
**Tab. č.1 :** Schéma testování v první vegetační sezoně

Rybník	Testovaná skupina	Nasazeno (ks)	Sloveno (ks)	Prům. hm. (g)	Přežití (%)
1	H x T	25000	9072	8,2	36,3
	Kontrola	29000	8127	7,4	28,0
2	H x M	25000	9331	8,6	37,3
	Kontrola	23000	817	7,7	3,6
3	H x V	25000	10642	7,4	42,6
	Kontrola	23000	1360	6,0	5,9
4	H x H	25000	4975	7,5	19,9
	Kontrola	23000	2050	7,2	8,9

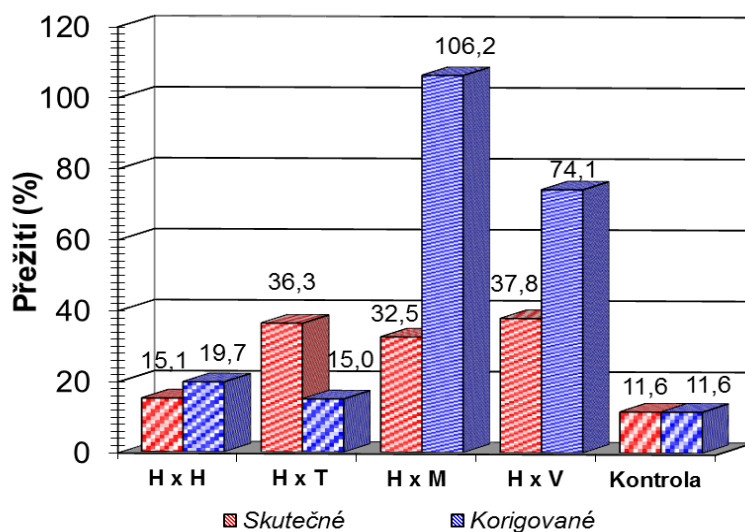
**Tab č.2 :** Skutečné a korigované hmotnosti, přežití a dosažený heterózní efekt jednotlivých skupin ryb ve stadiu L<sub>1</sub>

Skupina	Průměrná hmotnost K <sub>1</sub> a S.D. (g)		Přežití (%)		Heterozní efekt (%)	
	Skutečná	Korigovaná	Skutečné	Korigované	Růstu	Přežití
H x H	7,5 <sup>a</sup> ± 4,28	<b>7,4<sup>a</sup> ± 4,23</b>	15,1	19,7	0,0	0,0
H x T	8,2 <sup>a</sup> ± 2,84	<b>7,8<sup>a</sup> ± 2,70</b>	36,3	15,0	5,1	-23,6
H x M	8,6 <sup>a</sup> ± 2,73	<b>7,9<sup>a</sup> ± 2,49</b>	32,5	106,2	6,3	440,5
H x V	7,4 <sup>a</sup> ± 2,62	<b>8,7<sup>a</sup> ± 3,10</b>	37,8	74,1	18,3	74,1
Kontrola*	7,1 <sup>a</sup> ± 2,98	<b>7,1<sup>a</sup> ± 2,88</b>	11,6	11,6	-	-

**Graf č. 1 :** Celkové skutečné a korigované průměrné hmotnosti (+ S.D.) testovaných skupin lína ve stadiu L<sub>1</sub> se statistickým porovnáním



**Graf č. 2 :** Skutečné a korigované přežití testovaných skupin lína v průběhu vegetačního období u stadia L<sub>1</sub>



#### 4.2.2 První mimovegetační sezóna

Po prvním mimovegetačním období byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolní zlaté skupiny (34,6 g). Hmotnosti zelených skupin lína se pohybovaly v poměrně úzkém rozmezí od 44,1 g u H x V po 51,0 g u H x T a rozdíly mezi jednotlivými skupinami byly statisticky neprůkazné. Nejvyšší odstup dosažené hmotnosti od ostatních skupin byl

pozorován u hybridu H x T s neprůkazným heterózním efektem růstu vůči čistému plemeni H na úrovni 11,4 %.

Korigované hodnoty přežití byly velmi variabilní a pohybovaly se od 5,7 % u kontrolní skupiny až po hypotetických 112,9 % u hybridu H x V. Vyšší hodnoty korigovaného přežití oproti čistému Hlubockému plemeni byly pozorovány kromě H x V (99,1 %) také u H x T (20,1 %), naopak hybrid H x M vykázal depresi na úrovni 69,0 %. Pearsonův test ( $\chi^2$ ) prokázal významné rozdíly mezi korigovanými hodnotami přežití (počítány v tisících) zelených skupin lína ( $P = 0,0031$ ). Korigované hodnoty přežití mohly být ovlivněny velkými ztrátami kontrolní zlaté skupiny během sledovaného období. Absolutní hodnoty přežití byly mezi zelenými skupinami lína mnohem vyrovnanější (20,4 % u H – 58,2 % u H x V.)

**Tab. č.1:** Schéma testování v první mimovegetační sezóně až do značení na začátku léta v druhé vegetační sezóně ( $L_1$ -  $L_{1+}$ )

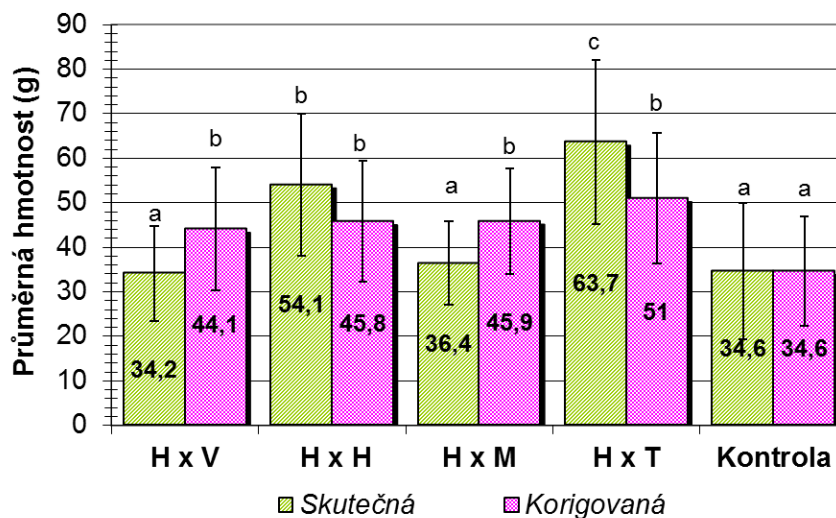
Rybník	Chovaná skupina	Nasazeno (ks)	Prům. hm. (g)	Sloveno (ks)	Prům. hm. (g)	Přežití (%)	Prům. přírůst. (g)
1	H x T	9072	8,2	2856	63,7	31,5	55,5
	Kontrola	8127	7,4	214	43,3	2,6	35,9
2	H x M	9331	8,6	3818	36,4	47,0	27,8
	Kontrola	817	7,7	124	27,4	15,2	19,7
3	H x V	10642	7,4	5498	34,2	58,2	26,8
	Kontrola	1360	6,0	40	26,8	2,9	20,8
4	H x H	4975	7,5	770	54,1	20,4	46,6
	Kontrola	2050	7,2	42	40,9	2,0	33,7

**Tab č.2 :** Skutečné a korigované hmotnosti, přežití a dosažený heterózní efekt jednotlivých skupin ryb ve stadiu  $L_{1+}$

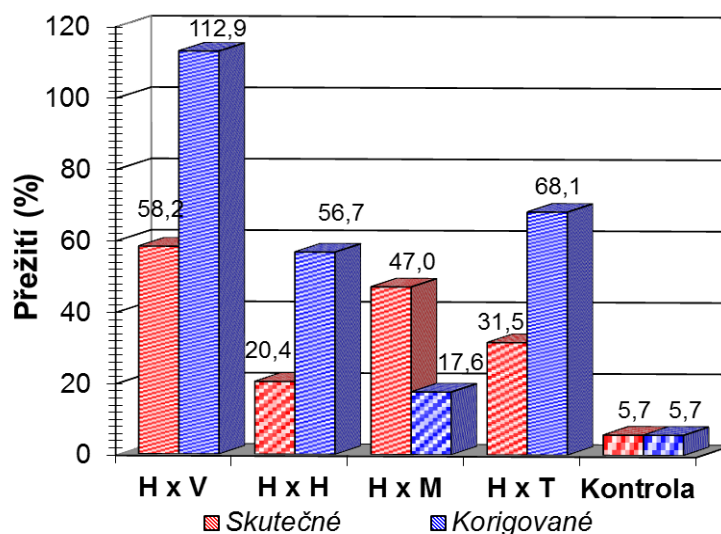
Skupina	Průměrná hmotnost $L_{1+}$ a S.D. (g)		Přežití (%)		Heterózní efekt (%)	
	Skutečná	Korigovaná	Skutečné	Korigované	Růstu	Přežití
H x H	54,1 <sup>b</sup> ± 16,00	<b>45,8<sup>b</sup> ± 13,54</b>	20,4	<b>56,7</b>	0,0	0,0
H x V	34,2 <sup>a</sup> ± 10,67	<b>44,1<sup>b</sup> ± 13,76</b>	58,2	<b>112,9</b>	-3,7	99,1
H x M	36,4 <sup>a</sup> ± 9,40	<b>45,9<sup>b</sup> ± 11,88</b>	47,0	<b>17,6</b>	0,2	-69,0
H x T	63,7 <sup>c</sup> ± 18,40	<b>51,0<sup>b</sup> ± 14,72</b>	31,5	<b>68,1</b>	11,4	20,1
Kontrola*	34,6 <sup>a</sup> ± 15,33	<b>34,6<sup>a</sup> ± 12,32</b>	5,7	<b>5,7</b>	-	-



**Graf č. 1 :** Celkové skutečné a korigované průměrné hmotnosti (+ S.D.) testovaných skupin lína ve stadiu L<sub>1+</sub> se statistickým porovnáním



**Graf č. 2 :** Skutečné a korigované přežití testovaných skupin lína v průběhu mimovegetačního období u stadia L<sub>1</sub>-L<sub>1+</sub>



#### 4.2.3 Druhá vegetační sezona

Tabulky a grafy ukazují, že nejvyšší korigovaná hmotnost po druhé vegetační sezoně byla zjištěna u křížence H x T (137 g). Tato hodnota se statisticky nelišila od hmotností ostatních zelených skupin, jež byly velmi vyrovnané. Nejvyšší pozorovaný rozdíl mezi hybridem a čistým Hlubockým plemenem činil 4,6 % (H x T). Naopak hybrid H x M dosáhl hmotnosti o 2,3 % nižší než Hlubocké plemeno.

U přežití byla situace obdobná jako u korigovaných hmotností, i když to tak na první pohled v tabulce č.2 nevypadá. Skutečné hodnoty přežití zelených skupin lína se pohybovaly vždy nad hranicí 90 %, naopak přežití kontrolní zlaté skupiny se zpravidla pohybovalo na úrovni 70 %. Korekce přežití zelených skupin lína na přežití kontrolní skupiny ukázala u Hlubockého plemene přežití výrazně přes 100 %. Bylo to dáno tím, že přežití kontrolní zlaté skupiny pocházející ze stejného rybníka jako Hlubocké plemeno bylo nižší oproti ostatním skupinám. Tento rozdíl byl ale způsoben především nízkým počtem ryb, kdy každá kusová ztráta tvoří velké procento přežití. I přes statistické rozdíly lze ale konstatovat, že mezi zelenými skupinami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v hodnotách přežití, zlatá skupina s přežitím na úrovni 71,4 % měla přežití nižší na hranici průkaznosti v porovnání se skupinami s nejvyšší hodnotou (hybrid HL x V u přežití bez korekce a plemene H u přežití po korekci hodnot).

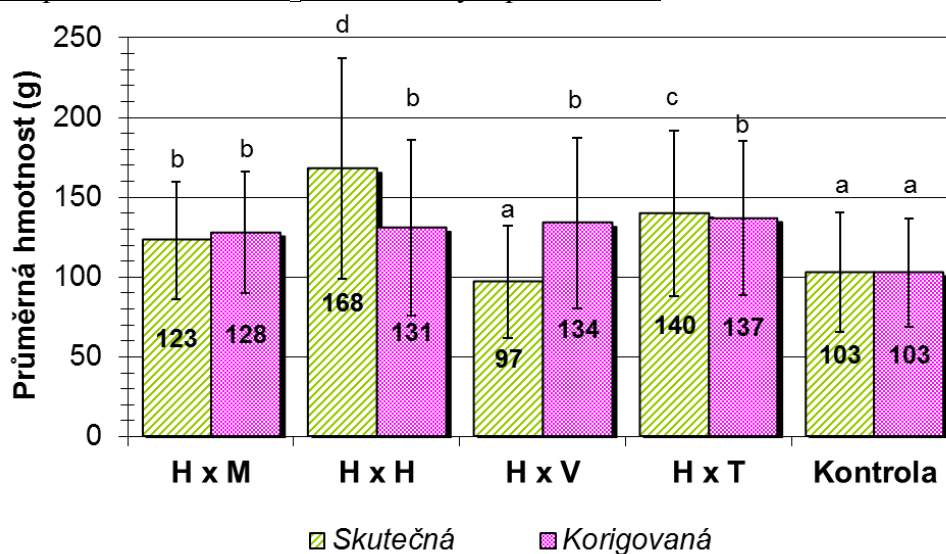
**Tab. č.1:** Schéma testování ve druhé vegetační sezóně

Rybník	Chovaná skupina	Značení	Nasazeno (ks)	Prům. hm. (g)	Sloveno (ks)	Prům. hm. (g)	Přežití (%)	Prům. přírůst. (g)
1	H x H	PP	250	54,1	233	138	93,2	84
	Kontrola	PP	14	40,9	6	103	42,9	62
	H x M	BP	250	36,4	243	106	97,2	69
	Kontrola	BP	41	27,4	30	76	73,2	48
	H x V	BL	250	34,2	241	70	96,4	36
	Kontrola	BL	13	26,8	8	57	61,5	30
	H x T	PL	250	63,7	248	111	99,2	48
	Kontrola	PL	71	43,3	45	76	63,4	33
2	H x H	PP	250	54,1	235	180	94,0	126
	Kontrola	PP	14	40,9	11	146	78,6	106
	H x M	BP	250	36,4	238	126	95,2	90
	Kontrola	BP	41	27,4	34	108	82,9	80
	H x V	BL	250	34,2	250	96	100,0	62
	Kontrola	BL	13	26,8	11	94	84,6	67
	H x T	PL	250	63,7	242	133	96,8	69
	Kontrola	PL	71	43,3	51	117	71,8	74
3	H x H	PP	250	54,1	237	186	94,8	132
	Kontrola	PP	14	40,9	7	145	50,0	104
	H x M	BP	250	36,4	246	138	98,4	102
	Kontrola	BP	41	27,4	36	113	87,8	86
	H x V	BL	250	34,2	250	125	100,0	90
	Kontrola	BL	13	26,8	11	76	84,6	49
	H x T	PL	250	63,7	241	175	96,4	111
	Kontrola	PL	71	43,3	54	121	76,1	78

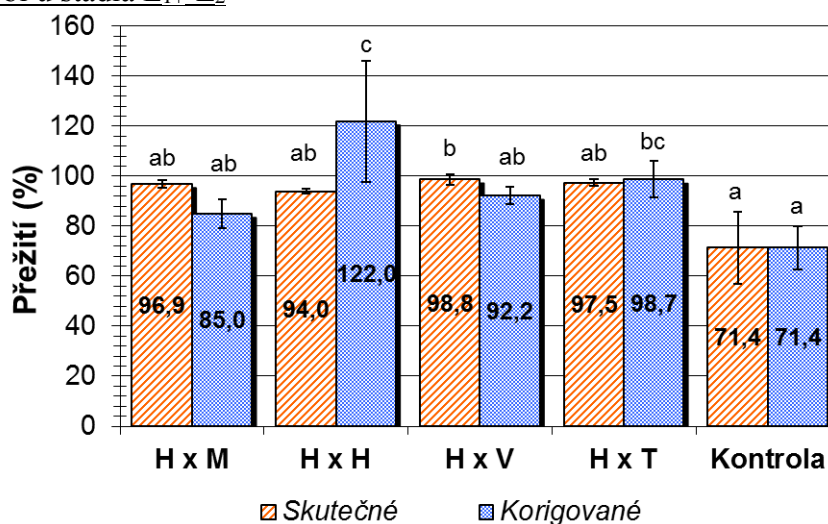
**Tab č.2 :** Skutečné a korigované hmotnosti, přežití a dosažený heterózní efekt jednotlivých skupin ryb

Skupina	Průměrná hmotnost L <sub>2</sub> a S.D. (g)		Přežití (%)		Heterózní efekt (%)	
	Skutečná	Korigovaná	Skutečné	Korigované	Růstu	Přežití
H x M	123 <sup>b</sup> ± 36,6	128 <sup>b</sup> ± 38,2	96,9 <sup>ab</sup> ± 1,6	85,0 <sup>ab</sup> ± 5,8	-2,3	-30,4
H x H	168 <sup>d</sup> ± 69,3	131 <sup>b</sup> ± 55,1	94,0 <sup>ab</sup> ± 0,8	122,1 <sup>c</sup> ± 24,3	0,0	0,0
H x V	97 <sup>a</sup> ± 35,1	134 <sup>b</sup> ± 53,5	98,8 <sup>b</sup> ± 2,1	92,2 <sup>ab</sup> ± 3,4	2,3	-24,5
H x T	140 <sup>c</sup> ± 51,7	137 <sup>b</sup> ± 48,3	97,5 <sup>ab</sup> ± 1,5	98,7 <sup>bc</sup> ± 7,3	4,6	-19,2
Kontrola*	103 <sup>a</sup> ± 37,2	103 <sup>a</sup> ± 33,9	71,4 <sup>a</sup> ± 14,3	71,4 <sup>a</sup> ± 8,6	-	-

**Graf č. 1 :** Celkové skutečné a korigované průměrné hmotnosti (+ S.D.) testovaných skupin lína ve stadiu L<sub>2</sub> se statistickým porovnáním



**Graf č. 2 :** Skutečné a korigované přežití testovaných skupin lína v průběhu vegetačního období u stadia L<sub>1+L2</sub>



ANOVA ukázala významný vliv testované skupiny, rybníka i interakcí mezi prostředím (rybníkem) a genotypem (testovanou skupinou) na korigovanou hmotnost. Byl rovněž zjištěn vliv testované skupiny na hodnoty přežití.

#### 4.2.4 Druhá mimovegetační sezóna

Po komorování L<sub>2</sub> byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolní zlaté skupiny (96 g). Zelené skupiny lína s hmotnostmi od 119 g u H x T po 134 g u H x M měly hmotnost vzájemně srovnatelnou a průkazně vyšší ve srovnání s kontrolní zlatou skupinou.

Všechny skupiny ryb během mimovegetačního období ztratily hmotnost, a to od 1,0 % u H x V po 10,9 % u plemene H x H. Nezdálo se však, že by vyšší úbytek hmotnosti u H x H ovlivnil zdravotní stav ryb či jejich přežití.

Korigované hodnoty přežití jednotlivých skupin v průběhu komorování se pohybovaly od hranice 85 % u zlatého lína po hypotetických 105 % u hybrida H x T. Jediný statisticky významný rozdíl u přežití byl právě mezi těmito krajními hodnotami, u ostatních skupiny byly rozdíly neprůkazné.

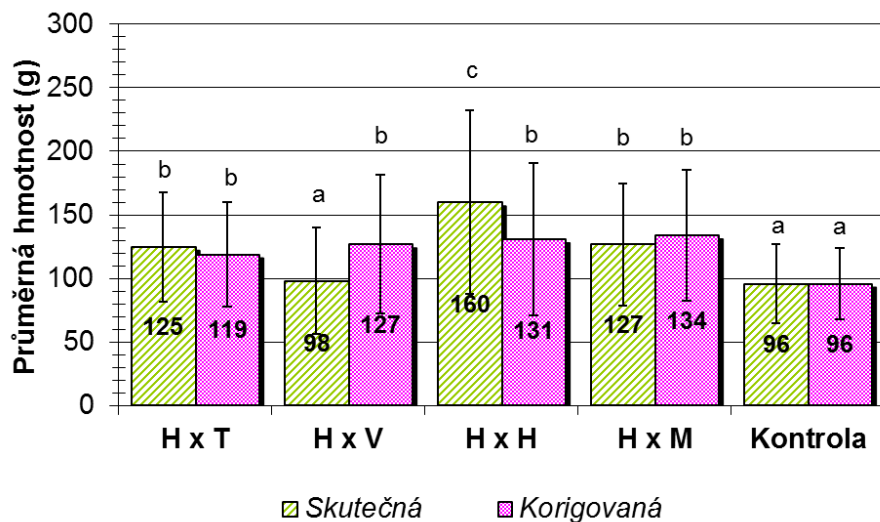
**Tab. č. 1:** Schéma testování v druhé mimovegetační sezóně

Rybník	Chovaná skupina	Značení	Nasazeno (ks)	Prům. hm. (g)	Sloveno (ks)	Prům. hm. (g)	Přežití (%)	Změna hmot. (%)
1	H x H	PP	235	180	220	185	93,6	2,6
	Kontrola	PP	11	146	10	123	90,9	-16,2
	H x M	BP	238	126	228	139	95,8	10,2
	Kontrola	BP	34	108	34	98	100,0	-9,2
	H x V	BL	250	96	248	112	99,2	16,9
	Kontrola	BL	11	94	9	88	81,8	-6,4
	H x T	PL	242	133	242	125	100,0	-5,9
	Kontrola	PL	51	117	37	113	72,5	-3,2
2	H x H	PP	233	138	223	129	95,7	-6,9
	Kontrola	PP	6	103	5	95	83,3	-7,7
	H x M	BP	243	106	243	106	100,0	0,0
	Kontrola	BP	30	76	27	75	90,0	-0,3
	H x V	BL	241	70	241	69	100,0	-2,2
	Kontrola	BL	8	57	7	59	87,5	4,2
	H x T	PL	248	111	240	101	96,8	-9,7
	Kontrola	PL	45	76	35	78	77,8	2,0
3	H x H	PP	237	186	219	167	92,4	-10,5
	Kontrola	PP	7	145	7	132	100,0	-8,8
	H x M	BP	246	138	235	138	95,5	-0,6
	Kontrola	BP	36	113	33	98	91,7	-13,5
	H x V	BL	250	125	134	114	53,6	-8,3
	Kontrola	BL	11	76	6	75	54,5	-0,8
	H x T	PL	241	175	228	148	94,6	-15,2
	Kontrola	PL	54	121	47	108	87,0	-11,2

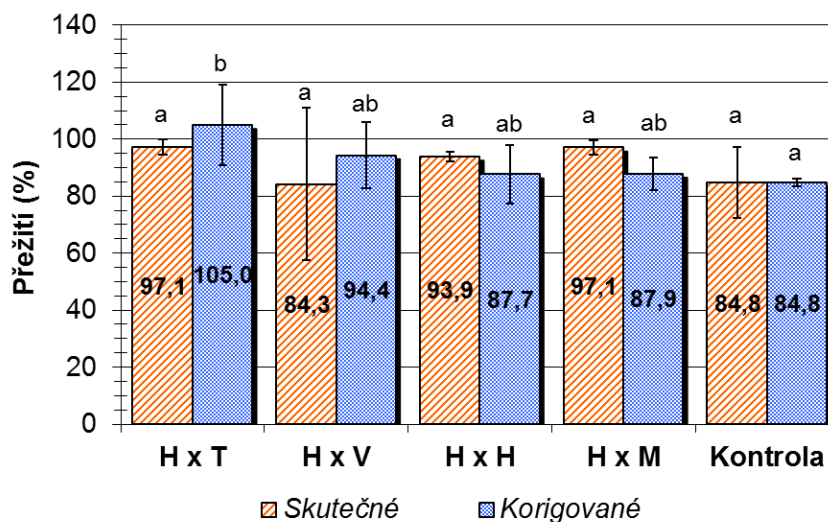
**Tab. č.2:** Průměrné skutečné a korigované hmotnosti, přežití a změny hmotnosti jednotlivých skupin ryb

Skupina	Průměrná hmotnost L <sub>2</sub> a S.D. (g)		Přežití (%)		Změna hmotnosti (%)
	Skutečná	Korigovaná	Skutečné	Korigované	
H x T	125 <sup>b</sup> ± 43,1	<b>119<sup>b</sup> ± 40,8</b>	97,1 <sup>a</sup> ± 2,7	<b>105,0<sup>b</sup> ± 14,2</b>	-4,1
H x V	98 <sup>a</sup> ± 41,7	<b>127<sup>b</sup> ± 54,2</b>	84,3 <sup>a</sup> ± 26,6	<b>94,4<sup>ab</sup> ± 11,6</b>	-1,0
H x H	160 <sup>c</sup> ± 71,9	<b>131<sup>b</sup> ± 59,9</b>	93,9 <sup>a</sup> ± 1,7	<b>87,7<sup>ab</sup> ± 10,2</b>	-10,9
H x M	127 <sup>b</sup> ± 48,0	<b>134<sup>b</sup> ± 51,6</b>	97,1 <sup>a</sup> ± 2,5	<b>87,9<sup>ab</sup> ± 5,8</b>	-7,7
Kontrola*	96 <sup>a</sup> ± 31,0	<b>96<sup>a</sup> ± 28,2</b>	84,8 <sup>a</sup> ± 12,5	<b>84,8<sup>a</sup> ± 1,3</b>	-5,9

**Graf č. 1 :** Skutečné a korigované průměrné hmotnosti testovaných skupin ryb ve stadiu L<sub>2</sub> po komorování s vyjádřením směrodatné odchylky a statistickým zhodnocením



**Graf č. 2 :** Skutečné a korigované hodnoty přežití testovaných skupin lína během komorování L<sub>2</sub> s vyjádřením směrodatné odchylky a statistickým zhodnocením



ANOVA ukázala na průkazný vliv testované skupiny (genotypu), rybníka (prostředí) i interakcí mezi prostředím (rybníkem) a genotypem (testovanou skupinou) na korigovanou hmotnost, u přežití byl prokázán vliv skupiny (genotypu) na korigované hodnoty.

#### 4.2.5 Třetí vegetační sezóna

Na konci třetí vegetační sezóny (v tržní velikosti) byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolního zlatého lína (285 g), která byla průkazně nižší ve srovnání se zelenými skupinami. Z testovaných skupin byla nejnižší průměrná korigovaná hmotnost zjištěna u hybrida HL x V (328 g) a nejvyšší hodnota pak u hybrida H x T (355 g). Rozdíly v hmotnostech jsou nepatrné a mezi plemenem H a jeho kříženci tedy nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly.

U přežití se korigované hodnoty pohybovaly v rozmezí 58,2 % (zlatý lín) až 125,3 % (HL x V). Průkazný rozdíl v přežití korigovaných hodnot byl zaznamenán u H x V vůči plemeni H (heterózní efekt 51,7 %), kříženci H x T a kontrolní skupině. Nicméně hodnota 125,3 % je spíše hypotetická s ohledem na poměr přežití kontrolní skupiny a fakt, že nižší počet ryb v kontrolní skupině tvoří při každé kusové ztrátě velké procento přežití. U přežití lze tedy spíše konstatovat, že minimálně mezi testovanými zelenými skupinami žádné významné rozdíly nejsou.

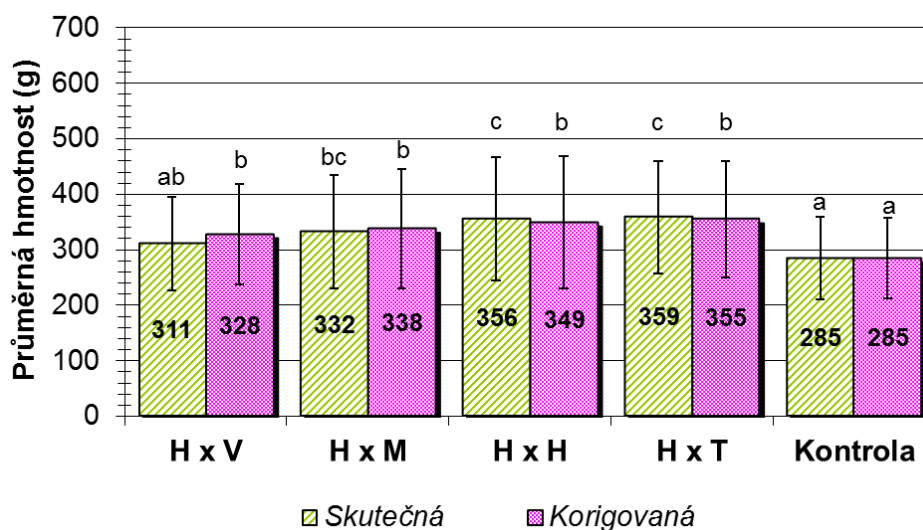
**Tab. č.1:** Schéma testování ve třetí vegetační sezóně

Rybník	Chovaná skupina	Značení	Nasazeno (ks)	Prům. hm. (g)	Sloveno (ks)	Prům. hm. (g)	Přežití (%)	Prům. přírust. (g)
1	H x H	PP	223	129	122	383	54,7	254
	Kontrola	PP	40	95	40	405	100,0	310
	H x M	BP	243	106	200	352	82,3	246
	Kontrola	BP	40	74	27	288	66,7	214
	H x V	BL	241	69	211	316	87,6	247
	Kontrola	BL	40	59	17	273	42,9	214
	H x T	PL	240	99	201	400	83,8	301
	Kontrola	PL	35	78	24	304	68,6	226
2	H x H	PP	220	185	208	356	94,5	171
	Kontrola	PP	40	109	20	243	50,0	134
	H x M	BP	228	139	175	342	76,8	203
	Kontrola	BP	34	98	16	307	47,1	209
	H x V	BL	248	112	231	313	93,1	201
	Kontrola	BL	40	88	22	281	55,6	193
	H x T	PL	242	125	218	343	90,1	218
	Kontrola	PL	37	117	26	289	70,3	172
3	H x H	PP	219	167	197	329	90,0	163
	Kontrola	PP	40	132	17	250	42,9	118
	H x M	BP	235	138	204	304	86,8	166
	Kontrola	BP	33	98	19	248	57,6	150
	H x V	BL	134	114	127	304	94,8	190
	Kontrola	BL	40	75	13	255	33,3	180
	H x T	PL	228	148	213	335	93,4	187
	Kontrola	PL	47	108	30	272	63,8	164

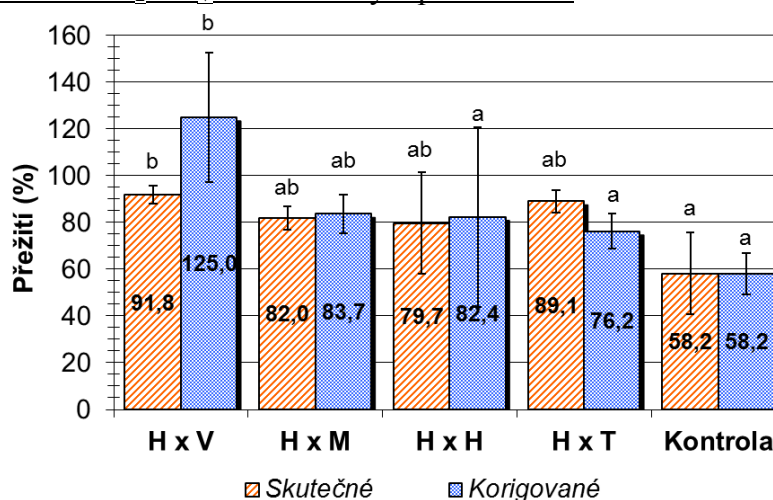
**Tab. č.2 :** Skutečné a korigované hmotnosti, přežití a dosažený heterózní efekt jednotlivých skupin ryb

Skupina	Průměrná hmotnost $L_v$ a S.D. (g)		Přežití (%)		Heterózní efekt (%)	
	Skutečná	Korigovaná	Skutečné	Korigované	Růstu	Přežití
H x V	311 <sup>ab</sup> ± 83,6	<b>328<sup>b</sup> ± 91,3</b>	91,8 <sup>b</sup> ± 3,8	<b>125,3<sup>b</sup> ± 27,6</b>	-6,0	51,7
H x M	332 <sup>bc</sup> ± 102,2	<b>338<sup>b</sup> ± 107,4</b>	82,0 <sup>ab</sup> ± 5,0	<b>83,7<sup>ab</sup> ± 8,4</b>	-3,2	1,6
H x H	356 <sup>c</sup> ± 111,4	<b>349<sup>b</sup> ± 119,3</b>	79,7 <sup>ab</sup> ± 21,8	<b>82,4<sup>a</sup> ± 38,4</b>	0,0	0,0
H x T	359 <sup>c</sup> ± 101,4	<b>355<sup>b</sup> ± 105,5</b>	89,1 <sup>ab</sup> ± 4,9	<b>76,2<sup>a</sup> ± 7,5</b>	1,7	-7,5
Kontrola*	285 <sup>a</sup> ± 75,0	<b>285<sup>a</sup> ± 71,9</b>	58,2 <sup>a</sup> ± 17,6	<b>58,2<sup>a</sup> ± 8,8</b>	-	-

**Graf č. 1 :** Celkové skutečné a korigované průměrné hmotnosti (+ S.D.) testovaných skupin lína ve stadiu  $L_V$  se statistickým porovnáním



**Graf č. 2 :** Skutečné a korigované přežití testovaných skupin lína v průběhu vegetačního období u stadia  $L_2 - L_V$  se statistickým porovnáním



ANOVA ukázala významný vliv testované skupiny, rybníka i interakcí mezi prostředím (rybníkem) a genotypem (testovanou skupinou) na korigovanou hmotnost. Byl rovněž zjištěn vliv testované skupiny na hodnoty přežití.

#### 4.2.5.1 Jatečné ukazatele u tříletých ryb

**Podíl opracovaného těla** je u lína hlavním hodnoceným parametrem, neboť představuje jedlou část. Zjištěné hodnoty POT byly vyrovnané a pohybovaly se v rozmezí 84,9 – 85,9 %. Mezi hodnotami nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, i když vypočtená hodnota P byla velmi blízko hranici průkaznosti. Samice vykazovaly u všech plemen průkazně nižší hodnoty tohoto znaku. U lína obecného byl tak zjištěn úplně opačný



výsledek ve srovnání s kaprem obecným. Rozdíl mezi těmito druhy je pravděpodobně dán hodnotou GSI. I přes horší ukazatele POT byl ale u samičího pohlaví zjištěn průkazně vyšší růst ve srovnání se samci.

**Podíl vnitřností** se pohyboval v rozmezí 6,3 – 6,9 %. Průkazné rozdíly v hodnotách byly pozorovány pouze mezi Hlubockým plemenem (nižší hodnota) a hybridem H x M (vyšší hodnota). Jak již bylo zmiňováno vliv pohlaví nebyl pozorován celkově a ani v rámci jednotlivých skupin

U **gonadosomatického indexu** se hodnoty pohybovaly od 1,67 u H x T do 1,94 u H x V a ani u tohoto znaku nebyl zjištěn mezi skupinami žádný statisticky významný rozdíl. V rámci pohlaví bylo zjištěno, že samice vykazovaly uvnitř všech plemen průkazně vyšší hodnoty GSI než samci, a to 4-5 krát. U tohoto znaku je u lína obecného zcela opačná situace ve srovnání s výsledky pozorovanými u kapra obecného. Rozdíl v GSI mezi pohlavími je jedním z důvodů, proč samice vykázaly průkazně nižší hodnoty POT.

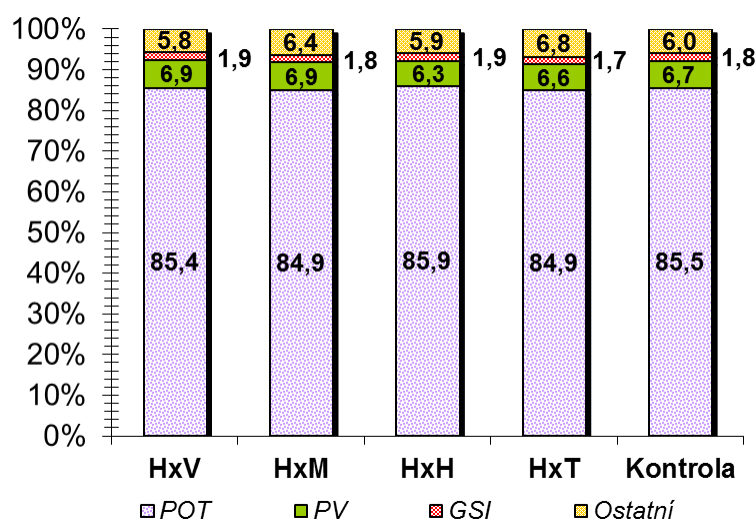
**Fultonův koeficient** ukazující výživný a kondiční stav a jakousi měrnou hustotu ryb se pohyboval v rozmezí 2,18 – 2,53. Statisticky průkazné rozdíly hodnot byly zaznamenány mezi kontrolním zlatým línem a ostatními zelenými skupinami kromě hybrida H x V. Pohlaví mělo na tento znak rovněž významný vliv, když vyšší hodnoty FK byly zjištěny u samců celkově i v rámci některých testovaných skupin.

U indexu (ukazatele) vysokohřbetosti a širokohřbetosti byl zjištěn vliv plemene na hodnotu znaku. U IV se od sebe lišily hodnoty H x V (nižší hodnota) vůči H x M a kontrolní skupině (vyšší hodnoty). U IŠ se naopak lišily hodnoty hybridů H x M a H x T vůči kontrolní skupině (vyšší hodnota). Dle nepatrných rozdílů mezi hodnotami biometrických ukazatelů mezi čistým Hlubockým plemenem a jeho kříženci lze konstatovat, že jejich tělesný rámec je shodný. Rozdíly byly pozorovány především u zelených skupin vůči kontrolní zlaté skupině nebo mezi jednotlivými kříženci. Vliv pohlaví byl pozorován u IV s vyššími hodnotami u samic, a to i v rámci jednotlivých skupin. Vliv interakcí mezi skupinou a pohlavím na sledované parametry nebyl prokázán.

**Tab. č.3:** Výsledky výtěžnosti – podíl jednotlivých tělních částí, gonadosomatický index, Fultonův koeficient:

Plemeno	POT (%)	PV (%)	GSI	FK
H x V	85,4 <sup>a</sup> ± 0,30	6,9 <sup>ab</sup> ± 0,15	1,94 <sup>a</sup> ± 0,20	2,28 <sup>ab</sup> ± 0,03
H x M	84,9 <sup>a</sup> ± 0,27	6,9 <sup>b</sup> ± 0,13	1,83 <sup>a</sup> ± 0,18	2,19 <sup>a</sup> ± 0,03
H x H	85,9 <sup>a</sup> ± 0,29	6,3 <sup>a</sup> ± 0,14	1,86 <sup>a</sup> ± 0,19	2,18 <sup>a</sup> ± 0,03
H x T	84,9 <sup>a</sup> ± 0,25	6,6 <sup>ab</sup> ± 0,12	1,67 <sup>a</sup> ± 0,17	2,23 <sup>a</sup> ± 0,05
Kontrola	85,5 <sup>a</sup> ± 0,34	6,7 <sup>ab</sup> ± 0,16	1,79 <sup>a</sup> ± 0,23	2,53 <sup>b</sup> ± 0,03

**Graf č.3:** Procentické zastoupení jednotlivých částí těla u testovaných skupin lína ve věku  $L_3$

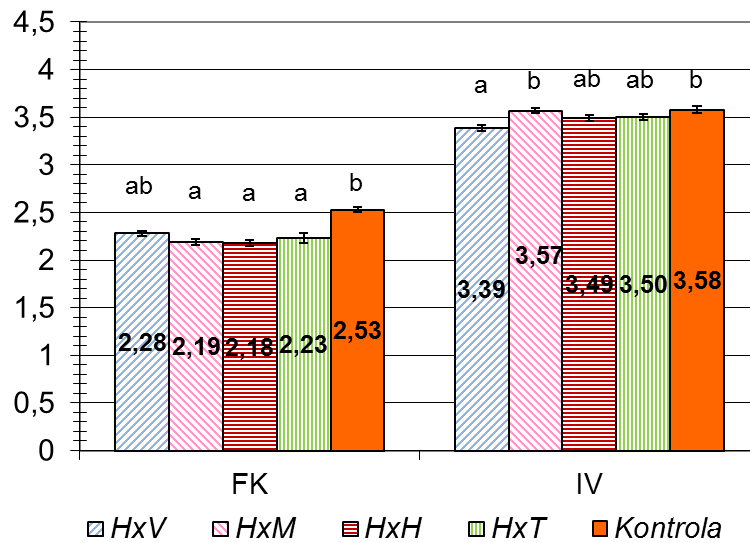


Vliv skupiny na sledované parametry výtěžnosti byl prokázán u PV a FK. Vliv pohlaví byl pozorován u většiny parametrů s výjimkou PV. Vliv vzájemných interakcí mezi skupinou a pohlavím byl prokázán u POT.

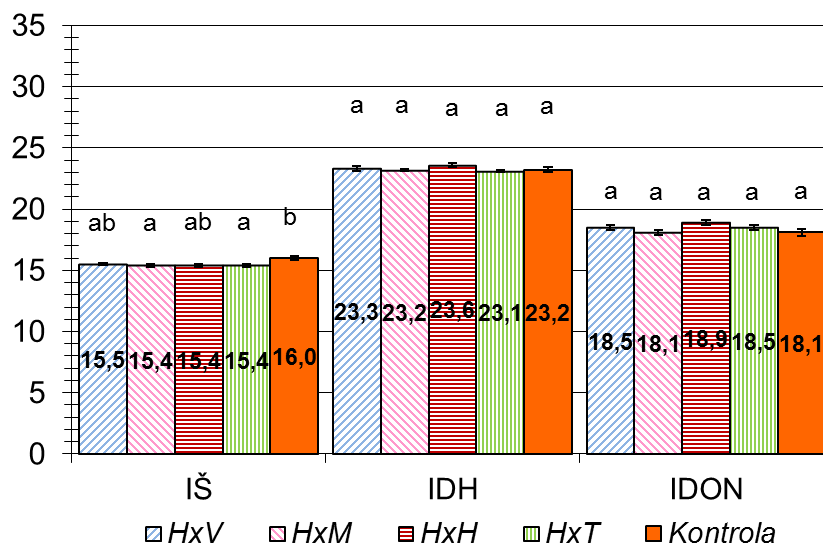
**Tab. č. 4 :** Plastické znaky – indexy vypočtené z naměřených hodnot

Skupina	IV	IŠ (%)	IDH (%)	IDON (%)
H x V	3,39 <sup>a</sup> ± 0,03	15,5 <sup>ab</sup> ± 0,1	23,3 <sup>a</sup> ± 0,2	18,5 <sup>a</sup> ± 0,2
H x M	3,57 <sup>b</sup> ± 0,03	15,4 <sup>a</sup> ± 0,1	23,2 <sup>a</sup> ± 0,1	18,1 <sup>a</sup> ± 0,2
H x H	3,49 <sup>ab</sup> ± 0,03	15,4 <sup>ab</sup> ± 0,1	23,6 <sup>a</sup> ± 0,2	18,9 <sup>a</sup> ± 0,2
H x T	3,50 <sup>ab</sup> ± 0,03	15,4 <sup>a</sup> ± 0,1	23,1 <sup>a</sup> ± 0,1	18,5 <sup>a</sup> ± 0,2
Kontrola	3,58 <sup>b</sup> ± 0,04	16,0 <sup>b</sup> ± 0,2	23,2 <sup>a</sup> ± 0,2	18,1 <sup>a</sup> ± 0,3

**Graf č.4:** Grafické vyjádření Fultonova koeficientu (FK) a indexu vysokohřbetosti (IV) u jednotlivých plemen lína ve věku L<sub>3</sub> s vyjádřením střední chyby průměru (S.E.) a výsledkem statistické analýzy



**Graf č.5:** Grafické vyjádření index širokohřbetosti (IŠ), indexu délky hlavy (IDH) a ocasního násadce (IDON) + (S.E.) a výsledek statistické analýzy u jednotlivých plemen lína obecného ve věku L<sub>3</sub>



## 5. Diskuze

Cílem výzkumu, jenž popisuje tato bakalářské práce, bylo ověřit možný heterózní efekt u meziplenných kříženců lína a jeho možné využití v produkčním rybnářství. Po genetických testech, které prokázaly blízkou příbuznost plemen držených na VÚRH se nedal očekávat příliš vysoký heterózní efekt u zkoumaných vlastností (růst a přežití).

Nejdříve bylo v návaznosti na umělý výtěr provedeno hodnocení reprodukčních ukazatelů. Reprodukční ukazatele samic (jikernaček) Hlubockého a Zlatého plemene se nelišily v žádném z parametrů u žádné z použitých statistických metod. Průměrný počet jiker v 1 g byl u Hlubockého plemene  $1579 \pm 55,3$  a u Zlatého  $1510 \pm 71,0$ . Tyto hodnoty jsou mírně vyšší, než hodnoty zjištěné Kocourem (2009), což bylo  $1432 \pm 37,6$  pro Hlubocké plemeno a  $1377 \pm 59,3$  pro Zlaté plemeno. Celkový počet jiker na 1 kg jikernačky byl od  $115\ 000 \pm 13\ 700$  do  $132\ 000 \pm 10\ 700$ , což jsou téměř shodné výsledky s prací Prchala (2011), který naměřil od  $93\ 000 \pm 14\ 400$  do  $129\ 000 \pm 8\ 900$ . Rozdíly mezi průměrnými hmotnostmi samic plemen použitých k založení testu byly neprůkazné.

U samců (mlíčáků) byly zaznamenány průkazné rozdíly v průměrné živé hmotnosti jednotlivých plemen použitých k reprodukci. Reprodukční ukazatele se mezi plemeny lišily ale jen u celkového počtu spermií a počtu spermií na kg hmotnosti mlíčka. U prvního z parametrů byly průkazně vyšší hodnoty zaznamenány u plemene Táborského ( $10,6 \pm 1,06$ ) ve srovnání s plemeny Maďarským ( $5,7 \pm 1,06$ ) a Vodňanským ( $6,9 \pm 1,21$ ). V hodnotě tohoto ukazatele se pro Vodňanské plemeno moje výsledky významně liší od hodnot naměřených Kocourem (2009), který uvádí  $14,5 \pm 2,0$ . U druhého parametru byly průkazné rozdíly viditelné u plemene Zlatého ( $16,9 \pm 1,91$ ) a Táborského ( $18,4 \pm 1,93$ ) vůči plemeni Maďarskému ( $10,3 \pm 1,93$ ). Tyto hodnoty jsou několikanásobně vyšší, než naměřil Kocour (2009), ( $2,0 \pm 0,3$  pro Zlaté plemeno a  $1,5 \pm 0,2$  pro Táborské plemeno, pro Maďarské plemeno bohužel výsledky chybí).

Zjištěné oplozenosti jiker při zakládání testu užitkovosti odpovídala hodnotám běžně dosahovaným u lína obecného (52 – 58 %) a mezi jednotlivými skupinami se výrazně nelišily.

Zjištěné korigované hmotnosti línů po první vegetační sezóně se pohybovaly v rozmezí 7,1 – 8,7 g, což je výrazně více než uvádí Prchal (2011), (4,3 – 5,8 g) a Gela (2009), který uvádí korigovanou hmotnost 1,1 – 2,15 g. Tato skutečnost může být ovlivněna příznivějšími klimatickými podmínkami, vhodnější momentální skladbou přirozené potravy

ve spojitosti s vyšší efektivitou příkrmování krmnými směsmi nebo nižší hustotou obsádky, související s vyšší mortalitou.

Přežití po první vegetační sezoně bylo na úrovni 11,6 – 19,7 % u kontrolní skupiny, hybrida HxT a čistého Hlubockého plemene. U hybridů HxV a HxM byly hodnoty velmi vysoké (74,1 a 106, 2 %). V tomto ohledu se zjištěné hodnoty výrazně liší od hodnot uváděných Prchalem (2011) – 21 až 68,5 %. Tato skutečnost zřejmě souvisí s vysokou mortalitou kontrolních skupin u hybridů HxV a HxM. Kocour (2009) uvádí u kategorie L<sub>1</sub> přežití v rozmezí 15,5 – 52,1, z čehož lze skutečně usuzovat výrazný vliv početnosti kontrolní skupiny na relevanci statistických výsledků.

Po první mimovegetační sezoně byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolní skupiny (34,6 g), u zelených skupin se hmotnost pohybovala v rozmezí 44,1 – 51,0 g, přičemž nejvyšší hmotnost vykazoval hybrid HxT. Prchal (2011) zjistil hmotnost od 17,4 do 26,5 g, Gela (2009) uvádí hmotnost 8,3 až 17,6 g. Výrazně vyšší hmotnost v mém testu může být způsobena pozdějším slovením testovaných ryb kvůli nutnosti dosažení dostatečné velikosti pro značení ryb. V úvahu připadá také vliv heterozního efektu hybridů ve srovnání s čistými plemeny, které testoval Prchal (2011) a genomově manipulovanými rybami, které testoval Gela (2009).

Korigované hodnoty přežití se pohybovaly v rozmezí 5,7 % u kontrolní skupiny po hypotetických 112,9 % u hybrida HxV. Prchal (2011) zjistil po komorování přežití 12,2 až 48,1 % a Kocour (2009) zjistil přežití na úrovni 12,3 až 80,3 %, což jsou průkaznější a vyrovnanější výsledky než v našem testu, jehož zjištěné hodnoty byly ovlivněny vysokou mortalitou kontrolní skupiny po prvním zimování.

Na konci druhého vegetačního období opět vykázal nejvyšší korigovanou hmotnost hybrid HxT (137 g). Celkově byly výsledky zelených skupin statisticky velmi vyrovnané (128 -137 g), u čistých plemen lína uvádí Prchal (2011) hmotnost v rozmezí 97,6 u Vodňanského po 112,9 g u Mariánsko-lázeňského. Hlubocké plemeno, které v našem testu dosáhlo 131 g, bylo bohužel v práci Prchala (2011) z testování před druhou vegetační sezonou vyřazeno, a tak zde srovnání chybí. Naopak Kocour (2009) zjistil po druhé vegetační sezoně u Hlubockého plemene velmi podobnou hmotnost, a to 134 g. U kontrolního Zlatého plemene byla zjištěna hmotnost 103 g, což je výrazně více, než uvádí Prchal (2011), - 78 g. Tato skutečnost mohla být způsobena nižším přežitím kontrolní skupiny v našem testu.

Korigované přežití se u všech zelených skupin po druhém vegetačním období pohybovalo od 85 do 122 % u čistého Hlubockého plemene. Tyto hodnoty jsou mírně vyšší, než uvádí Kocour (2009), (82,1 % u Hlubockého plemene až 91,9 %) a Prchal (2011), (70,4

až 84,1 %). Kontrolní skupina v našem testu vykazovala přežití na úrovni 71,4 %, což je mírně nižší přežití než uvádí Prechal (2011) – 77,1 %. Nižší přežití u kontrolní skupiny bohužel provázelo celé testování.

Po druhé mimovegetační sezóně byla nejnižší korigovaná hmotnost zjištěna u kontrolní skupiny (96 g), což je výrazně vyšší hodnota, než uvádí Gela (2009) – 74,9 g. U zelených skupin se korigovaná hmotnost pohybovala v rozmezí 119 – 134 g, což je výrazně užší rozsah ve srovnání s hodnotami, které zjistil Kocour (2009), - 90,7 až 185,2 g.

Korigované hodnoty přežití jednotlivých skupin v průběhu komorování se pohybovaly od hranice 85 % u zlatého lína po hypotetických 105 % u hybrida H x T. Mezi těmito dvěma skupinami byl také prokázán jediný statisticky významný rozdíl. Korigovaná hodnota přežití u kontroly je výrazně vyšší než uvádí Gela (2009) – 38,3 %. U zelených skupin uvádí Kocour (2009) přežití po druhém komorování v rozmezí 75 – 95,6 %, což jsou výsledky srovnatelné s mými, krom hodnoty přežití pro hybrida HxT. Zde je ovšem procentuálně vysoké přežití způsobeno vyšším rozdílem mortality kontrolní skupiny a hybrida HxT.

Po třetí vegetační sezóně byla u zelených skupin zjištěna korigovaná hodnota přežití v rozmezí 328 – 355 g. Kocour (2009) uvádí výrazně nižší hodnoty (215,4 – 302,1 g), což může být způsobeno heterózním efektem u hybridů v našem testu. U kontroly byla zjištěna hmotnost 285 g, což je ve srovnání s hodnotami uváděnými Gelou (2009) – 183,3 g výrazně více.

U přežití se korigované hodnoty pohybovaly v rozmezí 58,2 % u kontroly, kde Gela (2009) uvádí výrazně nižší hodnotu (40,2) po 125,3 % u hybrida HxV. Průkazný rozdíl v přežití korigovaných hodnot byl zaznamenán u HxV vůči plemeni H (heterózní efekt 51,7 %), kříženci H x T a kontrolní skupině. Krom hybrida HxV se hodnoty přežití pohybovaly od 76,2 do 83,7 %. Kocour (2009) zjistil u čistých plemen po třetí vegetační sezóně přežití na úrovni 82,1 až 99,0 %. Na vysokou hodnotu přežití u hybrida HxV mělo nejspíše vliv nízké přežití kontrolní skupiny.

Po třetím vegetačním období bylo testování ukončeno a bylo provedeno jatečné zpracování ryb. Hlavním hodnoceným parametrem byl podíl opracovaného těla, který byl u všech skupin velmi vyrovnaný a činil 84,9 – 85,9 %, což jsou hodnoty srovnatelné s hodnotami, které uvádí Kocour (2009) – 85,9 až 86,9 % a s hodnotami, které uvádí Wedekind (2003) – 82,8 až 86,4 % u tržních ryb z recirkulačního systému. Dalším sledovaným ukazatelem byl podíl vnitřností, který se u všech skupin pohyboval v rozmezí 6,3 - 6,9 %. Wedekind (2003) zjistil mnohem vyšší podíl vnitřností, a to 13,6 – 17,2 %. Hodnoty

gonadosomatického indexu se pohybovaly v rozmezí 1,67 do 1,94 %, což je srovnatelné s hodnotami uváděnými Wedekindem (2003), který ovšem uvádí širší rozpětí hodnot (1,16 – 2,56 %). Dále bylo zjištěno, že samice vykazovaly uvnitř všech plemen průkazně vyšší hodnoty GSI než samci, a to 4-5 krát. U tohoto znaku je u lína obecného zcela opačná situace ve srovnání s výsledky pozorovanými u kapra obecného. U Fultonova koeficientu vyjadřujícího výživný a kondiční stav byly zjištěny hodnoty 2,18 – 2,53, které jsou srovnatelné s hodnotami, které uvádí Kocour (2009) - 2,22 až 2,37. Statisticky průkazné hodnoty tohoto znaku byly zjištěny mezi kontrolou a zelenými skupinami kromě hybrida HxV. Vyšší hodnotu FK vykazovali u všech skupin samci, naopak Kocour (2009) uvádí vyrovnanou hodnotu FK mezi samci a samicemi s mírně vyšší hodnotou u samic.

U indexu vysokohřbetosti a širokohřbetosti byl zjištěn vliv plemene na hodnotu znaku. V hodnotách indexu vysokohřbetosti se od sebe lišily hodnoty H x V (nižší hodnota) vůči H x M a kontrolní skupině (vyšší hodnoty). U indexu širokohřbetosti se naopak lišily hodnoty hybridů H x M a H x T (nižší hodnoty) vůči kontrolní skupině (vyšší hodnota). Dle nepatrných rozdílů mezi hodnotami biometrických ukazatelů mezi čistým Hlubockým plemenem a jeho kříženci lze konstatovat, že jejich tělesný rámec je shodný. Rozdíly byly pozorovány především mezi zelenými skupinami a kontrolní skupinou.

## 6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo prověřit možný heterózní efekt u meziplenných hybridů lína obecného. Testování bylo zaměřeno na přežití, dosaženou hmotnost a jateční výtěžnost po 3 vegetačních sezónách a probíhalo v letech 2012 – 2014 na podniku Rybářství Nové Hrady s.r.o. Po skončení testování a zpracování dat jsem dospěl k těmto výsledkům:

**Plemeno Hlubocké** – vykázalo v tržní velikosti srovnatelné parametry růstu s kříženci a průkazně vyšší oproti kontrolní skupině. Přežití plemene v poslední etapě testování bylo statisticky srovnatelné s ostatními skupinami kromě křížence H x V. Za období celého testování bylo kumulativní přežití u tohoto plemene 9,9 %. Hlavní ukazatele výtěžnosti byly u plemene srovnatelné s ostatními skupinami.

**Hybrid H x V** – vykázal v tržní velikosti srovnatelné parametry růstu s ostatními zelenými skupinami lína a průkazně vyšší oproti kontrolní skupině. Přežití plemene v poslední etapě testování bylo díky hypotetické hodnotě nad 100 % průkazně vyšší oproti ostatním skupinám kromě hybridu H x M. Za období celého testování byla hodnota kumulativního korigovaného přežití odhadnuta na hranici 90 %. Tento výsledek může být zkreslen s ohledem na nízké počty jedinců zlatého lína v jednotlivých kontrolních skupinách. Hlavní ukazatele výtěžnosti byly u hybridu srovnatelné s ostatními skupinami. V případě pravosti potenciálu přežití by byl tento hybrid nejvhodnější pro využití v užitkových chovech.

**Hybrid H x M** – vykázal v tržní velikosti srovnatelné parametry růstu s ostatními zelenými skupinami lína a průkazně vyšší oproti kontrolní skupině. Přežití plemene v poslední etapě testování bylo statisticky srovnatelné s ostatními skupinami. Za období celého testování bylo kumulativní přežití u tohoto plemene 11,7 %. Hlavní ukazatele výtěžnosti byly u hybridu srovnatelné s ostatními skupinami. Tento hybrid se nejeví jako perspektivní v užitkových chovech jako náhrada za čisté Hlubocké plemeno.

**Hybrid H x T** – vykázal v tržní velikosti nejvyšší korigovanou hmotnost srovnatelnou s ostatními zelenými skupinami lína a průkazně vyšší oproti kontrolní skupině. Přežití plemene v poslední etapě testování bylo statisticky srovnatelné s ostatními skupinami kromě hybridu H x V. Za období celého testování činilo kumulativní korigované přežití u tohoto křížence 8,1 %. Hlavní ukazatele výtěžnosti měl hybrid srovnatelné s ostatními skupinami. S ohledem k celkovým výsledkům se tento hybrid nejeví jako perspektivní pro využití v užitkových chovech jako náhrada za čisté Hlubocké plemeno.



**Kontrolní skupina (Zlatý lín)** – vykazala v tržní velikosti průkazně nejnížší korigovanou hodnotu vůči všem zeleným skupinám a v poslední etapě srovnatelné přežití s ostatními skupinami kromě hybrida H x V. Za období celého testování činilo kumulativní korigované přežití u této skupiny jen 0,2 %. Hlavní ukazatele výtěžnosti měla kontrola srovnatelné s ostatními skupinami. Tento výsledek není u Zlatého lína vůči skupinám s divokým zbarvením ničím neobvyklým.

## 7. Seznam použité literatury

- Berg, L. S., 1949. Ryby presnykh vod SSSR i sopredelnykh stran. Izd. AN SSSR, Moskva. C.1,1948, 466 s.
- Flajšhans, M., Kocour, M., Ráb, P., Hulák, M., Petr, J., Bohlen Šplechtová, V., Šlechta, V., Havelka, M., Kašpar, V., Lihhart, O., 2013. Genetika a šlechtění ryb, 305 s.
- Flajšhans, M., Lihhart, O., 2000. Produkce triploidních línů, Vodňany. VÚRH Edice metodik. č. 62, 14 s.
- Gela, D., Lihhart, O., Flajšhans, M., Duda, P., 1998. Šlechtitelský program lína obecného (*Tinca tinca*L.) v České republice, 11 s.
- Gela, D., Kocour, M., Rodina, M., Flajšhans, M., Lihhart, O., 2004. Tench broodstock management in breeding station under conditions of pond culture. In: Book of abstracts. IVth International Workshop on Biology and Culture of the Tench, Wierzba, Poland. 10.
- Gela, D., Kocour, M., Flajšhans, M., Lihhart, O., Rodina, M., 2009. Comparison of performance of genome manipulated and standard tench, *Tinca tinca* (L.), groups under pond management conditions, 7pp.
- Gerstmeier, R., Romig, T., 2003. Sladkovodní ryby Evropy, z něm. originálu (rok vydání 1998) přeložil Peňáz, M., vydal Černý, J., 366 s.
- Gjedrem, T., 2005. Selection and breeding programs in aquaculture. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 364 pp.
- Gomelsky, B., 2003. Chromosome set manipulation and sex control in common carp: a review. *Aquatic Living resources*. 16: 408 – 415.
- Hamáčková, J., Lepičová, A., Kozák, P., Stupka, Z., Kouřil, J., Lepič, P., 2004. The efficacy of various anaesthetics in tench (*Tinca tinca* L.) related to water temperature. *Veterinarni Medicina* 12: 467 – 472.

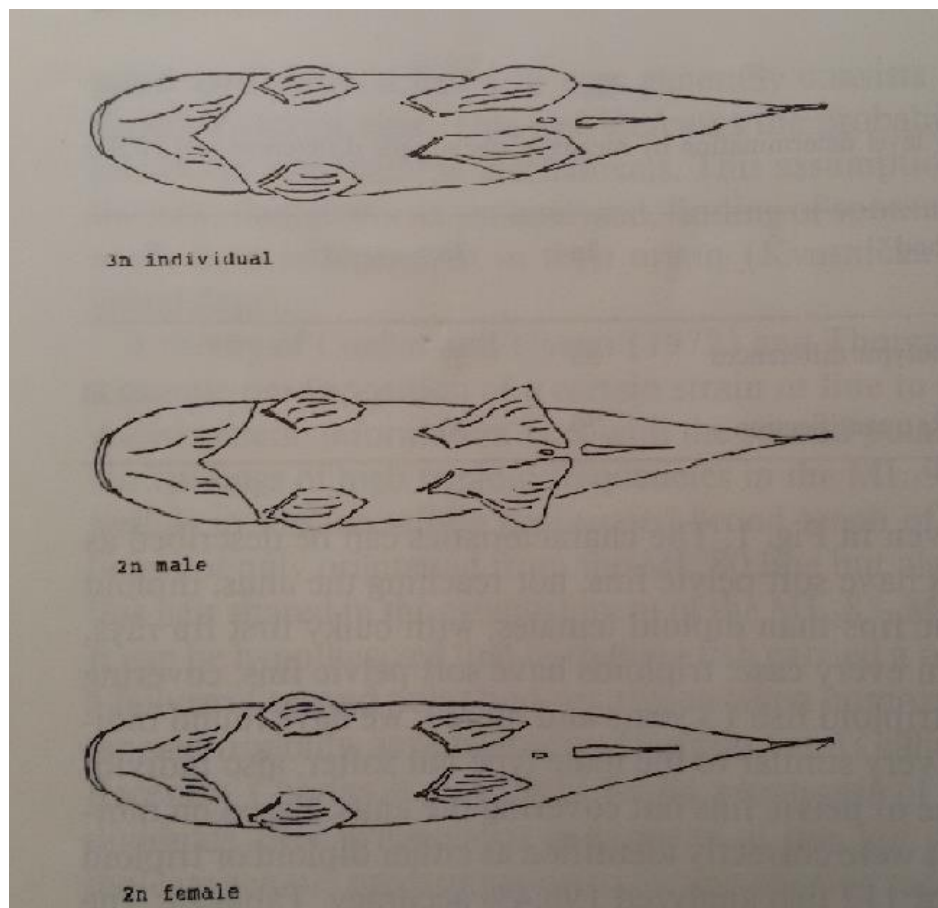
- Horváth, L., Szabó, T. and Burke, J. 1997. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation four cyprinid species. *Polish Archives of Hydrobiology*. 44, 219-224.
- Kirpichnikov V.S., 1987. *Genetics and Selection of Fishes*. - Nauka Leningrad, p. 340-377.
- Kocour, M., Kašpar, V., Gela, D., Flajšhans, M., 2012. Způsoby osemeňování jiker při umělé reprodukci ryb z hlediska následného využití potomstva. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 133, 38 s.
- Kocour, M., Gela, D., Rodina, M., Flajšhans, M., 2009. Performance of different tench, *Tinca tinca* (L.), groups under semi-intensive pond conditions; it is worth establishing a coordinated breeding program, 12 pp.
- Kolářová, J., Velíšek, J., Nepejchalová, L., Svobodová, Z., Kouřil, J., Hamáčková, J., Máchová, J., Piačková, V., Hajšlová, J., Holadová, K., Kocourek, V., Klimánková, E., Modrá, H., Dobšíková, R., Groch, L., Novotný, L., 2007. *Anestetika v rybářství*. Edice Metodik (Technologická řada), VÚRH JU, Vodňany, 19 s.
- Komen, J., Duynhouwere, J., Richter, C. J. J., Huismann, E. A., 1988. Gynogenesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.). I. effects of genetic manipulation of sexual products and incubation condition of eggs. *Aquaculture* 69, 227 – 239.
- Kouřil, J., Podhorec, P., 2011. Umělý výtěr lína obecného. Edice metodik (Technologická řada), VÚRH JU, Vodňany, 26 s.
- Kubů, F., Kouřil, J., 1985. *Lín obecný*. Praha, ČRS, 100 s.
- Kvasnička, P., Lihhart, O., Flajšhans, M., 1993. Breeding programme for the tench (*Tinca tinca* L.), *Aquaculture*, 111, 303 s.
- Linhart, O., Peter, R. E., Rothbard, S., Zohar, Y., Kvasnička, P., 1995. Spermination of common tench (*Tinca tinca* L.) stimulated with injection or inplantation of GnRH analogues and injection of carp pituitary extrakt. *Aquaculture*, 129, s. 119 – 121
- Linhart, O., Rodina, M., Dzyuba, B., Boryshpolets, S., 2012. Metodika zmrazování spermatu lína obecného, s. 7 -9.

- Linhart, O., Billard, R., 1995. Biology of gametes and atrifical reproduction in common tench, *Tinca tinca* (L.), s. 37 – 53
- Linhart, O., Gela, D., Flajšhans, M., Duda, P., Rodina, M., Novák, V., 2000. Alcalase anzyme treatment for elimination of egg stickness in tench, *Tinca tinca* (L.). Aquaculture: 303 -308
- Matěnová, V., Pivnička, K., 1980. Beitrag zur geographischen Variabilität der Schlere (*Tinca tinca* L., pisces: *Cyprinidae*), Věst. Čs. Společ. Zool, 44 (1): 53 -56.
- Moav, R., Wohlfarth, G., 1976. Two way selection for growth rate in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). Genetics 82: 83 – 101.
- Nagy, A., Csanyi, V., 1984. A new breeding system using gynogenesis and sex reversal for fast inbreeding in carp. Theoretical and Applied Genetics 67: 485 – 490.
- Naruse, K., Ujity, K., Shima, A., Egami, N., 1985. The production of cloned fish in Medaka (*Oryzias latipes*) Journal of Experimental Zoology 236: 335 – 341.
- Oliva, O., 1952. A revision of the cyprinid fishes of Czechoslovakia with begard to secondary sexual characters. Bull. Int. Acad. Tchèque des Sci, 52 (1): 1 – 61.
- Pandian, T. J., Koteeswaran, R., 1998. Ploidy induction and sex control in fish. Hydrobiologia 384: 167 – 243.
- Pokorný, J., Lucký, J., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědronský, E., Prášil, O., 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník, 649 s.
- Pokorný, J., Kouřil, J., 1983. Intenzivní chov lína. Vodňany. VÚRH Edice metodik č. 5, 14 s.
- Prchal, M., 2011. Porovnání růstu a přežití u vybraných plemen lína obecného v testu užítkovosti, 60 s.
- Šilhavý, V., a kol., 2015. Naše rybářství, 245 s.

- Ráb, P., Bohlen, J., Rábová, M., Flajšhans, M., Kalous, L., 2006. Cytogenetics as a tool box in fish conservation: The present situation in Europe. In: Fish Cytogenetics (E. Pisano, C. Ozouf, Costaz, F. Foresti and B.G. Kapoor, Eds.) Science Publishers, Endfield, New Hampshire, USA, P. 215 – 241.
- Rodina, M., Cosson, J., Gela, D., Linhart, O., 2004. Kurokura solution as immobilizing medium for spermatozoa of tench (*Tinca tinca* L.) Aquaculture International 12, s. 119 – 131.
- Schribner, K. T., Page, K. S., Bartron, M. L., 2000. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear method of biological inference. Reviews in Fish Biology and Fisheries 10, 293 – 323.
- Thorgaard, G. H., Scheerer, P. D., Herchberger W. K., Myers, J. M., 1990. Androgenetic rainbow trout produced using sperm from tetraploid males show improved survival. Aquaculture 85, 215 – 221.
- Wedekind, H., Rennert, B., Kohlmann, K., 2003. Product quality in different strains of tench (*Tinca tinca*) tested under controlled environmental conditions, p. 174 – 176

## 8. Grafické přílohy

Příloha č. 1: Fenotypové rozdíly ve tvaru a délce břišních ploutví u triploidního (individual) jedince, diploidního samce a diploidní samice (Flajšhans a kol., 1993)



Příloha č.2: Mlíčák (nahore) a jikernačka (dole) Hlubockého plemene, foto: David Gela



Příloha č.3: Mlíčák (nahore) a jikernačka (dole) Zlatého plemene, foto: David Gela



Příloha č.4: Umělý výtěr jikernačky Hlubockého plemene, foto: David Gela

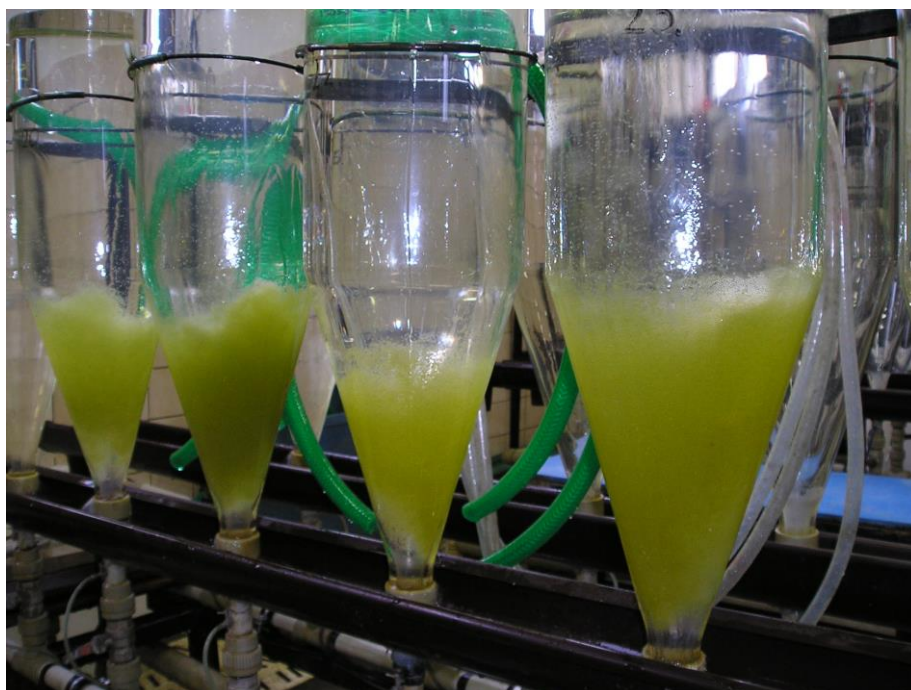


Příloha č.5: Umělý výtěr mlíčáka Zlatého plemene do imobilizačního roztoku, foto: David Gela





Příloha č.6: Oploďněné jikry lína obecného umístěné k odchovu do Zuskových lahví na líhni Genetického rybářského centra FROV JU Vodňany, foto: David Gela



Příloha č.7: Odběr vzorků jiker ke stanovení individuální plodnosti, foto: David Gela



## 9. Abstrakt

Testování užitkovosti u meziplemenných kříženců lína obecného.

Tato bakalářská práce je zaměřena na hodnocení užitkových vlastností jako je růst, přežití a jateční výtěžnost u kříženců vybraných plemen lína obecného. Za tímto účelem provádíme tzv. testy užitkovosti. K tomuto testu jsme pomocí vrcholového křížení s otcovskou dědičností použili křížence těchto plemen lína; Vodňanské (V), Táborské (T), Maďarské (M) a Hlubocké (H), které sloužilo jako mateřské plemeno. Jako kontrola bylo použito plemeno zlatého lína. Test užitkovosti byl započat výběrem generačních ryb daných plemen, jejich předvýtěrovou přípravou a následným umělým výtěrem. Osemeněné jikry byly do stádia váčkového plůdku odchovávány v líhni a po rozplavání byl váčkový plůdek vysazen do rybníků s polointezifikačním systémem hospodaření, kde byl odchováván až do kategorie L<sub>3</sub>. Po každé vegetační i mimovegetační sezóně byl proveden výlov, při němž byly ryby zváženy a byl určen jejich počet (přežití). První vegetační sezónu byla v každém rybníce chována vždy jedna testovaná skupina a příslušná kontrolní skupina. Po první mimovegetační sezóně byly ryby kategorie L<sub>1+</sub> označeny kryogenní metodou a chovány společně v triplikaci kvůli zajištění identických podmínek testu. Po celou dobu testování se bohužel projevovala zvýšená mortalita kontrolní zlaté skupiny, což ovlivnilo statistické výsledky za jednotlivá období. Po třetí vegetační sezóně bylo provedeno zpracování ryb, při němž byly vyhodnoceny jatečné ukazatele jako podíl opracovaného těla, Fultonův koeficient, gonadosomatický index, podíl vnitřností bez gonád a indexy vysokohřbetosti, širokohřbetosti, délka hlavy a délky ocasního násadce. Tento test užitkovosti neprokázal významné rozdíly v jateční výtěžnosti mezi hybridy navzájem ani ve srovnání s kontrolou. Nejvyšší kumulativní korigovaná hodnota přežití za celou dobu testování byla zjištěna u křížence HxV (přežití na hranici 90 %), který se oproti ostatním křížencům jeví jako potenciálně perspektivní pro využití v užitkových chovech. Ostatní kříženci navzájem vykazovali podobné hodnoty přežití (8,1 – 11,3 %). Nejnižší kumulativní korigovanou hodnotu přežití vykazovala kontrolní skupina (0,2 %). Nejnižší korigovaná hmotnost byla zjištěna u kontrolního zlatého lína (285 g), u zelených skupin byla nejnižší průměrná korigovaná hmotnost zjištěna u hybrida H x V (328 g) a nejvyšší hodnota u hybrida H x T (355 g). Rozdíly v hmotnostech neprokázaly mezi plemenem H a jeho kříženci žádné statisticky významné rozdíly. S výjimkou hybrida HxV se

pozorované hodnoty růstu a přežití nevymykají běžně pozorovaným užitkovým hodnotám u lina obecného.

Klíčová slova: lín, plemeno, kříženec, testování užitkovosti, růst, přežití, výtěžnostní ukazatele

## 10. Abstract

Performance testing of interline hybrids in tench.

This thesis is focused on evaluation of performance traits as growth, survival and carcass yield in hybrids of chosen tench breeds. We used so-called performance tests for this purpose. For this test was used top-crossing with paternal heredity and hybrids of these breeds of tench: Vodňanské (V), Tábořské (T), Maďarské (M) and Hlubocké (H), which served as maternal breed. As a control group the golden tench was used. Performance test was started by selecting broodstock fish of chosen breeds, its pre-spawning preparation following with artificial spawning. Fertilized eggs were bred to stage of yolk-sac fry in hatchery and swimming fry was released into ponds with semi intensive system of farming, where was bred into three years old tench category. After every growing and outgrowing season, the fish were harvested, weighted and was determined its overall number (survival). During the first growing season each tested group with relevant control group was bred in one separate pond. After the first outgrowing season the one year old tench was group marked by cryogenic method and after that bred together in triplication because of identical test conditions. Unfortunately, throughout the testing, there was showed increased mortality in the control golden group, which influenced the statistical results for each period. After the third growing season the fish processing was done, in which were evaluated the slaughtering indicators as the proportion of processed body, Fulton coefficient, gonadosomatic index, the proportion of guts without gonads and indexes of highbackedness, widebackedness, head length and length of the caudal keel. This performance test showed no significant differences in carcass yield between hybrids each other neither in comparison with the control. The highest corrected cumulative survival for the entire period of testing was found in hybrid HxV (survival up to 90 %), which instead of the other hybrids appears to be a potentially promising for use in commercial conditions. Other hybrids achieved similar values of survival (8.1 – 11.3 %) in comparison with each other. The lowest cumulative corrected survival was observed in the control group (0.2 %). The lowest corrected weight was detected in the control of the golden tench (285 g) in green groups had the lowest average corrected mass observed in the hybrid H x V (328 g) and the highest value in the hybrid H x T (355 g). There was not shown any statistically significant differences in weight between the H breed and its hybrids. Except

hybrid of HxV, the observed values of growth and survival do not deviate commonly seen performance values of tench.

Key words: tench, breed, hybrid, performance testing, growth, survival, slaughtering indicators