

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**Bc. JAN DOSTÁL**



Agronomická  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Vliv zvolené strategie na efekt počátečního odchovu  
jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v kontrolovaných  
podmínkách**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

prof. Dr. Ing. Jan Mareš

*Konzultant:*

Ing. Juraj Rybníkář

*Vypracoval:*

Bc. Jan Dostál

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Jan Dostál**  
Studijní program: Zootechnika  
Obor: Rybářství a hydrobiologie  
Konzultant: Ing. Juraj Rybníkář  
Název tématu: **Vliv zvolené strategie na efekt počátečního odchovu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v kontrolovaných podmínkách.**  
Rozsah práce: 50-70 stran

### Zásady pro vypracování:

1. Zpracování literární rešerše z problematiky chovu jeseterů a jejich raných stádií v kontrolovaných podmínkách. Vliv zvolené strategie výživy a podmínek prostředí na produkční parametry, vývoj a úroveň přežití.
2. Osobní účast diplomanta na přípravě a zajištění průběhu experimentálního odchovu jesetera malého, podíl na zpracování vzorků a vyhodnocení získaných dat. Sběr a vyhodnocení dat z provozních podmínek.
3. Vyhodnocení dosažených výsledků pomocí standardních metod používaných pro hodnocení vývoje, růstu a kondice ryb. Zpracování získaných dat s pomocí vhodných statistických metod.
4. V rámci řešení diplomové práce zvládnutí a samostatné provádění analýz vybraných hydrochemických parametrů, znalost principů chemických analýz krmiv a tělních tkání.
5. Sepsání diplomové práce v odpovídajícím rozsahu a kvalitě podle pokynů vedoucího a konzultanta, dle zásad platných na AF.

Seznam odborné literatury:

1. PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M. – BARÁNEK, V. a kol. Biometrie a růst jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v České republice. In ŠVÁTORA, M. VI. *Česká ichtyologická konference*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Ichtologická sekce České zoologické společnosti, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003, s. 81–86. ISBN 80-213-1053-7.
2. BARÁNEK, V. – PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M. – MAREŠ, J. – SPURNÝ, P. – NĚMEC, R. a kol. Růst jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v podmínkách rybníkářství pohořelice. In *55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. Brno: MZLU v Brně, 2004, s. 119–127. ISBN 80-7157-810-X.
3. PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M. – BARÁNEK, V. Růstové vlastnosti a problematika chovu jesetera sibiřského (*Acipenser baerii*) v podmínkách České republiky. *Bulletin VÚRH Vodňany*. 2003. sv. 1, č. 1/2, s. 99–103. ISSN 0007-389X.
4. BARÁNEK, V. *Růstové vlastnosti jesetera malého a jesetera sibiřského v experimentálních a rybníčních podmínkách*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2004. 93 s.
5. BARÁNEK, V. – PROKEŠ, M. – BARUŠ, V. – PEŇÁZ, M. – CILEČEK, M. – MAREŠ, J. – JIRÁSEK, J. – SPURNÝ, P. Srovnání růstu juvenilního (1+) jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) při použití experimentální a komerční diety. In *IX. Česká ichtyologická konference*. 1. vyd. VÚRH JU Vodňany: JU v Českých Budějovicích, 2006, s. 8–11. ISBN 80-85887-57-6.
6. JIRÁSEK, J. – MAREŠ, J. – ZEMAN, L. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. 70 s. ISBN 80-7157-832-0.
7. RYBNÍKÁŘ, J. *Odchoo násadového materiálu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) o kontrolovaných podmínkách*. Bakalářská práce. MZLU v Brně, 2008. 32 s.
8. RYBNÍKÁŘ, J. *Zhodnotenie rastu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) chovaného o kontrolovaných podmienkach*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno. 2010. 78 s.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2013

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015

L. S.



Bc. Jan Dostál  
Autor práce



doc. Dr. Ing. Jan Mareš  
Vedoucí práce



prof. RNDr. Zdeněk Laštůvka, CSc.  
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.  
Děkan AF MENDELU

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci Vliv zvolené strategie na efekt počátečního odchovu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v kontrolovaných podmínkách vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Velmi rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce prof. Dr. Ing. Janu Marešovi za odborné vedení při řešení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Juraji Rybníkovi za umožnění spolupráce a za velmi cenné rady v průběhu řešení bakalářské práce a Ing. Tomáši Brabcovi, Ph.D za neocenitelnou pomoc při stanovování laboratorních analýz. Stejně tak patří můj dík všem pracovníkům Oddělení rybářství a hydrobiologie z Ústavu zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství AF MENDELU v Brně za jejich ochotu, trpělivost a obětavost při realizaci této práce.

Také děkuji celé své rodině a své přítelkyni Ivance za to, že mi po celou dobu tvorby diplomové práce byli oporou a nejednou mi pomohli překonat kritická období při studiu, v práci i v osobním životě.

Diplomová práce byla řešena za finanční podpory projektu NAZV Technologie chovu sladkovodních ryb s využitím recirkulačních systémů dánského typu se zaměřením na metody efektivního řízení prostředí a veterinární péče. (QJ1210013)

## ABSTRAKT

### **Vliv zvolené strategie na efekt počátečního odchovu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v kontrolovaných podmínkách**

V diplomové práci jsou shrnuty poznatky z oblasti počátečního odchovu jesetera malého (*Acipenser ruthenus*), které jsou v současnosti k dispozici. Dále jsou uvedeny výsledky experimentálního odchovu, který se uskutečnil v roce 2014, a sestával z dvou částí. V první části byl ověřován vliv rychlosti výměny vody ve žlabech na změnu hydrochemických parametrů. Pro pokus byly sestaveny tři varianty ve dvou opakováních. Pro každou variantu byly nastaveny jiné průtokové poměry. Objem vody ve žlabech byl nastaven na 100 litrů a počet ryb byl 150 ks/žlab. Výměna vody u první varianty byla 1/3 objemu za hodinu, u druhé varianty 2/3 objemu za hodinu a u třetí varianty 3/3 objemu za hodinu. Každý den byl měřen obsah kyslíku, teplota vody a pH a byly odebírány vzorky pro laboratorní analýzu. Zjištěné výsledky byly vyhodnoceny analýzou rozptylu. V žádném parametru nebyl zjištěn mezi variantami významný statistický rozdíl, takto nastavené průtokové poměry tedy neměly vliv na změnu hydrochemických parametrů u jednotlivých variant.

V druhé části experimentu byl proveden krmný test, v němž byl srovnáván vliv tří odlišných krmných směsí na vývoj růstových parametrů ryb. Byly zachovány stejné podmínky odchovného prostředí, ale hustota obsádky byla zredukována na 50 ks/žlab a byla nastavena jednotná výměna vody 3/3 objemu ve žlabu za hodinu. První variantě bylo předkládáno krmivo Aller Bronze 2 mm, druhé variantě Aller Silver 2 mm a třetí variantě BioMar Inicio 918 2 mm. Na počátku experimentu dosahovaly ryby průměrné kusové hmotnosti 29,00 g a FWC 0,44 u první varianty, u druhé varianty hmotnosti 29,70 g a FWC 0,43 a u třetí varianty hmotnosti 29,31 g a FWC 0,41.

Na konci pokusu dosáhly sledované parametry ryb následujících hodnot: u první varianty byla průměrná kusová hmotnost 37,99 g, FWC 0,41, SWGR 0,90 %·d<sup>-1</sup>, FCR 2,12 kg·kg<sup>-1</sup> a PER 1,01; u druhé varianty byla průměrná kusová hmotnost 40,38 g, FWC 0,41, SWGR 1,02 %·d<sup>-1</sup>, FCR 1,82 kg·kg<sup>-1</sup> a PER 1,18; u třetí varianty byla průměrná kusová hmotnost 43,51 g, FWC 0,40, SWGR 1,44 %·d<sup>-1</sup>, FCR 1,44 kg·kg<sup>-1</sup> a PER 1,46.

**Klíčová slova:** výživa ryb, chov ryb, recirkulační systém, obměna vody, Acipenseridae

## ABSTRACT

### **The effect of chosen strategy on early rearing of sterlet (*Acipenser ruthenus*) under controlled conditions**

The thesis summarizes findings from the field of initial rearing of sterlet (*Acipenser ruthenus*) that are currently available. The results of experimental rearing, which took place in 2014 and consisted of two parts, are included. In the first part, the impact of the exchange rate of the water in the tanks on change of hydrochemical parameters. For the experiment three variants in duplicate were prepared, with different flow rate for each one. The volume of water in the tanks was set to 100 liters and the number of fish was 150 fish/tank. Water change rate within the first variant was set for 1/3 of volume per hour, within the second variant for 1/3 of volume per hour and within the third variant for 3/3 of volume per hour. Each day was measured oxygen content, water temperature and pH, and samples for laboratory analysis were being taken. The results were analyzed by analysis of variance. No statistically significant difference has been found between monitored parameters, therefore these flow rates had no impact on the change of hydrochemical parameters for each variant.

In the second part of the experiment was compared the effect of three different feed mixtures on growth parameters and development of fish. The same conditions of the rearing environment were maintained, but stocking density was reduced to 50 fish/gutter and a uniform water change rate of 3/3 volume per hour was set. The first variant was presented feed Aller Bronze 2 mm, the second variant Aller Silver 2 mm and the third variant Biomar Inicio 918 2 mm. At the beginning of the experiment, the fish reached an average piece weight of 29.00 g and FWC 0.44 within the first variant, 29.70 g and FWC 0.43 within the second variant and 29.31 g and FWC 0.41 within the third variant.

At the end of the experiment the fish reached monitored parameters with following values: the first variant had the average piece weight of 37.99 g, FWC 0.41, SWGR 0.90 %. $d^{-1}$ , FCR 2.12  $kg.kg^{-1}$  and PER 1.01; within the second variant, the average piece weight was 40.38 g, FWC 0.41, SWGR 1.02 %. $d^{-1}$ , FCR 1.82  $kg.kg^{-1}$  and PER 1.18; within the third variant, the average piece weight was 43.51 g, FWC 0.40, SWGR 1.44%  $.d^{-1}$ , FCR 1.44  $kg.kg^{-1}$  and PER 1.46.

Key words: fish diet, fish farming, recirculation system, water exchange, Acipenseridae



# OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	CÍL PRÁCE.....	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	12
3.1	Systematika jeseterů.....	12
3.2	Charakteristika jeseterů.....	13
3.2.1	Čeleď: Jeseterovití ( <i>Acipenseridae</i> ).....	13
3.2.2.1	Rod: Vyza ( <i>Huso</i> ).....	14
3.2.2.2	Rod: Jeseter ( <i>Acipenser</i> ).....	14
3.3	Charakteristika jesetera malého ( <i>Acipenser ruthenus</i> ).....	14
3.3.1	Popis.....	14
3.3.2	Bionomie.....	16
3.3.3	Význam.....	17
3.3.4	Výskyt a rozšíření .....	18
3.4	Chov jeseterů se zaměřením na jesetera malého .....	19
3.4.1	Vývoj a růst.....	19
3.4.1.1	Embryonální perioda .....	20
3.4.1.2	Larvální perioda.....	23
3.4.1.3	Juvenilní perioda.....	24
3.4.1.4	Růst v přirozených a experimentálních (intenzivních) podmínkách.....	26
3.4.2	Reprodukce .....	27
3.4.3	Počáteční odchov a strategie výživy raných stádií.....	28
3.4.3.1	Požadavky na odchovné prostředí .....	29
3.4.3.2	Potřeba živin a strategie krmení .....	31
4	MATERIÁL A METODIKA.....	34
4.1	Popis recirkulačního systému.....	34
4.2	První část pokusu .....	34
4.3	Druhá část pokusu .....	35
4.3.1	Krmné varianty .....	36
4.4	Seznam použitých vzorců a zkratk .....	38
5	VÝSLEDKY.....	40
5.1	Hydrochemické parametry a laboratorní rozbor vody.....	40
5.1.1	První varianta .....	40
5.1.2	Druhá varianta.....	44
5.1.3	Třetí varianta.....	45
5.1.4	Filtr, přítok.....	45
5.1.5	Statistické vyhodnocení výsledků.....	46
5.2	Krmný test.....	46

5.2.1	První varianta .....	47
5.2.2	Druhá varianta .....	49
5.2.3	Třetí varianta .....	49
5.2.4	Úhyny .....	50
5.2.5	Souhrn .....	50
5.2.6	Analýza tkání .....	52
5.2.7	Ekonomické zhodnocení .....	53
6	DISKUSE .....	55
7	ZÁVĚR .....	59
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	61
9	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	71
10	SEZNAM TABULEK .....	72
11	PŘÍLOHY .....	73
11.1	Hydrochemické parametry a laboratorní rozbor vody .....	73
11.2	Krmný test .....	79

# 1 ÚVOD

Jeseteři jsou jednou z fylogeneticky nejstarších skupin ryb a v současné době se dělí na dvě čeledi: Acipenseridae (jeseterovití) a Polyodontidae (veslonosovití). Většina druhů je diadromní, ale existují také druhy výhradně sladkovodní (mezi nimi také jeseter malý). Výskyt těchto ryb je vázán na severní polokouli.

Pro velikost, které mohou tyto ryby dosahovat, a pro vysokou jakost masa a jiker, z nichž je připravován kaviár, byli jeseteři odedávna velmi ceněným a vyhledávaným objektem lovu. Zpočátku neměl lov jeseterů výrazný negativní vliv na jejich početnost, pouze docházelo změně velikostní a hmotnostní struktury generačních hejn z důvodu lovu trofejních ryb. Problém nastal na přelomu devatenáctého a dvacátého století. V tomto období docházelo ke stále výraznějším projevům vlivu průmyslu a komerčního rybolovu, což vedlo k radikálnímu poklesu početních stavů u téměř všech druhů jeseterů. Většina těchto druhů je dnes zapsána na Červeném seznamu ohrožených druhů (The IUCN Red List of Threatened Species). Dnes jsou největšími hrozbami pro jesetery primárně pytláctví, výstavba přehrad a hrází a v neposlední řadě také znečištění vodních toků.

Právě kvůli klesající početnosti populací jeseterů se na počátku dvacátého století objevily první pokusy o umělý odchov a následné zpětné vysazování jeseterů do jejich přirozených lokalit. Tím byl dán impulz k následnému vzniku akvakulturních chovů s chovem vlastních generačních hejn, aby byla omezena závislost na odlovu generačních ryb z volných toků. Cílem těchto akvakulturních chovů je nejen ochrana genofondu a udržení přírodních populací, ale také snaha o snížení rybolovného tlaku produkcí masa, kaviáru a okrasných ryb, o něž je ve světě stále větší zájem. Technologie chovu je v dnešní době již na tak pokročilé úrovni, že lze cíleně ovlivnit prakticky všechny parametry chovného prostředí a tím vytvořit ideální podmínky pro růst a rozmnožování. V chovu jeseterovitých ryb je kladen důraz na strategii krmení a kvalitu krmiva a touto problematikou se zabývají výzkumná pracoviště po celém světě.

Jeseter malý je u nás původním druhem, a proto jsou předpoklady pro jeho chov na našem území velice dobré. Krom produkce masa a kaviáru a jeho chovu jako okrasné ryby je možné využít jej také k produkci násad, které lze následně vysazovat do vhodných lokalit jeho původního výskytu.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat literární problematiku z chovu jeseterů a jejich raných stádií v kontrolovaných podmínkách. Součástí bylo provedení experimentálního odchovu raných stádií jesetera malého (*Acipenser ruthenus*), při němž byl jednak ověřován vliv různé rychlosti výměny vody v odchovných žlabech na hydrochemické parametry a dále byl uskutečněn krmný test a pomocí standardních produkčních parametrů vyhodnocen vliv jednotlivých krmných variant použitých při odchovu na růstové vlastnosti ryb.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Systematika jeseterů

V Tabulce 1 je uveden přehled vybraných druhů jeseterů a jejich českých názvů podle ESCHMEYERA (2015), KOTTELATA a FREYHOFA (2007) HANELA a NOVÁKA (2001), HANELA *et al.* (2009) a VAN DER LAANA *et al.* (2014).

**Tabulka 1: Systematika jeseterů.**

<b>Třída</b>	ACTINOPTERYGII	PAPRSKOPLOUTVÍ
<b>Podtřída</b>	CHONDROSTEI	CHRUPAVČITÍ
<b>Řád</b>	ACIPENSERIFORMES	JESETEŘI
<b>Čeď</b>	ACIPENSERIDAE	JESETEROVITÍ
<b>Podčeď</b>	ACIPENSERINAE	
<b>Rod</b>	<i>HUSO</i>	VYZA
<b>Druh</b>	<i>H. dauricius</i> (Georgi, 1775)	Vyza malá
	<i>H. huso</i> (Linnaeus, 1758)	Vyza velká
<b>Rod</b>	<i>ACIPENSER</i>	JESETER
<b>Druh</b>	<i>A. baerii</i> (Brandt, 1869)	Jeseter sibiřský
	<i>A. brevirostrum</i> (Le Sueur, 1818)	Jeseter krátkorypý
	<i>A. dabryanus</i> (Duméril, 1869)	Jeseter jihočínský
	<i>A. fluvescens</i> (Rafinesque, 1817)	Jeseter jezerní
	<i>A. gueldenstaedtii</i> (Brandt, 1833)	Jeseter ruský
	<i>A. medirostris</i> (Ayres, 1854)	Jeseter sachalinský
	<i>A. mikadoi</i> (Hilgendorf, 1892)	Jeseter severní
	<i>A. multiscutatus</i> (Tanaka, 1908)	Jeseter štítkatý
	<i>A. naccarii</i> (Bonaparte, 1836)	Jeseter jadranský
	<i>A. nudiventris</i> (Lovetsky, 1828)	Jeseter hladký
	<i>A. oxyrhynchus</i> (Mitchill, 1815)	Jeseter ostrorypý
	<i>A. persicus</i> (Borodin, 1897)	Jeseter perský
	<i>A. ruthenus</i> (Linnaeus, 1758)	Jeseter malý
	<i>A. schrenckii</i> (Brandt, 1869)	Jeseter amurský
<i>A. sinensis</i> (Gray, 1835)	Jeseter čínský	
<i>A. stellatus</i> (Pallas, 1771)	Jeseter hvězdnatý	

	<i>A. sturio</i> (Linnaeus, 1758)	Jeseter velký
	<i>A. transmontanus</i> (Richardson, 1836)	Jeseter bílý

Systematika jeseterů stále není definitivně uzavřena. Je tomu tak primárně z důvodu nových objevů a poznatků v oblasti genetiky, které by v budoucnu mohly přispět ke změnám stávajícího systému. Systematikou a původem jeseterů se zabývali například BEMIS *et al.* (1997a, 1997b), BIRSTEIN *et al.* (1997a, 1997b), FINDEIS (1997) a jiní.

## 3.2 Charakteristika jeseterů

Řád jeseteři (Acipenseriformes) je v dnešní době jediným řádem chrupavčitých ryb (Chondrostei). Tento řád je dělen do dvou čeledí – jeseterovití (Acipenseridae) a veslonosovití (Polyodontidae). Výskyt zástupců z řádu Acipenseriformes je vázán výhradně na severní hemisféru (BILLARD a LECOINTRE, 2001).

### 3.2.1 Čeleď: Jeseterovití (Acipenseridae)

Zástupci z čeledi Acipenseridae mají také protáhlé tělo, na něm se však nachází 5 řad kostěných štítků (tzv. *scutae*) – jedna dorzální, dvě laterální a dvě ventrální, které mohou u dospělých jedinců chybět. Mezi těmito štítky se vyskytují kostěné struktury, které se štítky vytvářejí vnější ochranu těla. Zbytek těla je bez šupin. Ocasní ploutev je heterocerní, její horní lalok pokrývá zvláštní typ ganoidních šupin, tzv. *fulcræ*. Nápadným znakem je protáhlý rypec, vznikající z prodloužené střední čichové chrupavky. Rypec (rostrum) má kuželovitý nebo lopatkovitý tvar, na jeho spodní straně se nacházejí 4 vousky stojící v příčné řadě. Tvar a délka vousků jsou u jeseterovitých důležitým systematickým znakem. Ústa se nacházejí na spodní straně rostra, ve tvaru příčné štěrbin, mohou být obloukovitá. Čelisti těchto ryb jsou vysunovatelné, juvenilní jedinci je mají ozubené, u dospělých jedinců jsou bezzubé (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; BILLARD a LECOINTRE, 2001; KOTTELAT a FREYHOF, 2007; SPURNÝ, 1998).

Jeseterovité lze rozdělit na druhy diadromní a sladkovodní. Diadromní druhy tráví většinu života v mořích, v ústích velkých řek, dorůstají se větších velikostí a jsou dlouhověké. Také pohlavní dospělost u nich nastupuje velmi pozdě. Oproti tomu životní cyklus sladkovodních druhů probíhá výhradně ve sladkých vodách, dorůstají menších velikostí a dožívají se kratšího věku, s čímž souvisí i dřívější nástup pohlavní dospělosti

(SPURNÝ, 1998). Všechny druhy se však vytírají ve sladkých vodách (LITVAK, 2010; SPURNÝ, 1998).

Zástupci jeseterovitých se řadí mezi hospodářsky velmi cenné druhy, jednak díky vysoce kvalitnímu masu a možnosti využití jiker některých druhů pro přípravu kaviáru, ve druhé řadě potom využití juvenilních jedinců v okrasných chovech. Z důvodu negativních vlivů působení člověka na přírodu, jakými jsou například neuvážený rybolov, znečišťování vodních toků nebo tvorba velkých vodních staveb, jsou v některých oblastech, zejména v Rusku, některé druhy jeseterů na pokraji vyhynutí (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995, SPURNÝ, 1998).

### 3.2.2.1 Rod: Vyza (*Huso*)

Druhy tohoto rodu jsou největšími zástupci čeledi jeseterovití. Rod se vyznačuje krátkým, zaokrouhleným rostrem se čtyřmi vousky, které jsou laterálně zploštělé, a velkými poloměsíčitými ústy, jejichž okraje sahají téměř po okraj hlavy. Okraje žaberní blány srůstají na hrdle do záhybu. Kostěné štítky nesrůstají a jsou přítomny po celé délce těla. Celý rod je tvořen dvěma druhy – vyza velká (*Huso huso*) a vyza malá (*Huso dauricus*). (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). Charakteristika rodu je uvedena v závislosti na možnosti produkce kříženců mezi vyzou velkou a jeseterem malým.

### 3.2.2.2 Rod: Jeseter (*Acipenser*)

Ústa jsou oproti vyze relativně malá, mají příčný tvar a jsou vysunovatelná. Rostrum je kuželovité nebo mečovité a může být prodloužené. Vousky mají kuželovitý tvar, na průřezu jsou kruhové. Okraje žaberní blány nesrůstají, ale jsou přirostlé ke spodní části hlavy a je mezi nimi mezera (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). S ohledem na zaměření diplomové práce se budu v textu dále věnovat druhu jeseter malý (*A. ruthenus*).

## 3.3 Charakteristika jesetera malého (*Acipenser ruthenus*)

### 3.3.1 Popis

Pro rozlišení jednotlivých druhů jeseterů jsou používány meristické znaky, z nichž nejdůležitější jsou:

D	–	<i>pinna dorsalis</i>	(počet paprsků v hřbetní ploutvi)
A	–	<i>pinna analis</i>	(počet paprsků v řitní ploutvi)
SD	–	<i>scutae dorsales</i>	(počet hřbetních štítků)

SV	–	<i>scutae ventrales</i>	(počet břišních štítků)
SL	–	<i>scutae laterales</i>	(počet bočních štítků)
Sp. br.	–	<i>spinae branchiales</i>	(počet žaberních tyčinek)
Fu	–	<i>fulcrae</i>	(počet střečovitých ganoidních šupin)

Zjišťováním meristických znaků jesetera malého se zabýval například BARUŠ, OLIVA *et al.* (1995), HOLČÍK (1989), JANKOVIĆ (1958), PROKEŠ *et al.* (1997, 1999, 2000, 2002), VESCEI (2001) a jiní. V Tabulce 2 je uvedeno srovnání zjištěných meristických znaků, které zjistili HOLČÍK (1989), BARUŠ, OLIVA *et al.* (1995), PROKEŠ *et al.* (2002) a VESCEI (2001). Uveden je rozsah naměřených hodnot.

**Tabulka 2: Srovnání zjištěných meristických znaků jesetera malého od čtyř různých autorů (HOLČÍK, 1989; BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; PROKEŠ *et al.*, 2002 a VESCEI, 2001)**

<b>Autor</b>	<b>HOLČÍK (1989)</b>	<b>BARUŠ, OLIVA <i>et al.</i> (1995)</b>	<b>PROKEŠ <i>et al.</i> (2002)</b>	<b>VESCEI (2002)</b>
<b>D</b>	32 – 49	32 – 48	38 – 49	32 – 49
<b>A</b>	16 – 36 (39)	16 – 39	21 – 32	16 – 34
<b>SD</b>	11 – 18	10 – 17	13 – 18	11 – 18
<b>SV</b>	10 – 20	11 – 18	12 – 18	10 – 20
<b>SL</b>	56 – 71	56 – 71	55 – 67	56 – 71
<b>Sp. br.</b>	11 – 27	14 – 26	16 – 26	11 – 27
<b>Fu</b>	25 – 45	25 – 45	-	-

Dalším významným rozpoznávacím znakem je počet chromozomů, který je u jesetera malého  $118 \pm 4$  (FONTANA *et al.*, 1999).

Názvy jesetera malého jsou v jiných jazycích například: sterlet sturgeon (anglicky), Sterlett, kleine Stör (německy), sterlyad' (rusky), kecsege (maďarsky) atd.

Jeseter malý je nejmenším příslušníkem podčeledi Acipenserinae. Zároveň je nejmenším ze šesti druhů jeseterů dovezených do České republiky v letech 1994 až 1996 (JIRÁSEK *et al.*, 1997). Celková délka bývá průměrně 30-60 cm (VESCEI, 2001), obvykle nedosahuje více než 60-70 cm a hmotnost 6-6,5 kg, zřídka může přesáhnout i délku 1 m a hmotnost 10 kg (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; JIRÁSEK *et al.*, 1997; SPURNÝ, 1998). Tělo jesetera malého je protáhlé a relativně nízké. Ústa jsou relativně malá a umístěná na spodině hlavy. Spodní ret je rozpolcený a před ústy se nacházejí 4



vousky, které jsou okrouhlé, na vnitřní straně zpravidla obrvené a dosahují až k přednímu okraji úst. Hlava vybíhá dopředu v tzv. rypec (*rostrum*). Délka rostra je značně proměnlivá a vyskytují se dvě formy jesetera malého – krátkorypá a dlouhorypá. Podle JIRÁSKA *et al.* (1997) může délka rypce dosahovat 28-54% délky hlavy, podle SOKOLOVA a VASILJEVA (1989) 27,8-63,5% délky hlavy. SOKOLOV a VASILJEV (1989) také uvádí, že krátkorypá forma obvykle vykazuje rychlejší růst. Kostěné štítky jsou přítomny v pěti řadách, přičemž hřbetní štítky mají dlouhý a dozadu obrácený hrot, který přesahuje délku základny štítků. Boční štítky mají tvar kosočtverce a dochází u nich k částečnému překryvu. Jejich množství, které je u jesetera vyšší než 50, je společně s obrvenými vousky významným determinačním znakem. Stejný počet bočních štítků (více než 50) a obrvené vousky má však i jeseter hladký, který se ovšem od jesetera malého liší nerozpolceným spodním rtem (CHEBANOV a GALICH, 2013; SOKOLOV a VASILJEV, 1989). Ocasní ploutev je heterocerní. Zbarvení těla bývá obvykle šedavé, nazelenalé nebo nahnědlé, s bělavým až narůžovělým zbarvením břišní strany. Barva hřbetní a řitní ploutve může být rezavě červená, ostatní ploutve jsou šedé. Okraje prsních ploutví lemují výrazný bílý pruh, který umožňuje jesetera malého odlišit od jiných druhů jeseterů (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; JIRÁSEK *et al.*, 1997). Chorda zůstává zachována a je nezaškrcována. Žaberní víčko zpravidla utváří jediná kost (*suboperculum*), žebra jsou spodní a nejsou přítomna těla obratlů. Plynový měchýř komunikuje s jícnem pomocí *ductus pneumaticus* – patří tedy mezi *Physostomi*. Ve střevě je přítomna spirální řasa (*valvula spiralis*), která zde vytváří šest až osm otoček (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

### 3.3.2 Bionomie

Jeseter malý je netažný sladkovodní druh, který se vyskytuje ve středních a dolních úsecích velkých řek. Preferuje hluboká místa při dně, kde vyhledává potravu. Žije převážně jednotlivě nebo v malých skupinách, pouze v době tření a zimování může vytvářet velmi početná hejna. Obecně patří jeseter malý mezi dlouhověkové druhy, ale oproti ostatním druhům jeseterů je krátkověký. Může se dožít 20 a více let (GELA *et al.*, 2012 však uvádí, že se obvykle nedožívá více než 15 let) při dosažení délky až 125 cm a hmotnosti do 16 kg, nicméně na našem území bývají loveni jedinci mnohem menší, kteří dosahují délky 50-60 cm a hmotnosti 1-2 kg, což odpovídá věku přibližně 10 let (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; CHEBANOV a GALICH, 2013).

Hlavní složkou potravy jesetera malého jsou larvy vodního hmyzu, konkrétně chrostíci, pakomáři a jepice. Ojedinele se v potravě mohou vyskytovat také měkkýši nebo, jsou-li dostupné, jikry ryb nebo zooplankton (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; GELA *et al.*, 2012).

Pohlavní dospělost nastupuje v přirozených podmínkách u samců ve věku 3-5 let, u samic obvykle ve věku 5-6 let, při velikosti 40-50 cm. K výtěru ryby putují proti proudu a délka migrace závisí na hloubce vodního sloupce. Výtěr probíhá v období duben až červen, při teplotách vody 10-17°C, a ryby se třou na šterkovitý substrát. Samci bývají na trdlišťích obvykle dříve než samice. Relativní plodnost je 20 000-30 000 jiker.kg<sup>-1</sup> živé hmotnosti ryby a jikry v průměru měří 1,8-2,8 mm (GELA *et al.*, 2012). Ve volné přírodě dochází ke křížení s ostatními druhy jeseterů, hlavně s jeseterem ruským a jeseterem hvězdnatým. Popsáni však byli i kříženci s jeseterem hladkým nebo jeseterem sibiřským. V akvakultuře je uplatňován uměle získaný kříženec vyzy velké a jesetera malého. Získaný jedinec je nazýván „bestěr“ (odvozený z ruských názvů rodičovských druhů – **beluga** a **sterlyad**) a vyniká vysokou intenzitou růstu a brzkou pohlavní dospělostí (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995; GELA *et al.*, 2012; SOKOLOV a VASILJEV, 1989;).

Jeseter malým je jediným druhem jeseterů, který nikdy úplně nevymizel z volných vod České republiky a Slovenska. Díky své brzké pohlavní dospělosti je často používán jako modelová ryba pro vědecké účely (GELA *et al.*, 2012).

### 3.3.3 Význam

Jeseter malý je z hospodářského hlediska velmi zajímavou rybou. Jeho maso je vysoce jakostní, s obsahem tuku 5,6-6,4% (LUKIN, 1949 cit. BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). Zároveň je z jeho jiker také připravován velice kvalitní kaviár (SPURNÝ, 1998) a pracovníci Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech vyvinuli technologii, jak z jiker jesetera malého připravit kaviár, aniž by došlo k usmrcení ryby – jedná se tedy o kaviár z ovulovaných jiker, v nichž je uměle zastavena enzymatická činnost (RODINA, ústní sdělení). V poslední době si po světě získává také popularitu jako dekorační ryba. STEJSKAL *et al.* (2013) uvádí, že jesetery je také možné využít v duokultuře s lososovitými druhy ryb, chovanými v intenzivních recirkulačních systémech. Tento chov je možný hlavně z důvodu, že obě skupiny ryb mají podobné nároky na fyzikálně-chemické parametry vody. Zároveň jeseteři pomáhají

svou přítomností lépe využívat aplikované krmivo, a to především krmivo, které hlavní obsádka ryb opomíjí. Dále je možné jesetery chovat v dalších částech recirkulačních systémů (např. hlavní odtokový nebo přítokový kanál), kde jednak využívají výše zmíněné zbytkové krmivo, a dále napomáhají likvidaci nárostů. DALSGAARD *et al.* (2013) potvrzuje vhodnost chovu jeseterů v recirkulačních systémech vzhledem k jejich relativně snadnému odchovu. KOZLOWSKI *et al.* (2014) provedli experimentální odchov jesetera malého v recirkulačním systému v polykultuře s candátem obecným (*Sander lucioperca*). Výsledky prokázaly, že u polykulturní obsádky měl jeseter malý vyšší krmný koeficient, než u obsádky monokulturní, nicméně jeho přítomnost pomáhala udržovat čistotu ve žlabech (a tak snižovala potřebu lidské práce) díky využití krmiva, které candáti nespotřebovali a které dopadlo až na dno. Jeseter malý je společně s dalšími třemi druhy jeseterů (*A. baerii*, *A. transmontanus*, *A. naccarii*) a jedním křížencem (bestěr) nejvíce chovaným druhem jeseterů pro komerční účely v Evropě, konkrétně pro křížení s ostatními, rychleji rostoucími druhy jeseterů (BRONZI *et al.*, 1999).

Jeseter malý je od roku 1996 veden na Červeném seznamu ohrožených druhů IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species) jako zranitelný (vulnerable) druh a jeho početnost je klesající. (GESNER *et al.*, 2010) Také je od 1. 4. 1998 jedním z druhů zapsán na seznamu CITES, appendix II. Nicméně je stále ve volné přírodě odlovován – podle statistik FAO bylo v roce 2012 odloveno 43 tun, přičemž většina ryb pocházela Dunaje. V akvakulturním chovu bylo téhož roku vyprodukováno 31 tun ryb (FAO, 2015).

#### **3.3.4 Výskyt a rozšíření**

Tento druh je rozšířen v řekách, které vtékají do Černého, Kaspického a Azovského moře (zejména pak Don, Dněpr, Dunaj, Volha), jeho výskyt byl však zaznamenán také v systému Baltského a Barentsova moře (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995, SPURNÝ, 1998). Na Slovensku se vyskytuje primárně v řece Dunaji a v dolních tocích řek, které se do něj vlévají, dále se pak vyskytuje ve slovenském úseku řeky Tisy. V poslední době se znovu objevuje v řece Váhu, kam je od roku 1998 opět introdukován (HOLČÍK *et al.*, 2006).

V databázi CITES (2000) jsou jmenovitě uvedeny konkrétní státy, v nichž je výskyt jesetera malého přirozený. Jedná se o Rakousko, Bosnu a Hercegovinu, Bulharsko,

Českou republiku, Gruzínsko, Německo, Maďarsko, Kazachstán, Litvu, Lotyšsko, Moldávii, Rumunsko, Rusko, Slovensko, Slovinsko, Švýcarsko, Turecko, Ukrajinu a státy bývalé Jugoslávie (včetně Chrovatska a Srbska).

### **3.4 Chov jeseterů se zaměřením na jesetera malého**

Snahy o chov chrupavčitých ryb v akvakultuře jsou datovány do doby více než před sto lety, kdy byli jedinci k chovu získáváni odlovem z volné přírody. První pokusy o chov z let 1880 – 1920 v Evropě a Severní Americe nebyly úspěšné, ale v roce 1930 se vědcům z tehdejšího Sovětského svazu podařilo poprvé jesetery uměle reprodukovat (DOROSHOV, 1985 cit. GELA *et al.*, 2008). První úspěšný umělý výtěr mimo území bývalého SSSR se uskutečnil v roce 1979 v USA na Kalifornské univerzitě a jednalo se o jesetera bílého (*Acipenser transmontanus*). Od té doby byl v oblasti chovu jeseterů uskutečněn obrovský pokrok. Většina technologií stále vychází ze sovětských zkušeností, ovšem s rozvojem vědy a techniky došlo v průběhu let k některým technologickým i metodickým úpravám. Dnes je největším producentem v oblasti akvakultury chrupavčitých ryb Asie (GELA *et al.*, 2008, 2012).

Mezníkem pro první řízený chov jeseterů v České republice je rok 1988, kdy byl na hodonínské středisko tehdejšího Rybářství Přerov dovezen rozplavaný plůdek bestěra, a o rok později přibližně 100 kg tříkilových bestěrů pro další chov. Mezi lety 1991 – 1996 bylo na rybí líheň v Mydlovarech dovezeno šest druhů jeseterovitých ryb (*A. ruthenus*, *A. baerii*, *A. gueldenstaedtii*, *A. stellatus*, *H. huso* a *P. spathula*), a v roce 1996 na stejné líhni proběhl první úspěšný umělý výtěr s následným odchovem. Dnes jsou na území České republiky tři významní chovatelé jeseterů (a to včetně jesetera malého) – Rybářství Hluboká, a.s., Rybníkářství Pohořelice, a.s. a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech (GELA *et al.*, 2009, 2012).

#### **3.4.1 Vývoj a růst**

Ranou ontogenezí a růstem jeseterů se zabývala řada autorů. GISBERT *et al.* (1998) studoval vývoj trávicího traktu u jesetera sibiřského, a podobně ASGARI *et al.* (2013, 2014) provedli srovnání vývoje trávicího traktu mezi vyzou velkou a rodem *Acipenser* a také studovali aktivitu trávicích enzymů u vyzy velké v průběhu prvních padesáti dnů po vykulení. NOVOTNÝ (2012) ve své práci zkoumal utváření plynového měchýře jesetera malého. MEMIS *et al.* (2009) experimentálně ověřoval růst a přežití jesetera ruského od oplozené jikry až po přechod na umělé krmivo. Komplexnějšímu vývoji

embryí, larev a juvenilů jesetera malého se věnovali například KRUPKA *et al.* (2000), RYBNIKÁR *et al.* (2011) nebo NAGY *et al.* (2009). Vývoj jesetera malého od oplodnění jikry až po stádium juvenila podle KRUPKY *et al.* (2000) je uvedeno v následujících podkapitolách.

#### **3.4.1.1 Embryonální perioda**

Embryonálním vývojem se zabývali například KRUPKA *et al.* (2000) nebo GELA *et al.* (2012). DETTLAFF *et al.* (1993) podrobně popisují průběh a dobu trvání vývoje embryí u vybraných druhů jeseterů. Znalost průběhu vývoje embrya je v provozních podmínkách důležitá hlavně z hlediska posouzení kvality inkubovaných jiker, pro stanovení oplozenosti nebo pro načasování technologických zásahů, jakým je například přeprava. Nejdůležitějším faktorem při embryonálním vývoji je teplota vody, od které se rychlost vývoje odvíjí. Doba inkubace oplozených jiker jesetera malého do začátku líhnutí je podle GELY *et al.* (2008) 4-5 dní při teplotě vody 13°C. Larvy mají po vykulení délku 6-7 mm a potravu začíná přijímat 6-10 dní po vykulení. Vývoj jesetera malého v období embryonální, larvální a juvenilní periody popisuje KRUPKA *et al.* (2000). Jednotlivé periody rozděluje podle probíhajících změn na několik etap. Embryonální periodu rozdělil na celkem sedm etap, kdy první etapa začíná oplodněním jikry, následují čtyři etapy vývoje a pátá etapa se vyznačuje líhnutím embryí. V posledních dvou etapách po vylíhnutí embryí pojednává o jejich endogenní výživě. Doba prvních pěti etap embryonální periody byla stanovena na 8 dní. Na embryonální periodu navazuje perioda larvální. Ta je typická počátkem příjmu potravy z vnějšího prostředí, kterou larvy aktivně vyhledávají na dně odchovných nádrží. Larvální perioda trvá 37-38 dní. Poslední popisovanou periodou je juvenilní perioda, v níž je ukončen vývoj všech orgánů, s výjimkou plynového měchýře, který se vyvíjí dále. Členění jednotlivých etap všech tří period podle KRUPKY *et al.* (2000) jsou uvedeny níže.

##### **První etapa embryonálního vývoje**

Vzniká periviteliní prostor, cytoplazma se koncentruje na animálním pólu a začíná se formovat blastodisk. Tato etapa končí již 30 minut po oplození jikry a na jejím konci lze pozorovat vytvořený blastodisk. (Obrázek 1a)

### **Druhá etapa embryonálního vývoje**

Vyvíjí se morula, blastodisk se dělí na dvě, čtyři, osm, šestnáct až  $n$  blastomer (Obrázek 1b-e) a tvoří se blastula (Obrázek 1f). Etapa trvá 16 hodin.

### **Třetí etapa embryonálního vývoje**

Probíhá gastrulace – obepínání žloutku gastrulou až po úplné uzavření blastopóru. Ke konci etapy je možné pozorovat náznak tvorby nesegmentovaného zárodku (Obrázek 1g-h)

### **Čtvrtá etapa embryonálního vývoje**

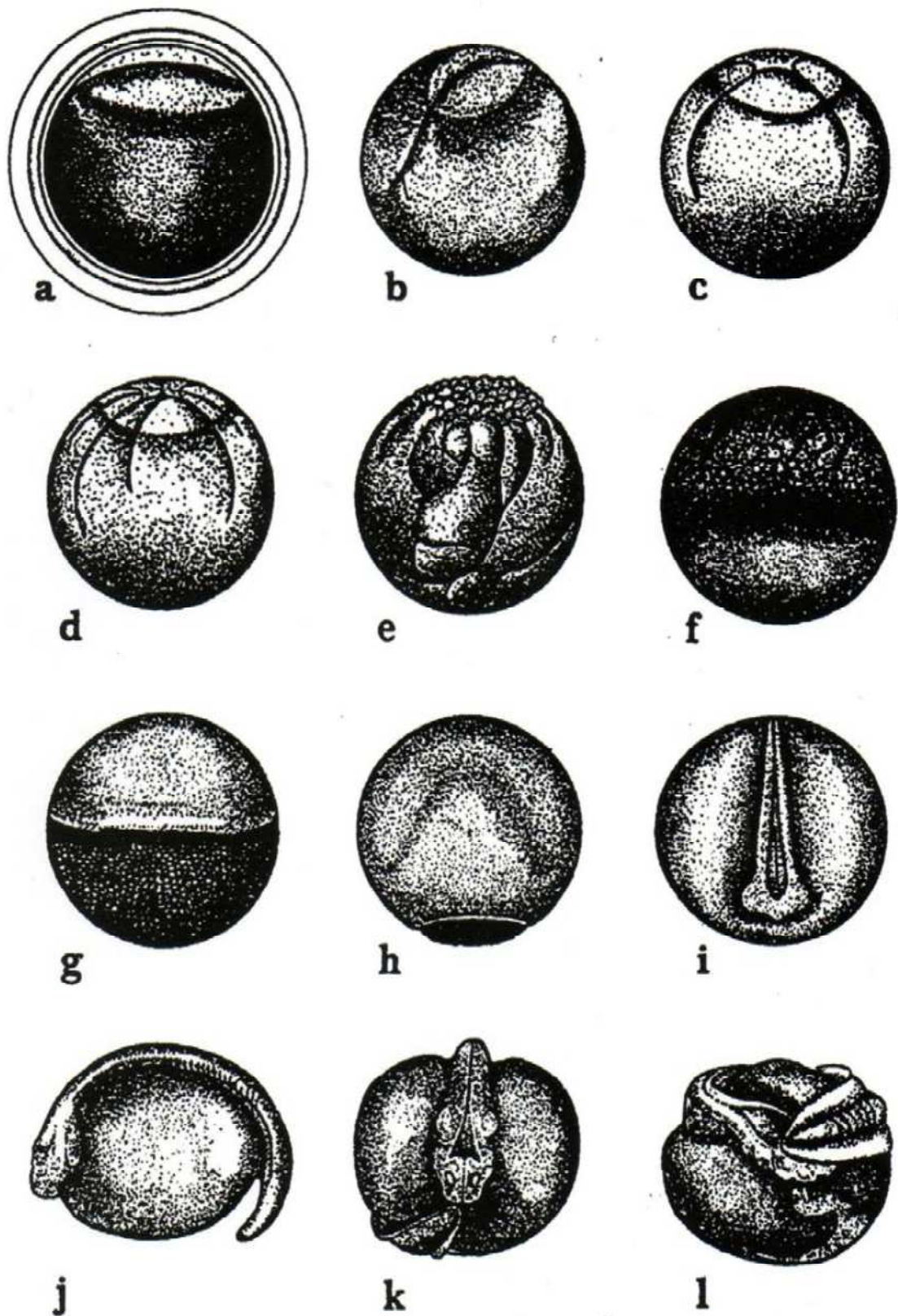
Začíná se utvářet nečleněný zárodek – proces zvaný neurulace (Obrázek 1i), vyvíjí se základ trávicího traktu, úst, očí, mozku, perikardiální dutiny, srdce a krevních buněk. Ke konci etapy začíná vývoj tělních segmentů. Doba trvání etapy je čtyři hodiny.

### **Pátá etapa embryonálního vývoje**

V této etapě pokračuje vývoj orgánů, embryo vykazuje výrazný růst v oblasti hlavy a ocasu. Objevuje se srdeční činnost a lze spatřit bezbarevné krevní elementy, jak se pohybují ve vyvíjející se oběhové soustavě. Etapa končí líhnutím embryí a jejich občasným vertikálním pohybem až k hladině vody v líhňářském přístroji.

Podle KRUPKY *et al.* (2000) trvá tato etapa dva dny a šest hodin. Celý vývoj embrya v jikře tedy probíhal po dobu tří dnů a 14-18 hodin.

Čerstvě vylíhnutá embrya měla na délku průměrně 9,8 mm a hmotnost 0,010 g. Pohyb byl z větší části vertikální a probíhal ve směru proudění vody. Po přeplavení do záchytných nádob ležela embrya na dně a ojediněle vykonávala pohyb k vodní hladině. Srdce vykonává rytmický puls a za zadní částí žloutkového váčku jsou patrné základy tělní dutiny. Hlava je přikloněna ke žloutkovému váčku a tělo je lemováno širokým embryonálním ploutevním lemem. (Obrázek 2a)



*Obrázek 1: Vývoj jikry jesetera malého v průběhu embryonální etapy vývoje podle KRUPKY et al. (2000)*

### **Šestá etapa embryonálního vývoje**

Vyvíjejí se oči, čichové jamky, sluchové váčky, tělní dutina, vzniká tmavý pigment v očích a žloutkovém váčku a formují se ústa a žaberní oblouky. Také dochází k vývoji střeva. Zároveň dochází k výrazné redukci žloutkového váčku a ke konci etapy také k částečné redukci pomocných dýchacích orgánů. Pátý den etapy vzniká ve střevě melaninový exkrement, který zůstává přítomen až do konce embryonální fáze vývoje. Etapa trvá čtyři dny a 18-20 hodin a na jejím konci dosahují embrya délky 9,9-10,0 mm a hmotnosti 0,010-0,012 g. (Obrázek 2b)

### **Sedmá etapa embryonálního vývoje**

Ústa a žaberní oblouky se dále vyvíjejí, spolu se zažívacími orgány. Diferencuje se ploutevní lem, vznikají lepidotrichia v budoucí řitní a ocasní ploutvi a vyvíjejí se břišní ploutve. Na čelní straně hlavy vznikají melanofory hvězdicovitého tvaru.

V tomto období se zvyšuje pohyblivost embryí a zvětšuje se melaninový exkrement v zadní části střeva. Při dokončení vývoje trávicího traktu dochází k jeho vyloučení a to je signálem k přechodu do larvální periody.

Délka etapy je čtyři dny a 4-6 hodin, a na jejím konci mají embrya délku 10,2-10,4 mm a hmotnost 0,013-0,014 g. (Obrázek 2c)

### **3.4.1.2 Larvální perioda**

Pro tuto periodu je u larev typický příjem exogenní potravy a její aktivní vyhledávání na dně chovných zařízení.

#### **První etapa larvální periody**

V tomto období ryby přijímají potravu z vnějšího prostředí, ale stále nemají dokonale strávený žloutkový váček, jedná se tedy o smíšenou výživu. Žloutkový váček je postupně resorbován, vyvíjejí se žaberní víčka a trávicí orgány, dále také prsní ploutve. Vývojem prochází také rostrální část hlavy a v ústech se začínají vyskytovat drobné zuby. Etapa trvá jeden týden a larvy dosahují na jejím konci délky 20,0-22,0 mm a hmotnosti 0,048-0,050 g. (Obrázek 2d)

#### **Druhá etapa larvální periody**

Ploutevní lem je postupně redukován až do úplného vymizení, stejně jako zuby v ústech. Ve všech ploutvích se objevují paprsky a na konci etapy je plně zformován ploutevní aparát. Vyvíjí se žaberní víčko a také kostěné štítky na hřbetní, boční i břišní



straně těla. Stále však není vyvinut plynový měchýř, který se u jesetera malého dotváří přibližně při délce 48 mm a hmotnosti 0,8 g. NOVOTNÝ (2012) však ve svém výzkumu pozoroval plynový měchýř u jesetera malého ve věku 25 DAH při délce 33,02 mm a hmotnosti 0,60 g.

Tato etapa trvá přibližně jeden měsíc a na jejím konci je průměrná délka ryb 58,0 mm a průměrná hmotnost dosahuje 1,3 g (Obrázek 2e-2g) (KRUPKA *et al.*, 2000).

KRUPKA *et al.* (2000) rozdělil larvální periodu na dvě etapy, RYBNIKÁR *et al.* (2011) však ve svém výzkumu po sledování larválního vývoje navrhuje rozdělení této periody na šest etap, které jsou blíže v jeho práci popsány.

### **3.4.1.3 Juvenilní perioda**

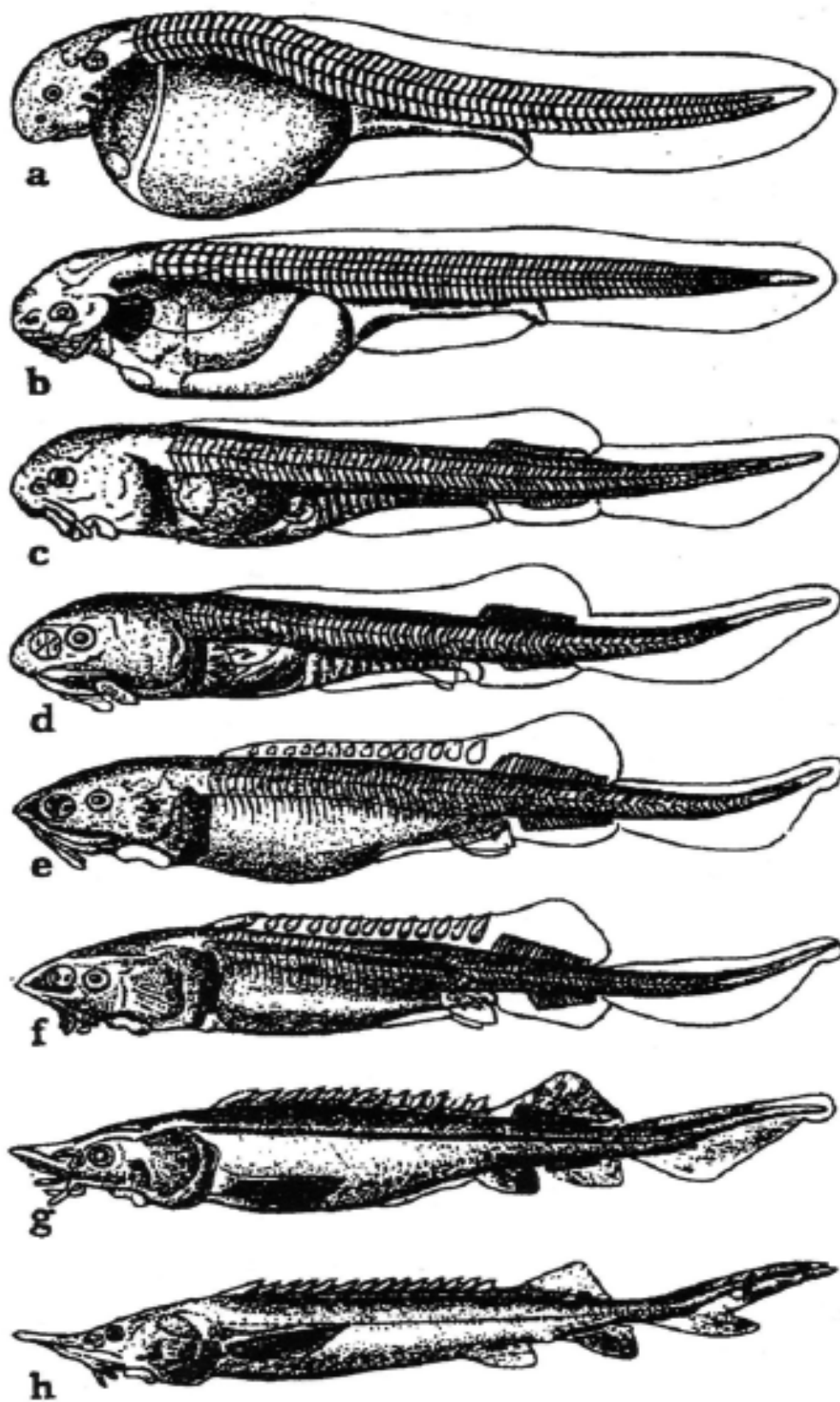
V tomto období se ryby vyznačují úplně vyvinutými a funkčními orgány (vyjma plynového měchýře).

#### **První etapa juvenilní periody**

Jedinci jeseterů mají již na začátku této periody vzhled adultních ryb, a na jejím konci začíná plynový měchýř plnit svou funkci. Etapa trvá dva měsíce a dva týdny a na jejím konci dosahují ryby délky 110-120 mm a hmotnosti 5,8-6,5 g (Obrázek 2h).

#### **Druhá etapa juvenilní periody**

Tato etapa již nespadá do raného vývoje, neboť trvá přibližně 4-5 let. Pro její ukončení je charakteristické dosáhnutí pohlavní dospělosti.



Obrázek 2: Vývoj jesetera malého od páté etapy embryonální periody po první etapu juvenilní periody. (KRUPKA et al., 2000)

### 3.4.1.4 Růst v přirozených a experimentálních (intenzivních) podmínkách

Růstem jesetera malého v přirozených podmínkách se zabýval například KOVRIŽNYCH (1988, cit. BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). Zjišťoval délkové a hmotnostní parametry populace jesetera malého ze slovenského úseku Dunaje. Prokázal, že rychlost růstu je u samců vyšší pouze v prvním roce, poté se rychlost růstu zvyšuje u samic, a také zjistil, že nejstarší samci měli pouze 7 let, zatímco nejstarší samice byly ve věku 10 let. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 3.

**Tabulka 3: Průměrné hodnoty růstu jesetera malého (samci, n = 23, samice, n = 33) ve slovenském úseku Dunaje, podle KOVRIŽNYCHA (1988)**

Věk (roky)	Délka (TL) v mm			Hmotnost v g		
	♂	♂ + ♀	♀	♂	♂ + ♀	♀
1	257	252	248	47	49	56
2	310	319	316	92	111	123
3	348	365	362	140	179	192
4	379	396	399	192	239	264
5	409	430	431	253	320	341
6	435	462	463	317	412	431
7	479	499	500	450	541	555
8	-	530	530	-	670	671
9	-	574	574	-	887	872
10	-	620	620	-	1165	1124

KURFÜRST *et al.* (2000) zkoumali růst jesetera sibiřského ve vybraných rybnících České republiky, konkrétně v Jevanských rybnících a rybnících u obce Rodvínov. Byly zkoumány tři skupiny jeseterů – první (Jevany) byla vysazena ve věku 90 dní a poslední měření bylo provedeno ve věku 1121 dnů při TL 719 mm a w 1731 g, druhá (Jevany) ve věku 60 dní, s posledním měřením ve věku 714 dní při TL 611 mm a w 954 g, a třetí (Rodvínov) ve věku 65 dní, s posledním měřením ve věku 539 dní při TL 496 mm a w 574 g.

Růstu jesetera malého v kontrolovaných podmínkách věnovali pozornost JÄHNICHEN *et al.* (1999). Ve svém výzkumu srovnávali růstové schopnosti jesetera malého se čtyřmi různými kříženci jeseterů – *H. huso* x *A. ruthenus*, *A. baerii* x *A. ruthenus*, *A. gueldenstaedtii* x *A. ruthenus* a *H. huso* x *A. gueldenstaedtii*. Experiment probíhal po dobu 71 dnů a rybám byly v průběhu předkládány dvě různé diety.

Výsledky prokázaly, že růstové schopnosti byly nejvyšší u křížence vyzy velké s jeseterem ruským a naopak nejnižší růstové schopnosti prokázal jeseter malý. Zjištěné hodnoty z experimentu jsou vyobrazeny v Tabulce 4.

**Tabulka 4: Srovnání růstu jesetera malého a čtyř hybridů v kontrolovaných podmínkách, podle JÄHNICHENA *et al.* (1999)**

Druh/kříženec	Začátek pokusu		Konec pokusu	
	n	w (g)	n	w (g)
<i>H. huso</i> x <i>A. ruthenus</i>	100	19,9 ± 1,8	100	77,5 ± 4,2
<i>A. baerii</i> x <i>A. ruthenus</i>	100	19,8 ± 1,2	97	54,9 ± 3,9
<i>A. gueldenstaedtii</i> x <i>A. ruthenus</i>	100	19,9 ± 1,0	98	84,5 ± 3,5
<i>A. gueldenstaedtii</i> x <i>H. huso</i>	100	19,9 ± 1,1	99	95,5 ± 9,6
<i>A. ruthenus</i>	100	19,6 ± 1,6	98	41,5 ± 3,0

### 3.4.2 Reprodukce

Nejčastějším způsobem rozmnožování jeseterovitých ryb je v dnešní době umělý výtěr generačních ryb za pomoci indukované hormonální stimulace. K tomuto lze použít několika různých způsobů. Podle GELY *et al.* (2008) je nejčastějším způsobem použití suspenze kapří hypofýzy a fyziologického roztoku, která je podávána injekčním způsobem nitrosvalově. Hypofýza je jikernačkám podávána ve dvou dávkách – první dávka by měla být 0,5 mg.kg<sup>-1</sup> hmotnosti živé ryby a druhá dávka 4,5 mg.kg<sup>-1</sup> živé hmotnosti ryby, která je aplikována dvanáct hodin po aplikaci první dávky. Mlíčákům je aplikována jednorázová dávka v množství 4,0 mg.kg<sup>-1</sup> živé hmotnosti ryby. GELA *et al.* (2008) dále uvádí, že vhodnější by bylo použití hypofýzy jeseterů, nicméně její získání v dostatečné míře není s ohledem na současný stav populací jeseterů prakticky možná. Testováním hormonálních analogů se zabývali například DIMA *et al.* (2009) nebo RZEMIENIECKI *et al.* (2004).

Kontrola zralosti pohlavních produktů se provádí přibližně dvě až tři hodiny před očekávanou dobou ovulace, respektive spermiace, v závislosti na teplotě vody. WILLIOT *et al.* (2000) ve své práci ověřovali kvalitu odebraného spermatu jesetera sibiřského podle stavu gonád, teploty vody v průběhu hormonální indukce a doby, za kterou bylo po hypofyzaci možné sperma odebrat. Pro účely umělého výtěru lze také používat kryokonzervované sperma. Různé metody kryokonzervace a její vliv na motilitu, rychlost pohybu a oplozovací schopnost spermií experimentálně ověřili

například JÄHNICHEN *et al.* (1999) a DZYUBA *et al.* (2012, 2014). Různými způsoby odběru ovocytů pro kontrolu zralosti se zabývali SZCZEPKOWSKI a KOLMAN (2011). Metody kontroly pohlavních produktů mlíčáků i jikernaček podrobně uvádí např. GELA *et al.* (2008) nebo CHEBANOV a GALICH (2013).

Před vlastním výtěrem jikernaček je potřeba generační ryby anestetikovat. K tomuto účelu je nejčastěji používán hřebíčkový olej o koncentraci  $0,07 \text{ ml.l}^{-1}$  (GELA *et al.*, 2008, HAMÁČKOVÁ *et al.*, 2004), k anestézii lze však úspěšně použít také anestetikum MS-222, u nějž provedli BISHKOUL *et al.* (2013) test vlivu na vybrané hematologické parametry u jesetera malého. Při výtěru jsou jikry odebírány do připravených suchých a čistých misek a v závislosti na druhu ryby mají šedočernou až černou barvu. S přihlédnutím k vyššímu počtu mikropylí na animálním pólu jiker chrupavčitých ryb je potřeba před jejich oplozením naředit sperma. Sníží se tím možnost polypspermie a tím i embryonální mortalita a vznik abnormalit při embryonálním vývoji (DEBUS *et al.*, 2002; GELA *et al.*, 2008). Po oplození je jikry potřeba odlepkovat. K tomu se nejčastěji využívá plnotučné mléko nebo suspenze jílů. Odlepkované jikry se následně umisťují do líhňářských aparátů. (CHEBANOV a GALICH, 2013; GELA *et al.*, 2008).

Pro inkubaci lze použít různé systémy, obecně může probíhat na všech běžných typech inkubačních lahví. Důležité je, aby byly všechny jikry rovnoměrně pokryty vodou a aby docházelo k jejich pozvolnému přelévání a pohybu v inkubační lahvi. Při inkubaci nelze podle barvy dobře rozeznat uhynulé jikry od živých, proto se v průběhu inkubace jejich odsávání neprovádí, odstraňují se pouze zaplísňené jikry, zbytky po rozpadlých jikrách a nečistoty. Líhnutí neprobíhá jednotně, ale po dobu přibližně 2-3 dnů. Plůdek po vykulení ochotně odplouvá s proudem a není tedy problém se jeho přeplaváním do odchovných žlabů (CHEBANOV a GALICH, 2013; GELA *et al.*, 2008).

### **3.4.3 Počáteční odchov a strategie výživy raných stádií**

Počáteční odchov patří mezi nejkritičtější období v životě jeseterů, a jeho zvládnutí je podmínkou pro vysoké přežití plůdku a jeho životaschopnost v pozdějších fázích chovu. Při odchovu je třeba primárně dbát na dva faktory, kterými jsou kvalita odchovného prostředí a výživa (strategie a technika krmení).

### 3.4.3.1 Požadavky na odchovné prostředí

Nejvýznamnějšími faktory ovlivňující chování ryb a jejich metabolismus a kondici jsou teplota, pH a množství rozpuštěného kyslíku, společně s látkami, které se ve vodě přirozeně vyskytují a ve vyšším množství jsou pro ryby toxické, jako je amoniak, dusitany a dusičnany.

Voda využívaná při odchovu musí splňovat parametry alespoň pitné vody. Obecně se doporučuje využívat stejný zdroj vody, který byl použit pro inkubaci jiker na líhni. (GELA *et al.*, 2012)

Teplota vody je pro odchov raných stádií všech druhů ryb velmi důležitá. Ryby jsou poikilotermními organismy, tudíž všechny jejich metabolické procesy silně závisí právě na teplotě okolního prostředí. Od teploty se odvíjí schopnost příjmu potravy, rychlost trávení, rychlost tvorby protilátek a tím imunita organismu proti patogenům apod. Lze konstatovat, že při teplotě na 12°C se tvorba protilátek urychluje. Teplota vody také ovlivňuje množství rozpuštěného kyslíku, kdy platí, že při vyšších teplotách se ve vodě rozpouští kyslíku méně. Ryby jsou vůči změnám teplot adaptabilní, ale důležité je, aby nebyly tyto změny náhlé a aby rozdíl teplot nebyl příliš propastný. Obzvláště plůdek ryb je na tyto změny citlivý a nesnese obvykle náhlou změnu teploty již o 3°C. (NAVRÁTIL *et al.*, 2000) Optimální teplota pro metabolismus se u různých druhů ryb liší. Při odchovu larev jesetera malého se doporučuje teplota vody v rozmezí 15-22 °C (GELA a kol., 2012).

Neméně důležitým prvkem vodního prostředí je hodnota pH. GELA *et al.* (2012) uvádí pro odchov larev jesetera jako optimální rozmezí 6,5-8,5. Jsou-li ryby vystavovány extrémním hodnotám (nizkým i vysokým), dochází u nich k výraznému zhoršení zdravotního stavu. Ryby jsou oslabené, kůže a žábry jsou zahleněné a vyskytují se krváceniny. Takováto poškození mohou pozitivně ovlivňovat rozvoj patogenů (NAVRÁTIL *et al.*, 2000).

Aby fungoval rybí metabolismus správně, je nutné, aby bylo ve vodě dostatečné množství rozpuštěného kyslíku. Při kyslíkových deficitech se zpomalují metabolické procesy (např. trávení) a může dojít až k dušení a následnému úhynu. Při nedostatku kyslíku se právě z důvodu zpomalení trávicích procesů zhoršuje konverze krmiva a to se negativně projevuje na ekonomice chovu. Je potřeba však dbát na to, aby nedošlo také k přesycení vody kyslíkem (na úroveň 200-300%), kvůli kterému může následně ryba trpět plynovou embolií (NAVRÁTIL *et al.*, 2000). JIRÁSEK *et al.* (1997) uvádí, že

jeseter malý je oproti ostatním druhům jeseterů citlivější k nízkým hodnotám rozpuštěného kyslíku ve vodě. Podle GELY *et al.* (2012) by mělo být při odchovu minimální nasycení kyslíkem na odtoku 60%. U adultních jedinců je spotřeba kyslíku nižší než u larev a juvenilů. Spotřeba kyslíku ovšem závisí na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitějším je teplota vody. S rostoucí teplotou se snižuje množství rozpustitelného kyslíku, a tím také jeho využití rybami. Spotřebu ale ovlivňuje také stres, intenzita metabolismu, zdravotní stav ryb a podobně (NAVRÁTIL *et al.*, 2000). Vliv hypoxie na hematologické parametry a oběhový systém jesetera sibiřského zkoumali MAXIME *et al.* (1995).

Ve vodním prostředí se vyskytuje množství chemických látek, které mohou ve vyšších koncentracích na ryby působit toxicky. V intenzivních chovech je největší pozornost věnována produktům dusíkatého metabolismu, konkrétně amoniaku ( $\text{NH}_3$ , respektive  $\text{NH}_4^+$ ), dusitanům ( $\text{NO}_2^-$ ) a dusičnanům ( $\text{NO}_3^-$ ). Produkci amoniakálního dusíku u jesetera bílého (*A. transmontanus*) v akvakulturních systémech monitorovali THOMAS *et al.* (1998). V recirkulačních systémech je využíván v biofiltrech proces nitrifikace, kdy dochází k biologické oxidaci amoniaku na dusitany a následně na dusičnany, které jsou pro ryby téměř neškodné i při relativně vysokých koncentracích (i v řádech stovek  $\text{mg.l}^{-1}$ ) (LANG *et al.*, 2011). První fáze nitrifikace probíhá většinou rychle, ale při nedostatečném rozvoji nitrifikačních bakterií může probíhat druhá fáze pomalu nebo neprobíhat vůbec, v důsledku čehož se hromadí dusitany ve vodě a u ryb se může vyskytovat hromadný úhyn. Při zvýšené koncentraci dusitanů lze akutní otravě předejít zvyšováním chloridů ve vodním prostředí alespoň na hodnotu  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ , čehož lze dosáhnout použitím nejodované kuchyňské soli ( $\text{NaCl}$ ), a pro prevenci zvolit vhodnou hustotu obsádky a upravit množství krmení v závislosti na funkci biofiltru (SVOBODOVÁ *et al.*, 2005). Akutní toxicitu dusitanů pro jesetera malého zkoumal BULÍČEK (2012), který uvádí hodnotu  $96\text{hLC}_{50}$  dusitanu sodného  $11,6 \text{ mg.l}^{-1}$ , což odpovídá koncentraci  $2,35 \text{ mg.l}^{-1}$  dusitanového dusíku ( $\text{N-NO}_2^-$ ). Toxicitou dusitanů u jesetera sibiřského se zabývali HUERTAS *et al.* (2002) a letální koncentraci dusičnanů a jejich vliv na obsah pohlavních hormonů v krvi jesetera sibiřského sledovali HAMLIN (2006) a HAMLIN *et al.* (2008b). HAMLIN *et al.* (2008a) se také věnovali vývoji různých denitrifikačních systémů s přidanými zdroji uhlíku pro odstranění dusitanů z vodního prostředí.

### 3.4.3.2 Potřeba živin a strategie krmení

Hlavní složkou potravy jeseterů jsou bentičtí bezobratlí živočichové. Jedná se o karnivorní druhy, proto jsou jejich primárním zdrojem energie tuky a bílkoviny. Využitelnost sacharidů je kvůli nedostatečné enzymatické výbavě prakticky nulová. Po strávení žloutkového vaku mohou jeseteři přijímat kompletní krmné směsi určené pro lososovité ryby, je však potřeba přihlížet k odlišnému způsobu příjmu potravy. Jeseteři při vyhledávání potravy využívají hlavně nervových zakončení v rypci, na ústech a na vouskách, pomocí očí se prakticky neorientují. Důležité je tedy používat krmiva, která klesají až na dno, kde je mohou ryby snadno nalézt (HOCHLEITNER a GESSNER, 1999).

Potřeba bílkovin v krmivu by se měla pohybovat v rozmezí 25-50 %, v závislosti na věkové kategorii ryb. Pokud je dostupná přirozená potrava, snižuje se potřeba bílkovin v krmné směsi (JIRÁSEK *et al.*, 2005). HOCHLEITNER a GESSNER (1999) uvádí jako optimální množství bílkovin v krmivu 40%. Podmínkou je, aby bílkovina byla kvalitní a měla dobrou stravitelnost.

Obsah tuku v krmivu je ideálně 10-20 %, opět v závislosti na věkové kategorii. Tuk je u karnivorů hlavním energetickým zdrojem. Nejlépe využitelnými tuky jsou ty, které mají nízký bod tání (tedy oleje) a vysoký obsah nenasycených mastných kyselin (JIRÁSEK *et al.*, 2005). U intenzivních chovů, kde se snižuje výskyt přirozené potravy, je zvýšená potřeba vitaminizace krmných směsí. Ačkoliv mají ryby oproti teplokrevným živočichům relativně nižší potřebu vitaminů, nedokáží si veškeré potřebné vitaminy syntetizovat (JIRÁSEK *et al.*, 2005).

Krmení ryb by mělo nastávat při jejich nejvyšší aktivitě, která se dostavuje při nižší intenzitě světla. Obecně se doporučuje krmit ráno a večer, eventuálně lze dobu krmení změnit vhodnou úpravou světelné intenzity (HOCHLEITNER a GESSNER, 1999). Důležité je také zvolit vhodné množství aplikovaného krmiva. Správně zvolené množství může radikálně ovlivnit růstové schopnosti ryb a také snížit zatížení vodního prostředí (AKBULUT *et al.*, 2013).

Nejkritičtějším obdobím při odchovu je období rozkrmu. Prakticky jde o fázi, ve které jsou ryby postupně navykány na příjem suché potravy, a ukončeno je ve chvíli, kdy ryby tuto potravu bezproblémově přijímají. Z hlediska přirozených ztrát jde o nejproblematičtější období z celého odchovu. Až 20 % ryb mívá vývojové anomálie znemožňující příjem potravy. Takto postižení jedinci obvykle do pěti dnů hynou.



Důležité je v tomto období rybám předkládat nutričně a velikostně vhodné krmivo a dodržovat frekvenci krmení, protože při nedodržení těchto podmínek se vyskytuje kanibalismus. Poškozená tkáň je následně infikována sporami plísní a ryby hynou. Dále je potřeba udržovat v odchovném prostředí čistotu a mezi krmením odsávat nezkonsumované zbytky krmiva a výkaly, ty totiž mohou být živným médiem pro rozvoj různých patogenních organismů (GELA *et al.*, 2012).

Ve Výzkumném ústavu rybářském a hydrobiologickém ve Vodňanech provedli GELA *et al.* (2012) za posledních deset let mnoho odchovů raných stádií chrupavčitých ryb při použití různých krmných strategií. Ze zjištěných výsledků z těchto odchovů doporučují níže uvedené postupy rozkrmů, u nichž ryby vykazovaly nejvyšší přežití do stádia přechodu na suché krmné směsi.

**Rozkrm pomocí žábřonožky:** Při odchovu ryb v řádu stovek kusů lze pro jejich rozkrm využít živá naupliová stádia žábřonožky solné (*Artemia salina*). Velikost žábřonožek po vylíhnutí bývá 400-550  $\mu\text{m}$  (ADÁMKOVÁ, 1999). Další možností je také úprava vajíček žábřonožky, při níž je z vajíčka odstraněna vnější lipoproteinová vrstva a takto upravené vajíčko je desinfikováno od případných patogenů. Vznikne tak neživá potrava s vysokým obsahem energie a lze ji skladovat při teplotě 0 – 4°C v uzavřených plastických boxech. Takto si lze připravit dostatečné množství krmiva do zásoby. Dekapsulovaná vajíčka se nevznášejí ve vodním sloupci, ale pozvolna klesají na dno odchovných nádrží. Jejich velikost se pohybuje v rozmezí 200 – 250  $\mu\text{m}$  (ADÁMKOVÁ, 1999). Tento způsob rozkrmu trvá u jesetera malého přibližně dva týdny a na jeho konci lze rybám začít předkládat další složky krmiva.

**Odkrm živými žábřonožkami a nitěnkami s přechodem na suché krmné směsi:** Po počátečním rozkrmu naupliemi žábřonožky solné jsou nejlepší substitucí nejmenso nasekané živé nitěnky obecné (*Tubifex tubifex*). Samotný přechod na novou potravu trvá přibližně dva až pět dní. Nitěnky musí být vhodně velikostně upraveny, aby odpovídaly schopnosti ryb přijímat ji bez hrozby zadušení nespoknutelnou částí. Použití mražených žábřonožek se nedoporučuje, protože při jejich rozmražení dochází k odplavení živin a tím k jejich znehodnocení. Při nedostatku nitěnek lze po rozkrmu žábřonožkou přecházet rovnou na suchá starterová krmiva. Tento přechod probíhá formou co-feedingu, kdy je nejprve prováděn rozkrm žábřonožkou, po třech dnech je přidáváno malé množství starterového krmiva a postupně se poměr těchto dvou krmiv obrací – snižuje se podíl žábřonožky ve prospěch suchého krmiva. Velikost suchého krmiva

musí také velikostně odpovídat velikosti ryb. Doba tohoto přechodu bývá obvykle 10-14 dní.

**Rozkrm bez žábřonožky:** Pokud nejsou k dispozici žábřonožky, lze pro rozkrm použít nadrobno nasekané nitěnky v řídké směsi se startérovým krmivem o velikosti 100 – 300  $\mu\text{m}$  a krmivem o velikosti 300 – 500  $\mu\text{m}$  v poměru 1:2:2. Tato směs je rybám podávána po dobu dvou až tří týdnů a je postupně snižováno zastoupení nitěnek a jemného startérového krmiva. Po skončení této fáze jsou ryby obvykle ochotné přijímat granulované krmivo vhodné velikosti. V porovnání s rozkrmem dekapulovanými vajíčky žábřonožky nebyly u této metody zjištěny výrazně vyšší úhyny.

**Rozkrm planktonem:** Poslední uvedenou možností rozkrmu jesetera malého je použití velikostně tříděného zooplanktonu. Existuje zde však nebezpečí zavlečení parazitů do odchovných nádrží, je proto nezbytně nutné používat zooplankton z ověřených zdrojů. Technologický postup je totožný s postupem při rozkrmu žábřonožkou a ryby jsou postupně navykány na suchá krmiva. Tato metoda trvá přibližně dva až čtyři týdny a je také ukončena ve chvíli, kdy s jistotou víme, že ryby přijímají předkládaná suchá krmiva.

Po ukončení období rozkrmu lze ryby v odchovných nádržích krmit suchými krmnými směsmi (za předpokladu, že je ochotně přijímají). Dalším způsobem může být ale také krmení živou potravou. Ponto-kaspické druhy jeseterů (jako např. jeseter ruský nebo jeseter hvězdnatý) nepřijímají dobře suchá krmiva a proto je (zejména v Rusku) zavedena produkce živé potravy pro jejich krmení (VEDRASCO *et al.*, 2002). Různé metody produkce živé potravy pro jesetery podrobně popisují CHEBANOV a GALICH (2013). VEDRASCO *et al.* (2002) dále uvádí, že jeseteři, kteří jsou odchováni v rybnících, využívají živou potravu, která se zde vyskytuje přirozeně, a jejímu rozvoji lze napomoci vhodným hnojením.

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

Jeseteři použiti pro naše pokusné účely byli vykoleni dne 17.2.2014 na líhni Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického (VÚRH) ve Vodňanech. 26.4.2014, ve věku 69 DAH, byly tyto ryby o počtu tisíc kusů převezeny na Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně, kde byly umístěny do žlabů recirkulačního systému a připraveny pro experimentální odchov.

### **4.1 Popis recirkulačního systému**

Pro potřeby obou částí experimentálního odchovu byl sestaven jednotný recirkulační systém. Ten sestával ze šesti průtočných žlabů, mechanické a biologické filtrace, ponorného čerpadla a UV-lampy. Objem vody v každém žlabu byl nastaven na 100 l.

Voda v recirkulačním systému protékala přes mechanický filtr, jehož součástí byly molitanové vložky o různé hustotě uložené v perforované bedně, a zde docházelo primárně k filtraci pevných částí z vody. Za mechanickým filtrem byl umístěn filtr biologický, který sestával z hrubé pěny a silonových špon s velkou plochou, které byly uloženy celkem ve dvanácti síťovaných pytlích. Za biologickým filtrem bylo instalováno ponorné čerpadlo, které zajišťovalo pohyb vody v systému. Výměna vody ve žlabech byla nastavena pro každou část experimentu zvlášť – v první části byly nastaveny tři různé průtoky, odlišné pro každou variantu, a ve druhé části byl nastaven u všech variant jednotný průtok. Rozpuštěný kyslík ve vodě byl zajišťován pomocí vzduchovacího kompresoru a vzduchovacích kamenů, u první části pokusu také přívodem čistého kyslíku z kyslíkové lahve. Vzduchovací kameny byly umístěny na odtoku každého žlabu, pod mechanickým i biologickým filtrem, u ponorného čerpadla i na odtoku ze systému. Osvětlení bylo zajištěno pro každé dva žlaby jedním zářivkovým světlem. Pro desinfekci vody jsme použili UV-lampu, kterou jsme zařadili do systému před vtokem do žlabů. V každém žlabu byla na odtoku umístěna jemná síťka z umělé hmoty, která zabraňovala úniku ryb ze žlabů do oblasti filtru.

V obou částech experimentu byly žlaby každý den čistěny od výkalů a zbytků krmiv pomocí hadičky se skleněnou násadou, a také byly každodenně čistěny síťky na odtocích.

### **4.2 První část pokusu**

Předmětem první části experimentu bylo ověřit vliv různé rychlosti výměny vody ve žlabech na stav hydrochemických parametrů. Pokus probíhal od 30.5. do 27.6.2014

(poslední měření hydrochemických parametrů bylo provedeno 26.6. večer). V prvních dvou dnech pokusu jsme nebyli schopni z důvodu poruchy oximetru hydrochemické parametry naměřit, hodnoty jsou tedy uvedeny až od 1.6.

Pro potřeby pokusu byly sestaveny tři varianty ve dvou opakováních. Objem vody v každém žlabu byl nastaven na 100 litrů. Rychlost výměny vody byla u první varianty (žlaby I a II) nastavena na 0,55 l/min. (1/3 celkového objemu za hodinu), u druhé varianty (žlaby III a IV) na 1,10 l/min. (2/3 celkového objemu za hodinu) a u třetí varianty (žlaby V a VI) na 1,65 l/min. (3/3 celkového objemu za hodinu). Hustota rybí obsádky byla stanovena na 150 ks/žlab, tedy 1,5 ryby na litr vody. Každý den byly sledovány základní hydrochemické parametry (obsah rozpuštěného kyslíku, vyjádřeno v  $\text{mg.l}^{-1}$  i v %, pH a teplota vody) a každý den byly odebírány vzorky vody pro laboratorní rozbor. Sledovanými parametry byly hodnoty  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NO}_3^-$  a  $\text{Cl}^-$ . Měření probíhalo denně v 16:00, stejně jako odběr vzorků. Vzorky byly odebírány z každého žlabu na odtoku a dále byl odebírán vzorek přítokové vody. Vzorky byly laboratorně zpracovány vždy nejpozději do třiceti minut po odběru.

Filtr byl čištěn nejprve jedenkrát, později dvakrát týdně (z důvodu klesajícího obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabech).

K měření obsahu rozpuštěného kyslíku, pH a teploty vody byl použit oximetr WTW 340. Koncentrace amoniakálního, dusitanového a dusičnanového dusíku, stejně jako koncentrace chloridů, byly stanovovány pomocí barevných reakcí s následným měřením intenzity zbarvení pomocí spektrofotometru.

V průběhu této části pokusu byly ryby jednou týdně společně zvaženy a podle aktuální hmotnosti byla vypočítána denní krmná dávka (DFR), která byla stanovena na 2% hmotnosti obsádky. Po dobu pokusu byly denně ve všech žlabech evidovány ryby uhynulé a ryby s výskytem plynatosti.

Výsledky zjištěné v této části pokusu byly statisticky zhodnoceny analýzou rozptylu (ANOVA) v programu MS Excel 2007.

### **4.3 Druhá část pokusu**

V druhé části pokusu jsme ověřovali vliv různých komerčních krmných směsí na produkční parametry odchovávaných ryb. Pokus probíhal od 9.7. do 6.8.2014.

Pro tento pokus byla hustota rybí obsádky upravena na 50 ks/žlab při zachování celkového objemu vody ve žlabu 100 litrů. Výměna vody byla ve všech žlabech

nastavena na 100 litrů za hodinu. Bylo ponecháno stejné označení variant jako v předchozím pokusu, tedy tři varianty ve dvou opakováních. Každé variantě byla předkládána jiná krmná směs. Frekvence krmení byla třikrát za den, denní krmná dávka byla stanovena na 2% hmotnosti obsádky. Každý týden byla podle aktuální hmotnosti obsádky počítána nová krmná dávka.

Denně byly ve všech žlabech sledovány hydrochemické parametry. Obsah rozpuštěného kyslíku byl  $7,36 \pm 0,27 \text{ mg.l}^{-1}$ , což odpovídá nasycení  $83,49 \pm 9,07 \%$ , hodnota pH byla  $8,99 \pm 0,11$  a teplota vody byla po dobu pokusu  $20,31 \pm 0,35 \text{ }^\circ\text{C}$ . U naměřených hodnot nebylo po dobu pokusu zjištěno výrazné kolísání a mezi jednotlivými žlaby u nich nebyly prokázány statistické rozdíly.

#### 4.3.1 Krmné varianty

Po dobu pokusu byly ryby krmeny třemi různými kompletními krmnými směsmi od dvou výrobců (Aller Aqua A/S a BioMar Group).

Jednotlivá krmiva se od sebe odlišovala především v obsahu tuku, sacharidů a energie (hrubé i stravitelné). Bližší informace o složení jednotlivých krmných směsí jsou uvedeny v Tabulce 5. Tučně označené hodnoty byly získány z vlastních analýz.

**Tabulka 5: Nutriční složení použitých krmných směsí.**

Krmivo	Aller Bronze 2 mm	Aller Silver 2 mm	Biomar Inicio 918 2 mm
bílkoviny [%]	45	45	46
	<b>46,56</b>	<b>46,61</b>	<b>47,67</b>
tuk [%]	15	20	23
	<b>14,72</b>	<b>20,49</b>	<b>22,48</b>
sacharidy [%]	22	18	15
popeloviny [%]	8	7	7,2
	<b>8,11</b>	<b>7,49</b>	<b>6,92</b>
fosfor v AS [%]	1,1	1,2	1,1
hrubá E [MJ/kg]	20,7	22,0	22,8
stravitelná E [MJ/kg]	18,8	20,0	20,0

Každý týden ve stejný den probíhalo individuální měření a vážení všech ryb. Ryby byly měřeny pomocí měrných desek s přesností na 1 mm a k jejich vážení byla použita váha s přesností na 1 g. Předmětem sledování byly základní plastické znaky (celková délka, délka těla, výška těla) a hmotnost ryb. Dále byly denně zjišťovány úhyny a byl sledován výskyt ryb s plynatostí. Ze zjištěných hodnot byly následně vyhodnocovány následující produkční parametry – průměrný denní přírůstek délkový ( $DI_l$ ) a hmotnostní ( $DI_w$ ), specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR), specifická hmotnost délkového růstu (SLGR), relativní rychlost růstu (RGR), krmný koeficient (FCR), efektivnost využití proteinu (PER), 100% přírůstek a přežití prosté. Pro hodnocení exteriéru a kondice ryb byl použit Fultonův koeficient hmotnostní kondice (FWC). Součástí vyhodnocení výsledků bylo také ekonomické zhodnocení použitých krmiv, kde byla sledována cena použitého krmiva na 1 kg a 1 m přírůstku.

Před roztríděním do jednotlivých žlabů na počátku pokusu byly z hejna odebrány tři kusy ryb na laboratorní analýzu tkání. Stejně tak byly odebrány na konci pokusu tři vzorky z každého žlabu. Analyzována byla vždy celá ryba. Odebrané vzorky byly homogenizovány a z nich stanoveny procentuální podíly bílkovin, tuku, popela a sušiny. Metody pro jednotlivá stanovení jsou uvedena níže:

<b>Bílkoviny:</b>	metoda stanovení obsahu dusíku s vynásobením koeficientem 6,25 pro živočišné tkáně (dle Kjeldahla)
<b>Tuky:</b>	metoda vyluhování diethyléterem po dobu deseti hodin (dle Soxhleta)
<b>Popel:</b>	spálení vzorku v peci při teplotě 550 °C po dobu osmi hodin do dosažení konstantní hmotnosti
<b>Sušina:</b>	sušení vzorku při teplotě 105 °C do dosažení konstantní hmotnosti

Z výsledků laboratorních analýz byl vyhodnocen obsah tuků, bílkovin a popelovin v těle ryb a byla stanovena sušina. Nakonec byl spočítán viscerosomatický index (VSI) a hepatosomatický index (HSI).

Zjištěné výsledky z této části pokusu byly také statisticky zhodnoceny analýzou rozptylu (ANOVA) v programu MS Excel 2007.

Použité vzorce pro výpočty jednotlivých produkčních parametrů jsou uvedeny v kapitole 4.4 na straně 39, stejně jako seznam všech použitých zkratk.

#### 4.4 Seznam použitých vzorců a zkratek

##### **Průměrný denní přírůstek (DI)**

$$DI_l = TL \cdot t^{-1} \text{ [mm/den]}$$

$$DI_w = w \cdot t^{-1} \text{ [g/den]}$$

TL – celková délka [mm]

w – hmotnost [g]

##### **Fultonův koeficient hmotnostní kondice (FWC):**

$$FWC = (w \cdot 100) \cdot TL^{-3}$$

TL – celková délka [mm]

w – hmotnost [g]

##### **Specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR) [%·d<sup>-1</sup>]:**

$$SWGR = [(\ln w_1 - \ln w_0) \cdot t^{-1}] \cdot 100$$

ln – přirozený logaritmus

w<sub>0</sub> – hmotnost na začátku sledovaného období [g]

w<sub>1</sub> – hmotnost na konci sledovaného období [g]

t – doba trvání sledovaného období [dny]

##### **Specifická rychlost délkového růstu (SLGR) [%·d<sup>-1</sup>]:**

$$SLGR = [(\ln TL_1 - \ln TL_0) \cdot t^{-1}] \cdot 100$$

ln – přirozený logaritmus

TL<sub>0</sub> – celková délka na začátku sledovaného období [g]

TL<sub>1</sub> – celková délka na konci sledovaného období [g]

t – doba trvání sledovaného období [dny]

##### **Relativní rychlost růstu (RGR) [%]:**

$$RGR = [100 \cdot (w_t - w_0) \cdot w_0^{-1}]$$

w<sub>t</sub> = hmotnost na konci sledovaného období [g]

w<sub>0</sub> – hmotnost na začátku sledovaného období [g]

##### **Krmný koeficient (FCR) [kg·kg<sup>-1</sup>]:**

$$FCR = F \cdot (w_t - w_0)^{-1}$$

F – celkové množství spotřebovaného krmiva [kg]

**Efektivnost využití proteinu (PER):**

$$\text{PER} = 100 \cdot (\text{FCR} \cdot \% \text{NL})^{-1}$$

%NL – obsah bílkovin (dusíkatých látek) v krmivu vyjádřený v procentech

**100% přírůstek [dny]:**

$$100\% \text{ přírůstek} = 100 \cdot (\text{RGR} \cdot t^{-1})^{-1}$$

**Přežití prosté [%]:**

$$\text{Přežití prosté} = (n_t - n_0^{-1}) \cdot 100$$

**Viscerosomatický index (VSI):**

$$\text{VSI} = (w \cdot w_v^{-1}) \cdot 100$$

$w_v$  = hmotnost vnitřností

**Hepatosomatický index (HSI):**

$$\text{HSI} = (w \cdot w_j^{-1}) \cdot 100$$

$w_j$  = hmotnost jater

**ANOVA** – analysis of variation (analýza rozptylu)

**DAH** – days after hatching (dny po vylíhnutí)

**DFR** – daily feed ratio (denní krmná dávka)

**n** – počet ryb

**SD** – směrodatná odchylka

**TL (total length)** – celková délka

**SL (standard length)** – délka těla

**H (height)** – výška těla

**I, II, III, IV, V, VI** – označení jednotlivých odchovných žlabů

**P** – označení přítoku

**F** – označení oblasti filtračního systému

**S** – sušina



## 5 VÝSLEDKY

Výsledky experimentálního odchovu jesetera malého jsou vyhodnoceny ve dvou podkapitolách – v první části jsou uvedeny výsledky sledování vlivu rychlosti výměny vody na hydrochemické parametry a předmětem druhé části je vyhodnocení krmného testu, které zahrnuje srovnání výsledných délkohmotnostních a produkčních parametrů, úroveň mortality a počet ryb s výskytem plynatosti a laboratorní analýzu tkání. Pro obě části jsou v příslušných tabulkách uvedeny také výsledky statistického zhodnocení.

### 5.1 Hydrochemické parametry a laboratorní rozbor vody

Po celou dobu prvního experimentu byly každý den sledovány hodnoty rozpuštěného kyslíku ve vodě, pH a teploty vody, a to ve všech žlabech na odtoku, dále na přítoku a v místě umístění filtračního systému. Měření započalo kvůli poruše oximetru s dvoudenním zpožděním. V průběhu experimentu jsme se setkali s kontinuálním poklesem kyslíku, proto jsme od 9.6. začali měřit také přítok a v oblasti filtru, a 16.6. jsme byli nuceni aplikovat přívod čistého kyslíku do systému a podle aktuálního obsahu také upravovat množství aplikovaného krmiva; dále jsme zvýšili frekvenci čištění filtru na dvojnásobek (tedy 2x týdně). Tyto zásahy nicméně problém s kyslíkovým deficitem vyřešit nepomohly. Výsledné vyhodnocení průběhu změn hydrochemických parametrů pro jednotlivé varianty je uvedeno níže. Jako poslední je uvedeno statistické vyhodnocení zjištěných výsledků.

#### 5.1.1 První varianta

V nádržích I a II byla nastavena výměna 1/3 vody v nádrži za hodinu. Průběh vývoje hydrochemických parametrů je uveden v Tabulce 15.

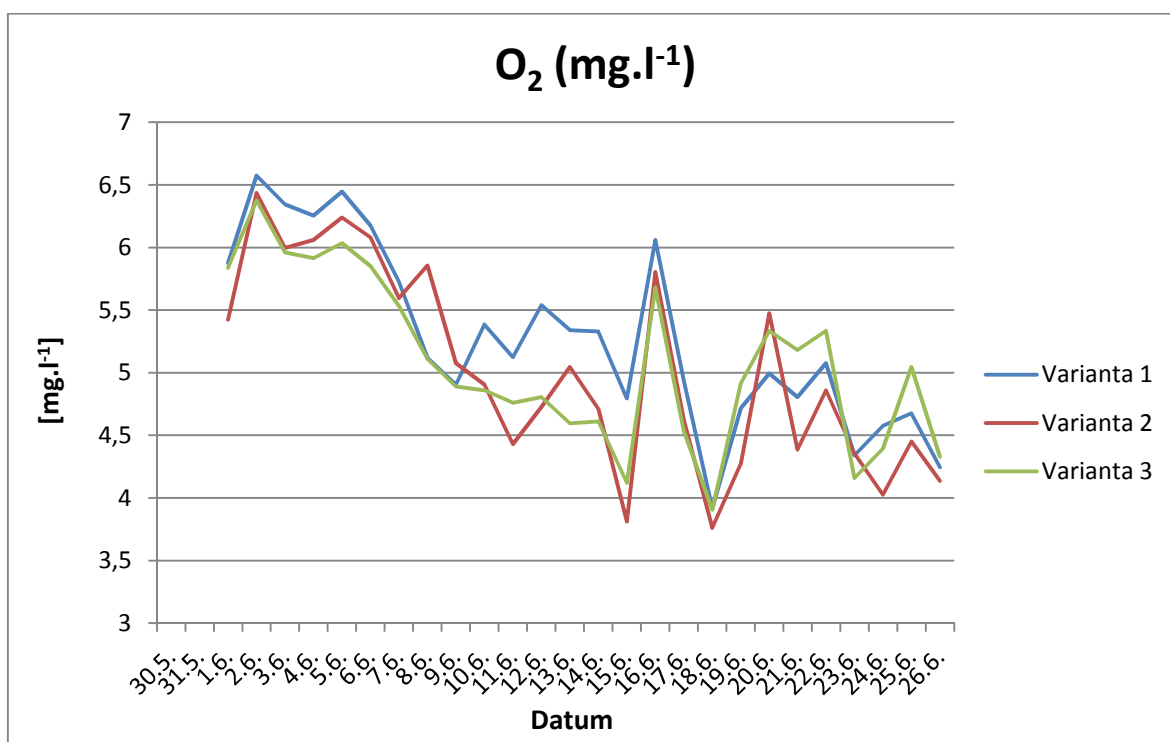
Z tabulky je patrné, že kolísání kyslíku v obou žlabech bylo poměrně značné. Maximální hodnota naměřeného kyslíku v prvním žlabu (I) byla 6,66 mg.l<sup>-1</sup> (2.6.) a minimální hodnota 3,60 mg.l<sup>-1</sup> (18.6.), rozdíl je tedy více než 3 mg.l<sup>-1</sup>. Hodnoty pH měly maximum při 8,29 a minimum při 7,75, lze proto konstatovat, že pH bylo relativně stabilním parametrem, stejně jako teplota (max. 20,7 °C a 18,9 °C).

Ve druhém žlabu (II) byla maximální hodnota rozpuštěného kyslíku 6,49 mg.l<sup>-1</sup> (2.6.) a minimální hodnota 4,23 mg.l<sup>-1</sup> (18.6.), rozdíl byl tedy 2,26 mg.l<sup>-1</sup>. Tyto hodnoty byly zjištěny ve stejné dny, jako hodnoty u prvního žlabu. Maximum pH dosahovalo 8,31 a minimum 7,68 a teplota se pohybovala v rozmezí 19,0 – 20,8 °C.

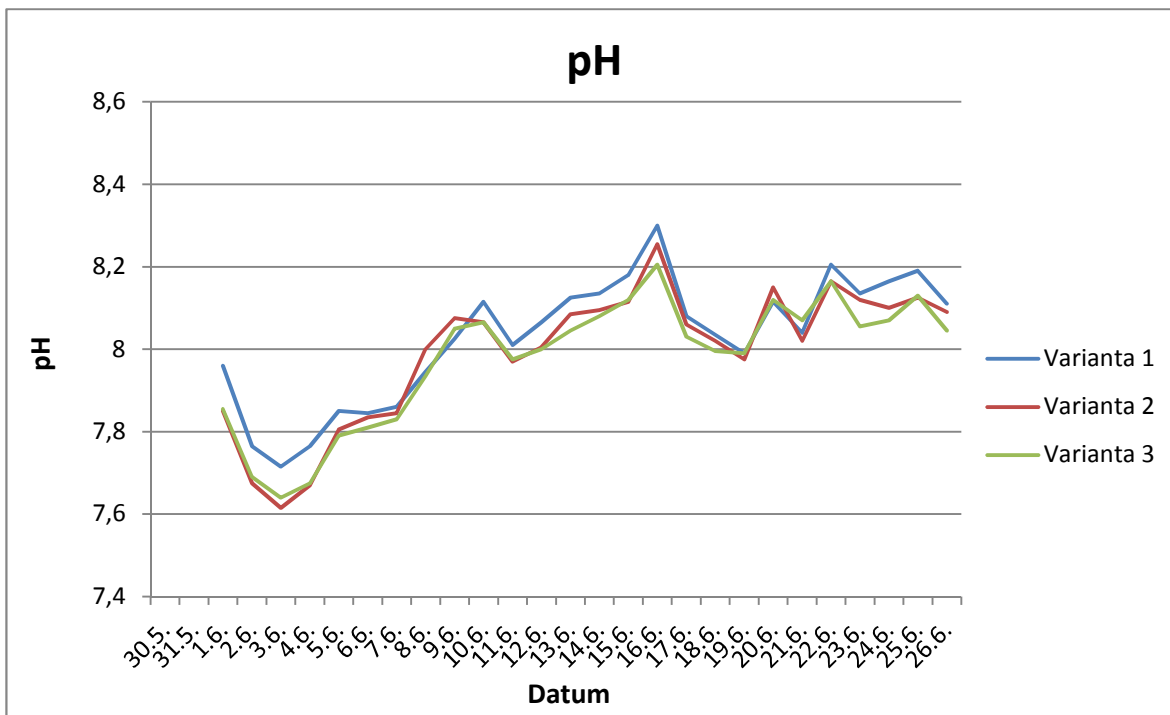
Uvedené hodnoty jsou pro lepší představu a srovnání s ostatními variantami zobrazeny v grafické podobě na Obrázcích 3 a 4.

Dalšími sledovanými parametry byly obsahu amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve vodě. Výsledky z laboratorní analýzy jsou uvedeny v Tabulce 16.

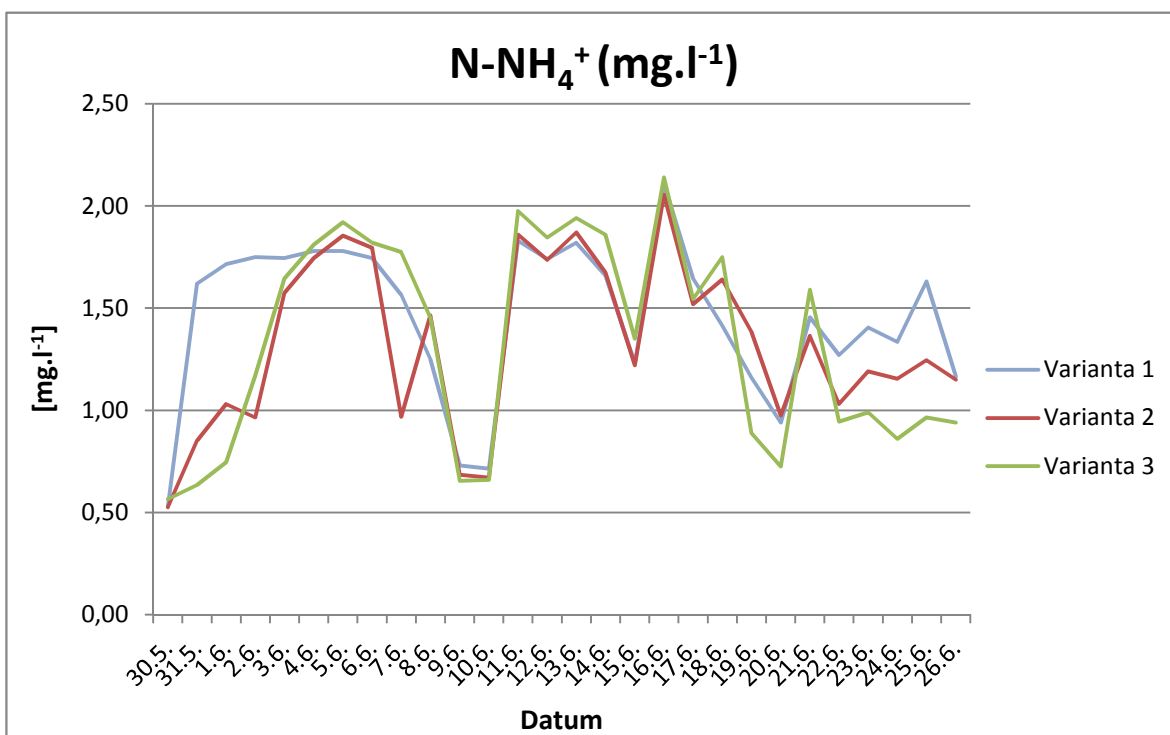
Z uvedených hodnot lze vyčíst, že v obou žlabech se sledované látky vyskytovaly v průběhu experimentu v prakticky stejné míře, pouze s drobnými rozdíly. Graficky jsou data vyobrazena na Obrázcích 5-8.



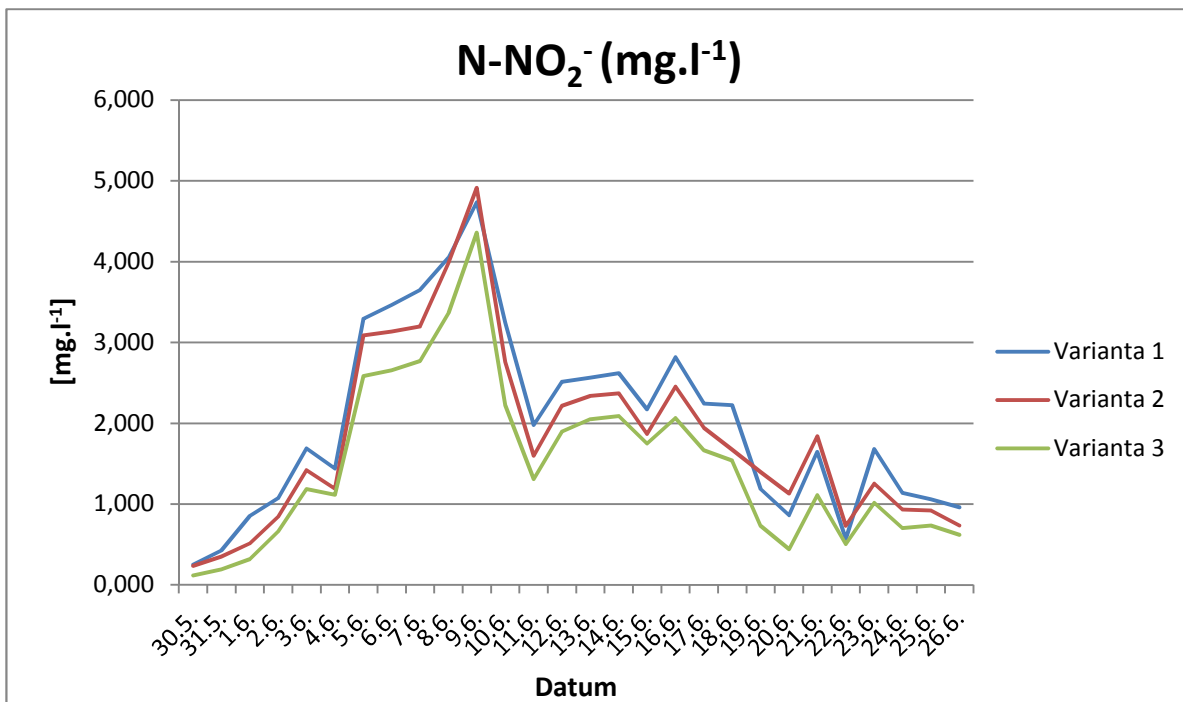
Obrázek 3: Změny obsahu kyslíku u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu



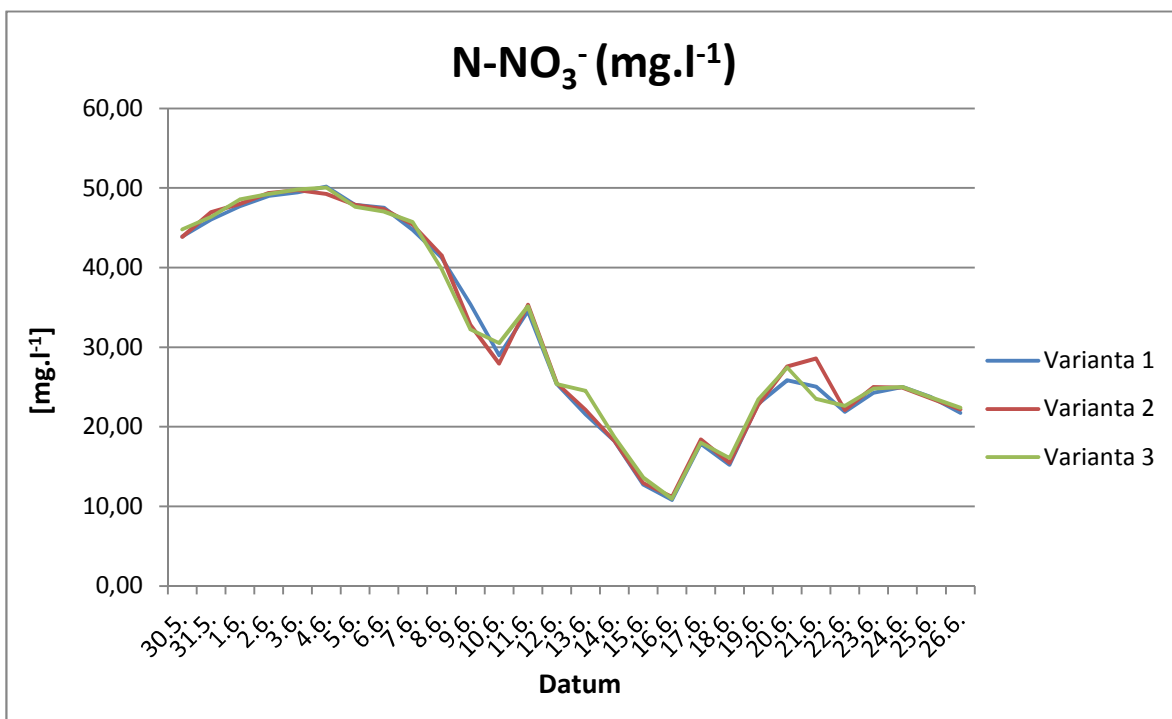
**Obrázek 4:** Změny stavu pH u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu



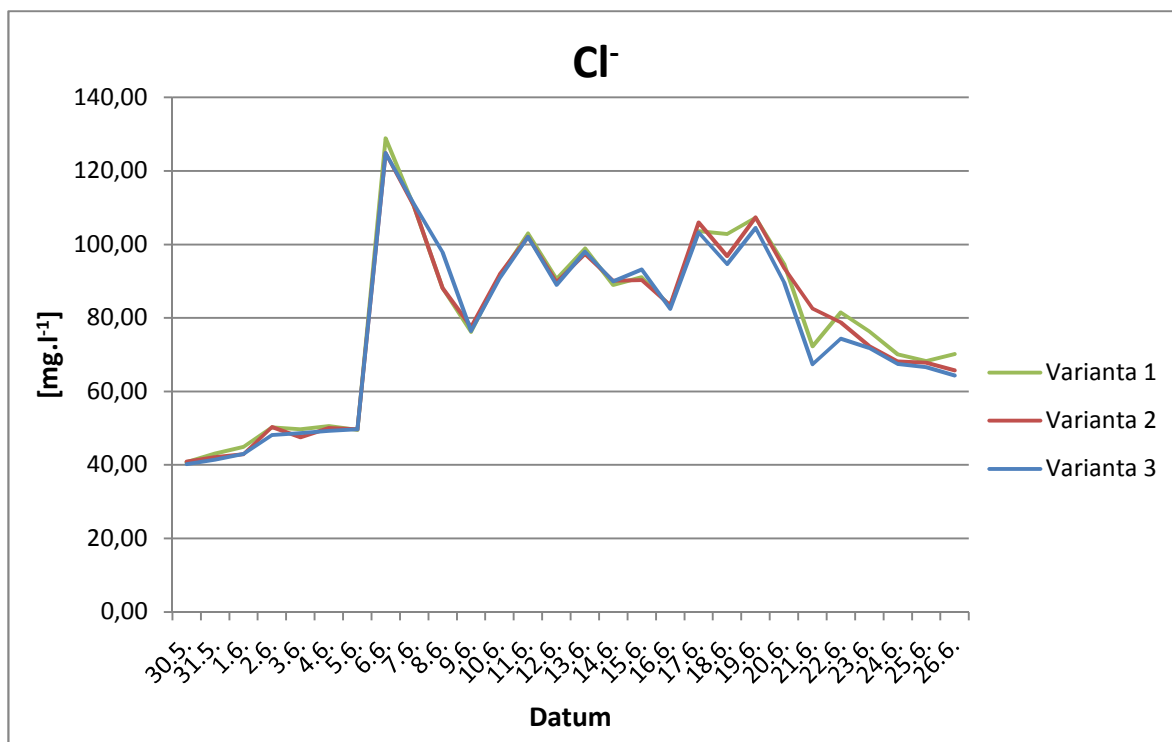
**Obrázek 5:** Změny v obsahu amoniaku u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu



**Obrázek 6:** Změny v obsahu dusitanů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu



**Obrázek 7:** Změny v obsahu dusičnanů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu



**Obrázek 8:** Změny v obsahu chloridů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu

### 5.1.2 Druhá varianta

V nádržích III a IV se za jednu hodinu vyměnily 2/3 objemu nádrže, tedy 66 litrů. Výsledky ze všech měření v těchto žlabech jsou prezentovány v Tabulce 17.

Podobně jako u první varianty, i zde docházelo k relativně velkým výkyvům v obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě, u pH však zároveň k výrazným výkyvům nedocházelo.

Ve třetím žlabu (III) byla nejvyšší naměřená hodnota  $O_2$   $6,43 \text{ mg.l}^{-1}$  (2.6.) a nejnižší  $3,58 \text{ mg.l}^{-1}$  (18.6.), maximum pH bylo 8,25 a minimum 7,64 a teplota se pohybovala v rozmezí  $19,3 - 20,9 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Nejvyšší množství rozpuštěného kyslíku ve čtvrtém žlabu (IV) bylo  $6,44 \text{ mg.l}^{-1}$  (2.6.) a nejnižší  $3,92 \text{ mg.l}^{-1}$  (15.6.). Maximální zjištěné pH činilo 8,26, minimální 7,59, s rozsahem teplot  $19,3 - 20,9 \text{ }^\circ\text{C}$ .

I zde byl, podobně jako u první varianty, výskyt jednotlivých frakcí dusíkatého metabolismu v obou žlabech prakticky totožný (pouze 7.6. je patrný pokles amoniaku ve žlabu III), a zároveň že jejich dynamika stejným způsobem také neodpovídá (vyjma  $N-NO_2^-$ ) standardu. Zjištěné výsledky jsou vyobrazeny v Tabulce 18, graficky pak na Obrázcích 5-8.

### 5.1.3 Třetí varianta

Také u této varianty byly mezi žlaby V a VI zjištěny velmi podobné hodnoty, a stejně tak zde docházelo k výraznému kolísání kyslíku. V těchto žlabech byla výměna vody nastavena na 3/3 celkového objemu vody za hodinu. Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v Tabulce 19.

Jako u obou předchozích variant, i zde byly rozdíly mezi žlaby minimální. Stejně tak byly výkyvy kyslíku výrazné, a naproti tomu hodnoty pH a teploty byly bez větších výchylek.

V pátém žlabu (V) bylo zjištěno maximum rozpuštěného kyslíku  $6,28 \text{ mg.l}^{-1}$  (2.6.) a minimum  $4,16 \text{ mg.l}^{-1}$  (23.6.), rozmezí pH bylo od 7,65 do 8,21 a teplota se pohybovala v rozpětí  $19,3 - 20,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Voda v šestém žlabu (VI) byla nejvíce nasycena kyslíkem při  $6,47 \text{ mg.l}^{-1}$  (2.6.) a nejméně při  $3,61 \text{ mg.l}^{-1}$  (18.6.). Hodnoty pH nabývaly hodnot od 7,63 do 8,20 a rozpětí teplot bylo  $19,3 - 20,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Stejně jako u výše uvedených variant, také zde byl výskyt amoniaku, dusitanů, dusičnanů i chloridů téměř stejný, bez výrazných rozdílů. Výskyt těchto metabolitů také nesplňoval, s výjimkou dusitanů, standard. Výsledné hodnoty ze žlabů V a VI jsou sumarizovány v Tabulce 20 a graficky vyobrazeny na Obrázcích 5-8.

### 5.1.4 Filtr, přítok

Z důvodu výrazného kolísání kyslíku ve všech žlabech jsme od 9.6. začali měřit hydrochemické parametry také v přítokové vodě a v oblasti filtru. Při prvním měření jsme zjistili  $1,74 \text{ mg.l}^{-1}$  kyslíku na přítoku a  $2,63 \text{ mg.l}^{-1}$  v ponořeném filtru. Ihned jsme do systému (konkrétně do filtru a k čerpadlu) zvýšili množství vzduchovacích kamenů a zdvojnásobili jsme frekvenci čištění filtru. Při dalším měření následující den již byla zjištěna na přítoku hodnota  $5,80 \text{ mg.l}^{-1}$  a ve filtru  $4,90 \text{ mg.l}^{-1}$ . Ve žlabech se však změna výrazně neprojevila, a 18.6. byla v téměř všech žlabech naměřena nejnižší hodnota. Proto byl k čerpadlu zaveden přívod čistého kyslíku z kyslíkové bomby. Díky tomu bylo dosaženo výrazného zvýšení množství rozpuštěného kyslíku v přítokové vodě (s maximem  $11,10 \text{ mg.l}^{-1}$  dne 22.6.), nicméně stále nedocházelo k významnému zvýšení ve žlabech. Vzhledem k tomu, že voda na přítoku vodu ve žlabech dostatečně zásobila kyslíkem, a že každý den byly žlaby čištěny od zbytků krmiva a výkalů, lze usuzovat, že kyslík byl spotřebováván primárně rybami, a jeho nízké hodnoty byly

pravděpodobně způsobeny hustotou obsádky, která byla 150 ks/žlab. Při sledování hodnot pH bylo zjištěno, že byly téměř shodné s hodnotou pH ve žlabech, pouze po zavedení přívodu čistého kyslíku kleslo pH v přítokové vodě na 7,25 (18.6.).

Laboratorní rozbory byly prováděny pouze pro přítokovou vodu, nikoliv pro vodu z filtru. Množství naměřených hodnot odpovídá hodnotám zjištěným ve všech žlabech, pouze amoniak byl na začátku a konci pokusu v přítokové vodě zjištěn v menší míře.

Při zvýšení obsahu dusitanů ve vodě nad hodnotu 2,5 mg.l<sup>-1</sup> jsme zvyšovali obsah chloridů přidáním kuchyňské soli do systému, čímž jsme dosáhli snížení potenciální toxicity dusitanů.

### **5.1.5 Statistické vyhodnocení výsledků**

Zjištěné výsledky byly také statisticky zhodnoceny. K tomuto účelu byla použita analýza rozptylu (ANOVA) a hladina významnosti ( $\alpha$ ) byla standardně nastavena na hodnotu 0,05.

Z hydrochemických parametrů byly analyzovány hodnoty rozpuštěného kyslíku ve vodě a pH. Ani u jednoho z výše uvedených parametrů nebyl mezi variantami prokázán statistický rozdíl.

Při srovnání výsledků z laboratorních rozborů vody nebyl mezi žádnou variantou statistický rozdíl prokázán u amoniaku a dusičnanů; u dusitanů byl statistický rozdíl prokázán na úrovni  $p < 0,05$  mezi variantou 1 a variantou 3.

Z výše uvedeného vyplývá, že hypotéza první části experimentu nebyla prokázána – tedy že zvolené rychlosti výměny vody ve žlabech při jednotné obsádce nemají vliv na stav hydrochemických parametrů.

## **5.2 Krmný test**

Ve vyhodnocení krmného testu jsou uvedeny zjištěné délkohmotnostní a produkční parametry pro každou variantu zvlášť. Věk nasazených ryb na počátku krmného testu byl 143 DAH a jejich délkohmotnostní charakteristika včetně směrodatných odchylek je uvedena v Tabulce 9. Statistická zhodnocení jednotlivých parametrů jsou uvedena v příslušných tabulkách formou písemného indexu (hodnoty se stejným indexem nebo bez indexu nejsou statisticky rozdílné, u hodnot s odlišnými indexy byl prokázán statistický rozdíl na úrovni  $p < 0,05$ ).

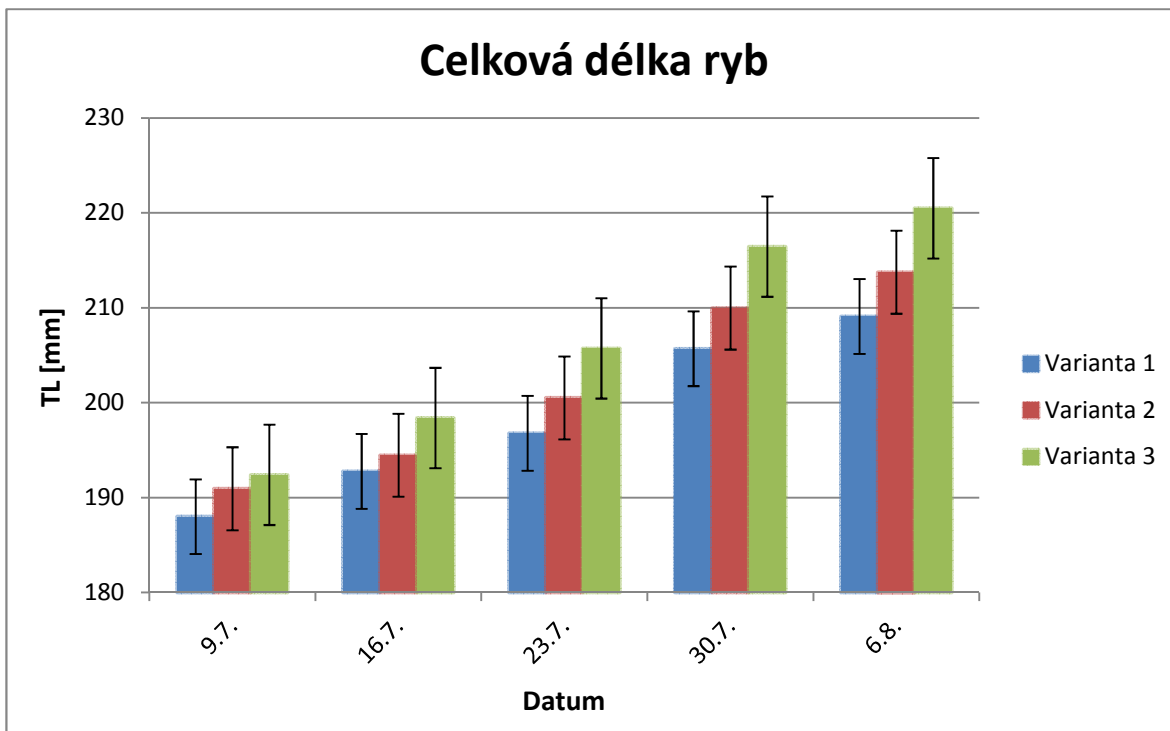
### 5.2.1 První varianta

Ryby z této varianty dosáhly ze všech variant na konci pokusu nejnižší celkovou délkou (209,8 mm) i hmotností (37,99 g). Vývoj těchto parametrů a jeho srovnání s ostatními variantami je graficky znázorněn na Obrázcích 9 a 10. Průměrná hmotnost ryb na začátku pokusu byla 29,00 g. Specifická rychlost délkového růstu (SLGR) za celé období byla 0,44 %·d<sup>-1</sup>, s výrazným poklesem v posledním týdnu sledování. Specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR) měla průměrnou hodnotu za celé sledované období 1,15 %·d<sup>-1</sup>, s výraznějším poklesem v posledních dvou týdnech sledování. Specifické rychlosti růstu jsou pro každý týden experimentu pro první variantu shrnuty v Tabulce 10 a graficky jsou zobrazeny na Obrázcích 13 a 14. Průměrný denní přírůstek délky (DI<sub>TL</sub>) byl 0,753 mm·d<sup>-1</sup> a průměrný denní přírůstek hmotnosti (DI<sub>w</sub>) byl 0,321 g·d<sup>-1</sup>. Podle výpočtu relativní rychlosti růstu navýšily ryby za dobu pokusu svou hmotnost o 31,0%, přičemž 100% své hmotnosti by dosáhly za 90,3 dne. Krmný koeficient byl u první varianty 2,12 kg·kg<sup>-1</sup> a hodnota PER byla 1,01. Fultonův koeficient (FWC) se pozvolna snižoval z hodnoty 0,44 na začátku pokusu na 0,41 na konci pokusu. Průběh FWC je graficky znázorněn na Obrázku 12 a společně s celkovou délkou a hmotností je shrnut v Tabulce 6. Za dobu pokusu neuhynula v této variantě žádná z ryb, ani nebyla zaznamenána žádná ryba s výskytem plynatosti. Délkohmotnostní vztah je znázorněn na Obrázku 11.

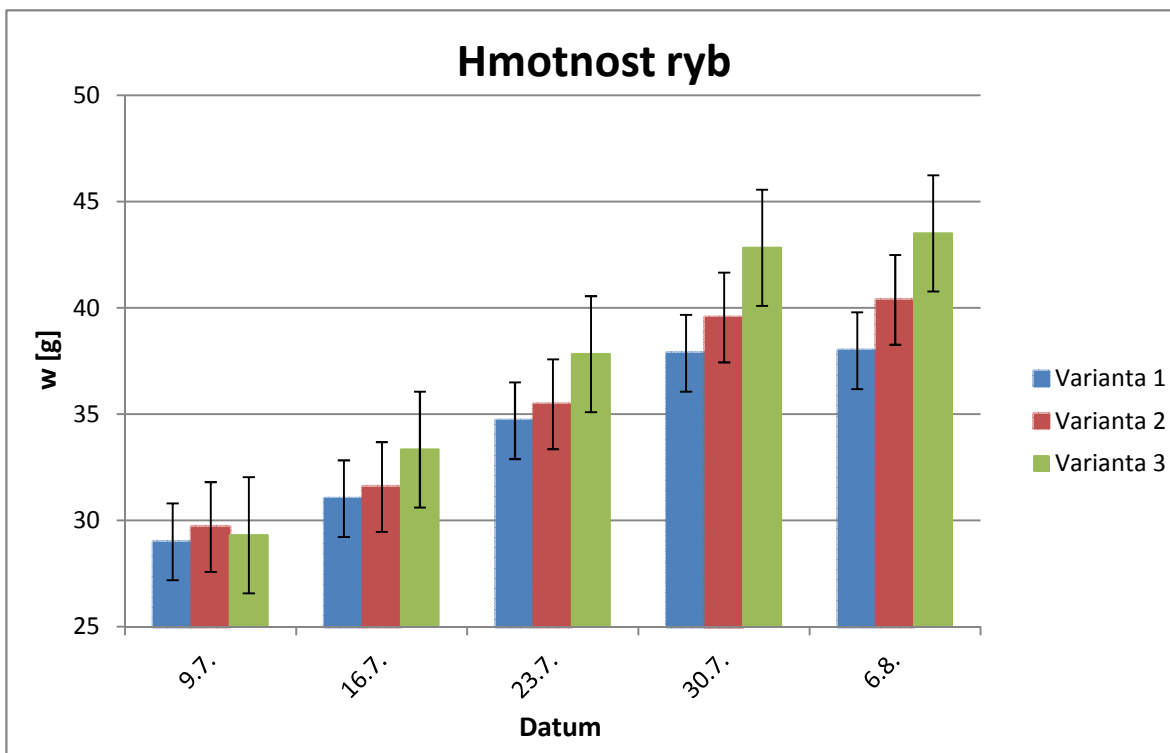
**Tabulka 6: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u první varianty**

Datum	TL (mm)		w (g)		FWC	
	Rozmezí	Prům. ± SD	Rozmezí	Prům. ± SD	Rozmezí	Prům. ± SD
9.7.	175-205	188,0 ± 6,2	25-34	29,00 ± 2,40	0,35-0,54	0,44 ± 0,03
16.7.	177-210	192,8 ± 7,0	23-40	31,03 ± 3,79	0,34-0,55	0,43 ± 0,04
23.7.	179-218	196,8 ± 8,2	22-46	34,70 ± 4,94	0,35-0,56	0,45 ± 0,04
30.7.	179-231	205,7 ± 10,0	21-51	37,87 ± 6,34	0,30-0,61	0,43 ± 0,05
6.8.	184-235	209,1 ± 11,2	21-53	37,99 ± 6,75	0,30-0,53	0,41 ± 0,05





**Obrázek 9:** Vývoj celkové délky (TL) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu



**Obrázek 10:** Vývoj hmotnosti (w) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu

### 5.2.2 Druhá varianta

U ryb z této varianty byla na konci pokusu zjištěna vyšší celková délka (213,7 mm) i hmotnost (40,38 g) než u první varianty. Průměrná hmotnost ryb na začátku pokusu byla 29,70 g. SLGR za celé období byla 0,47 %·d<sup>-1</sup>, také s výrazným poklesem v posledním týdnu sledování. SWGR měla průměrnou hodnotu za celé sledované období 1,28 %·d<sup>-1</sup>, stejně jako u předchozí varianty s výraznějším poklesem v posledních dvou týdnech sledování. Specifické rychlosti růstu jsou pro každý týden experimentu pro druhou variantu shrnuty v Tabulce 10 a jsou graficky zobrazeny na Obrázcích 13 a 14. Průměrný denní přírůstek délky byl 0,815 mm·d<sup>-1</sup> a průměrný denní přírůstek hmotnosti byl 0,381 g·d<sup>-1</sup>. Ryby navýšily podle výpočtu relativní rychlosti růstu svou hmotnost o 35,96%, přičemž 100% své hmotnosti by dosáhly za 77,9 dne. Krmný koeficient pro tuto variantu byl 1,82 kg·kg<sup>-1</sup> a hodnota PER byla 1,18. Fultonův koeficient (FWC) z hodnoty 0,43 na začátku pokusu poklesl na 0,41 na konci pokusu. Průběh FWC je graficky znázorněn na Obrázku 12 a společně s celkovou délkou a hmotností je shrnut v Tabulce 7. Za dobu pokusu neuhynula v této variantě žádná z ryb, ani nebyla zaznamenána žádná ryba s výskytem plynatosti. Délkohmotnostní vztah je znázorněn na Obrázku 11.

**Tabulka 7: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u druhé varianty**

Datum	TL (mm)		w (g)		FWC	
	Rozmezí	Prům. ± SD	Rozmezí	Prům. ± SD	Rozmezí	Prům. ± SD
9.7.	174-205	190,9 ± 7,0	25-36	29,70 ± 2,63	0,35-0,63	0,43 ± 0,04
16.7.	175-209	194,5 ± 8,5	25-42	31,58 ± 4,45	0,35-0,54	0,43 ± 0,04
23.7.	175-220	200,5 ± 11,1	24-51	35,47 ± 7,06	0,36-0,61	0,44 ± 0,05
30.7.	175-237	210,0 ± 13,7	23-59	39,55 ± 9,65	0,33-0,60	0,42 ± 0,05
6.8.	180-244	213,7 ± 15,2	18-64	40,38 ± 10,67	0,30-0,56	0,41 ± 0,06

### 5.2.3 Třetí varianta

Třetí varianta dosáhla na konci pokusu nejvyšší celkovou délku (220,5 mm) i hmotnost (43,51 g) ze všech testovaných skupin. Průměrná hmotnost ryb na začátku pokusu byla 29,31 g. SLGR za celé období byla 0,454%·d<sup>-1</sup>, opět s výrazným poklesem v posledním týdnu sledování. SWGR měla průměrnou hodnotu za celé sledované období 1,317%·d<sup>-1</sup>, a stejně jako u předchozích variant byl zaznamenán výraznější pokles v posledních dvou týdnech sledování. Specifické rychlosti růstu jsou pro každý týden experimentu pro druhou variantu shrnuty v Tabulce 10 a graficky jsou zobrazeny

na Obrázcích 13 a 14. Průměrný denní přírůstek délky byl  $1,003 \text{ mm.d}^{-1}$  a průměrný denní přírůstek hmotnosti byl  $0,507 \text{ g.d}^{-1}$ . Ryby navýšily podle výpočtu relativní rychlosti růstu za dobu sledování svou hmotnost o 48,45%, přičemž 100% své hmotnosti by dosáhly za 57,8 dne. U třetí varianty byl krmný koeficient na úrovni  $1,44 \text{ kg.kg}^{-1}$  a hodnota PER byla 1,46. Fultonův koeficient (FWC) z hodnoty 0,41 na začátku pokusu poklesl na 0,40 na konci pokusu. Průběh FWC pro třetí variantu je graficky znázorněn na Obrázku 12 a společně s celkovou délkou a hmotností je shrnut v Tabulce 8. Za dobu pokusu neuhynula v této variantě žádná z ryb, ani nebyla zaznamenána žádná ryba s výskytem plynatosti. Délkohmotnostní vztah je znázorněn na Obrázku 11.

**Tabulka 8: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u třetí varianty**

Datum	TL (mm)		w (g)		FWC	
	Rozmezí	Prům. $\pm$ SD	Rozmezí	Prům. $\pm$ SD	Rozmezí	Prům. $\pm$ SD
9.7.	167-209	192,4 $\pm$ 8,9	25-34	29,31 $\pm$ 2,71	0,33-0,69	0,41 $\pm$ 0,04
16.7.	180-220	198,4 $\pm$ 9,3	23-44	33,34 $\pm$ 4,78	0,34-0,69	0,43 $\pm$ 0,05
23.7.	178-234	205,7 $\pm$ 11,0	23-56	37,83 $\pm$ 6,73	0,33-0,63	0,43 $\pm$ 0,04
30.7.	182-249	216,4 $\pm$ 13,3	22-70	42,83 $\pm$ 9,16	0,33-0,66	0,42 $\pm$ 0,05
6.8.	189-256	220,5 $\pm$ 14,4	19-72	43,51 $\pm$ 9,73	0,28-0,61	0,40 $\pm$ 0,05

#### 5.2.4 Úhyny

U krmného testu byly také zjišťovány každý den úhyny ryb a výskyt ryb s plynatostí, která je podle RYBNIKÁRA a MAREŠE (2012) nejčastěji způsobena nepravidelností krmení. Takto postižené ryby nemohou normálně plavat, obracejí se břichem nahoru a mají problém se ponořit pod hladinu, což jim prakticky znemožňuje příjem potravy, čímž dochází k postupnému úbytku hmotnosti a nakonec k úhynu. V průběhu celého krmného testu však nebyl zaznamenán u žádné varianty zaznamenán žádný úhyn ani výskyt ryb s plynatostí, prosté přežití tak bylo u všech variant 100%.

#### 5.2.5 Souhrn

V této podkapitole jsou uvedeny základní vstupní a výstupní parametry krmného testu (Tabulka 9) a dále jsou zde sumarizovány některé údaje, které nebyly uvedeny v hodnocení výsledků jednotlivých variant (Tabulky 10 a 11). U celkové délky, hmotnosti, Fultonova koeficientu hmotnostní kondice a analýzy tkání je uvedena statistická významnost.

**Tabulka 9: Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů provedeného krmného testu, včetně směrodatných odchylek**

Parametr	Legenda	Var. 1	Var. 2	Var. 3
		Začátek krmného testu		
Celková hmotnost (g)	w <sub>0</sub>	2900	2970	2931
Počet ryb (ks)	n <sub>0</sub>	100	100	100
Ø celková délka (mm.ks <sup>-1</sup> )		188,0 ± 6,2	190,9 ± 7,0	192,4 ± 8,9
Ø hmotnost (g.ks <sup>-1</sup> )		29,00 ± 2,40	29,70 ± 2,63	29,31 ± 2,71
FWC		0,44 ± 0,03	0,43 ± 0,04	0,41 ± 0,04
		Konec krmného testu		
Celková hmotnost (g)		3799	4038	4351
Počet ryb (ks)		100	100	100
Ø celková délka (mm.ks <sup>-1</sup> )		209,1 <sup>a</sup> ± 11,2	213,7 <sup>b</sup> ± 15,2	220,5 <sup>c</sup> ± 14,4
Ø hmotnost (g.ks <sup>-1</sup> )		37,99 <sup>a</sup> ± 6,75	40,38 <sup>b</sup> ± 10,67	43,51 <sup>c</sup> ± 9,73
Počet dnů experimentu	t	28	28	28
FWC		0,41 <sup>a</sup> ± 0,03	0,41 <sup>a</sup> ± 0,06	0,40 <sup>a</sup> ± 0,05
SLGR (%.d <sup>-1</sup> )		0,44	0,47	0,57
SWGR (%.d <sup>-1</sup> )		1,12	1,28	1,65
Spotřeba krmiva (kg)	F	1,90	1,95	2,04
FCR (kg.kg <sup>-1</sup> )		2,12	1,82	1,44
PER		1,01	1,18	1,46
Ø kusový přírůstek (g)		8,99	10,68	14,20
DI <sub>w</sub> (g.d <sup>-1</sup> )		0,32	0,38	0,51
Přežití prosté (%)		100	100	100

**Tabulka 10: Hodnoty SLGR a SWGR u jednotlivých variant v průběhu krmného testu**

Datum	SLGR (%.d <sup>-1</sup> )			SWGR (%.d <sup>-1</sup> )		
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 1	Var. 2	Var. 3
16.7.	0,42	0,31	0,51	1,13	1,02	2,15
23.7.	0,34	0,51	0,61	1,86	1,93	2,11
30.7.	0,74	0,77	0,85	1,46	1,81	2,07
6.8.	0,27	0,30	0,31	0,05	0,35	0,26
<b>Průměr</b>	<b>0,44</b>	<b>0,47</b>	<b>0,57</b>	<b>1,12</b>	<b>1,28</b>	<b>1,65</b>

**Tabulka 11: Hodnoty FCE a PER pro jednotlivé žlaby i varianty**

Parametr	Varianta/žlab	Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3	
		I	II	III	IV	V	VI
FCR (kg.kg <sup>-1</sup> )	Průměr žlaby	2,02	2,23	1,85	1,79	1,48	1,40
	Průměr varianty	2,12		1,82		1,44	
PER	Průměr žlaby	1,06	0,96	1,16	1,20	1,42	1,50
	Průměr varianty	1,01		1,18		1,46	

### 5.2.6 Analýza tkání

V rámci hodnocení produkčních parametrů byly také na začátku a konci pokusu odebrány vzorky ryb pro analýzu tkání. Před roztříděním ryb byly odebrány na analýzy tři ryby, po skončení pokusu byly tři ryby odebrány z každého žlabu, tedy šest ryb na variantu. Zjištěné výsledky pro jednotlivé varianty jsou uvedeny v Tabulce 12.

**Tabulka 12: Výsledky z analýzy tkání, průměrné hodnoty; Varianta 0 označuje vzorky odebrané před roztříděním ryb do žlabů**

Varianta	Tuk			Popel			Bílkoviny			S
	%	v S	v těle	%	v S	v těle	%	v S	v těle	
0	23,59	24,31	5,11 <sup>a</sup>	13,21	13,62	2,85 <sup>a</sup>	54,41	56,09	11,74 <sup>a</sup>	20,95
1	25,74	26,29	6,45 <sup>ab</sup>	12,12	12,38	3,01 <sup>a</sup>	55,11	56,31	13,72 <sup>b</sup>	24,41
2	26,94	27,48	6,76 <sup>ab</sup>	12,19	12,44	3,06 <sup>a</sup>	54,86	55,95	13,74 <sup>b</sup>	24,58
3	28,50	29,10	7,57 <sup>b</sup>	12,17	12,43	3,21 <sup>a</sup>	53,18	54,33	13,99 <sup>b</sup>	25,80

Oproti prvním odebraným vzorkům byl u ryb z první varianty zjištěn nárůst bílkovin v těle o 16,9 % a nárůst tuku v těle o 26,2 % a u ryb z druhé varianty nárůst bílkovin v těle o 17,0 % a nárůst tuku v těle o 32,3 %. U ryb ze třetí varianty byl zjištěn nárůst bílkovin v těle o 19,2 % a nárůst tuku v těle o 48,1 %, což je z obou sledovaných parametrů nejvíce.

Před vlastní analýzou byly jednotlivým vzorkům vyjmuty vnitřnosti, které byly zváženy, a z nich byla následně odpreparována (a také zvážena) játra. Ze zjištěných hodnot byly následně vypočteny viscerosomatický index (VSI) a hepatosomatický index (HSI). Tyto indexy jsou zaneseny v Tabulce 13.

**Tabulka 13: Průměrné hodnoty viscerosomatického a hepatosomatického indexu pro všechny varianty; Varianta 0 označuje vzorky odebrané před rozříděním ryb do žlabů**

Varianta	VSI	HSI
0	13,46	1,85
1	11,58	1,32
2	12,12	1,79
3	11,82	2,17

Viscerosomatický index byl nejvyšší u ryb odebraných před začátkem experimentu. Ryby z první varianty mají tento index o 14,0 % nižší, ryby z druhé varianty o 10,0 % nižší a ryby ze třetí varianty o 12,2 % nižší.

Nejvyšší hepatosomatický index byl zjištěn u ryb ze třetí varianty. Byl o 17,3 % vyšší než u ryb analyzovaných před začátkem experimentu. Ryby z první varianty však již měly tuto hodnotu o 28,7 % nižší než ryby z nulté varianty, a ryby z druhé varianty ji měly nižší o 3,2 %.

#### **5.2.7 Ekonomické zhodnocení**

Součástí krmného testu bylo nakonec také zjištění ekonomické efektivity odchovu při použití daných krmiv. Ze zjištěných hodnot celkového přírůstku obsádek, množství zkrmeného krmiva v jednotlivých žlabech a cen jednotlivých krmiv v korunách za kilogram byla vypočtena celková cena spotřebovaných krmiv a z toho také cena za 1 kg přírůstku, a vzhledem k faktu, že jeseteři jsou obvykle prodáváni na délku, je zde také uveden přepočtený přírůstek 1 m. Výsledky z ekonomického zhodnocení jsou uvedeny v Tabulce 14.

**Tabulka 14: Ekonomické zhodnocení krmného testu; použitá krmiva: Varianta 1 – Aller Bronze; Varianta 2 – Aller Silver; Varianta 3 – BioMar Inicio 918**

<b>Varianta</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	
<b>Žlab</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>Přírůstek (kg)</b>	0,475	0,424	0,529	0,539	0,690	0,730
<b>Přírůstek (m)</b>	1,128	0,981	1,148	1,133	1,434	1,374
<b>Zkrmeno (kg)</b>	0,958	0,945	0,979	0,967	1,020	1,024
<b>Cena krmiva za 1 kg (Kč)</b>	42		50		55	
<b>Celková cena krmiva (Kč)</b>	40,2	39,7	49,0	48,4	56,1	56,3
<b>Cena za 1 kg přírůstku (Kč)</b>	<i>84,7</i>	<i>93,6</i>	<i>92,5</i>	<i>89,7</i>	<i>81,3</i>	<i>77,2</i>
<b>Průměr varianty za 1 kg (Kč)</b>	<i>89,15</i>		<i>91,10</i>		<i>79,25</i>	
<b>Cena za 1 m přírůstku (Kč)</b>	<i>35,6</i>	<i>42,0</i>	<i>42,7</i>	<i>42,7</i>	<i>39,1</i>	<i>41,0</i>
<b>Průměr variant za 1 m (Kč)</b>	<i>38,8</i>		<i>42,7</i>		<i>40,1</i>	

Z údajů uvedených výše je patrné, že jako nejefektivnější z hlediska hmotnostního přírůstku se jeví varianta 3, kde byla v obou žlabech oproti ostatním variantám nejnižší cena krmiva na kilogram přírůstku, a to i přes nejvyšší cenu krmiva a nejvyšší množství spotřebovaného krmiva. Z hlediska délkového přírůstku je však nejlepší první varianta, u které je cena za 1 m přírůstku nejnižší. Varianta 2 je ekonomicky nejméně výhodná v obou sledovaných parametrech.

## 6 DISKUSE

Výsledky zjištěné v tomto experimentu byly porovnány s jinými autory, kteří se touto problematikou zabývali. Ryby z našeho experimentu hmotnostně odpovídali jedincům jesetera malého, se kterými pracovali USTAOGLU a RENNERT (2002). Tyto ryby dosahovaly na počátku pokusu průměrné hmotnosti 28,60 a 29,57 g a byly krmeny různými experimentálními dietami, kdy první byla na bázi rybí moučky a druhá na bázi izolovaného sojového proteinu. Obsah rozpuštěného kyslíku v odchovných nádržích se pohyboval v rozmezí 6,6 – 8,5 mg.l<sup>-1</sup> a pH bylo 7,8 – 7,9. Krmná dávka tvořila 1,5% hmotnosti obsádky. U první diety byla hmotnost ryb na konci experimentu, který trval 70 dní, průměrně 51,66 g a bylo dosaženo SWGR 0,78%.d<sup>-1</sup>. Krmný koeficient u této diety byl 1,33. Ryby krmeny dietou na bázi sojového proteinu vykazovaly na konci pokusu nižší průměrnou hmotnost (42,01 g), nižší specifickou rychlost růstu (0,46%.d<sup>-1</sup>) a výrazně vyšší krmný koeficient (2,22). Ryby z našeho pokusu tedy dosahovaly vyšší SWGR než u obou výše popsáných variant. FCR u první varianty se hodnotou blíží krmnému koeficientu dosaženému v našem pokusu u třetí varianty (1,44), která byla krmena krmivem BioMar Inicio 918. Naopak FCR u druhé varianty (sojový protein) odpovídá spíše hodnotě zjištěné u první varianty (2,12), kde bylo použito krmivo Aller Bronze. Stejní autoři uskutečnili v roce 2006 podobný experiment, v němž pouze nahradili v krmných směsích část rybí moučky sojovým proteinem při stejné krmné dávce. Ryby z tohoto experimentu měly na počátku průměrnou hmotnost vyšší, než v ryby z roku 2002 (37,70 a 36,17 g) a tyto hodnoty přibližně odpovídají hmotnosti ryb, které jsme dosáhli u ryb na konci našeho pokusu. Hodnoty SWGR zde již dosahovaly podobných hodnot (0,63 a 0,70) a krmný koeficient byl 1,5 pro první dietu a 1,3 pro druhou dietu. Z výše uvedeného lze tedy usuzovat, že rybí moučka má z hlediska stravitelnosti bílkovin pozitivní vliv na přírůstek, rychlost růstu i množství spotřebovaného krmiva na jednotku přírůstku. Obdobnou problematiku také řešili YUN *et al.* (2014), kteří v průběhu osmi týdnů zkoušeli na jeseteru sibiřském (*A. baeri*) účinnost čtyř experimentálních diet (dvě s obsahem bílkovin 40% a dvě s obsahem bílkovin 36%), kdy u dvou z nich byla rybí moučka nahrazena rostlinným proteinem, a krmivo bylo obohaceno o syntetické esenciální aminokyseliny, a u dvou byla rybí moučka ponechána. Hodnoty SWGR byly u všech čtyř diet prakticky stejné (2,32 a 2,33 pro krmiva na bázi rybí moučky a 2,26 a 2,21 pro krmiva na bázi rostlinných proteinů) a stejně tak i krmný koeficient (1,29 a 1,40 u rybí moučky a 1,27 a 1,35 u rostlinných



proteinů). Také SION *et al.* (2011) testovali vliv dvou experimentálních krmných směsí na růst juvenilního jesetera malého v recirkulačním akvakulturním systému. Ryby byly rozděleny do dvou variant se dvěma opakováními a každé variantě byla předkládána jiná experimentální dieta, která se lišila primárně obsahem bílkovin (46% a 30%) a tuků (20% a 7%). Krmná dávka u obou variant byla 1,5% hmotnosti obsádky a krmný test trval 30 dnů. Ryby z obou variant měly na počátku pokusu průměrnou individuální hmotnost 40,5 g. Průměrný individuální přírůstek u první varianty byl 15,75 g, se specifickou rychlostí růstu (SWGR)  $1,11\% \cdot d^{-1}$  (přibližně odpovídá průměru mezi naší variantou 2 a variantou 3) a krmným koeficientem 1,49 (lze přirovnat k naší variantě 3). Ryby kmené krmivem s nižším obsahem bílkovin a tuků měly průměrný individuální přírůstek 8,50 g, hodnota SWGR byla 0,63 (tedy ještě nižší, než u naší varianty 1) a krmný koeficient byl 2,81, což výrazně převyšuje FCR u všech variant v našem pokusu. Růstovými vlastnostmi jesetera malého se zabývali také BARÁNEK *et al.* (2004) a BARÁNEK (2004). V těchto publikacích vyhodnocují růst několika věkových kategorií jesetera malého v Rybníkářství Pohořelice, kde probíhal od 28.7. do 2.9. krmný test. Testovány byly ryby věkových kategorií 1+ (rozděleny do čtyř bazénů) a 4+ a 5+ (rozděleny do tří bazénů). Hmotnostně nejbližší k rybám z našeho experimentu měly ryby z kategorie 1+, které byly odchovávané v bazénu 1. Tyto ryby měly na počátku krmného testu průměrnou individuální hmotnost 31,83 g a průměrnou celkovou délku 231,95 mm. Předkládané krmivo bylo Dan-Ex 1352 1,5 mm pomocí pásových samokrmítek po celých 24 hodin. Denní krmná dávka tvořila 2,28% hmotnosti obsádky, což může být důvodem vyššího krmného koeficientu (3,70). Průměrný denní přírůstek byl u těchto ryb  $0,26 g \cdot d^{-1}$ , což je méně než u všech variant v našem experimentu, a SWGR dosahovalo  $0,73\% \cdot d^{-1}$  (také méně, než v našem experimentu). Doba trvání krmného testu u ryb z bazénu 1 byla 28 dní a na konci testu byla průměrná individuální hmotnost ryb 39,07 g. BARÁNEK *et al.* (2006) provedli v Rybníkářství Pohořelice v roce 2005 další krmný test na jeseteru malém ve věkové kategorii 1+. Byla srovnávána účinnost komerční krmné směsi od firmy Skretting a experimentální směsi vlastní výroby podle receptury profesora Jiráska. Tyto směsi se lišily primárně v obsahu bílkovin. Krmná dávka byla stanovena na 2% hmotnosti obsádky. Pro pokus byly ryby rozděleny do čtyř skupin – skupiny 1 a 3 byly krmeny experimentální dietou a skupiny 2 a 4 byly krmeny komerční dietou – a byly umístěny do čtyř průtokových žlabů. Na počátku pokusu byly průměrné hmotnosti u ryb ve skupině 1 44,80 g a ve skupině 3

40,33 g, ve skupině 2 38,07 g a ve skupině 4 40,23 g. Na konci pokusu byly výsledné hodnoty ze skupin 1 a 3 a skupin 2 a 4 sumarizovány. Ryby krmené experimentálním krmivem měly na konci pokusu průměrnou hmotnost 78,92 g, Fultonův koeficient byl 0,38, SWGR 1,47%.d<sup>-1</sup> a FCR 1,27. Ryby krmené komerčním krmivem dosáhly hmotnosti 94,22 g, FWC 0,40, při specifické rychlosti růstu 2,10%.d<sup>-1</sup> a krmný koeficient byl 0,85. Z výše uvedených hodnot se našim výsledkům blíží spíše výsledky z použití experimentální krmné směsi. JIRÁSEK *et al.* (1997) a PROKEŠ *et al.* (1997, 2000, 2011) uvádí výsledné hodnoty ze společného odchovu juvenilů jesetera malého a jesetera sibiřského ve stejných kontrolovaných podmínkách, realizovaného v roce 1996. V prvních 30 dnech společného odchovu vykazoval jeseter malý vyšší intenzitu délkového (65,4 mm) i hmotnostního (1,00 g) růstu, zatímco jeseter sibiřský rostl po tuto dobu pomaleji (63,8 mm a 0,81 g), dále však již byla intenzita růstu výraznější u jesetera sibiřského.

Na základě výsledků dosažených v provedeném experimentu jsme došli k závěru, že ačkoliv bylo krmivo BioMar Inicio 918 nejdražší a bylo ho zkrmeno největší množství, měly ryby jím krmené nejvyšší hmotnostní přírůstek a dosáhly nejnižšího krmného koeficientu. Také z něj dokázaly ryby nejlépe využít v něm obsažený protein. Ryby krmené tímto krmivem měly také nejvyšší nárůst tuku a bílkovin v těle, což je pravděpodobně dáno tím, že toto krmivo mělo ze všech předkládaných krmiv nejvyšší obsah těchto látek. Hepatosomatický index byl také nejvyšší u ryb třetí varianty, zatímco nejvyššího viscerosomatického indexu dosáhly ryby z druhé varianty. AKBULUT *et al.* (2013) ověřovali vliv různé velikosti krmné dávky na růstové vlastnosti, hodnotu VSI a HSI a výtěžnost u jesetera malého. Pro účely jejich pokusu byly stanoveny krmné dávky o třech různých velikostech (1, 2 a 3 % hmotnosti obsádky). Předkládané krmivo obsahovalo 45 % bílkovin a 6,5 % tuku. Průměrná počáteční hmotnost ryb byla 187 g. Ačkoliv nejnižší krmný koeficient (1,8) vycházel u první varianty, nejlepších růstových parametrů dosáhly ryby krmené 2 % hmotnosti obsádky. Tyto ryby měly nejvyšší průměrný denní přírůstek (4,9 g.d<sup>-1</sup>), nejvyšší celkový přírůstek (98,7 g) a nejvyšší rychlost růstu (2,1 %.d<sup>-1</sup>) při hodnotě krmného koeficientu 2,9. Také hodnoty hepatosomatického a viscerosomatického indexu byly nejvyšší (2,5 a 8,9), mezi jednotlivými variantami však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Z výsledků sledování hydrochemických parametrů v průběhu první části našeho experimentu lze konstatovat, že dynamika změn jednotlivých látek dusíkového

metabolismu (s výjimkou dusitanů) je odlišná od standardu, který uvádí BREGNBALLE (2010) a HAMLIN *et al.* (2008). Při správné funkci biofiltru dochází nejprve k nárůstu hodnot amoniaku, který je relativně rychle pomocí nitrifikačních bakterií převáděn na dusitany, a ty jsou dále transformovány na pro ryby téměř neškodné dusičnany. V našem pokusu jsme u amoniaku sledovali velké výkyvy v průběhu celého experimentu. Vývoj dusitanů v našem systému probíhal podle standardu, postupně docházelo k jejich navyšování a přibližně ve třetině doby pokusu začaly pozvolně klesat. V této fázi by mělo docházet k navyšování obsahu dusičnanů, ale při našem pokusu byl zaznamenáván od začátku prakticky konstantní pokles, s mírným navýšením ke konci pokusu. Nitrifikační bakterie uvolňují do prostředí při zpracování dusíkových metabolitů oxid uhličitý, čímž dochází ke snižování pH vody. V našem případě však docházelo k velmi mírnému zvyšování pH po celou dobu experimentu. Důvodem výše uvedených nesrovnalostí bylo nejspíše příliš malé množství nitrifikačních bakterií v biologickém filtru.

## 7 ZÁVĚR

V diplomové práci jsou shrnuty výsledky z experimentálního odchovu jesetera malého (*Acipenser ruthenus* Linnae, 1758) v kontrolovaných podmínkách. Pro odchov byly sestaveny tři varianty s opakováním a samotný odchov byl rozdělen na dvě části. Předmětem první části experimentu bylo ověření vlivu různé rychlosti obměny vody ve žlabech na změnu hydrochemických parametrů. Objem vody ve žlabech byl 100 litrů a hustota obsádky byla 150 ks/žlab. Pro každou variantu byly nastaveny odlišné průtokové poměry – u první varianty byla výměna vody 1/3 objemu nádrže za hodinu (33 l), u druhé varianty byla výměna vody 2/3 objemu nádrže za hodinu (66 l) a u třetí varianty se ve žlabech vyměnil za hodinu celý objem (100 l). První část experimentu probíhala od 30.5. do 26.6.2014. Po celou dobu pokusu byly denně sledovány stavy rozpuštěného kyslíku, teploty vody a pH, a každý den byly odebrány vzorky vody (vždy na odtoku ze žlabů a na přítoku) pro laboratorní stanovení obsahu amoniaku, dusitanů a dusičnanů. Z naměřených hodnot jsme dospěli k závěru, že rychlost výměny vody při našem nastavení nemá významný vliv na změnu hydrochemických parametrů ani na výskyt dusíkových metabolitů, mezi jednotlivými variantami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Zjištěné hydrochemické parametry měly po celou dobu pokusu výrazně kolísavý průběh (s výjimkou dusitanů), což bylo pravděpodobně zapříčiněno nedostatečným množstvím nitrifikačních bakterií v biofiltru.

Ve druhé části experimentálního odchovu byl proveden krmný test, ve kterém jsme sledovali vliv tří různých komerčních směsí na vývoj délkohmotnostních a produkčních parametrů. Varianty byly zachovány jako u první části, objem vody ve žlabech zůstal na 100 litrech, ale obsádka byla zredukována na 50 ks/žlab. Každé variantě byla předkládána jiná kompletní krmná směs o velikosti pelet 2 mm – varianta 1 byla krmena krmivem Aller Bronze (46,56 % NL a 14,72 % tuku), varianta 2 byla krmena krmivem Aller Silver (46,61 % NL a 20,49 % tuku) a variantě 3 bylo podáváno krmivo BioMar Inicio 918 (47,67 % NL a 22,48 % tuku). Tato část experimentu probíhala od 9.7. do 6.8.2014. Každý týden byly všechny ryby individuálně změřeny a zváženy a z naměřených údajů byly následně vyhodnoceny následující parametry: krmný koeficient (FCR), specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR), specifická rychlost délkového růstu (SLGR), poměr přírůstku k množství přijatého proteinu (PER), Fultonův koeficient hmotnostní kondice (FWC), relativní rychlost růstu (RGR), 100% přírůstek, průměrný denní přírůstek (DI), průměrný kusový přírůstek a přežití prosté.

Dále byla provedena analýza tkání a byly stanoveny hepatosomatický index (HSI) a viscerosomatický index (VSI). Na závěr bylo provedeno ekonomické zhodnocení provedeného odchovu.

Nejvyšší intenzity délkového i hmotnostního růstu dosáhly ryby ze třetí varianty, které měly na konci pokusu nejvyšší celkovou délku i hmotnost. Tyto ryby také dosáhly nejvyšší SWGR i SLGR. Hodnota FWC byla u této varianty nejnižší, oproti ostatním variantám však nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ). Zjištěn byl také nejvyšší přírůstek tuku a bílkovin v těle. Naopak nejnižší intenzity délkového i hmotnostního růstu, stejně jako specifické rychlosti růstu, dosáhly ryby z první varianty, u kterých byl zjištěn nejmenší přírůstek tuku i bílkovin v těle.

Nejlepšího krmného koeficientu bylo dosaženo u ryb ze třetí varianty. Díky tomu byl odchov s použitím krmiva od firmy BioMar nejekonomičtější, protože bylo dosaženo nejnižších krmných nákladů na přírůstek, přestože se jedná o krmivo nejdražší. Nejhorší krmný koeficient byl zjištěn u první varianty, ale nejméně ekonomický byl odchov ryb z druhé varianty, u které byly krmné náklady na přírůstek nejvyšší.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ADÁMKOVÁ, I., 1999: Postup dekapsulace trvalých vajíček artémie a jejich použití v akvakultuře. Edice metodik, 58. VÚRH Vodňany. 10 s.
- AKBULUT, B., FELEDI, T., LENGYEL, S., RONAYI, A., 2013: Effect of feeding rate on growth performance, food utilization and meat yield of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linne, 1758). *Journal of Fisheries Sciences*, 7 (3). S. 216-224.
- ASGARI, R., RAFIEE, G., EAGDERI, S., NOORI, F., AGH, N., POORBAGHER, H., GISBERT, E., 2013: Ontogeny of the digestive enzyme activities in hatchery produced Beluga (*Huso huso*). *Aquaculture*, 416-417. S. 33-40.
- ASGARI, R., RAFIEE, G., EAGDERI, S., SHAHROOZ, R., POORBAGHER, H., AGH, N., GISBERT, E., 2014: Ontogeny of the digestive system in hatchery produced Beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758): a comparative study between Beluga and genus *Acipenser*. *Aquaculture Nutrition* 2014. S. 1-14.
- BARÁNEK, V., 2004: Růstové vlastnosti jesetera malého a jesetera sibiřského v experimentálních a rybníčních podmínkách. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 93 s.
- BARÁNEK, V., PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., CILEČEK, M., MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., SPURNÝ, P., 2006: Srovnání růstu juvenilního (1+) jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) při použití experimentální a komerční diety. Sbírnka referátů z IX. České ichtyologické konference. VÚRH JU Vodňany. S. 8-11.
- BARÁNEK, V., PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., MAREŠ, J., SPURNÝ, P., NĚMEC, R., 2004: Růst jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v podmínkách Rybníkářství Pohořelice. Sborník referátů „55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“. S. 119-127.
- BARUŠ, V., OLIVA, O. *et al.*, 1995: Fauna ČR a SR. Mihulovci *Petromyzontes* a ryby *Osteichthyes*. Academia, Praha, 1. a 2. díl, 623 a 698 s.

- BEMIS, W. E., FINDEIS, E. K., GRANDE, L., 1997: An overview of Acipenseriformes. *Environmental Biology of Fishes* 48. Kluwer Academic Publishers. S. 25-71.
- BEMIS, W. E., KYNARD, B., 1997: Sturgeon rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history. *Environmental Biology of Fishes* 48. Kluwer Academic Publishers. S. 167-183.
- BILLARD, R., LECOINTRE, G., 2001: Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10. Kluwer Academic Publishers. S. 355-392.
- BIRSTEIN, V. J., BEMIS, W. E., 1997: How many species are there within the genus *Acipenser*? *Environmental Biology of Fishes* 48. Kluwer Academic Publishers. S. 157-163.
- BIRSTEIN, V. J., HANNER, R., DeSALLE, R., 1997: Phylogeny of Acipenseriformes: cytogenetic and molecular approaches. *Environmental Biology of Fishes* 48. Kluwer Academic Publishers. S. 127-155.
- BISHKOUL, G. R., HALIMI, M., NOROUSTA, R., ZAMANI, N., HEIDARI, L., 2013: The anesthetic effects of MS-222 (tricaine methanesulfonate) on some hematological parameters of sterlet, *Acipenser ruthenus*. *Comparative Clinical Pathology*, 24 (1). S. 89-92.
- BREGNBALLE, J., 2010: A guide to recirculation aquaculture. Eurofish, Copenhagen, Denmark. 64 s.
- BRONZI, P., ROSENTHAL, H., ARLATI, G., WILLIOT, P., 1999: A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in Western and Central Europe. *Journal of Applied Ichthyology*, 15. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin. S. 224-227.
- BULÍČEK, V., 2012: Akutní toxicita dusitanů pro jeseterovité ryby. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 53 s.

- CITES – Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora, 2015: *Acipenser ruthenus*. Doc. AC. 16. 7. 2. S. 55-63.
- DALSGAARD, J., LUND, I., THORARINSDOTTIR, R., DRENGSTIG, A., ARVONEN, K., PEDERSEN, P. B., 2013: Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives. *Aquacultural Engineering*, 53. S. 2-13.
- DEBUS, L., WINKLER, M., BILLARD, R., 2002: Structure of Micropyle Surface on Oocytes and Caviar Grains in Sturgeons. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 87 (5-6). S. 585-603.
- DETTLAFF, T. A., GINSBURG, A. S., SCHMALHAUSEN, O. I., 1993: Sturgeon Fishes. *Developmental Biology and Aquaculture*. Springer-Verlag, Berlin. 300 s.
- DOROSHOV, S. I., BINKOWSKI, F. P., 1985: Epilogue: a perspective on sturgeon culture. In: BINKOWSKI, F. P., DOROSHOV, S. I. (eds.). *North American Sturgeons*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- DZYUBA, B., BORYSHPOLETS, S., COSSON, J., DZYUBA, V., FEDOROV, P., SAITO, T., PŠENIČKA, M., LINHART, O., RODINA, M., 2014: Motility and fertilization ability of sterlet *Acipenser ruthenus* testicular sperm after cryopreservation. *Cryobiology*, 69. S. 339-341.
- DZYUBA, B., BORYSHPOLETS, S., SHALIUTINA, A., RODINA, M., YAMANER, G., GELA, D., DZYUBA, V., LINHART, O., 2012: Spermatozoa motility, cryoresistance, and fertilizing ability in sterlet *Acipenser ruthenus* during sequential stripping. *Aquaculture*, 356-357. S. 272-278.
- ESCHMEYER, W. N., 2015: Catalog of fishes. Online version, California Academy of Sciences, San Francisco. Dostupné na: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> [6. 4. 2015, 20:30]



- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015: *Acipenser ruthenus*. FAO Fisheries and Aquaculture department. Dostupné na: <http://www.fao.org/fishery/species/2070/en> [25. 4. 2015, 11:04]
- FINDEIS, E. K., 1997: Osteology and phylogenetic interrelationships of sturgeons (Acipenseridae). *Environmental Biology of Fishes* 48. Kluwer Academic Publishers. S. 73-126.
- FONTANA, F., LAFREDI, M., CONGIU, L., TAGLIAVINI, J., ROSSI, R., 1999: Fluorescent *in situ* hybridization with rDNA probes on chromosomes of *Acipenser ruthenus* and *Acipenser naccarii* (Osteichthyes, Acipenseriformes). *Genome* 42. S. 1008-1012.
- GELA, D., KAHANEC, M., FLAJŠHANS, M., RODINA, M., LINHART, O., 2009: Chov chrupavčitých ryb ve Vodňanech. Sborník referátů „60 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“. S. 90-94.
- GELA, D., KAHANEC, M., RODINA, M., 2012: Metodika odchovu raných stádií jeseterovitých ryb. Edice metodik, č. 126. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech. 45 s.
- GELA, D., RODINA, M., LINHART, O., 2008: Řízená reprodukce jeseterů (*Acipenser*). Edice metodik, č. 78. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích a Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech. 24 s.
- GESNER, J., FREYHOF, J., KOTTELAT, M., 2010: *Acipenser ruthenus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Dostupné na: <http://www.iucnredlist.org/details/227/0> [25. 4. 2015, 11:01]
- HAMÁČKOVÁ, J., KOUŘIL, J., STUPKA, Z., MIKODINA, J. V., SEDOVA, M. A., LEPIČ, P., KOZÁK, P., LEPIČOVÁ, A., VACHTA, R., 2004: Anestézie jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) pomocí hřebíčkového oleje při různých teplotách vody. Sborník referátů „55 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně“. S. 105-113.

- HAMLIN, H. J., 2006: Nitrate toxicity in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquaculture*, 253. S. 688-693.
- HAMLIN, H. J., MICHAELS, J. T., BEAULATON, C. M., GRAGAM, W. F., DUTT, W., STEINBACH, P., LOSORDO, T. M., SCHRADER, K. K., MAIN, K. L., 2008a: Comparing denitrification rates and carbon sources in commercial aquaculture scale upflow denitrification biological filters in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 38. S. 79-92.
- HAMLIN, H. J., MOORE, B. C., EDWARDS, T. M., LARKIN, I. L. V., BOGGS, A., HIGH, W. J., MAIN, K. L., GUILLETTE Jr., L. J., 2008b: Nitrate-induced elevations in circulating sex steroids concentrations in female Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) in commercial aquaculture. *Aquaculture*, 281. S. 118-125.
- HANEL, L., NOVÁK, J., 2001: České názvy živočichů V., Ryby a rybovití obratlovci (*pisces*) 2. Národní muzeum Praha, 64 s.
- HANEL, L., PLÍŠTIL, J., NOVÁK, J., 2009: Checklist of the fishes and fish-like vertebrates on the European continent and adjacent seas. *Bulletin Lampetra VI*, s. 108-180.
- HOCHLEITNER, M., GESNER, J., 1999: The sturgeons and paddlefishes of the world. *Biology and aquaculture*. Kitzbuehel, Austria. Aqua Tech. 165 s.
- HOLČÍK, J. (ed.), 1989: The freshwater fishes of Europe. General introduction to fishes. *Acipenseriformes*. Vol. 1, Part II, AULA – Verlag Wiesbaden. 469 s.
- HOLČÍK, J., KLINDOVÁ, A., MASÁR, J., MÉSZÁROS, J., 2006: Sturgeons in the Slovakian rivers of Danube River basin: an overview of their current status and proposal for their conservation and restoration. *J. Appl. Ichthyol.* 22 (Suppl. 1). S. 17-22.
- HUERTAS, M., GISBERT, E., RODRÍGUEZ, A., CARDONA, L., WILLIOT, P., CASTELLÓ-ORVAY, F., 2002: Accute exposure of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt) yearlings to nitrite: median-lethal concentration (LC<sub>50</sub>)

determination, haematological changes and nitrite accumulation in selected tissues. *Aquatic toxicology*, 57. S. 257-266.

CHEBANOV, M. S., GALICH, E. V., 2013: Sturgeon hatchery manual. FAO Fisheries and aquaculture technical paper 558. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ankara. 303 s.

JÄHNICHEN, H., KOHLMANN, K., RENNERT, B., 1999: Juvenile growth of *Acipenser ruthenus* and 4 different sturgeon hybrids. *J. Appl. Ichthyol.*, 15. S. 284-249.

JÄHNICHEN, H., WARNECKE, D., TRÖLSCH, E., KOHLMANN, K., BERGLER, H., PLUTA, H. J., 1999: Motility and fertilizing capability of cryopreserved *Acipenser ruthenus* L. sperm. *J. Appl. Ichthyol.* 15. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin. S. 204-206.

JANKOVIĆ, D., 1958: Ekologija dunavske kečige (*Acipenser ruthenus* L.). Biološki institute N. R. Srbije, Beograd, 145 s.

JIRÁSEK, J., MAREŠ, J., ZEMAN, L., 2005: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby. 2. vydání. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně. 68 s.

JIRÁSEK, J., SPURNÝ, P., MAREŠ, J., ONDRA, R., PEŇÁZ, M., BARUŠ, V., PROKEŠ, M.: Biologické a ekologické aspekty intenzivního odchovu plůdku jeseterů v podmínkách České republiky. Závěrečná zpráva o řešení grantového projektu GA ČR č. 509/94/0345. Brno: MZLU v Brně a ÚEK AV v Brně, 1997. 141 s.

KOTTELAT, M., FREYHOF, J., 2007: Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. 646 s.

KOVRIŽNYCH, J. A., 1988: Age and growth of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) in the Czechoslovak stretch of the Danube. *Práce Ústavu rybářstva a hydrobiologie*, Bratislava, 6. S. 101-114.

- KOZŁOWSKI, M., SZCZEPKOWSKI, M., WUNDERLICH, K., SZCZEPKOWSKA, B., PIOTROWSKA, I., 2014: Polyculture of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) and sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) in a recirculating system. Arch. Pol. Fish., 22. S. 237-242.
- KRUPKA, I., MASÁR, J., TURANSKÝ, R., 2000: Raný vývoj jesetera malého (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). Poľnohospodárstvo, 46. Číslo 5. Nitra. S. 387-399.
- KURFÜRST, J., KERBER, P., KALOUS, L., 2000: Růst jesetera sibiřského (*Acipenser baerii*) v podmínkách České republiky. Czech J. Anim. Sci., 45. S. 545-552.
- LANG, Š., KOPP, R., BRABEC, T., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2011: Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb: I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému Dánského typu. Technologie R02/2011. Mendelova univerzita v Brně. 27 s.
- LEE, P. G., LEA, R. N., DOHMANN, E., PREBILSKY, W., TURK, P. E., YING, H., WHITSON, J. L., 2000: Denitrification in aquaculture systems: an example of a fuzzy logic control problem. Aquacultural Engineering 23, s. 37-59.
- LITVAK, M., 2010: The Sturgeons (Family: Acipenseridae). Finfish Aquaculture Diversification. CAB International. S. 178-199.
- LUKIN, A. V.: Sterl'jad' – *Acipenser ruthenus* Linné, 1949. In: Berg, I. S. et al. (eds.): Promyslovyje ryby SSSR. Opisanija ryb. Piščepromizdat, Moskva. S. 57-61.
- MAXIME, V., NONNOTTE, G., PEYRAUD, C., WILLIOT, P., TRUCHOT, J. P., 1995: Circulatory and respiratory effects of an hypoxic stress in the Siberian sturgeon. Respiration Physiology, 100. S. 203-212.
- MEMIS, D., ERCAN, E., CELIKKALE, M. S., TIMUR, M., ZARKUA, Z., 2009: Growth and survival rate of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) larvae from fertilized eggs to artificial feeding. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9. S. 47-52.

- NAVRÁTIL, S., SVOBODOVÁ, Z., LUCKÝ, Z., 2000: Choroby ryb. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 155 s.
- NOVOTNÝ, L., 2012: Vývoj plynového měchýře u jesetera malého (*Acipenser ruthenus*). Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. 53 s.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., MACHOLÁN, M., KRUPKA, I., MASÁR, J., 2002: Meristic and mensural morphological characters of juvenile sterlet reared in the Czech Republic and Slovak Republic. *Folia Zoologica*, 51 (2). S. 149-164.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., MAREŠ, J., PEŇÁZ, M., BARÁNEK, V., 2011: Growth of sterlet *Acipenser ruthenus* under experimental and farm conditions of the Czech Republic, with remarks on other sturgeons. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* LIX, No. 6, pp. 281-290.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 1997: Comparative growth of juvenile sterlet (*Acipenser ruthenus*) and Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) under identical experimental conditions. *Folia Zoologica*, 46 (2). S. 163-175.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 1999: Morphometry, systematics and growth parameters of sturgeons (*Acipenseriformes*) introduced in the Czech Republic. *Bienal report 1997-1998. Institute of Vertebrate Biology AS CR, Brno.* S. 19-21.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., 2000: Akvakulturní chov jeseterů v České republice. *Sbírka referátů z IV. České ichtyologické konference. VÚRH JU Vodňany.* S. 140-143.
- PROKEŠ, M., BARUŠ, V., PEŇÁZ, M., BARÁNEK, V., OŠANEC, J., ŠUTOVSKÝ, I., 2003: Biometrie a růst jesetera malého (*Acipenser ruthenus*) v České republice. *Sborník referátů z VI. České ichtyologické konference. Univerzita Karlova v Praze.* S. 81-86.
- RYBNIKÁR, J., MAREŠ, J., 2012: Feeding effect on the sterlet (*Acipenser ruthenus*) swim bladder gigantism. *MendelNet 2012, Brno.* S. 989-994.

- RYBNIKÁR, J., PROKEŠ, M., MAREŠ, J., CILEČEK, M.: Early development and growth of sterlet (*Acipenser ruthenus*) in the Czech Republic. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2011, LIX, No. 5, pp. 217-226.
- RZEMIENIECKI, A., DOMAGAŁA, J., GLOGOWSKI, J., CIERESZKO, A., TRZEBIATOWSKI, R., KOUŘIL, J., HAMÁČKOVÁ, J., BABIAK, I., 2004: Induced spermiation in 3-year-old sterlet, *Acipenser ruthenus* L. Aquaculture Research 35. S. 144-151
- SION, C., CALIN, P. G., OPREA, L., NICA, A., BACANU, G. M., 2011: The influence of pellets quality on the growth of sterlet, in recirculating aquaculture system. AACL Bioflux 4 (2). S. 130-136.
- SPURNÝ, P., 1998: Ichtyologie (systematická část). MZLU v Brně, 138 s.
- STEJSKAL, V., MATOUŠEK, J., KOUŘIL, J., 2013: Možnosti chovu jiných než lososovitých druhů ryb v recirkulačních systémech využívajících dánskou technologii. Sborník příspěvků Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, MENDELU. S. 85-95.
- SVOBODOVÁ, Z., MÁCHOVÁ, J., POLESZCZUK, G., HŮDA, J., HAMÁČKOVÁ, J., KROUPOVÁ, H., 2005: Nitrite poisoning of fish in aquaculture facilities with water-recirculating systems. Acta Vet. Brno, 74. S. 129-137.
- SZCZEPKOWSKI, M., KOLMAN, R., 2011: A simple method for collecting sturgeon eggs using a catheter. Arch. Pol. Fish., 19. S. 123-128.
- USTAOGU, S., RENNERT, B., 2002: The apperent nutrient digestibility of diets containing fish meal or isolated soy protein in sterlet (*Acipenser ruthenus*). Internat. Rev. Hydrobiol. 87 (5-6). S. 577-584.
- USTAOGU, S., RENNERT, B., 2006: Effects of partial replacement of fishmeal with isolated soy protein on digestibility and growth performance in sterlet (*Acipenser ruthenus*). The Israeli Journal of Aquaculture 58 (3), Bamidgeh. S. 170-177.

- VAN DER LAAN, R., ESCHMEYER, W. N., FRICKE, R., 2014: Family-group names of recent fishes. *Zootaxa* 3882. Magnolia Press, Auckland, New Zealand. 230 s.
- VEDRASCO, A., LOBCHENKO, V., PIRTU, I., BILLARD, R., 2002: The Culture of Live Food for Sturgeon Juveniles, a Mini Review of the Russian Literature. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 87 (5-6). S. 569-575.
- VESCEI, P., 2001: CITES Identification Guide – Sturgeons and Paddlefish. Authority of the Minister of Environment, Canada. 181 s.
- WILLIOT, P., KOPEIKA, E. F., GONCHAROV, B. F., 2000: Influence of testis state, temperature and delay in semen collection on spermatozoa motility in the cultured Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt). *Aquaculture*, 189. S. 53-61.
- YUN, B., XUE, M., WANG, J., SHENG, H., ZHENG, Y., WU, X., LI, J., 2014: Fishmeal can be totally replaced by plant protein blend at two protein levels in diets of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt. *Aquaculture Nutrition*, 20. S. 69-78.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Vývoj jikry jesetera malého v průběhu embryonální etapy vývoje podle KRUPKY et al. (2000)</i>	22
<i>Obrázek 2: Vývoj jesetera malého od páté etapy embryonální periody po první etapu juvenilní periody. (KRUPKA et al., 2000)</i>	25
<i>Obrázek 3: Změny obsahu kyslíku u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	41
<i>Obrázek 4: Změny stavu pH u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	42
<i>Obrázek 5: Změny v obsahu amoniaku u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	42
<i>Obrázek 6: Změny v obsahu dusitanů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	43
<i>Obrázek 7: Změny v obsahu dusičnanů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	43
<i>Obrázek 8: Změny v obsahu chloridů u jednotlivých variant v průběhu první části experimentu</i>	44
<i>Obrázek 9: Vývoj celkové délky (TL) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	48
<i>Obrázek 10: Vývoj hmotnosti (w) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	48
<i>Obrázek 11: Srovnání délkohmotnostního poměru u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	79
<i>Obrázek 12: Stav Fultonova koeficientu (FWC) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	79
<i>Obrázek 13: Specifická rychlost délkového růstu (SLGR) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	80
<i>Obrázek 14: Specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i>	80



## 10 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Systematika jeseterů.</i> .....	12
<i>Tabulka 2: Srovnání zjištěných meristických znaků jesetera malého od čtyř různých autorů (HOLČÍK, 1989; BARUŠ, OLIVA et al., 1995; PROKEŠ et al., 2002 a VESCEI, 2001)</i> .....	15
<i>Tabulka 3: Průměrné hodnoty růstu jesetera malého (samci, n = 23, samice, n = 33) ve slovenském úseku Dunaje, podle KOVRIŽNYCHA (1988)</i> .....	26
<i>Tabulka 4: Srovnání růstu jesetera malého a čtyř hybridů v kontrolovaných podmínkách, podle JÄHNICHENA et al. (1999)</i> .....	27
<i>Tabulka 5: Nutriční složení použitých krmných směsí.</i> .....	36
<i>Tabulka 6: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u první varianty</i> .....	47
<i>Tabulka 7: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u druhé varianty</i> .....	49
<i>Tabulka 8: Naměřené hodnoty TL, w a FWC u třetí varianty</i> .....	50
<i>Tabulka 9: Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů provedeného krmného testu, včetně směrodatných odchylek</i> .....	51
<i>Tabulka 10: Hodnoty SLGR a SWGR u jednotlivých variant v průběhu krmného testu</i> .....	51
<i>Tabulka 11: Hodnoty FCE a PER pro jednotlivé žlaby i varianty</i> .....	52
<i>Tabulka 12: Výsledky z analýzy tkání, průměrné hodnoty; Varianta 0 označuje vzorky odebrané před roztríděním ryb do žlabů</i> .....	52
<i>Tabulka 13: Průměrné hodnoty viscerosomatického a hepatosomatického indexu pro všechny varianty; Varianta 0 označuje vzorky odebrané před roztríděním ryb do žlabů</i> .....	53
<i>Tabulka 14: Ekonomické zhodnocení krmného testu; použitá krmiva: Varianta 1 – Aller Bronze; Varianta 2 – Aller Silver; Varianta 3 – BioMar Inicio 918</i> .....	54
<i>Tabulka 15: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlabech I a II (Varianta 1)</i> .....	73
<i>Tabulka 16: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlabech I a II (Varianta 1)</i> .....	74
<i>Tabulka 17: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlabech III a IV (Varianta 2)</i> .....	75
<i>Tabulka 18: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlabech III a IV (Varianta 2)</i> .....	76
<i>Tabulka 19: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlabech V a VI (Varianta 3)</i> .....	77
<i>Tabulka 20: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlabech V a VI (Varianta 3)</i> .....	78

## 11 PŘÍLOHY

### 11.1 Hydrochemické parametry a laboratorní rozbor vody

Tabulka 15: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlábech I a II (Varianta I)

Datum	I.				II.			
	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)
30.5.	PORUCHA OXIMETRU							
31.5.								
1.6.	5,72	7,93	19,1	63,4	6,03	7,99	19,0	66,5
2.6.	6,66	7,79	19,4	74,2	6,49	7,74	19,4	72,2
3.6.	6,39	7,75	19,3	71,1	6,30	7,68	19,5	70,5
4.6.	6,44	7,80	18,9	71,3	6,07	7,73	19,1	67,6
5.6.	6,60	7,88	19,5	74,5	6,29	7,82	19,5	70,2
6.6.	6,30	7,86	20,0	70,6	6,05	7,83	20,0	68,0
7.6.	5,81	7,88	19,8	64,9	5,64	7,84	19,7	63,1
8.6.	4,63	7,91	20,0	51,9	5,61	7,98	19,7	62,7
9.6.	5,12	8,02	19,8	57,7	4,69	8,03	19,8	52,8
10.6.	5,56	8,13	19,9	62,9	5,21	8,10	19,9	58,8
11.6.	5,35	8,00	20,2	60,8	4,90	8,02	20,2	55,5
12.6.	5,35	8,05	20,4	60,2	5,73	8,08	20,4	64,5
13.6.	4,97	8,09	20,4	56,3	5,71	8,16	20,5	64,9
14.6.	4,65	8,08	20,5	53,2	6,01	8,19	20,5	68,5
15.6.	4,35	8,15	20,5	49,4	5,24	8,21	20,5	59,6
16.6.	5,93	8,29	20,5	67,3	6,19	8,31	20,5	70,4
17.6.	4,36	8,05	20,5	49,6	5,51	8,11	20,6	62,9
18.6.	3,60	8,01	20,6	41,1	4,23	8,06	20,6	48,3
19.6.	4,11	7,97	20,7	47,2	5,32	8,01	20,8	61,3
20.6.	4,39	8,07	20,3	50,3	5,60	8,16	20,5	64,5
21.6.	4,28	8,01	20,1	48,2	5,33	8,07	20,3	60,9
22.6.	4,05	8,14	19,8	45,7	6,10	8,27	20,2	69,4
23.6.	4,03	8,11	20,3	46,0	4,65	8,16	20,4	53,0
24.6.	4,33	8,14	20,3	49,5	4,82	8,19	20,4	55,3
25.6.	4,63	8,22	20,6	53,6	4,72	8,16	20,7	54,8
26.6.	4,21	8,13	20,4	48,2	4,28	8,09	20,5	49,1

**Tabulka 16: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlábech I a II (Varianta I)**

Datum	I.				II.			
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
30.5.	0,53	0,258	43,39	40,79	0,53	0,245	44,43	40,61
31.5.	1,40	0,348	45,16	42,33	1,84	0,500	46,90	43,81
1.6.	1,52	0,517	47,29	43,99	1,91	1,190	48,07	45,89
2.6.	1,75	1,130	48,25	50,34	1,75	1,020	49,73	50,14
3.6.	1,79	1,790	49,43	49,95	1,70	1,590	49,43	49,39
4.6.	1,71	1,500	50,29	52,22	1,85	1,380	50,03	48,83
5.6.	1,70	3,480	48,00	50,59	1,86	3,110	47,74	48,44
6.6.	1,72	3,590	47,81	128,87	1,77	3,340	47,21	128,87
7.6.	1,50	3,680	44,39	109,97	1,63	3,620	45,08	110,54
8.6.	1,16	3,900	41,50	88,11	1,34	4,200	41,03	88,11
9.6.	0,73	4,670	38,20	75,95	0,73	4,800	32,60	76,45
10.6.	0,70	3,470	27,90	92,03	0,73	3,020	30,10	90,67
11.6.	1,85	1,910	34,20	102,06	1,81	2,050	34,90	103,88
12.6.	1,71	2,500	25,70	89,80	1,77	2,530	25,03	91,51
13.6.	1,78	2,340	21,10	97,85	1,86	2,790	22,02	99,99
14.6.	1,61	2,410	18,22	89,68	1,71	2,830	18,16	88,26
15.6.	1,20	1,880	12,75	90,76	1,26	2,470	12,76	91,36
16.6.	2,12	2,690	10,66	82,16	2,10	2,950	10,91	84,52
17.6.	1,64	2,080	17,57	102,79	1,65	2,410	18,20	104,45
18.6.	1,59	1,480	15,25	100,37	1,24	2,970	15,20	105,37
19.6.	1,25	1,210	22,79	105,30	1,07	1,160	23,00	109,19
20.6.	1,01	0,880	27,20	98,91	0,87	0,840	24,47	90,52
21.6.	1,27	1,490	23,93	70,88	1,64	1,800	26,12	73,58
22.6.	1,50	0,680	21,55	80,56	1,04	0,460	22,16	82,46
23.6.	1,27	1,410	24,21	77,22	1,54	1,950	24,35	75,56
24.6.	1,38	1,100	25,26	69,07	1,29	1,180	24,76	71,06
25.6.	1,46	1,020	23,38	68,12	1,80	1,100	24,01	68,42
26.6.	1,19	0,950	21,81	70,78	1,14	0,970	21,70	69,60

**Tabulka 17: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlábech III a IV (Varianta 2)**

Datum	III.				IV.			
	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)
30.5.	PORUCHA OXIMETRU							
31.5.								
1.6.	5,55	7,88	19,3	61,1	5,30	7,82	19,3	57,4
2.6.	6,43	7,68	19,4	71,6	6,44	7,67	19,4	71,9
3.6.	6,11	7,64	19,5	68,1	5,88	7,59	19,6	65,7
4.6.	6,23	7,70	19,3	69,7	5,89	7,64	19,4	65,7
5.6.	6,33	7,82	19,5	70,7	6,15	7,79	19,6	68,5
6.6.	6,38	7,87	19,7	71,2	5,78	7,80	19,5	64,3
7.6.	5,82	7,87	19,6	64,9	5,37	7,82	19,7	60,0
8.6.	6,17	8,03	19,6	68,8	5,54	7,97	19,7	61,8
9.6.	5,04	8,08	19,8	56,5	5,11	8,07	19,8	57,3
10.6.	4,72	8,05	19,9	53,3	5,09	8,08	19,9	57,3
11.6.	4,43	7,97	20,2	50,0	4,43	7,97	20,2	50,0
12.6.	4,35	7,98	20,4	49,0	5,10	8,03	20,4	57,3
13.6.	5,07	8,08	20,5	57,6	5,02	8,09	20,5	57,0
14.6.	4,50	8,07	20,5	51,3	4,92	8,12	20,5	56,0
15.6.	3,70	8,11	20,6	42,1	3,92	8,12	20,6	44,6
16.6.	5,70	8,25	20,5	64,8	5,91	8,26	20,5	67,2
17.6.	4,60	8,06	20,7	52,6	4,65	8,06	20,7	53,1
18.6.	3,58	8,01	20,8	40,9	3,94	8,03	20,8	45,2
19.6.	4,26	7,97	20,8	49,0	4,28	7,98	20,8	49,3
20.6.	5,10	8,12	20,5	58,7	5,85	8,18	20,5	67,4
21.6.	4,68	8,01	20,4	53,5	4,09	8,03	20,4	46,8
22.6.	4,79	8,18	20,4	54,9	4,93	8,15	20,6	56,5
23.6.	4,31	8,12	20,6	49,6	4,40	8,12	20,6	50,5
24.6.	3,89	8,09	20,5	44,6	4,16	8,11	20,5	47,9
25.6.	4,23	8,10	20,9	49,4	4,67	8,15	20,9	54,3
26.6.	4,10	8,09	20,6	47,2	4,17	8,09	20,6	48,0

**Tabulka 18: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlábech III a IV (Varianta 2)**

Datum	III.				IV.			
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
30.5.	0,57	0,224	43,68	40,78	0,48	0,247	44,01	40,97
31.5.	0,85	0,341	46,80	41,77	0,85	0,362	47,10	42,46
1.6.	1,02	0,499	47,72	43,08	1,04	0,528	48,26	42,72
2.6.	0,99	0,820	49,34	51,15	0,94	0,870	49,36	49,52
3.6.	1,57	1,370	49,54	47,84	1,58	1,470	49,94	47,22
4.6.	1,78	1,200	49,25	48,85	1,71	1,180	49,28	51,24
5.6.	1,87	2,950	48,46	49,81	1,84	3,230	47,30	49,54
6.6.	1,84	3,110	47,00	124,86	1,75	3,160	47,68	124,86
7.6.	0,32	3,170	45,00	110,35	1,62	3,230	45,76	110,35
8.6.	1,43	3,750	40,89	86,44	1,50	4,220	42,22	89,80
9.6.	0,70	4,960	31,40	77,50	0,67	4,870	34,20	77,65
10.6.	0,67	2,740	27,20	91,83	0,67	2,780	28,70	91,66
11.6.	1,87	1,510	33,40	102,06	1,85	1,690	37,30	102,06
12.6.	1,70	2,150	25,46	89,80	1,77	2,280	25,51	89,80
13.6.	1,88	2,300	21,94	97,43	1,86	2,380	22,35	97,26
14.6.	1,70	2,190	18,05	90,08	1,65	2,550	18,37	90,18
15.6.	1,25	1,810	12,95	91,06	1,19	1,930	12,91	89,60
16.6.	2,04	2,460	11,07	83,66	2,07	2,450	11,33	83,21
17.6.	1,38	1,910	18,20	105,53	1,66	1,980	18,60	106,49
18.6.	1,58	1,720	15,36	97,80	1,70	1,630	15,56	95,78
19.6.	1,31	1,320	22,52	106,85	1,46	1,470	23,03	107,81
20.6.	0,99	1,130	27,69	93,61	0,96	1,130	27,46	93,58
21.6.	1,48	1,890	28,88	80,06	1,25	1,790	28,31	84,94
22.6.	1,12	0,740	22,03	76,41	0,94	0,720	22,14	81,24
23.6.	1,32	1,200	25,14	71,37	1,06	1,310	24,83	73,32
24.6.	1,10	0,900	24,99	67,89	1,21	0,970	24,85	68,47
25.6.	1,13	0,890	23,56	68,27	1,36	0,950	23,53	67,31
26.6.	1,12	0,700	22,52	65,78	1,18	0,770	21,85	65,64

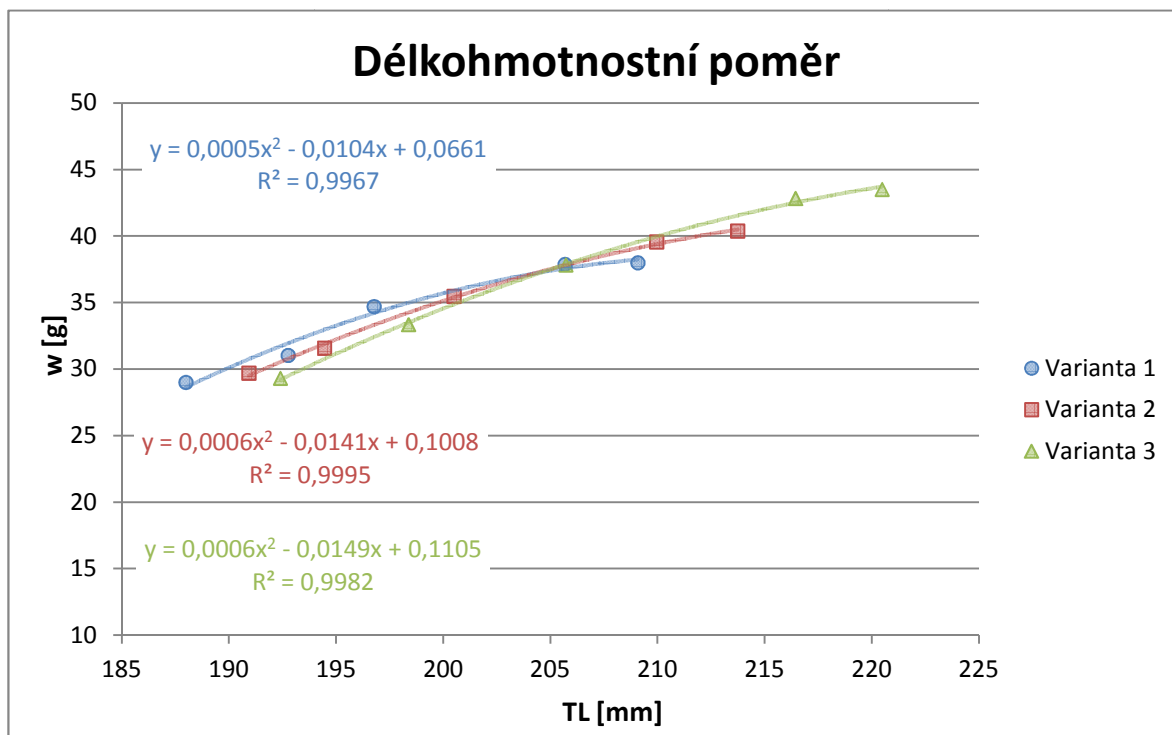
**Tabulka 19: Vývoj hydrochemických parametrů ve žlábech V a VI (Varianta 3)**

Datum	V.				VI.			
	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	t°	O <sub>2</sub> (%)
30.5.	PORUCHA OXIMETRU							
31.5.								
1.6.	5,97	7,86	19,3	66,5	5,70	7,85	19,4	63,1
2.6.	6,28	7,68	19,3	70,6	6,47	7,70	19,3	72,0
3.6.	6,04	7,65	19,5	67,7	5,88	7,63	19,5	65,7
4.6.	5,94	7,68	19,4	66,4	5,89	7,67	19,4	65,9
5.6.	6,10	7,80	19,5	68,2	5,97	7,78	19,5	66,6
6.6.	5,96	7,82	19,5	66,3	5,74	7,80	19,6	63,9
7.6.	5,80	7,85	19,6	64,5	5,26	7,81	19,7	58,7
8.6.	4,84	7,93	19,7	53,9	5,38	7,94	19,7	60,0
9.6.	5,39	8,09	19,8	60,5	4,39	8,01	19,8	49,2
10.6.	4,95	8,07	19,9	55,7	4,77	8,06	19,9	53,7
11.6.	4,59	7,97	20,2	51,6	4,93	7,98	20,2	55,7
12.6.	4,75	8,01	20,4	53,5	4,86	7,99	20,4	54,8
13.6.	4,37	8,04	20,5	49,7	4,82	8,05	20,5	54,7
14.6.	4,50	8,08	20,5	51,3	4,72	8,08	20,5	53,7
15.6.	4,23	8,13	20,6	48,1	4,01	8,11	20,6	45,5
16.6.	5,78	8,21	20,5	65,7	5,58	8,20	20,5	63,5
17.6.	4,69	8,04	20,7	53,7	4,38	8,02	20,7	50,0
18.6.	4,20	8,01	20,8	48,0	3,61	7,98	20,8	41,3
19.6.	4,86	7,99	20,8	55,9	4,97	7,99	20,8	57,4
20.6.	5,45	8,13	20,6	62,8	5,22	8,11	20,6	60,3
21.6.	5,11	8,07	20,4	58,5	5,25	8,07	20,4	60,1
22.6.	5,45	8,19	20,7	62,8	5,22	8,14	20,7	60,0
23.6.	4,16	8,05	20,6	47,8	4,16	8,06	20,6	47,8
24.6.	4,58	8,08	20,5	52,7	4,21	8,06	20,6	48,6
25.6.	5,06	8,14	20,9	59,0	5,03	8,12	20,9	58,7
26.6.	4,44	8,06	20,7	51,2	4,22	8,03	20,7	48,7

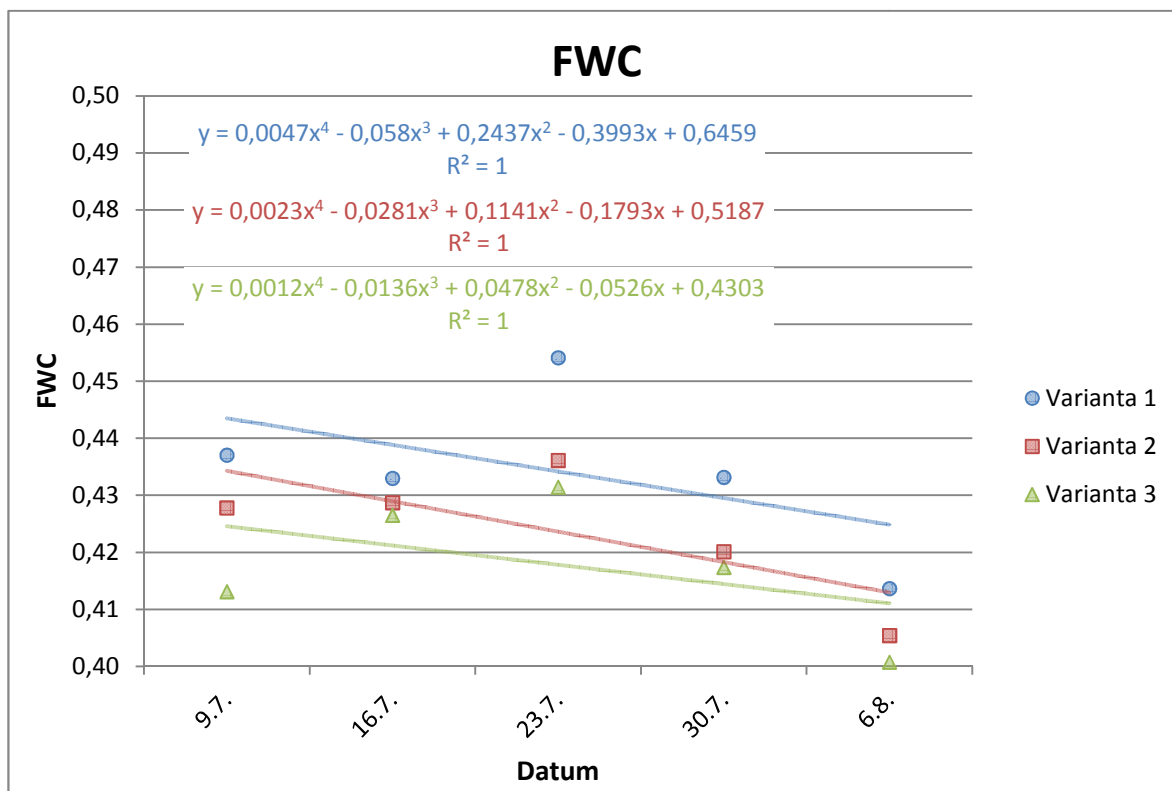
**Tabulka 20: Naměřené hodnoty amoniaku, dusitanů, dusičnanů a chloridů ve žlábech V a VI (Varianta 3)**

Datum	V.				VI.			
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
30.5.	0,57	0,119	45,43	40,40	0,56	0,112	44,16	40,03
31.5.	0,61	0,193	45,87	40,83	0,66	0,193	46,80	42,04
1.6.	0,78	0,318	48,96	43,39	0,71	0,319	48,18	42,61
2.6.	1,17	0,640	49,12	49,13	1,17	0,690	49,39	47,15
3.6.	1,63	1,150	49,74	47,74	1,66	1,220	49,88	49,64
4.6.	1,81	1,060	50,33	48,99	1,81	1,170	49,76	49,51
5.6.	1,92	2,550	47,81	49,95	1,92	2,620	47,49	49,38
6.6.	1,83	2,630	47,08	122,87	1,81	2,680	47,02	126,86
7.6.	1,75	2,690	45,20	110,16	1,80	2,850	46,20	111,67
8.6.	1,44	3,380	40,23	86,44	1,47	3,350	39,44	109,36
9.6.	0,65	4,300	34,20	76,98	0,66	4,420	30,30	75,89
10.6.	0,66	2,150	32,10	90,56	0,66	2,300	28,90	90,86
11.6.	1,99	1,270	35,30	102,06	1,96	1,350	35,00	102,06
12.6.	1,84	1,790	25,30	88,11	1,85	2,000	25,42	89,80
13.6.	1,93	1,970	26,40	98,89	1,95	2,130	22,60	97,19
14.6.	1,95	2,120	18,63	90,14	1,77	2,060	18,84	89,73
15.6.	1,37	1,670	13,63	92,94	1,33	1,830	13,57	93,40
16.6.	2,13	1,970	11,21	83,17	2,15	2,160	10,72	81,79
17.6.	1,61	1,640	18,04	103,12	1,48	1,690	17,99	103,50
18.6.	1,79	1,520	15,63	93,96	1,71	1,560	16,50	95,40
19.6.	0,90	0,700	23,59	103,52	0,88	0,760	23,32	105,54
20.6.	0,74	0,430	27,44	89,70	0,71	0,450	27,43	89,74
21.6.	1,60	1,000	23,14	67,37	1,58	1,220	23,90	67,39
22.6.	1,03	0,510	22,73	74,19	0,86	0,500	22,53	74,57
23.6.	1,10	1,000	24,85	71,59	0,88	1,030	24,73	72,05
24.6.	0,87	0,700	25,19	67,76	0,85	0,710	24,85	67,09
25.6.	0,93	0,730	23,51	65,96	1,00	0,740	23,85	67,30
26.6.	1,01	0,630	23,00	65,01	0,87	0,610	21,74	63,72

## 11.2 Krmný test

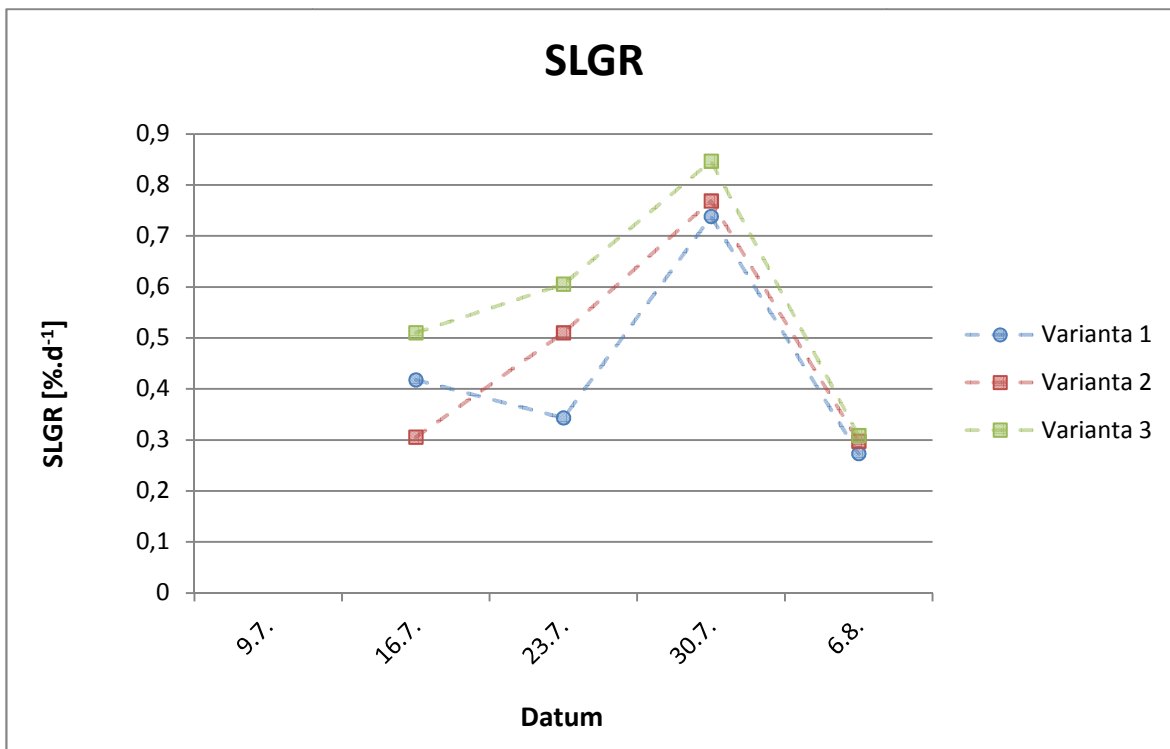


**Obrázek 11:** Srovnání délkohmotnostního poměru u jednotlivých variant v průběhu krmného testu

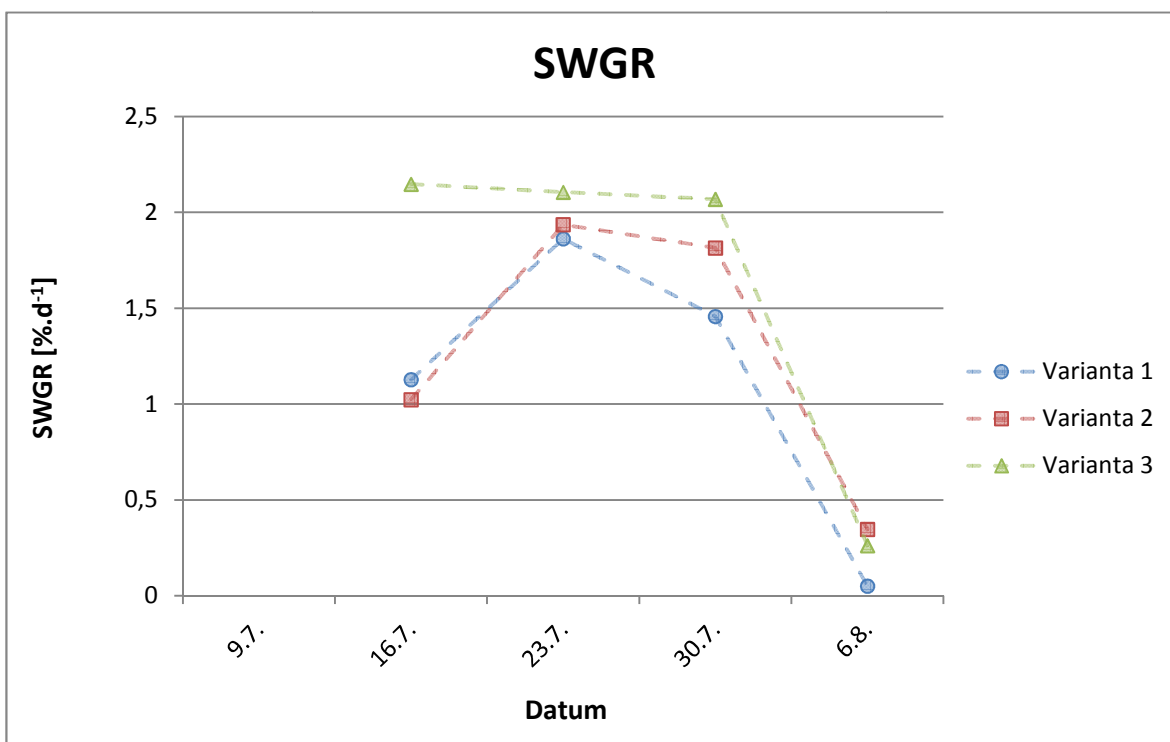


**Obrázek 12:** Stav Fultonova koeficientu (FWC) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu





**Obrázek 13:** *Specifická rychlost délkového růstu (SLGR) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu*



**Obrázek 14:** *Specifická rychlost hmotnostního růstu (SWGR) u jednotlivých variant v průběhu krmného testu*