



**Vliv rozdílné strategie na produkční parametry
v intenzivním chovu lososovitých ryb.**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Dr. Ing. Jan Mareš

Vypracoval:
Bc. Martin Bláha



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Martin Bláha**
Studijní program: Zootechnika
Obor: Rybářství a hydrobiologie
Název tématu: **Vliv rozdílné strategie na produkční parametry v intenzivním chovu lososovitých ryb.**
Rozsah práce: 50-70 stran

Zásady pro vypracování:

1. Cílem diplomové práce je zpracovat přehled o používané strategii chovu lososovitých ryb v intenzivních akvakulturních systémech a zhodnotit jejich produkční efekt. Základem zpracování bude literární rešerše týkající se současné praxe využití systémů intenzivního chovu lososovitých ryb, s rozdílnou strategií výživy, spektra chovaných druhů a využití zdrojů vody.
2. V rámci řešení diplomové práce bude realizováno terénní sledování ve vybraném provozním zařízení pro chov lososovitých ryb. Jeho součástí bude provedení krmného testu se průběžným sledováním kvality vodního prostředí, denními záznamy o spotřebě krmiva, případných úhynech ryb, sledováním zdravotního stavu a v pravidelných intervalech kontrolním vážením.
3. Součástí diplomové práce bude zpracování výsledků provozního testu s použitím různé strategie, výživy a původu ryb se zaměřením na produkční efekt a ekonomiku chovu.
4. Při zpracování diplomové práce se bude řešitel osobně podílet na přípravě, průběhu a vyhodnocení provozního testu a získá znalosti a dovednosti v organizaci a vyhodnocení krmných testů.
5. Získané poznatky a dosažené výsledky budou vyhodnoceny s použitím standardních metod. Vlastní diplomová práce bude zpracována v odpovídajícím rozsahu a kvalitě podle pokynů vedoucího práce a požadavků AF.



Seznam odborné literatury:


1. ČADA, M. *Zhodnocení produkční účinnosti vybraných krmných směsí v provozních podmínkách chovu pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss W.)*. Diplomová práce. MZLU v Brně, 2006.
2. GEBAUER, D. *Zhodnocení efektu aplikace krmných směsí s různým obsahem energie v chovu pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss) v zimním období*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2004. 84 s.
3. JIRÁSEK, J. – MAREŠ, J. – ZEMAN, L. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 29 s. ISBN 80-7157-832-0.
4. PÍBIL, M. *Zhodnocení produkční účinnosti vybraných krmných směsí v provozních podmínkách chovu lososovitých ryb*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2009.
5. HAVRÁNEK, M. *Porovnání produkčního efektu chovu dvou linií pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss) v provozních podmínkách*. Diplomová práce. Odd. Rybářství a hydrobiologie: AF MENDELU, 2010. 75 s.
6. *Pstragi – Chów i hodowla*. Polsko: IRS Olsztyn, 2001. 139 s. ISBN 83-87506-12-5.
7. STICKNEY, R R. *Encyclopedia of aquaculture*. New York: Wiley, 2000. 1063 s. ISBN 0-471-29101-3.
8. LANG, Š. – MAREŠ, J. – KOPP, R. Does the water reuse affect the fish growth, welfare quality?. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012. sv. 60, č. 6, s. 369–374. ISSN 1211-8516. URL: http://mendelu.cz/cz/veda_vyzkum/acta/ac612
9. MAREŠ, J. a kol. *Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu : certifikovaná metodika*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. 21 s. ISBN 978-80-7375-699-4.
10. *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*. VÍTEK, T. – KOPP, R. – LANG, Š. – BRABEC, T. – MAREŠ, J. 2011.
11. Další odborné publikace dle pokynů vedoucího diplomové práce.
12. HALVER, J.E. *Fish nutrition*. Academic Press Inc., 1989
13. HOULIHEN, D., BOUJARD, T., JOBLING, M. (eds.). *Food intake in fish*. Blackwell Science Ltd, 2001
14. LIM, CH.E., SESSA, D.J. *Nutrition and utilization technology in aquaculture*. AOCS Press, 1995
15. MAREŠ, J., JIRÁSEK, J. *Ukazatele produkční účinnosti krmiv*. In: SPURNÝ, P. (ed.) *50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*. Brno, 1999, s. 74-78. ISBN 80-7157-408-2


Datum zadání diplomové práce: říjen 2013


Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015


Bc. Martin Bláha
Autor práce




doc. Dr. Ing. Jan Mareš
Vedoucí práce


prof. RNDr. Zdeněk Laštůvka, CSc.
Vedoucí ústavu


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

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv rozdílné strategie na produkční parametry v intenzivním chovu lososovitých ryb 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 *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, 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 diplomanta.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce, prof. Dr. Ing. Janu Marešovi, za odborné vedení a cenné rady při řešení této práce.

Dále bych rád poděkoval svému konzultantovi, Ing. Tomáši Brabcovi, Ph.D., za ochotu, odborné rady a vstřícnost při řešení problémů.

Dále děkuji majitelům BioFish s.r.o. a zaměstnancům sádek Pravíkov za spolupráci a pomoc v průběhu testu. Rád bych také poděkoval všem zaměstnancům a studentům z Oddělení rybářství a hydrobiologie MENDELU, kteří se podíleli na průběhu testů a zpracování výsledků.

Rád bych také poděkoval své přítelkyni a rodině za podporu, během celého studia. A za trpělivost, kterou se mnou měli.

Diplomová práce byla zpracována v rámci řešení projektu NAZV QJ1210013 - Technologie chovu sladkovodních ryb s využitím recirkulačních systémů dánského typu se zaměřením na metody efektivního řízení prostředí a veterinární péče.

ABSTRAKT

Vliv rozdílné strategie na produkční parametry v intenzivním chovu lososovitých ryb

Předmětem této diplomové práce bylo zpracovat přehled o používané strategii chovu lososovitých ryb v intenzivních akvakulturních systémech a zhodnotit jejich produkční efekt. Dva krmné testy proběhly v rámci řešení projektu NAZV QJ1210013. První test proběhl v termínu od 15.5. do 12.6. 2014 na Oddělení rybářství a hydrobiologie MENDELU a byla do něj zařazena monosexní samičí populace pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) krmená granulemi ALLER AQUA – ALLER SILVER a BioMar – INICIO918. Druhý pokus proběhl v termínu od 11.6. do 3.9. 2014 na pstruží farmě Pravíkov společnosti BioFish a byly do něj zařazeni kříženci sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) a sivena arktického (*Salvelinus alpinus*) krmení granulemi ALLER AQUA – ALLER GOLD a BioMar – EFICO ENVIRO 920.

Na začátku a na konci krmných testů byly u jednotlivých ryb změřeny délkohmotnostní parametry a bylo sledováno množství zkrmeného krmiva. Dále byly v průběhu testu sledovány fyzikálně-chemické vlastnosti vody. Na konci testu byly vyhodnoceny produkční a ekonomické ukazatele (FCR, SGR, PER a další).

Nejlepšího krmného koeficientu bylo dosaženo při podávání krmiva ALLER GOLD u ryb křížence sivena amerického se sivenem arktickým (FCR = 0,63). Nejrychlejšího růstu ryb bylo dosaženo při podávání krmiva INICIO 918 u monosexní samičí populace pstruha duhového (SGR = 3,68).

Největšího výnosu (3 700 Kč z 1m³ vody) bylo dosaženo při podávání krmiva EFICO ENVIRO 920 u ryb křížence sivena amerického a sivena arktického při krmných nákladech 1 487 Kč na 1m³.

Klíčová slova: ALLER AQUA, BioMar, ekonomika chovu, produkční efekt, výživa lososovitých ryb

ABSTRACT

Effect of different strategies on production parameters in the intensive farming of salmonids

The aim of this diploma thesis was to elaborate the overview of applied strategies in salmonid rearing under the conditions of intensive aquaculture systems and to evaluate their production effect. Two feeding tests run within the NAZV program QJ1210013. The first feeding test was carried out from 15th May to 12th June 2014 in the Department of Fisheries and Hydrobiology, MENDELU. For this feeding test monosex female population of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was included. Two types of dry food were administered ALLER AQUA – ALLER SILVER and BioMar – INICIO 918. The second feeding test was carried out from 11th June to 3rd September in the salmon farm in Pravíkov (BioFish company). To this feeding test, crossbreeds of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and arctic char (*Salvelinus alpinus*) were included. Two types of dry food were administered ALLER AQUA – ALLER GOLD and BioMar – EFICO ENVIRO 920.

The length-weight parameters of individual fish were measured at the beginning and at the end of tests. The amount of administered feeds was recorded. Also basic physico-chemical properties of water were monitored. At the end of these tests the production (FCR, SGR, PER, etc.) and economy parameters were evaluated.

The most favourable FCR (0,63) was achieved in the crossbreeds of brook trout and arctic char fed by ALLER GOLD. The most rapid growth of fish (SGR = 3,68) was achieved in the fish of monosex female population of rainbow trout fed by INICIO 918.

The greatest yield (3 700 CZK per 1m³ of water) was achieved in crossbreeds of brook trout and arctic char fed by EFICO ENVIRO 920, when fed costs were 1 487 CZK per 1m³.

Key words: ALLER AQUA, BioMar, economy of breeding, production effect, salmonids nutrition

OBSAH

1.	Úvod.....	11
2.	Cíl diplomové práce	13
3.	Literární přehled	14
3.1.	Spektrum chovaných ryb.....	14
3.1.1.	Pstruh obecný – <i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758).....	14
3.1.2.	Pstruh duhový - <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792).....	15
3.1.3.	Siven americký – <i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1814).....	16
3.1.4.	Siven arktický – <i>Salvelinus alpinus</i> (Linnaeus, 1758).....	16
3.1.5.	Kříženci sivena.....	17
3.1.6.	Další rybí druhy chované v intenzivních chovech	17
3.2.	Intenzivní chov lososovitých ryb	20
3.2.1.	Systemy chovných zařízení.....	21
3.2.2.	Zdroje vody pro speciální rybochovné objekty	23
3.3.	Požadavky na kvalitu vodního prostředí	25
3.3.1.	Teplota	25
3.3.2.	Kyslík.....	26
3.3.3.	Ostatní plyny	27
3.3.4.	Reakce vody (pH)	28
3.4.	Výživa a krmení lososovitých ryb.....	28
3.4.1.	Proteiny	29
3.4.2.	Lipidy.....	30
3.4.3.	Sacharidy.....	31
3.4.4.	Vitaminy	32
3.4.5.	Minerální látky.....	33
3.4.6.	Technika krmení	34
4.	Metodika.....	36

4.1.	Metodika testu	36
4.1.1.	Test 1	36
4.1.2.	Test 2	37
4.2.	Původ ryb	38
4.2.1.	Test 1	38
4.2.2.	Test 2	38
4.3.	Použité krmné směsi	39
4.3.1.	Test 1	39
4.3.1.1.	INICIO 918	39
4.3.1.2.	ALLER SILVER	39
4.3.2.	Test 2	40
4.3.2.1.	EFICO ENVIRO 920	40
4.3.2.2.	ALLER GOLD	41
4.4.	Sledované parametry	43
4.4.1.	Délkohmotnostní údaje	43
4.4.2.	Ukazatelé produkční účinnosti krmiv	43
4.4.3.	Hodnocení exteriéru a kondičního stavu ryb	45
4.4.4.	Ekonomické hodnocení	45
4.4.5.	Statistické zpracování výsledků	45
5.	Výsledky a diskuze	46
5.1.	Hydrochemický rozbor vody	46
5.2.	Délkohmotnostní ukazatele	52
5.2.1.	Test 1	52
5.2.2.	Test 2	54
5.3.	Produkční ukazatelé	56
5.3.1.	Test 1	56
5.3.2.	Test 2	58

5.4.	Ekonomika chovu.....	60
5.4.1.	Test 1.....	60
5.4.2.	Test 2.....	61
5.4.3.	Srovnání.....	61
6.	Závěr.....	66
7.	Seznam literatury.....	67
	Seznam tabulek.....	74
8.	Přílohy.....	76
	Seznam příloh.....	76
8.1.	Test 1.....	77
8.2.	Test 2.....	86

1. ÚVOD

Díky své dietetické hodnotě a vyváženému poměru esenciálních mastných kyselin, patří rybí maso k nejvýznamnějším potravinám živočišného původu a mají tak v našem jídelníčku nezastupitelnou úlohu.

Ryby jsou jedni z živočichů, kteří nejlépe transformují krmivo na vysoce kvalitní potravinu a zároveň biologická stopa jejich chovu je nižší ve srovnání s jinými systémy živočišné výroby (BÉNÉ *et al.*, 2015). Tato skutečnost, kdy se celosvětově hledají možnosti co nejefektivnější produkce potravin, nahrává vývoji nových technologií a vzniku dalších rybochovných objektů.

Mezi hlavní faktory, které v celosvětovém měřítku vedou k prohlubování péče o rybníční fond a ke zvýšené pozornosti chovu ryb v různých systémech, patří velký růst obyvatelstva, pokles těžby mořských ryb a snaha po exploataci vlastních zdrojů živočišných bílkovin.

V souvislosti s poklesem výtěžnosti a zvýšením nákladů na těžbu mořských ryb (i poklesem průměrné kvality těžených ryb), se potvrdilo, že sladkovodní ryby mohou mořským rybám konkurovat nejen kvalitou masa, ale i relacemi výrobních nákladů (KRATOCHVÍL, 1980).

V současné době vzrůstá zájem nejenom o ryby jako takové, ale je ze strany odběratelů (zákazníků) vytvářen tlak na dodavatele na kvalitu a sortiment nabízených produktů. Většina zákazníků si žádá ryby čerstvé či chlazené, upravené pro maximální pohodlí konzumenta. V praxi to znamená větší tlak na producenty, aby častěji dodávali menší množství ryb (a odstranila se tak sezónnost prodeje a konzumu ryb) a také vyšší tlak na zpracovatele, protože málo kdo si dokáže poradit s usmrcením a následným opracováním živé ryby.

Toto nahrává intenzivním chovům ryb v řízených podmínkách prostředí, které na rozdíl od tradičního rybníkářství, dokáží zajistit přísun tržních ryb po celý rok. A díky celoroční produkci menšího množství ryb většinou samy dokáží nachystat a zpracovat rybu dle přání zákazníka.

Intenzivní chov ryb v řízených podmínkách prostředí je relativně mladé produkční odvětví a stále se vyvíjejí nové technologie a nové postupy jak v takovýchto typech rybo-

chovných zařízení chovat větší spektrum ryb s nižšími náklady a v neposlední řadě také s nižšími dopady na životní prostředí.

2. CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je zpracovat přehled o používané strategii chovu lososovitých ryb v intenzivních akvakulturních systémech a zhodnotit jejich produkční efekt. V práci budou provedeny krmné testy s rozdílnou strategií výživy. Následně byly vyhodnoceny sledované parametry a vyhodnocen produkční efekt zvolené strategie.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. Spektrum chovaných ryb

V systémech intenzivního chovu se chová celá řada ryb. KOUŘIL (2010) uvádí, že předmětem chovu v recirkulačních systémech bývají zejména lososovité ryby, sumec, sumeček, okoun, candát, jeseteři, okrasné a akvariijní druhy ryb. BUŘIČ a KOUŘIL (2011) uvádí, že například technologie RAS dánského typu byla prvoplánově vyvinuta pro chov pstruha duhového a v současnosti je to nejfrekventovanější druh chovaný v podobných systémech. Technologie dánského RAS je ale vhodná a využívá se i pro ostatní druhy lososovitých ryb, jako pstruha obecného, sivena amerického, sivena arktického, popř. jejich hybridy. V současnosti jsou tyto systémy testovány pro produkci dalších druhů ryb (STEJSKAL *et al.* 2013).

3.1.1. Pstruh obecný – *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758)

Pstruh obecný se ve vodách České republiky vyskytuje v současnosti ve dvou formách (morfách) – potoční a jezerní. V minulosti se ještě vyskytovala tažná, do řek vplouvající forma mořská (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

Pstruh obecný, je jedním z prvních rybích druhů, u kterých byl zvládnut umělý výtěr a líhnutí jiker v líhních (HANEL a LUSK, 2005).

Pstruh obecný, forma potoční, je charakteristickým živočichem studených toků na evropském kontinentu, dále se vyskytuje i na severu Afriky, na Kavkaze a v malé Asii (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). Z poválečných dovozů se u nás může teoreticky vyskytovat pstruh potoční dánského chovu. Na počátku 70. let dvacátého století k nám byla přivezena populace pstruha obecného formy potoční, kterou vyšlechtil v Rakousku hrabě Kryštof Kolowrat Krakovský. Tato populace se v současnosti chová, v čisté linii, na líhni v Hynčicích a označuje se Po_{KK}. V letech 1994 a 1995 byly do ČR dovezeny jikry pstruha obecného formy potoční z Itálie, označovaného jako Po_{It} (HANEL a LUSK, 2005). DUBSKÝ *et al.* (2003) uvádí populaci z Itálie jako vhodnou pro intenzivní výkrm. Vyznačuje se podzimním i zimním výtěrem a velice dobře přijímá krmné směsi. HANEL a LUSK (2005) uvádí, že dobrý stav zarybnění volných vod pstruhem obecným je podmíněn trvalým vysazováním odchovaného plůdku a násady. HANEL a LUSK (2005), DUBSKÝ a kol (2003) a POKORNÝ a kol (2003) se shodují, že díky přesunům a dovozům násad a jiker došlo k potlačení původních populací pstruha obecného.

3.1.2. Pstruh duhový - *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Tvarem těla se podobá pstruhovi obecnému f. potoční, tělo je však užší a vyšší, ústa jsou menší, maxila dosahuje nebo mírně přesahuje zadní okraj oka. Ocasní ploutev je vykrojená, pouze u starých a velkých jedinců bývá uťatá až zakulacená (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995). Na těle, zvláště na hřbetní straně jsou nepravidelné černé skvrny (bez světlého lemování). Tyto skvrny jsou též na tukové ploutvičce, hřbetní a ocasní ploutvi. Typický duhový pás se táhne podél postranní čáry (intenzivně je vybarven u samců v době tření), podobné zbarvení nemá u nás žádná jiná lososovitá ryba (HANEL a LUSK, 2005).

Na naše území byl dovezen v roce 1888 z Německa, kam byl již dříve dovezen ze Severní Ameriky (1882). Po nezdarech s jeho vysazováním do tekoucích vod se začal chovat v rybnících a v menších průtočných nádržích, kde vykazoval velmi dobré produkční výsledky (POKORNÝ *et al.*, 2003).

V roce 1966 a 1967 byly dovezeny z Dánska (od firmy Jøker) zásluhou Zdeňka Vac-ka a Vysoké školy zemědělské v Praze jikry jezerní formy pstruha duhového (s označením *Salmo gairdnerii kamloops*) vyšlechtěného na podzimní výtěr. Tato populace označovaná Pd_{D66} se stala základem intenzivního chovu pstruha duhového u nás. V roce 1968 dovezlo Státní rybářství další jikry pstruha duhového s označením *Salmo gairdnerii kamloops*. Ryby z této zásilky se však vytírají na jaře (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

Pstruh duhový je jeden z hospodářsky nejdůležitějších druhů, který slouží především k intenzivní výrobě konzumní ryby. Má velmi kvalitní a chutné maso, obsahující kolem 3% tuku (HANEL, 1992). Populace kamloops má vynikající růstové schopnosti. V optimálních podmínkách dosahuje tržní hmotnosti již ve věku 10 až 13 měsíců (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Vývoj produkce tržního pstruha duhového je znázorněno v následující tabulce.

Tabulka 1 - Produkce pstruha duhového v ČR (MZE, 2011, 2013, 2014)

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produkce (t)	607	575	623	614	526	476	580	380	439

3.1.3. Siven americký – *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814)

Tělo má typicky lososovitý tvar, ale je vyšší než u pstruha. Hlava má koncová, silně rozeklaná ústa s ozubenými čelistmi. Základní zbarvení je šedozeleň, hřbet tmavší. Po těle je množství rumělkově červených skvrnek. Na hřbetě nacházíme více méně zřetelnou meandrovitou kresbu (typický znak, který nenacházíme u žádné jiné ve volné přírodě žijící lososovité ryby) (HANEL a LUSK, 2005). Ploutve prsní, břišní a řitní mají první paprsek krémově bíle zbarvený (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

Na naše území byl siven poprvé dovezen v roce 1883 z Německa (POKORNÝ *et al.*, 2003). Vzhledem ke své větší odolnosti k poklesu pH vody ve srovnání se pstruhem obecným, jde o perspektivní druh pro horské toky postižené acidifikací. V roce 1964 k nám byla dovezena prošlechtěná forma sivena amerického, určena k intenzivnímu chovu (HANEL a LUSK, 2005). DUBSKÝ *et al.*, (2003) uvádí, že siven si velice dobře zvyká na předkládaná krmiva, a že potravu přijímá i v zimě. HANEL a LUSK, (2005) tuto skutečnost potvrzují. Siven ochotně přijímá granule a rychle roste, vykazuje však vyšší ztráty při inkubaci jiker a odchovu plůdku. Je také náchylnější k onemocnění furunkulózou. Označuje se Si₆₄.

Tento druh je ve své původní domovině i u nás oblíbeným objektem sportovního rybolovu. U nás se tento druh vysazuje především do toků pstruhového pásma a vysoko položených nádrží i rybníků. Využívá se i k zarybňování kyselých toků. Kromě toho se u nás siven využívá i jako hospodářský druh v akvakultuře (ŠANDA, 2006).

Tabulka 2 - Produkce sivena amerického v ČR (MZE, 2011, 2013, 2014)

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produkce (t)	130	94	153	201	145	262	235	363	237

3.1.4. Siven arktický – *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758)

Siven arktický má mimořádný význam ve výživě člověka v chladných arktických oblastech, kde je jedinou dosažitelnou sladkovodní rybou (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

Jde o nejseverněji rozšířenou sladkovodní rybu žijící cirkumpolárně v Asii, Severní Americe a Evropě. V minulosti byl siven arktický objektem četných aklimatizačních pokusů na našem území, ovšem bez valného úspěchu (MENDEL, 2013).

Tvarem těla se podobá sivenu americkému. Na rozdíl od něj má však menší hlavu, většinou tupě zakončenou. Ústa jsou hluboce rozštěpená a bohatě ozubená. Ploténka radiální kosti je zakulacená, opatřená drobnými, nazad ohnutými zuby (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Hřbet má obyčejně šedomodrý, boky bělavé nebo žlutavé, břicho s oranžovým nádechem, intenzivnějším v době tření. Na hřbetě a na bocích jsou bělavé nebo bledě červené skvrny, které směrem k břichu mohou být i žlutavé nebo oranžové. Tyto skvrny se objevují někdy i na bázi hřbetní ploutve (BARUŠ, OLIVA *et al.*, 1995).

V intenzivních chovech se cíleně objevují kříženci sivena amerického a sivena arktického (MENDEL, 2013).

3.1.5. Kříženci sivena

Siven americký x siven arktický (*Salvelinus fontinalis* x *Salvelinus alpinus*)

Chov křížence sivena amerického a sivena arktického (s označením siven alsaský) je typickým příkladem využití hybridů v intenzivních chovech lososovitých ryb (HALAČKA *et al.* 2013).

Tato kombinace je v intenzivních chovech využívána pro odstranění problému zvýšeného povrchového poškození u pohlavně dospívajících mlíčáků sivena amerického. Toto povrchové poškození se často dostavuje ještě před dosažením pohlavní dospělosti a znehodnocuje je pro tržní realizaci. Hybridní jedinci by neměli být vysazováni do volných vod (MAREŠ *et al.*, 2012).

3.1.6. Další rybí druhy chované v intenzivních chovech

Jednou z možností zlepšení spotřeby sladkovodních ryb je větší diverzifikace spektra chovaných ryb, především cílená na původní (zdomácnělé) druhy ryb s vysoce kvalitním masem bez svalových „Y“ kostic. Mezi tyto perspektivní druhy ryb, které by mohly rozšířit paletu ryb běžně dostupných na našem trhu, patří okounovité (především candát obecný, okoun říční), síhovité (síh maréna a síh peled'), jeseterovité (hlavně jeseter sibiřský a ruský) a mník jednovousý (STEJSKAL *et al.*, 2013).

V případě teplotní manipulace jsou systémy pro intenzivní chov ryb vhodné i pro intenzivní odchov okounovitých (okoun říční, candát obecný) a jeseterovitých ryb (BUŘIČ a KOUŘIL, 2011).

3.1.6.1. Síhovití (Coregonidae)

Chov síhů v České Republice byl doposud tradičně založen především na společných polykulturních obsádkách s kaprem obecným (POKORNÝ *et al.*, 1992) v klimaticky vhodných podmínkách.

V letech 1975 – 1987 se produkce síhů pohybovala v širokém rozpětí, kdy výlovky tržních ryb činily od 243 do 429 t za rok. Současná produkce síhů je řádově nižší. Udává se roční výlovek 50 -60 t s převahou síha peledě. V roce 2010 byl zaznamenán pokles tržních síhů na hranici 26 t za rok (STEJSKAL *et al.*, 2013).

Brzy po roce 1970 byly zahájeny pokusy s křížením marény a peledě. První umělá hybridizace obou druhů proběhla již na konci roku 1971. Vzniklí kříženci v F1 generaci se vyznačovali rychlým růstem a dobrými reprodukčními schopnostmi. V dalších letech však docházelo v provozních podmínkách k nekontrolovatelnému vzájemnému křížení původních druhů a hybridů, což vedlo ke značnému zhoršení reprodukčních vlastností síhů a ke zvýšení mortality zárodků a plůdku (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Objevují se snahy reprodukovat síhovité ryby (maréna, peled') výhradně podle druhové čistoty, tzn. odděleně a z reprodukce vyloučit mezidruhové křížence (HANEL a LUSK, 2005).

Hlavní příčinou snížení produkce je především preference a snadná ulovitelnost těchto ryb stále se zvětšující populací kormorána velkého (*Phalacrocorax labrax*). Přesunutím alespoň části produkce do bezpečnějších (z hlediska predátorů) a lépe kontrolovaných podmínek intenzivních recirkulačních systémů by produkci síhů u nás významně pozvedlo. Navíc diverzifikace produkce nabízí zvýšení flexibility výroby a rozšíření nabídky daného producenta, což v akvakultuře vede ke zvýšení konkurenceschopnosti (STEJSKAL *et al.*, 2013).

V současné době je na několika RAS v sousedním Německu a na klecových chovech ve Finsku chován síh maréna (*Coregonus lavaretus*). Dalšími, z pohledu růstových schopností, zajímavými druhy jsou *Coregonus muksun*, *C. nasus*, *C. autumnalis* - lenok, *C. pidschian* (STEJSKAL *et al.*, 2013).

Intenzivní chov těchto síhů je i v jejich domovině v současnosti na začátku. Nicméně z hlediska růstové potence, schopnosti adaptace na intenzivní systém chovu a teplotní požadavky z nich činí atraktivní druhy alternativně využitelné ve studenovodních recirkulačních

lačních systémech s cílem produkce kvalitního rybího masa pro humánní konzum (STEJSKAL *et al.*, 2013).

3.1.6.2. Okounovití (Percidae)

Okoun říční a candát obecný se stávají perspektivními druhy ryb, o které je projevo-
ván zvýšený zájem nejen ze strany veřejnosti, ale i ze strany chovatelů a rybníkářů (POLICAR *et al.*, 2010).

Technologie intenzivního chovu okouna říčního byla v počátcích inspirována chovy okouna žlutého (*Perca flavescens* Mitchill) v Severní Americe, kde je produkováno kolem 500 tun okouna žlutého na farmách v blízkosti Velkých jezer. Vedle plně kontrolovaného chovu okouna v RAS (od larev až po tržní ryby) je zejména v Evropě (Německo, Rakousko, Česká Republika), s úspěchem využíván kombinovaný chov okouna v rybníční akvakultuře (ranná stádia) a následný dochov v RAS (juvenilní a tržní ryby) (STEJSKAL *et al.*, 2013).

Pro dosažení tržní velikosti okouna říčního je nutné optimalizovat chovatelské podmínky intenzivního chovu (POLICAR *et al.*, 2010).

Základními zootechnickými aspekty intenzivního chovu juvenilních a tržních okounů jsou optimální teplota kolem 23°C, krmné dávky dle stanovených propočtů (FIOGBÉ a KESTEMONT, 2003 in STEJSKAL *et al.*, 2013).

Candát obecný (*Sander lucioperca* L.) patří mezi významné druhy sladkovodních ryb, které se začínají uplatňovat ve sladkovodní intenzivní akvakultuře. Jeho chov v rybníčních podmínkách je provozován v celé Evropě po desetiletí, zatímco produkce candáta v RAS je relativně novým odvětvím (STEENFELDT a LUND, 2008 in STEJSKAL *et al.*, 2013).

Intenzivní farmy pro chov candáta obecného v Evropě většinou využívají uzavřeného obratu hejna ryb, kdy jsou v RAS odchovávány všechny věkové kategorie ryb (POLICAR *et al.*, 2014).

POLICAR *et al.* (2014) uvádí, že chov candáta obecného je možné efektivně realizovat v RAS. Je však nezbytné, aby byly zajištěny optimální podmínky prostředí pro intenzivní chov candáta: teplota vody 23 – 24°C, nasycení vody kyslíkem okolo 100 %, pH přibližně 7, CHSK kolem 30 mg.l⁻¹ a minimální zatížení vod amoniakem, dusitany a dusičnany.

3.1.6.3. Jeseterovití (*Acipenseridae*)

Z dosavadních zahraničních zkušeností je patrné, že intenzivní kombinovaný chov lososovitých i jeseterovitých (duokultura) v jednom systému je možný a navíc z produkčního i ekonomického hlediska výhodný, neboť obě skupiny ryb mají v intenzivních chovech obdobné nároky na fyzikálně-chemické vlastnosti vody. Jeseteři tedy mohou v prostředí stávajících recirkulačních systémů fungovat jako doplňková ryba. Díky jejich přítomnosti dochází k zlepšení využití aplikovaného krmiva, hlavně krmiva opomenutého obsádkou hlavních ryb. Na několika dalších místech recirkulačního systému, jako je hlavní odtokový a přítokový kanál, mohou jeseteři fungovat v roli tzv. čističů, kdy napomáhají likvidaci nárostů a využívají zbytkové krmivo (STEJSKAL *et al.*, 2013).

Na Pstruhařství Mlýny (RAS dánského typu) byl úspěšně otestován chov jeseterovitých ryb (jeseter sibiřský, jeseter malý, jeseter ruský), nicméně dlouhý produkční cyklus (2,5 – 3 roky do tržní velikosti 1,5 kg) omezuje využití tohoto ceněného doplňkového druhu ve větší míře. Dlouhý produkční cyklus je samozřejmě způsoben půlročním obdobím nízkých teplot (pod 10°C), kdy sledované jeseterovité ryby přijímají krmivo v omezené míře (BUŘIČ *et al.*, 2013).

3.2. Intenzivní chov lososovitých ryb

Již DVOŘÁK (1984) ve své publikaci píše, že ve světě je zaznamenáván prudký rozvoj chovu lososovitých ryb. Proces intenzifikace zde dosahuje měřítek, kdy můžeme již mluvit o průmyslové produkci. V našich podmínkách je hlavní důraz kladen zejména na chov pstruha duhového.

V evropském chovu sladkovodních ryb stále převažuje chov pstruha duhového. Jeho podíl na produkci sladkovodních ryb se až do poloviny devadesátých let minulého století zvětšoval. Od druhé poloviny devadesátých let dvacátého století tento růst zpomaloval, a to zejména z důvodu vzrůstajících výrobních nákladů a zvyšujících se environmentálních nároků na intenzivní chovy ryb (NUST a PFAU, 2010).

Pro intenzivní chov lososovitých ryb jsou typické chovné nádrže různého typu: betonové bazény (kanály), sila (systém SILOX), závěsné nádrže (HTT systém), plovoucí klecová zařízení využívající volné vodní plochy anebo nádrže typu Stählermatic (POKORNÝ *et al.*, 2003).

3.2.1. Systémy chovných zařízení

Speciální objekty pro intenzivní chovy ryb jsou stavebně technologická zařízení umožňující chovy ryb v intenzitách řádově vyšších, než - li chovy v přírodních nádržích. Z hlediska využití vody jako životního prostředí ryb, lze hovořit o speciálních objektech s průtočnou nebo recirkulovanou vodou. Stupeň recirkulace je dán opětně použitým množstvím vody, nebo potřebným množstvím přídavné vody v rybochovném objektu (KUJAL, 1980).

Průtočné zařízení je tradiční typ rybochovných objektů, v nichž voda protéká jednotlivými částmi, např. líhni, odchovnou a nádržemi pro výkrm a po použití odtéká z objektu. Základním předpokladem pro provoz těchto objektů je vždy dostatek kvalitní vody i odpovídající prostor pro optimální rozmístění odchovných nádrží. Předností průtočných objektů jsou nižší náklady na jejich zřizování, menší nároky na čištění vody a jednodušší obsluha a provoz. Nevýhodou je naopak značná závislost kvality a objemu protékající vody na vnějších faktorech, vyšší spotřeba vody a znečišťování recipientu odpadními vodami, obsahujícími zvýšené množství organických látek a živin a někdy i léčebné nebo desinfekční prostředky (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Průtočné akvakulturní systémy jsou dnes světově nejpoužívanější technologií pro chov lososovitých ryb ve vnitrozemí, a to i přes značné nároky na vydatné zdroje kvalitní vody (SNOW *et al.*, 2012).

Udržitelná akvakultura by měla směřovat ke dvěma cílům, tj. k výrobě potravin a zároveň zachovat přírodní zdroje. Toho je dosaženo pouze tehdy, když jsou použity výrobní systémy s minimálním ekologickým dopadem. Recirkulační systémy akvakultury (RAS) poskytují příležitost ke snížení spotřeby vody a zlepšení nakládání s odpady a recyklaci živin (MARTINS *et al.*, 2010).

V recirkulačních systémech lze zajistit optimální podmínky pro chov ryb jak z hlediska kvality vody, tak z hlediska dávkování krmiva, při nízkých nárocích na množství nové přitékající vody (KUJAL, 1984a *in* STUPKA, 2003).

Hlavními výhodami recirkulačních systémů je možnost regulovat prostředí a parametry kvality vody s cílem udržení dobrého zdravotního stavu ryb a vysoké rychlosti růstu (KOUŘIL a KUJAL, 2009).

MALONE (2013) určuje pět zásadních bodů, pro dobrou funkci RAS. Jsou jimi čiření¹, biofiltrace, recirkulace, aerace a odplynění vody.

Recirkulační zařízení nabývají v poslední době stále více na významu. Jejich podstatou je systém částečného nebo úplného opakovaného využití recirkulované vody. V zařízeních tohoto typu se veškerá voda použitá k chovu ryb nebo alespoň její různě velký podíl čistí a upravuje tak, aby ji bylo možné znovu využít. Důležité je zejména odstranění produktů látkové výměny ryb (exkrementy, amoniak) a patogenních i nepatogenních zárodků, a nasycení vody kyslíkem. V celém systému tak dochází k oběhu vody a pouze její část se odpouští mimo něj. Vysoká koncentrace znečištění v odpouštěné vodě usnadňuje její čištění nebo další využití ve srovnání s odtokem z průtočných zařízení. Ztráty vody úpravou recirkulující vody, odpouštěním a odparem se nahrazují čerstvou vodou. Celkový objem vody v systému je tak prakticky stálý (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Jedním z typů recirkulačních systémů je RAS pro chov lososovitých ryb vyvinutý v Dánsku. Jeho vývoj vycházel z legislativního omezení množství využívané vody a postihujícího vypouštění vody odpadní a z potřeby kvalitní vody pro chov ryb. V současnosti jsou dánské firmy omezeny množstvím krmiva, které mohou ročně využít, a to podle množství odpadní vody vypouštěné do recipientu. Obecně patří tento systém do tzv. horizontálních recirkulačních systémů, charakterizovaných nízkým výškovým rozdílem hladiny vody v jednotlivých sekcích systému. Je založen na minimální potřebě přitékající čerstvé vody. Tu je nutno do systému dodávat pouze pro vyrovnání ztrát odparem a čištěním. Předpokladem fungujícího systému je dostatečný objem a kapacita biofiltru, vhodná péče o biofiltr a odkalování jednotlivých žlabů. Obecně platí, že pokud správně funguje biofiltr, nejsou v těchto systémech problémy s produkcí a zdravotním stavem ryb (MAREŠ *et al.*, 2013).

Masivní rozvoj recirkulačních technologií nezpůsobila pouze řada technologických vymožeností, které neustále zdokonalují a zefektivňují provoz recirkulačních akvakulturních systémů (RAS), ale zejména stále méně vyhovující podmínky prostředí. Nedostatek vydatných a kvalitních zdrojů přítokové vody, výskyt nemocí ryb a zvýšený výskyt rybožravých predátorů do značné míry zredukoval možnosti chovu ryb v klasických průtočných, klecových systémech či rybnících. Kapacity rybníčních akvakultur a lov ryby z volných vod pak nebyly a stále nejsou schopny uspokojit poptávku po sladkovodních

¹ Odstranění jemných suspenzí z vody.

dravých, jeseterovitých i teplomilných rybách. S postupem času a s rozvojem akvakultury jako celku však sílil faktor zatížení vodního prostředí, především původem z průtočných či klecových systémů. RAS se tak staly významnou alternativou, jelikož svojí technologií toto zatížení eliminují (BUŘIČ a KOUŘIL, 2011).

Rovněž lze využít i kalů, což je hodnotná surovina např. na výrobu bioplynu, či doplňkový komponent krmiv, popřípadě pro jiné účely (KUJAL, 1984a *in* STUPKA, 2003).

V České republice je v současnosti provozováno jen několik málo produkčních recirkulačních systémů pro chov ryb. V roce 2008 a 2009 byly uvedeny do provozu dva moderní recirkulační systémy tzv. dánského typu, každý s plánovanou kapacitou 100 tun tržních lososovitých ryb (v lokalitě Mlýny u Vimperka a u Kamenice nad Lipou) (KOUŘIL a KUJAL, 2009).

3.2.2. Zdroje vody pro speciální rybochovné objekty

Pro rybochovné objekty můžeme využít různých zdrojů vody.

GORYCZKO (2001) udává potřebu vody pro vyprodukování jedné tuny ryb v objektu s plným chovatelským cyklem v letním období (kritické) 5-15 l.s⁻¹.

Podzemní voda se získává jímáním přirozených vývěrů nebo zřizováním studní či vrtů, odkud je potom čerpána (KOUŘIL a KUJAL, 2009).

Podzemní voda získaná z hlubokých vrtů a pramenů je nejlepším zdrojem vody pro chov ryb. Obecně je bez znečišťujících látek a má relativně vysokou úroveň tvrdosti, která je za určitých okolností výhodná (HELFRICH a LIBEY, 2009).

Tato voda se vyznačuje stálostí teploty. Z hloubky asi 10 m kolísá teplota mezi 10 – 12°C. Obsah rozpustných látek ve vodě je určován geologickými podmínkami podloží. Je to voda neznečištěná hrubšími mechanickými nečistotami, obsah kyslíku bývá nízký, naopak tomu je častý vysoký obsah dalších plynů (CO₂). Voda obsahuje zvýšené množství rozpustných minerálních látek (uhličitanu, chloridy, sírany), a proto se vyznačuje vyšší celkovou tvrdostí. Pramenitá voda někdy obsahuje zvýšené množství rozpuštěného železa a manganu, které nepříznivě působí na zdravotní stav jiker a plůdku. Proto se přívod vody vybavuje dalším speciálním zařízením za účelem vysrážení nežádoucích látek (STUPKA, 2003).

Povrchová voda ve srovnání s vodou pramenitou má vyšší obsah kyslíku a zpravidla nižší tvrdost a kolísání teploty. Může však obsahovat i řadu pro chov ryb nežádoucích látek, které vznikly vlivem lidské činnosti. Ostatní fyzikálně chemické vlastnosti vody jsou zpravidla vhodné pro chov ryb (KOUŘIL a KUJAL, 2009). Zvýšené nároky jsou však kladeny na technické vybavení, např. pro sedimentaci, filtraci, zabránění vniku původců onemocnění apod. (STUPKA, 2003).

Zdrojem vody pro rybochovný systém v Žáru (Pstruhařství Mlýny) je drenáž, resp. drenážní jímka umístěná pod objektem RAS, tato drenážní jímka zachycuje průsak vody z nedaleké říčky Spůlky. Drenáž zajišťuje přítok přibližně $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (MAREŠ *et al.*, 2013).

Systém drenáží ke shromažďování vody pro rybochovné objekty popisuje i CHIN *et al.* (1991). Popisuje využití vody z dešťové kanalizace města. Tato je po filtraci shromažďována v zemních rybníčcích a následně využita jako zdroj vody pro rybochovné objekty.

Vody stojaté. Patří sem nejrůznější typy nádrží, jako rybníky, jezera nebo údolní nádrže. Zpravidla shromažďují povrchovou vodu různé kvality. Největší výhodou použití těchto zdrojů je dostatek vody a mírnější kolísání její teploty. Občas se vyskytují problémy související se zvýšeným obsahem rozpuštěných živin. V nádržích dochází k sedimentaci rozptýleného kalu, ale i k rozvoji rostlin (řas) a následně zooplanktonu, což přináší řadu rizik (kolísání pH, deficity O_2 , zvýšení obsahu amoniaku, ucpávání rozvodů vody, nebezpečí výskytu plísňových a bakteriálních onemocnění). Při odběru vody z rybníků musíme vždy počítat se zvýšenými nároky na úpravu vody před vlastním použitím (STUPKA, 2003). V případě přímého odběru z hlubších (údolních) nádrží s teplotní stratifikací se využívá voda z různých hloubkových horizontů. To umožňuje volit odpovídající teplotu i některé další kvalitativní ukazatele zdroje vody (KOUŘIL a KUJAL, 2009).

Komunální vody mohou také sloužit k zásobení RAS vodou, ovšem je třeba z nich odstranit chlór, fluór a ostatní chemické látky (HELFRICH a LIBEY, 2009).

Geotermální vody a vody z hloubkových vrtů. Vyznačují se velkou vydatností a stabilitou teploty. Jejich přímé využití závisí na kvalitě a teplotě. Zpravidla nemají velké množství rozpuštěných solí a mají nízký obsah O_2 . Lze je využít i nepřímo k předávání tepla pomocí výměníků (STUPKA, 2003). Průměrná teplota vody, v hloubkových vrtech

(10 metrů), v našich geografických podmínkách, je 9,5°C (PITTER, 2009 *in* OŠANEC, 2012).

Odpadní oteplená voda (technologická). Zdroj vody slouží k ochlazování určitých technologických zařízení, je různě vydatný. Tuto vodu používají objekty např. v blízkosti elektráren a některých průmyslových podniků s dostatečnou kapacitou. Voda se ohřeje ochlazováním technologických zařízení o několik stupňů (5 – 15°C). Po drobných úpravách ji lze využít jak přímo, tak nepřímo (STUPKA, 2003).

Teplo získané levným způsobem pro temperování vody (odpadní teplo), výrazným způsobem ovlivňuje ekonomiku provozu rybochovných objektů (KOUŘIL a KUJAL, 2009).

Nedávné inovace jako jsou denitrifikační reaktory, technologie zhušťování kalu a ošetření vody ozonem, vedly ke snížení spotřeby vody a vypouštění odpadů do recipientu v RAS (MARTINS *et al.*, 2010).

3.3. Požadavky na kvalitu vodního prostředí

KOUŘIL (2010) uvádí, že ačkoli je vodní prostředí komplexní ekosystém skládající se z různých parametrů, tak je výhodou, že jen několik z nich hraje roli v chovu ryb.

Při chovu lososovitých ryb se vychází z předpokladu, že přitékající voda neobsahuje toxické látky, ani jiné škodlivé substance ohrožující chov. Nejdůležitější vlastnosti vody jsou teplota, O₂, pH, NH₄⁺. Tyto faktory vodního prostředí nepůsobí samostatně, ale navzájem se ovlivňují a vytvářejí svými vazbami příznivé, nebo nepříznivé prostředí ryb (KUJAL, 1984b).

3.3.1. Teplota

Ryby patří k poikilotermním živočichům, tzn. že jejich tělesná teplota kolísá v závislosti na teplotě okolí. Teplota vody je významným faktorem vnějšího prostředí. Její hodnota zásadním způsobem ovlivňuje biologickou aktivitu ryb tj. příjem a využití potravy, růst, reprodukci apod. Pro chov lososovitých ryb je velmi důležitá tzv. stabilizace teploty vody (POKORNÝ *et al.*, 2003). Z tohoto důvodu krmné dávky respektují velikost a intenzitu látkové výměny a podle toho se upravují. Optimální teploty pro krmení násad a starších lososovitých ryb jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3 - Optimální teploty krmení (POKORNÝ *et al.*, 2003)

Druh	Optimální teplota
Pstruh obecný f. potoční	12 – 15°C
Pstruh duhový	14 – 17°C
Siven americký	12 - 14°C

Při vysokých teplotách dochází ke snížení obsahu kyslíku ve vodě, což u lososovitých ryb způsobuje dýchací a zažívací potíže, které často končí i jejich úhynem. Za optimální je pro lososovité ryby považována teplota vody od 10 do 17°C (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Ukázalo se, že v intenzivním chovu při stálé teplotě vody 16°C je přírůstek celkové délky těla pstruha duhového 25,4 mm, zatímco ve stejných podmínkách při teplotě vody 8°C je přírůstek pouze 6,3 mm (LEITRITZ, 1959).

3.3.2. Kyslík

Kyslík je jedním z nejdůležitějších plynů, rozpuštěných ve vodě. Je nezbytný pro dýchání živočichů ve vodě a pro aerobní rozklad organické hmoty (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

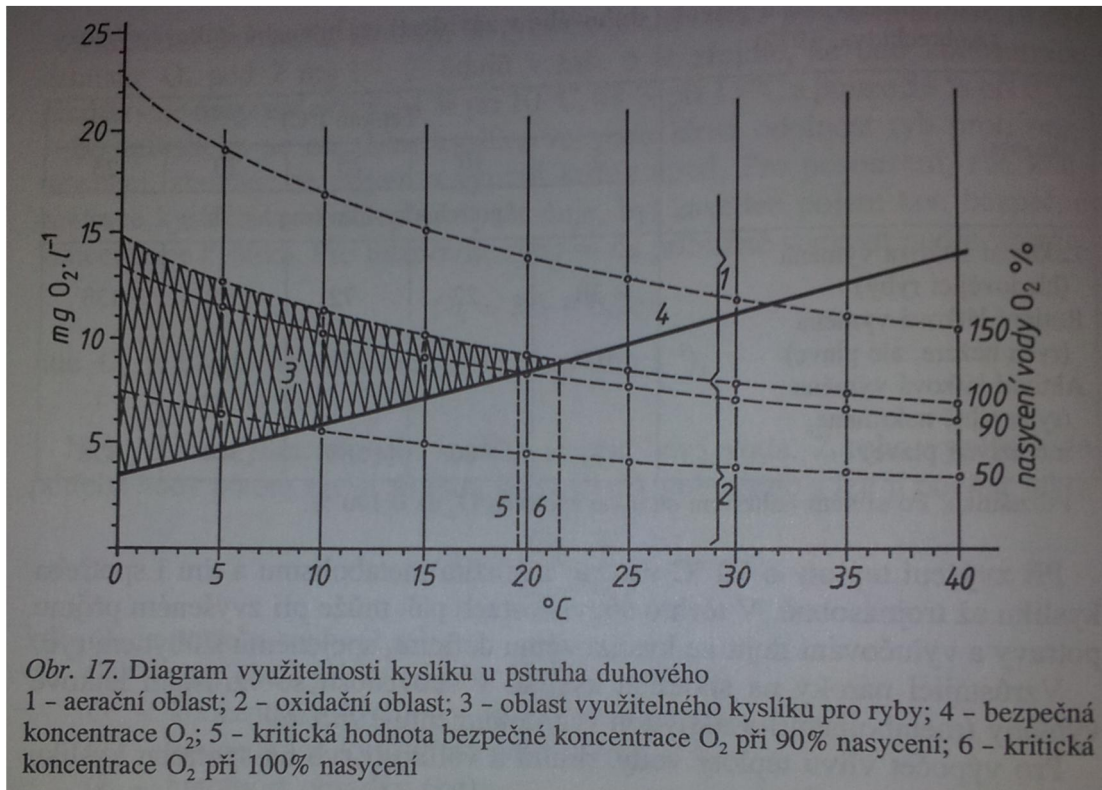
Obecně platí, že spotřeba kyslíku vzrůstá s teplotou, nakrmením, zvýšenou aktivitou a při onemocnění. S hmotností ryby její spotřeba kyslíku v přepočtu na jednotku hmotnosti klesá, viz tabulka 4 (POKORNÝ *et al.* 2003).

Tabulka 4 - Spotřeba kyslíku u pstruha duhového v závislosti na hmotnosti

Kusová hmotnost ryb (g)	Spotřeba kyslíku (mg.kg ⁻¹ .h ⁻¹)
0,1	1500
1,0	1000
2-10	600
10-50	500
Nad 50	450
Do 700	300 - 450
Nad 700	250 - 300

POKORNÝ *et al.* (2003) uvádí hranici obsahu kyslíku ve vodě, pro přežití pstruha duhového, u nakrmených ryb 5 mg.l⁻¹ a u nenakrmených 3,5 mg.l⁻¹. Zároveň uvádí, že pro dokonalé využití krmiva by obsah rozpuštěného kyslíku neměl klesat pod 7 mg.l⁻¹.

Množství rozpuštěného kyslíku využitelného pro pstruha duhového, v závislosti na teplotě vody, při 100% nasycení při normálním atmosférickém tlaku je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 1 - Diagram využitelnosti kyslíku u pstruha duhového (POKORNÝ *et al.*, 2003)

Spotřebu kyslíku ovlivňuje u pstruha duhového mimo jiné i dvoufázový biorytmus. Maximální aktivity dosahuje ryba mezi 4. a 7. hodinou a mezi 16. a 19. hodinou. Tento dvoufázový biorytmus se projevuje pravidelně bez ohledu na vnější vlivy (POKORNÝ *et al.*, 2003).

3.3.3. Ostatní plyny

Oxid uhličitý je pro život ve vodě stejně důležitý jako kyslík. Do vody se dostává rozkladem organických látek, dýcháním vodních živočichů, rostlin a v omezené míře i difuzí z atmosféry a s přitékající vodou (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Obvyklá koncentrace CO₂ ve vodě je přibližně 2 – 4 mg.l⁻¹ (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat i sloučeninám dusíku, které se do vody dostávají splachy z půdy, v odpadních vodách, anebo jako produkt metabolismu ryb.

Nejvýznamnější z nich je toxický amoniak NH_3 , který se uvolňuje z netoxického kationtu NH_4^+ v alkalickém prostředí. Jako kritická hodnota amoniaku pro pstruha duhového se udává $0,0125 \text{ mg.l}^{-1}$ (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Dále jsou pro ryby nebezpečné i ve vodě rozpuštěné dusitany (NO_2^-). Jejich toxicita však klesá s rostoucí koncentrací chloridů (Cl^-). Jejich bezpečný poměr určuje tzv. chloridové číslo a pro lososovité ryby činí 17. Ke zvýšení koncentrace dusitanů může docházet v recirkulačních systémech při vadné nebo nedokonalé funkci biofiltru (POKORNÝ *et al.*, 2003).

3.3.4. Reakce vody (pH)

Dalším důležitým ukazatelem kvality vodního prostředí je pH. Jeho optimální hodnoty se pro většinu rybích druhů pohybují v rozmezí 6,5 – 8,5. Lososovité ryby jsou tolerantnější vůči nízkému pH, ale zároveň citlivěji reagují a jeho vysoké hodnoty. Nejtolerantnější na nízké pH je v tomto ohledu siven americký, který přežívá i v prostředí s pH 4,5 (NAVRÁTIL *et al.*, 2000).

Optimální rozmezí hodnot pH pro pstruha je 6,5 – 8. Pstruh duhový je schopen po postupné adaptaci snášet i pH okolo 5 a nad 10, ovšem nelze na to dlouhodoběji spoléhat (POKORNÝ *et al.*, 2003).

S hodnotami pH souvisí i míra toxicity některých látek. Hliník a železo při nízkých hodnotách a amoniak při vysokém pH (POKORNÝ *et al.*, 2003).

3.4. Výživa a krmení lososovitých ryb

Lososovité ryby mají trávicí soustavu se žaludkem, což znamená, že potravu tráví při nízkém pH (okolo 2). Na začátku střeva mají lososovité ryby tzv. pylorické přívěšky, které zvětšují kapacitu trávicího ústrojí a zároveň zpomalují postup tráveniny zažívacím traktem. U pstruha tedy dochází nejprve k trávení v kyselém prostředí a po přimísení žluči v prostředí zásaditém (JIRÁSEK *et al.*, 2005).

V nejmodernějších chovech lososovitých ryb je kladen velký důraz na maximální možnou intenzifikaci. Toho je dosahováno řízenými podmínkami prostředí, vysokou kon-

centrací ryb a hlavně minimalizací či vyloučením přirozené potravy. Ta je nahrazena kompletními krmnými směsmi, které v plném rozsahu pokrývají nutriční požadavky chovaných ryb (KOUŘIL *et al.*, 2008).

Kvalitní krmivo musí dle POKORNÝ *et al.* (2003), plně pokrýt záchovnou krmnou dávku, tj. zajistit základní metabolismus ryby, a v optimálním množství produkční krmnou dávku, tj. takovou dávku, aby byly zajištěny optimální přírůstky a složení rybího těla.

V podmínkách České Republiky je využití kompletních krmných směsí orientováno téměř výhradně pro intenzivní chovy lososovitých ryb, popřípadě k chovu ryb ve speciálních podmínkách (MAREŠ *et al.*, 1999).

3.4.1. Proteiny

Bílkoviny jsou makromolekulární látky, které jsou z 15 – 18 % tvořeny dusíkem (ZEHNÁLEK, 2009).

Stavebními jednotkami proteinů jsou aminokyseliny, kterých bylo zatím zjištěno v bílkovinách 25. Aminokyseliny se spojují v různé velké a různě uspořádané řetězce, které se mohou vázat i na látky nebílkovinné povahy. Tímto způsobem může vznikat velké množství bílkovin (POKORNÝ *et al.*, 2003). Bílkoviny se z hlediska výživy rozdělují na plnohodnotné bílkoviny, v nichž jsou obsaženy všechny esenciální aminokyseliny a na neplnohodnotné bílkoviny, kterým chybí některá z esenciálních aminokyselin. Plnohodnotné jsou z pravidla bílkoviny živočišného původu, neplnohodnotné bílkoviny obsahují bílkoviny rostlinného původu (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Potřeby minimálního množství bílkovin a vyvážená směs aminokyselin je pro výživu ryb zásadní a jejich nedodržení adekvátně ovlivňuje zdraví a růst ryb. Na druhou stranu překrmování ryb proteiny je velmi nestrategické, neboť proteiny jsou nejdražší složka krmných směsí, a navíc překrmování proteiny zvyšuje množství odpadů dusíkového metabolismu ve vodním prostředí (GATLIN III, 2010).

Nahrazení rybího proteinu (z rybí moučky), v krmivu pro pstruha duhového, sojovým proteinem (od 33% do 100%) nemá vliv na růst ryb ani na využití živin krmiva. Nicméně nahrazení rybího proteinu v krmivu sojovou moukou ve větším množství (více než 50%), zpomaluje rychlost růstu ryb (KAUSHIK *et al.*, 1995).

Jednotlivé chované rybí druhy, mají rozdílné nároky na potřeby esenciálních aminokyselin. V intenzivních chovech lososovitých ryb při použití kompletních krmiv bývají deficitní jen některé z esenciálních aminokyselin, zejména lyzin, metionin a arginin. Ty pak v praxi limitují účinnost syntézy bílkovin a tím i růst organismu (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Zastoupení ve svalovině a potřeba jednotlivých aminokyselin u pstruha duhového je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 5 - Zastoupení aminokyselin v těle pstruha duhového a jejich potřeba (PŘÍHODA 2006)

Esenciální			Neesenciální	
Aminokyselina	Obsah ve svalovině	Potřeba	Aminokyselina	Obsah ve svalovině
Arginin	5,9	3,1	Tyrozín	3,4
Histidin	2,5	1,4	Glycín	7,6
Isoleucín	4,0	2,1	Alanin	6,1
Leucín	7,2	3,9	kys. aspartová	9,2
Lyzin	8,7	4,7	Cystin	-
Metionin	2,9	1,6	Cystein	1,3
Fenylalanin	5,1	2,8	kys. glutamová	13,1
Treonin	5,5	3	Serin	4,2
Tryptofan	0,9	0,4	Prolin	-
Valin	5,2	2,8	Hydroxyprolin	4,4

3.4.2. Lipidy

Lipidy jsou heterogenní skupina sloučenin, která má přímo či nepřímo vztah k mastným kyselinám. Lipidy jsou důležitou složkou potravy nejen pro svou vysokou energetickou hodnotu, ale i pro obsah esenciálních mastných kyselin a v tučích rozpustných vitamínů obsažených v lipidové složce přirozené potravy (MURRAY *et al.*, 2002).

Tuky představují pro rybí organismus nejdůležitější zdroj energie. Pro lososovité ryby potom zdroj energie zcela nenahraditelný (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Stravitelnost tuků je u ryb vysoká a může dosahovat až 90 % (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Z počátku uvádění krmných směsí na trh, byl doporučován obsah tuku krmiv okolo 6 – 7 %, vyšší obsah tuku způsoboval u lososovitých ryb potíže s trávením a tukovou degeneraci jater. Tento fakt byl zapříčiněn využíváním nevhodných tuků, které měly vysoký podíl nasycených mastných kyselin. V současné době představuje podíl tukových částí krmiv okolo 20 %, ovšem skladba tohoto tuku odpovídá moderním poznatkům o výživě lososovitých ryb. Převážný podíl tohoto tuku je tvořen nenasycenými mastnými kyselinami (POKORNÝ *et al.*, 2003). JIRÁSEK *et al.* (2005) udává potřebu tuku v krmivech pro pstruha duhového 18 – 22 %.

Některé mastné kyseliny si rybí organismus nedokáže syntetizovat a musí proto být obsaženy v potravě (DUBSKÝ *et al.*, 2003). Pro pstruha jsou esenciální kyselina linolová a α – linolenová. Jejich potřeba v krmné směsi pro pstruha duhového je u kyseliny linolové 0,8 % diety a u kyseliny α – linolenové 1,0 % diety (JIRÁSEK *et al.*, 2005).

S vysokým obsahem tuku souvisí i trvanlivost krmných směsí. Tuky za přístupu kyslíku oxidují (žluknou) a krmiva jsou tím znehodnocována. Z tohoto důvodu se do krmných směsí přidávají antioxidantní přípravky, např. Kurasan, ethoxyquin nebo BHT (butylhydroxytoluen) (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

3.4.3. Sacharidy

Sacharidy jsou hojně rozšířeny u rostlin i živočichů, kde plní funkci jak strukturní, tak metabolickou (MURRAY *et al.*, 2002).

ZEHNÁLEK (2009) uvádí, že sacharidy jsou polyakloholy s oxoskupinou.

Jak uvádí JIRÁSEK *et al.* (2005) sacharidy nejsou pro ryby esenciální živinou. Jejich energetický potenciál ryby pokrývají z tuků a bílkovin. U karnivorních druhů ryb (např. lososovitě) je limitovaná schopnost trávit sacharidy daná evolučně.

Některé sacharidy jsou v těle ukládány ve formě glykogenu v tkáních, jako jsou například játra či svaly. Tento glykogen může být rychle uvolněn, pokud tělo potřebuje glukózu (GATLIN III, 2010).

JIRÁSEK *et al.* (2005) dále uvádí, že pstruh duhový je schopen trávit neupravený škrob maximálně z 50 %. Jeho stravitelnost lze zvýšit u pstruha duhového o 10 – 15 % hypotermickou úpravou.

Sacharidy rostlinného původu využívají lososovité ryby pouze částečně, a tak by jejich obsah v krmivu neměl převyšovat 9 % (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Pro zvýšení stravitelnosti sacharidů rostlinného původu se využívá extruze. Tj. procesu lisování, při němž dochází ke strukturálním změnám plodiny a k zahřátí na požadovanou úroveň, a tím k deaktivaci antinutričních faktorů (HOMOLKA a KUDRNA, 2006).

JIRÁSEK *et al.* (2005) ovšem poukazuje na fakt, že sacharidy mají při výrobě krmných směsí i technologický význam. Pojivový účinek sacharidů (škrobů) zvyšuje stabilitu granulovaných směsí ve vodě.

Vyšší úroveň zmazovatění škrobu zvyšuje stabilitu krmiv ve vodě. Technologie extruze umožňuje výrobu pelet s rozdílnou specifickou hmotností od plovoucích až po rychle se potápějící granule (MAREŠ, 2014 – ústní sdělení).

3.4.4. Vitaminy

Vitaminy jsou organické neenergetické živiny, které se významně podílejí na regulaci životních funkcí (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Ryby mají relativně nízké nároky na množství vitaminů v krmivu, ovšem potřeba jejich vitaminizace roste se zvyšující se intenzitou chovu a se snižováním dostupnosti přirozené potravy (JIRÁSEK *et al.*, 2005).

Potřeba vitaminů se uvádí buď v hmotnostních jednotkách, nebo v tzv. mezinárodních jednotkách, které se vztahují k funkční účinnosti (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Následující tabulka ukazuje doporučené množství vitaminů v krmivech.

Tabulka 6 - Potřeba vitaminů v krmivech (PŘÍHODA., 2006)

Vitamin	Množství
A (axeroftol)	12 000 - 18 000 m.j.
D ₃ (cholekalCIFerol)	2 000 - 2 500 m.j.
E (tokoferol)	100 - 150 mg
K (fylochinon)	6 - 12 mg
B ₁ (tiamin)	10 - 20 mg
B ₂ (riboflavin)	20 - 30 mg
Kyselina pantotenová	50 - 60 mg
PP (niacin)	150 - 200 mg
B ₆ (pyridoxin)	10 - 15 mg
B ₁₂ (kobalamin)	0,03 - 0,05 mg
H (biotin)	0,8 - 1,2 mg

Inositol	300 - 400 mg
Kyselina listová	4 - 6 mg
Cholin	1 000 - 1 500 mg
C (kyselina askorbová)	400 - 600 mg

Během hypovitaminózy (částečném deficitu vitaminů) se snižuje užitek, odolnost organismu, schopnost reprodukce a další, ale neprojevují se příznaky onemocnění z nedostatku vitaminů. Avitaminóza (zásadní nedostatek vitaminů) se projevuje klinickými příznaky onemocnění způsobeného deficitem určitého vitaminů (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Nemoci způsobené nedostatkem vitaminů jsou uvedeny v následující tabulce.

*Tabulka 7 - Nemoci způsobené nedostatkem vitaminů (NAVRÁTIL *et al.*, 2000)*

Nedostatek vitaminu	Průběh onemocnění
A (axeroftol)	Zvyšuje procento ztrát u plůdku a snižuje rychlost růstu, dochází k tukové degeneraci jater
D ₃ (cholecalciferol)	Porušení metabolismu vápníku a fosforu, v těle vzniká rachitida
E (tokoferol)	Špatné oplození jiker, ceroidní degenerace jater s následným hynutím
K (fylochinon)	Prodlužují dobu srážení krve
B ₁ (tiamin)	Nervové poruchy, ztráta rovnováhy, křeč, svalová atrofie, slabost, ochrnutí
B ₂ (riboflavin)	Hemoragie, nekrózy žaber, skřelí a okrajů ploutví
Kyselina pantotenová	Překrvení a zduření žaber, dýchací poruchy, snížená rychlost růstu
PP (niacin)	Nechutenství, trávicí poruchy, zuření žaber, sešlost
B ₆ (pyridoxin)	Nervové poruchy, poruchy dýchání, anémie, nechutenství, hynutí
B ₁₂ (kobalamin)	Pokles hemoglobinu a červených krvinek, nechutenství, pomalý růst
H (biotin)	Ztmavnutí těla, nechutenství, anémie, snížení rychlosti růstu
Inositol	Snížení růstu, nechutenství, nekrózy, anémie
Kyselina listová	Snížení růstu, anémie a roztřepení ploutví
Cholin	Nechutenství, zhoršený růst a příjem krmiva, hemoragie, ukládání tuku v játrech
C (kyselina askorbová)	Nechutenství, pozastavení růstu, krvácení do jater a střeva

3.4.5. Minerální látky

Minerální látky slouží k výstavbě tkání, regulaci osmotického tlaku, udržení acidobazické rovnováhy, ke správné funkci enzymů, vitaminů a hormonů a jsou tak v těle organismů nezastupitelné (POKORNÝ *et al.*, 2003).

Do organismu se dostávají potravou, přes kůži či žaberním aparátem. Jsou ukládány v kostech a zubech, popřípadě jsou přítomny v roztocích v podobě molekul a iontů (DUBSKÝ *et al.*, 2003).

Minerální látky dělíme na makroprvky: vápník, fosfor, hořčík, chlór, sodík, draslík a síra. A na mikroprvky (nebo stopové prvky): kobalt, chrom, měď, jód, železo, mangan, selen a zinek (GATLIN III, 2010).

Následující tabulka ukazuje doporučené množství minerálních látek v krmivu pro pstruha duhového.

Tabulka 8 - Doporučené množství minerálních látek v krmivu pro pstruha duhového (STEFFENS, 1989 in POKORNÝ, 2003)

Makroprvek	g.kg ⁻¹ krmiva
Vápník	0,3 – 3,0
Fosfor	6
Hořčík	0,4 – 0,7
Draslík	>1,6
Mikroprvek	g.kg ⁻¹ krmiva
Měď [†]	3
Mangan [*]	12 – 13
Zinek ^{**}	15 – 30
Kobalt	0,05
Selen	0,15 – 0,25
Jód	0,6 – 2,8

3.4.6. Technika krmení

Krmné postupy ovlivňují efektivitu produkce a nutriční hodnotu krmiv. Pro zvolení správné techniky krmení je třeba brát ohled na druh a stáří chovaných ryb, teplotu vody a její vliv na metabolismus a dostupnost přirozené potravy (GATLIN III, 2010).

Nejnižší konverze živin nastává při konzumaci 75% krmiva z jeho maximálního možného příjmu. Naopak maximální růst ryby nastane při zkonzumování téměř 100% z maximálního možného příjmu. V praxi jde tedy o hledání optimálního poměru mezi maximálním přírůstkem a maximálním využitím krmiva, kterého lze dosáhnout krmením mezi těmito dvěma úrovněmi nasycení (STICKNEY 2000).

Krmení lze provádět ručně nebo pomocí automatických podavačů. Tyto podavače se prodávají v několika variantách, jako pásové či šnekové dopravníky nebo vibrační poda-

vače. V rybníkářství se můžeme setkat ještě s pneumatickými podavači krmiv (GAT-LIN III, 2010).

CRAIG (2009) popisuje zásady zacházení s krmivy. Pytle s krmivy by měly být uchovávány mimo dosah přímého slunečního záření a na chladném místě. Bílkoviny, tuky a vitaminy jsou zvláště citlivé na teplo a rychle denaturují při vysokých teplotách během skladování. Zároveň vysoká vlhkost může zapříčinit zplísňení krmiva nebo rozpad granulí. Dále by se krmivo nemělo skladovat déle než 90 – 100 dnů a mělo by se pravidelně inventarizovat, aby šlo dohlédnout na jeho včasné využití. CRAIG (2009) také uvádí, že by se nemělo skladovat více než deset pytlů na sobě, a že by se mělo krmivo pravidelně kontrolovat na přítomnost plísní. Myši, krysy, šváby a další skladištní škůdci živící se mimo jiné krmivy pro ryby, jsou ve skladech nežádoucí, protože konzumují a kontaminují krmivo a jsou též přenašeči nemocí.

4. METODIKA

4.1. Metodika testu

4.1.1. Test 1

Krmný test probíhal v termínu od 15.5. do 12.6. 2014 na recirkulačním systému Ústavu rybářství a hydrobiologie MENDELU v Brně.

Vlastní sledování bylo prováděno v plastových nádržích kruhového tvaru o objemu 1m³. Pro pokus byly použity čtyři takovéto nádrže, z nichž každé dvě (systém 1.x. a 2.x.) byly napojeny na vlastní biofiltr Nexus 320 od firmy Evolution Aqua o objemu 840l.

Pro pokus byly zvoleny dvě varianty s opakováním, aby bylo zamezeno případné chybě vzniklé rozkolísáním hydrochemických parametrů.

Ryby byly nasazeny do žlabů v počtu 250 ks na žlab. Tedy v hustotě 250 ks.m⁻³.

Z hydrochemických parametrů byla dvakrát denně sledována teplota vody, obsah kyslíku ve vodě, její nasycení kyslíkem a pH vody. Tyto hodnoty spolu tvoří základní hydrochemické parametry prostředí, ovlivňující intenzitu příjmu potravy. Dále bylo sledováno množství amoniakálního, dusitanového a dusičnanového dusíku a množství chloridů ve vodě.

Krmení probíhalo třikrát denně (vždy v 8, 13 a 18 hod.) a intenzita krmení byla nastavena dle doporučení výrobce s ohledem na teplotu vody a obsah rozpuštěného kyslíku.

Z produkčních ukazatelů byly denně vedeny záznamy o úhynech ryb a množství aplikovaného krmiva. Každý týden byl kontrolován přírůstek, kdy bylo odloveno a zváženo 100 ks ryb z každé nádrže (2 x 50) a poté proběhl přepočet na hmotnost celé obsádky a spočítán přírůstek. Na základě těchto informací byla upravena krmná dávka.

Tabulka 9 - Metodika - test 1

	Druh	Obsádka ks.m ³ ⁻¹	Krmivo	pozn.
1.1.	Pstruh duhový	250	INICIO 918	
1.2.	Pstruh duhový	250	ALLER SILVER	
2.1.	Pstruh duhový	250	INICIO 918	Opakování 1.1.
2.2.	Pstruh duhový	250	ALLER SLIVER	Opakování 1.2.

4.1.2. Test 2

Krmný test probíhal v termínu od 11.6. do 3.9. 2014 na recirkulačním systému dánskému typu na sádkách Pravíkov společnosti BioFish s.r.o.

Rybochovné zařízení na této farmě je vybaveno betonovými žlaby, každý o objemu 34 m³. O čištění vody se stará jednokomorový plovoucí a osmikomorový ponořený biofiltr. (PFAU 2013)

Do krmného testu byli nasazeni kříženci sivena amerického a sivena arktického.

Ryby byly ve žlabech, s ohledem na produkci a běžný provoz sádek v Pravíkově nasazeny v různých obsádkách.

Obsádky na začátku testu byly ve žlabu 1 – 20763 ks ryb o průměrné hmotnosti 44 gramů, což odpovídá hustotě 610 ks/m³. Ve žlabu 2 bylo na počátku testu 10699 ks ryb o průměrné hmotnosti 58 gramů, což odpovídá hustotě obsádky 315 ks/m³.

Z hydrochemických parametrů byla jedenkrát denně sledována teplota vody a obsah kyslíku ve vodě. Dále bylo sledováno pH, množství amoniakálního a dusitanového dusíku ve vodě.

Krmení bylo podáváno v dobách dle doporučení výrobce s ohledem na teplotu vody a obsah rozpuštěného kyslíku.

Z produkčních ukazatelů byly denně zaznamenávány úhyny ryb a množství aplikovaného krmiva.

Tabulka 10 - Metodika - test 2

	Druh	Obsádka ks.m ³ ⁻¹	Krmivo
Žlab 1.	Si _{am} x Si _{arkt}	610	ALLER GOLD
Žlab 2.	Si _{am} x Si _{arkt}	315	EFICO ENVIRO 920

4.2. Původ ryb

4.2.1. Test 1

Ryby byly získané z chovu v Dolním Babákově, kde byly odchované z jiker importovaných ze zahraničí. V listopadu 2013 si chovatel J. Halamka – Dolní Babákov, nechal přivést z Irska monosexní samičí populaci pstruha duhového. Šlo o jikry v očních bodech, které odchovával na recirkulaci. Zdroj vody pro tuto recirkulaci je vrt s teplotou vody 10°C. Ryby byly krmeny kompletní krmnou směsí INICIO 917 1,1mm od firmy BIOMAR. Krmná dávka byla 2% BW (hmotnosti obsádky).

V polovině února 2014 bylo přivezeno 4 000 ks (12kg; průměrná hmotnost 3g) těchto ryb na studenou odchovnu Ústavu rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně. Teplota vody zde byla 13°C a ryby byly krmeny stejným krmivem. Krmná dávka byla přibližně 1% BW s ohledem na hydrochemické parametry prostředí.

4.2.2. Test 2

Ryby byly získané z chovu v Krpeřanech na Slovensku od chovatele M. Mazáně.

Začátkem roku 2014 bylo do žlabu 1 nasazeno 17000 kusů křížence sivena amerického a sivena arktického a do žlabu 2 bylo nasazeno 6000 ks těchto ryb. V termínu 4.6. bylo do žlabu 1 přisazeno 8309 ks a do žlabu 2 bylo přisazeno 8692 ks ryb.

Ryby byly během adaptačního období krmeny ve žlabu 1 krmivem ALLER AQUA – ALLER SILVER. Ve žlabu 2 byly po tuto dobu krmeny krmivem BioMar – INICIO 918.

4.3. Použité krmné směsi

4.3.1. Test 1

V krmném testu byla použita kompletní krmná směs od dánského výrobce BioMar A/S – INICIO 918 a kompletní krmná směs opět od dánského výrobce ALLER AQUA – ALLER SILVER.

4.3.1.1. INICIO 918

V krmném testu byla použita pro dvě skupiny ryb kompletní krmná směs INICIO 918 číslo šarže: 117158 a 117438. Tato směs je výrobcem doporučena ke sladkovodnímu chovu pstruha duhového. Velikost granulí 2 mm.

Složení krmiva: rybí moučka, řepkový olej, pšenice, pšeničný lepek, sojový koncentrát, krevní moučka, rybí olej, hrách polní, vitaminy a minerály.

Obsah živin v krmivu BioMar a jeho cena jsou znázorněny v tabulce.

Tabulka 11 - INICIO 918

Živina	Jednotka	Obsah
Hrubý protein	%	46
Hrubý tuk	%	23
Sacharidy (BNLV)	%	15
Vláknina	%	1,2
Popel	%	7,2
Celkový fosfor	%	1,1
Hrubá energie	MJ/kg	22,8
Stravitelná energie	MJ/kg	20,0
Cena	Kč/kg	55*

*včetně DPH 15 %

4.3.1.2. ALLER SILVER

U dalších dvou skupin byla použita krmná směs ALLER SILVER prod. No. 60200834. Velikost granulí 2 mm.

Se svojí průměrnou úrovní energie, je ALLER SILVER krmivo pro různé rybí druhy, chované v nejrůznějších podmínkách. Vysoká všestrannost krmiva ALLER SILVER je

dosažena stálým poměrem bílkovinami a obsahem energie. Vysoká kvalita použitých surových materiálů a jejich příznivá chutnost poskytuje nízkou konverzi krmiva v intenzivních chovech. Ale i v náročných podmínkách může ALLER SILVER přinést pozoruhodné výsledky a tím přispět k dobré ekonomice chovu (ALLER AQUA, 2015).

Složení krmiva: rybí moučka, rybí olej, sojová mouka, pšenice, krevní produkty, řepkový olej, pšeničný lepek, řepkové semínko, hrachový a fazolový proteinový koncentrát, jednoduché bílkoviny (single cell protein), hydrolyzovaný protein, hrachová mouka, slunečnicové semínko, vitaminy, minerály a aminokyseliny.

Obsah živin v krmivu ALLER AQUA a jeho cena jsou znázorněny v tabulce.

Tabulka 12 - ALLER SILVER

Živina	Jednotka	Obsah
Hrubý protein	%	45
Hrubý tuk	%	20
Sacharidy (BNLV)	%	16
Vláknina	%	2
Popel	%	8
Celkový fosfor	%	1,1
Hrubá energie	MJ/kg	21,6
Stravitelná energie	MJ/kg	19,7
Cena	Kč/kg	50*

*včetně DPH 15 %

4.3.2. Test 2

Ve druhém krmném testu byla použita kompletní krmná směs od dánského výrobce BioMar A/S – EFICO ENVIRO 920 a kompletní krmná směs opět od dánského výrobce ALLER AQUA – ALLER GOLD.

4.3.2.1. EFICO ENVIRO 920

Ve žlabu 1 byla použita kompletní krmná směs EFICO ENVIRO 920, velikost granulí 3 mm.

Výrobce toto krmivo charakterizuje jako krmivo číslo jedna pro pstruhy. Obsahuje suroviny vybrané pro vyvážený profil aminokyselin a vysokou stravitelnost pro maximál-

ni využití rybami. Výsledkem by měl být větší přírůstek a čistší voda. Krmivo obsahuje potřebné hladiny stopových prvků, vitamínů, esenciálních mastných kyselin a dalších důležitých stopových látek nezbytných pro optimální kondici a růst. Toto krmivo je optimalizováno pro použití v moderních rybích farmách, včetně recirkulace.

Složení: rybí moučka (LT 94), pšeničná moučka, hemoglobinová moučka, rybí tuk, bob koňský, řepkový olej, sója, hrachová bílkovina, sojoproteinový koncentrát, vitamíny, minerály.

Obsah živin v krmivu BioMar a jeho cena jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 13 - EFICO ENVIRO 920

Živina	Jednotka	Obsah
Hrubý protein	%	42 - 45
Hrubý tuk	%	27 - 30
Sacharidy (BNLV)	%	16
Vláknina	%	1,7
Popel	%	5,4
Celkový fosfor	%	0,9
Hrubá energie	MJ/kg	23 - 26
Stravitelná energie	MJ/kg	21,5
Cena	Kč/kg	56*

*včetně DPH 15 %

4.3.2.2. ALLER GOLD

U druhé skupiny byla použita kompletní krmná směs ALLER GOLD, velikost granulí 3 mm.

Výrobce toto krmivo charakterizuje jako vysokoenergetické krmivo pro sladkovodní druhy pstruhů. Vynikajících přírůstků může být dosaženo při krmení v souladu s doporučeními výrobce. Výrobce dále slibuje díky vysoké stravitelnosti živin nižší dopad na životní prostředí.

Složení krmiva: rybí moučka, rybí olej, sójová moučka, pšenice, krevní produkty, řepkový olej, pšeničný lepek, fazolový a hrachový proteinový koncentrát, jednoduché bíl-

koviny (single cell protein), hydrolyzovaný protein, řepkové semínko, slunečnicová moučka, krillová moučka, vitaminy, minerály a aminokyseliny.

Obsah živin v krmivu ALLER AQUA a jeho cena jsou znázorněny v tabulce.

Tabulka 14 - ALLER GOLD

Živina	Jednotka	Obsah
Hrubý protein	%	45
Hrubý tuk	%	27
Sacharidy (BNLV)	%	14
Vláknina	%	1
Popel	%	7
Celkový fosfor	%	1,0
Hrubá energie	MJ/kg	23,9
Stravitelná energie	MJ/kg	21,9
Cena	Kč/kg	48*

*včetně DPH 15%

4.4. Sledované parametry

4.4.1. Délkohmotnostní údaje

Délkové údaje byly zjišťovány s pomocí měrné desky s přesností 1 mm. Hmotnost ryb byla zjišťována s použitím váhy Metler s přesností na setiny gramu.

Celková délka ryby	Dc	Vodorovná vzdálenost mezi špičkou rypce a kolmicí vztyčenou od nejzadnějšího okraje paprsku narovnané ocasní ploutve
Délka těla ryby	Dt	Vodorovná vzdálenost mezi špičkou rypce a koncem posledního obratle páteře v ocasním násadci
Výška ryby	V	Místo maximální výšky, tj. při bázi hřbetní ploutve
Šířka ryby	Š	Místo maximální šířky, tj. před bází hřbetní ploutve
Hmotnost ryby	m	Hmotnost ryby po odkapání vody

4.4.2. Ukazatelé produkční účinnosti krmiv

Pro vyhodnocení produkční účinnosti krmiv byly použity údaje o rychlosti růstu a využití předloženého krmiva. Základními ukazateli jsou: specifická rychlost růstu (SGR), produkční účinnost krmiva (FCE), krmný koeficient (FCR), hodnota PER (vyjadřuje hmotnostní přírůstek z 1 gramu přijatého proteinu) a poměr FCR ku SGR.

SGR (Specific Growth Rate)

$$SGR = \left[\left(\frac{w_t}{w_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \cdot 100$$

FCE (Food Conversion Efficiency)

$$FCE = \frac{1}{FCR}$$

FCR (Food Conversion Ratio)

$$FCR = \frac{\sum F}{w_t - w_0}$$

PER (Protein Efficiency Ratio)

$$PER = \frac{100}{FCR \cdot \%NL \text{ krmiva}}$$

FCR/SGR Ratio

$$FCR/SGR \text{ ratio} = \frac{FCR}{SGR}$$

W_0 - počáteční průměrná kusová hmotnost ryby

W_t - konečná průměrná kusová hmotnost ryby

t - počet dnů trvání pokusu

F - spotřeba krmiva

4.4.3. Hodnocení exteriéru a kondičního stavu ryb

Tělesný rámec ryby a její osvalení je charakterizováno dvěma exteriérovými ukazateli. Jsou to index vysokohřbetosti (I_V), který vyjadřuje poměr mezi délkou těla v milimetrech a jeho výškou v milimetrech a index širokohřbetosti (I_{ξ}), který vyjadřuje procentuální podíl šířky v milimetrech těla k jeho délce v milimetrech.

Pro stanovení stupně vyživenosti byl použit Fultonův koeficient (K_F), který je dán poměrem mezi celkovou hmotností ryby a délkou těla ryby v centimetrech.

Index vysokohřbetosti

$$I_V = \frac{D_t}{V}$$

Index širokohřbetosti

$$I_{\xi} = \frac{\xi}{D_t} \cdot 100$$

Fultonův koeficient

$$K_F = \frac{m}{D_t^3} \cdot 100$$

4.4.4. Ekonomické hodnocení

Bylo stanoveno z krmného koeficientu (FCR), kdy po dosažení ceny krmných směsí, byly získány náklady na kilogram přírůstku. Finanční efekt chovu byl vypočítán vynásobením aktuální ceny ryb přírůstkem z 1 kg krmiva (FCE). Výsledný zisk je tedy roven rozdílu finančního efektu a nákladům na kilogram přírůstku.

4.4.5. Statistické zpracování výsledků

Jednotlivé délkohmotnostní, exteriérové a kondiční ukazatele jsou vyjádřeny v tabulkách (průměrné hodnoty, směrodatné odchylky a variační koeficienty). Získané výsledky byly statisticky zpracovány analýzou rozptylu ANOVA. Statistické rozdíly jsou slovně okomentovány pod tabulkou.

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1. Hydrochemický rozbor vody

Základní hydrochemické měření (teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě, nasycení vody kyslíkem a pH) bylo prováděno měřicím přístrojem firmy HACH. Dále byly odebírány vzorky vody pro chemické stanovení obsahu dusíkatých látek (amoniakální dusík, dusitanový dusík, dusičnanový dusík) a chloridů.

V následující tabulce jsou znázorněny teplotní poměry v průběhu prvního testu. Vývoj teploty po čas testu je pro jednotlivé pokusné žlaby znázorněn graficky v přílohách.

Tabulka 15 - Teplota vody během 1. testu

	Průměrná teplota (°C)		Nejvyšší teplota (°C)		Nejnižší teplota (°C)	
	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne
1.1.	18,3	17,7	21,6	20,1	17,1	16,7
1.2.	18,2	17,7	21,3	19,9	17,1	16,8
2.1.	17,5	17,2	18,4	17,9	16,4	16,8
2.2.	17,6	17,3	18,4	17,7	16,6	16,9

Je patrné, že rozdíly teplot v jednotlivých žlabech jsou minimální, a že v obou systémech se podařilo dosáhnout podobných teplotních podmínek.

V další tabulce jsou uvedeny teploty vody naměřené v průběhu druhého testu. Vývoj teploty vody v druhém testu je graficky znázorněn v přílohách.

Tabulka 16 - Teplota vody během 2. testu

	Teplota vod (°C)						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	20,1	15,3	19,3	18,7	19,5	16,8	15,9
Žlab 2	20,1	15,4	19,4	18,7	19,5	16,8	15,9

Jak je z tabulky zřejmé, tak teploty vody v obou žlabech byly téměř identické.

V přílohách je graficky znázorněn vývoj teplot po dobu druhého testu.

POKORNÝ *et al.* (2003) uvádí, že za nejvhodnější pro chov pstruha duhového lze obecně pokládat rozmezí teploty 12 až 16°C, přičemž pro přijatelný růst a konverzi krmiva lze tolerovat rozsah 10 až 18°C. Z mnoha studií kritické teplotní maximum (CTM) pro pstruha duhového je přibližně 24 – 26°C (BIGGOOD 1980; cit. PIBIL 2009).

Následující tabulka ukazuje nasycení vody kyslíkem během prvního testu.

Tabulka 17 – Nasycení vody kyslíkem během 1. testu

	Průměrné nasycení O ₂ (%)		Nejvyšší nasycení O ₂ (%)		Nejnižší nasycení O ₂ (%)	
	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne
1.1.	63,2	61,8	75,1	70,1	47,0	38,6
1.2.	70,2	69,5	79,1	77,6	58,7	59,1
2.1.	64,5	62,2	74,9	71,4	53,4	53,4
2.2.	64,3	61,9	78,3	73,3	49,8	50,6

Jak uvádí STICKNEY (2000), pokles nasycení vody kyslíkem pod 75% negativně ovlivňuje využití potravy. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že ryby nebyly v optimálních podmínkách pro ideální využití krmiva. Ovšem jak dále uvádí, růst ryb není ovlivněn, pokud hodnota množství rozpuštěného kyslíku neklesne pod kritickou hranici 5 – 6 mg.l⁻¹ (pro lososovité ryby).

Nasycení vody kyslíkem během druhého testu je znázorněno v následující tabulce.

Tabulka 18 - Nasycení vody kyslíkem během 2. testu

	Nasycení vody kyslíkem (%)						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	87,8	88,2	91,7	89,3	90,6	88,3	88,8
Žlab 2	87,1	86,4	89,5	87,8	86,8	87,6	86,9

Ve druhém testu se podařilo udržet optimální nasycení kyslíkem po celou dobu trvání pokusu a rozdíly mezi oběma žlaby byly minimální.

Množství rozpuštěného kyslíku po čas prvního testu v jednotlivých pokusných žlabech je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 19 - Obsah rozpuštěného kyslíku během 1. testu

	Průměrný obsah rozpuštěného O ₂ (mg.l ⁻¹)		Nejvyšší obsah rozpuštěného O ₂ (mg.l ⁻¹)		Nejnižší obsah rozpuštěného O ₂ (mg.l ⁻¹)	
	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne
1.1.	5,9	5,7	6,97	6,58	4,63	3,54
1.2.	6,5	6,5	7,39	7,23	5,25	5,31
2.1.	5,9	5,9	6,97	6,90	5,13	4,99
2.2.	5,9	5,7	7,26	6,79	4,54	4,09

DVOŘÁK (1984) a KUJAL (1984b) se shodují, že v provozech by koncentrace rozpuštěného kyslíku neměla klesnout pod 6 mg.l⁻¹. Z tohoto pohledu se podařilo dosáhnout po většinu doby trvání testu dostatečných hodnot, aby nedocházelo ke zhoršení růstu ryb. Spodní kritická hranice byla překročena až ke konci testu, kdyby v provozu došlo k rozsazení ryb do dalších (či větších) odchovných nádrží.

Grafické zobrazení vývoje obsahu rozpuštěného kyslíku v prvním testu je v přílohách.

Množství rozpuštěného kyslíku v průběhu druhého testu v obou pokusných žlabech je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 20 - Obsah rozpuštěného kyslíku během 2. testu

	Obsah rozpuštěného kyslíku (mg.l ⁻¹)						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	7,49	8,27	7,82	7,78	8,79	8,04	8,27
Žlab 2	7,43	8,09	7,61	7,64	7,45	8,11	8,09

V průběhu druhého testu se podařilo udržet podobné kyslíkové poměry v obou žlabech a obsah rozpuštěného kyslíku byl po dobu trvání na vyšší úrovni než v prvním testu.

Grafické znázornění průběhu obsahu rozpuštěného kyslíku v obou žlabech ve druhém testu je v přílohách.

Důležitým parametrem v RAS je pH. V recirkulačních systémech se nepřihlíží pouze k optimu a limitům pro daný chovaný rybí druh, ale je rovněž důležité udržovat pH, které vyhovuje biofiltru. Optimální hodnoty pro chov ryb se obecně pohybují o kolo pH 7, op-

timální hodnota pro správnou funkci biofiltru je potom okolo pH 7,2 (BUŘIČ a KOUŘIL, 2011).

Jak uvádí POKORNÝ *et al.* (2003) optimální rozmezí pH pro pstruha je 6,5 až 8. Za kritické jsou považovány hodnoty pod 6 a nad 8,5.

Hodnoty pH v průběhu prvního testu v jednotlivých žlabech jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 21 - pH v průběhu 1. testu

	Průměrné pH		Nejvyšší pH		Nejnižší pH	
	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne	Ráno	Odpoledne
1.1.	7,5	7,7	7,96	8,25	6,72	7,24
1.2.	7,5	7,8	7,95	8,29	6,75	7,27
2.1.	7,3	7,5	7,91	8,11	6,65	6,29
2.2.	7,2	7,5	7,86	8,12	6,23	6,72

Jak je z tabulky patrné, po čas testu bylo pH ve vodě v optimálním rozmezí pro chov pstruha duhového. Hodnoty blíží se horní kritické hranici pH byly naměřeny v poslední dny testu, kdy došlo ke zvýšení koncentrace ryb v odchovných nádržích.

Grafické znázornění vývoje pH během prvního testu je v přílohách.

Hodnoty pH v průběhu druhého testu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 22 - pH v průběhu 2. testu

	pH						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	6,53	6,08	5,89	5,78	7,36	7,87	7,11
Žlab 2	6,51	6,02	5,75	5,75	7,34	7,86	7,12

Jak tabulka ukazuje, pH v průběhu druhého testu kleslo pod hodnotu 6. Jak uvádí VELÍŠEK *et al.* (2014) siven americký snáší pH i 4,5 aniž by byl výrazně ovlivněn růst a příjem potravy. Ovšem po většinu trvání testu se pH drželo v optimálních hodnotách.

Grafické znázornění vývoje pH během druhého testu je v přílohách.

Množství dusíku v dusíkatých sloučeninách, v prvním testu, v obou recirkulacích je uvedeno v následující tabulce

Tabulka 23 - Množství dusíkatých látek v 1. testu

	N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)			N-NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)			N-NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)		
	Ø	Nejvyšší	Nejnižší	Ø	Nejvyšší	Nejnižší	Ø	Nejvyšší	Nejnižší
1.x.	1,55	3,12	0	2,68	5,1	0,51	47,37	69,04	18,8
2.x.	1,46	3,94	0	0,99	5,49	0,11	53,73	82,96	36,12

Pro ryby jsou vysoce toxické rozpuštěné dusitany. Jejich toxicita však klesá s rostoucí koncentrací chloridů ve vodě. Pro lososovité ryby se uvádí jako bezpečný poměr mezi chloridy a dusitanovým dusíkem 17:1 (POKORNÝ et al., 2003). I přes vysoké nejvyšší množství dusitanového dusíku (N-NO₂⁻) ve vodě se tento poměr nikdy nedostal pod tento bezpečný poměr.

Průběh hodnot jednotlivých dusíkatých látek odpovídá faktu, že v recirkulaci jsou nainstalovány maloobjemové biofiltry a zřejmě citlivě reagují na veškeré změny.

Grafické znázornění vývoje množství dusíkatých látek prvního testu je v přílohách.

Množství amoniakálního a dusitanového dusíku v druhém testu je znázorněno v následujících tabulkách.

Tabulka 24 - Množství amoniakálního dusíku v 2. testu

	N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	-	1,62	1,01	1,33	0,06	0	0,01
Žlab 2	-	1,59	1,04	1,3	0,09	0	0,02

Množství amoniakálního dusíku bylo po celou dobu testu nízké, což svědčí o správné funkci biofiltru.

Grafické znázornění vývoje množství amoniakálního dusíku v druhém testu je znázorněno v přílohách.

Tabulka 25 - Množství dusitanového dusíku v 2. testu

	N-NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)						
	11.6.	26.6.	9.7.	24.7.	7.8.	20.8.	3.9.
Žlab 1	-	0,119	0,073	0,129	0,065	0,121	0,066
Žlab 2	-	0,122	0,069	0,128	0,062	0,116	0,068

Množství dusitanů bylo také na nízké hodnotě a nemělo vliv na příjem potravy ani na růst ryb.

Grafické znázornění vývoje množství dusitanového dusíku v druhém testu je znázorněno v přílohách.

Množství chloridů ve vodě odchovného systému v průběhu prvního testu je uvedeno v následující tabulce a jejich grafické znázornění je v přílohách.

Tabulka 26 - Množství chloridů v 1. testu

	Chloridy Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)		
	Průměr	Nejvyšší	Nejnižší
1.x.	97,49	113,8	82,26
2.x.	100,61	124,4	88,5

Chloridy byly udržovány na vysoké hodnotě, pro udržení dostatečné hodnoty chloridového čísla.

5.2. Délkohmotnostní ukazatele

Sledované parametry jsou souhrnně uvedeny v následujících tabulkách. Hodnoty jsou vyjádřeny v podobě průměru, doplněné hodnotou směrodatné odchylky a variačním koeficientem.

5.2.1. Test 1

Výsledné průměrné hodnoty délkových a hmotnostních ukazatelů prvního testu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 27 - Délkohmotnostní charakteristika sledovaných ryb v testu 1

	Vstup			Ukončení	
		1.1.	1.2.	2.1.	2.2.
Dc (mm)	128,30 ± 8,12 6,33	170,26 ± 13,56 7,96	164,14 ± 13,09 7,97	172,73 ± 16,03 9,28	161,17 ± 12,30 7,63
Dt (mm)	112,10 ± 8,30 7,40	150,02 ± 12,13 8,09	143,78 ± 11,88 8,27	152,08 ± 14,39 9,46	141,37 ± 11,16 7,90
Vt (mm)	28,13 ± 2,59 9,21	38,09 ± 3,71 9,73	36,98 ± 3,72 10,06	39,40 ± 4,53 11,49	35,62 ± 3,12 8,75
Št (mm)	13,33 ± 1,30 9,75	19,60 ± 1,93 9,84	18,63 ± 1,74 9,36	19,72 ± 2,12 10,76	18,01 ± 1,64 9,11
m (g)	26,56 ± 5,91 22,26	72,12 ± 16,53 22,92	63,06 ± 15,03 23,83	75,78 ± 21,05 27,78	57,63 ± 12,96 22,48

(Průměrná hodnota ± SD; variační koeficient)

Největší průměrná celková délka, délka těla, výška těla i šířka byla naměřena v pokusném žlabu 1.1. a 2.1., tedy v případě krmení směsí od BioMaru.

U všech sledovaných parametrů byl mezi oběma použitými krmivými zjištěn statisticky průkazný rozdíl. $P < 0,05$

Statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) byl zjištěn i u délkových parametrů, výšky těla a hmotnosti ryb při srovnání vzorků krmených směsí ALLER SILVER.

Pro hodnocení efektu aplikace různých krmiv jsou využívány indexy hodnotící exteriér a kondici ryb.

Tabulka 28 - Hodnocení exteriéru a kondičního stavu v testu 1

	Vstup	Ukončení			
		1.1.	1.2.	2.1.	2.2.
I _V	4,00 ± 0,19	3,95 ± 0,27	3,90 ± 0,26	3,88 ± 0,27	3,89 ± 0,24
	4,70	6,90	6,71	7,09	6,08
I _Š	11,89 ± 0,60	13,06 ± 0,67	12,96 ± 0,63	12,97 ± 0,66	12,74 ± 0,72
	5,05	5,10	4,86	5,12	5,65
K _F	1,86 ± 0,13	2,11 ± 0,20	2,09 ± 0,20	2,11 ± 0,20	2,02 ± 0,19
	6,94	9,26	9,33	9,38	9,42

(Průměrná hodnota ± SD; variační koeficient)

U nádrží se stejným krmivem byl u indexu vysokohřbetosti zjištěn statisticky průkazný rozdíl, ovšem při srovnání nádrží kde se krmilo BioMarem a nádrží kde se krmilo ALLERem, nebyl pro index vysokohřbetosti zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

Pro index širokohřbetosti nebyl mezi nádržemi zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

U nádrží, ve kterých se krmilo BioMarem nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl pro koeficient vyživenosti podle Fultona. V nádržích ve kterých se krmilo ALLERem a i při srovnání mezi oběma krmivy byl pro K_F zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

5.2.2. Test 2

Výsledné průměrné hodnoty délkových a hmotnostních ukazatelů druhého testu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 29 - Délkohmotnostní charakteristika sledovaných ryb v testu 2

	Vstup		Ukončení	
	Žlab 1	Žlab 2	Žlab 1	Žlab 2
Dc (mm)	164,27 ± 18,12 11,03	178,37 ± 24,69 13,84	231,50 ± 12,70 5,49	245,90 ± 16,77 6,28
Dt (mm)	140,87 ± 16,20 11,50	152,37 ± 22,02 14,45	207,00 ± 11,74 5,67	213,20 ± 15,36 7,20
Vt (mm)	29,53 ± 3,78 12,81	31,38 ± 5,25 16,51	43,20 ± 2,64 6,11	46,30 ± 3,07 6,63
Št (mm)	18,33 ± 2,30 12,54	19,23 ± 2,91 15,11	25,5 ± 1,5 5,88	27,30 ± 1,9 6,96
m (g)	44,33 ± 15,01 33,87	58,5 ± 24,46 41,81	139,46 ± 21,83 15,66	180,27 ± 32,73 18,15

(Průměrná hodnota ± SD; variační koeficient)

Největší průměrná celková délka, délka těla, výška těla i šířka byla naměřena v pokusném žlabu 1, tedy opět v případě krmení směsí od BioMaru.

Mezi oběma variantami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) u žádného ze sledovaných parametrů.

Zhodnocení efektu aplikace různých krmiv jsou pro test 2 uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 30 - Hodnocení exteriéru a kondičního stavu ryb v testu 2

	Vstup		Ukončení	
	Žlab 1	Žlab 2	Žlab 1	Žlab 2
I _V	4,78 ± 0,19	4,81 ± 0,26	4,80 ± 0,29	4,62 ± 0,35
	3,96	5,44	6,14	7,62
I _Š	13,02 ± 0,74	12,62 ± 0,60	12,33 ± 0,58	12,82 ± 0,69
	5,69	4,78	4,72	5,40
K _F	1,52 ± 0,09	1,55 ± 0,12	1,57 ± 0,16	1,86 ± 0,18
	6,19	8,01	10,12	9,72

(Průměrná hodnota ± SD; variační koeficient)

Pro index vysokohřbetosti nebyl při porovnání obou žlabů zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

Pro index širokohřbetosti byl mezi variantami zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

Pro koeficient vyživenosti podle Fultona nebyl mezi variantami zjištěn statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$).

5.3. Produkční ukazatelé

5.3.1. Test 1

V tabulce 31 jsou uvedeny přírůstky a ukazatelé produkční účinnosti krmiv, dosažené během testu 1.

Tabulka 31 - Produkční ukazatelé - výsledky krmného testu 1

	Původní průměrná kusová hmotnost (g)	Konečná průměrná kusová hmotnost (g)	Přírůstek celkový (g)	Přírůstek denní (g)	FCR	PER	SGR	FCR/SGR
1.1. INICIO 918	27,48	72,12	44,64	1,54	0,94	2,31	3,5	0,27
2.1. INICIO 918	28,33	75,78	47,45	1,64	0,81	2,68	3,68	0,22
1.2. ALLER SILVER	28,10	63,06	34,96	1,21	0,86	2,58	3,03	0,28
2.2. ALLER SILVER	26,78	57,63	30,85	1,06	0,83	2,68	2,71	0,31

Jak je z tabulky patrné, největšího kusového přírůstku bylo dosaženo v pokusném žlabu 2.1., v němž byly ryby krmené kompletní krmnou směsí INICIO 918 a kde celkový kusový přírůstek byl 47,45 gramů a denní kusový přírůstek 1,64 gramů.

Druhý největší přírůstek byl zaznamenán v pokusném žlabu 1.1., v němž byly ryby opět krmeny kompletní krmnou směsí INICIO 918, kde byl celkový kusový přírůstek 44,64 gramů a denní kusový přírůstek 1,54 gramů.

V pokusném žlabu 1.2., v němž byly ryby krmeny kompletní krmnou směsí ALLER SILVER, byl celkový kusový přírůstek 34,96 gramů, což odpovídalo dennímu kusovému přírůstku 1,21 gramů.

Nejmenšího přírůstku bylo dosaženo v pokusném žlabu 2.2., v němž byly ryby krmeny taktéž kompletní krmnou směsí ALLER SILVER, kde byl celkový kusový přírůstek 30,85 gramů a denní kusový přírůstek 1,06 gramů.

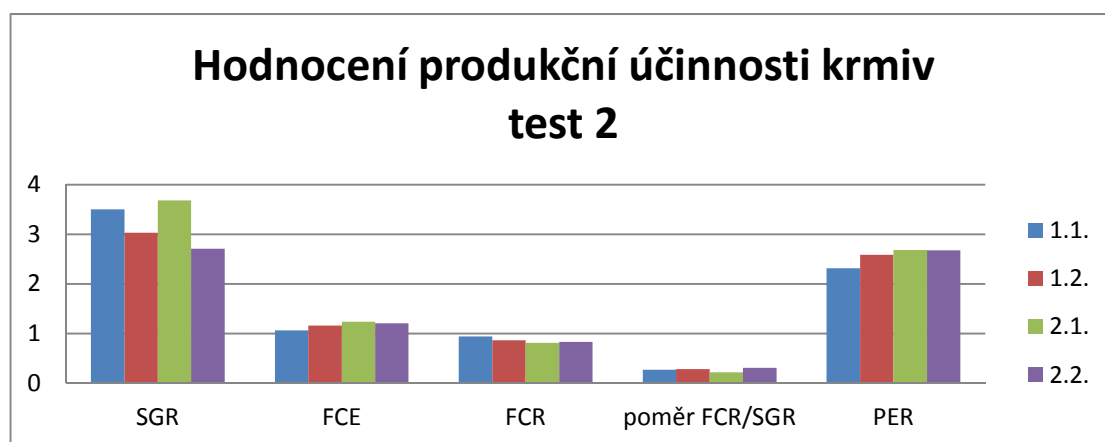
Ryby krmené směsí INICIO 918 dosáhly v obou případech větších přírůstků než ryby krmené směsí ALLER SILVER. Tato skutečnost je zapříčiněná doporučenou krmnou dávkou od výrobce. Kdy BioMar Group (INICIO 918) doporučuje krmit 3,83% BW (hmotnosti obsádky), zatímco ALLER AQUA (ALLER SILVER) doporučuje krmit pouze 2,9% BW. Ryby krmené ALLER SILVER tedy dostávaly téměř o čtvrtinu méně krmiva. Je tedy zjevné, že samostatný přírůstek nemůže sloužit jako směrodatný ukazatel při určování výhodnosti krmiva.

V následující tabulce je znázorněn procentuální rozdíl mez jednotlivými variantami, kde byla jako 100% hodnota vybrána varianta 2.1. a ostatní jsou k ní přirovnány.

Tabulka 32 - Vyhodnocení jednotlivých údajů produkční účinnosti krmiv – test 1

	SGR	FCE	FCR	PER
1.1. INICIO 918	95,11%	86,17%	116,05%	86,17%
2.1. INICIO 918	100%	100%	100%	100%
1.2. ALLER SIL- VER	82,34%	94,19%	106,17%	96,28%
2.2. ALLER SIL- VER	73,64%	97,59%	102,47%	99,76%

Po vyhodnocení produkční účinnosti krmiv je zjevné, že ryby krmené směsí ALLER SILVER dosahovaly konstantnějších výsledků než ryby krmené směsí INICIO 918. Grafické znázornění produkční účinnosti krmiv je znázorněno v následujícím grafu.



Graf 1 - Hodnocení produkční účinnosti krmiv – test 1

Nejlepších výsledků v krmném testu dosáhly ryby v pokusném žlabu 2.1., krmené směsí INICIO 918, kde krmný koeficient za celé trvání testu byl 0,81 a byla zde dosažena i nejvyšší úroveň využití proteinu z přijatého krmiva.

Při porovnání průměrných hodnot dosažených u jednotlivých krmiv bylo dosaženo lepších výsledů u ryb krmených směsí ALLER SILVER, u kterých byl průměrný krmný koeficient 0,845, zatímco u ryb krmených směsí INICIO 918 byl průměrný krmný koeficient 0,875. Tyto ryby také v průměru lépe využívaly protein z přijatého krmiva. Grafické znázornění vývoje krmného koeficientu u jednotlivých skupin je k nahlédnutí v přílohách viz Graf 20.

5.3.2. Test 2

V následující tabulce jsou uvedeny přírůstky a ukazatelé produkční účinnosti krmiv dosažené během testu 2.

Tabulka 33 - Produkční ukazatelé – výsledky krmného testu 2

	Původní průměrná kusová hmotnost (g)	Konečná průměrná kusová hmotnost (g)	Přírůstek celkový (g)	Přírůstek denní (g)	FCR	PER	SGR	FCR/SGR
Žlab 1 ALLER GOLD	44,33	139,46	95,13	1,12	0,63	3,65	1,36	0,52
Žlab 2 EFICO ENVIRO 920	58,50	180,28	121,78	1,43	0,98	2,28	1,33	0,92

Z tabulky je patrné, že většího kusového přírůstku bylo dosaženo ve žlabu 2, kde byly ryby krmené směsí BioMar. Celkový kusový přírůstek za 85 dní testu činil 121,78 gramů, což odpovídá dennímu kusovému přírůstku 1,43 gramů.

Ve žlabu 1 bylo dosaženo menšího celkového kusového přírůstku jen 95,13 gramů, ale lepšího krmného koeficientu. Tyto rozdíly byly způsobené rozdílnou obsádkou mezi oběma žlaby.

Ryby ze žlabu 1 krmené směsí ALLER GOLD, podstatně lépe využívaly protein krmiva.

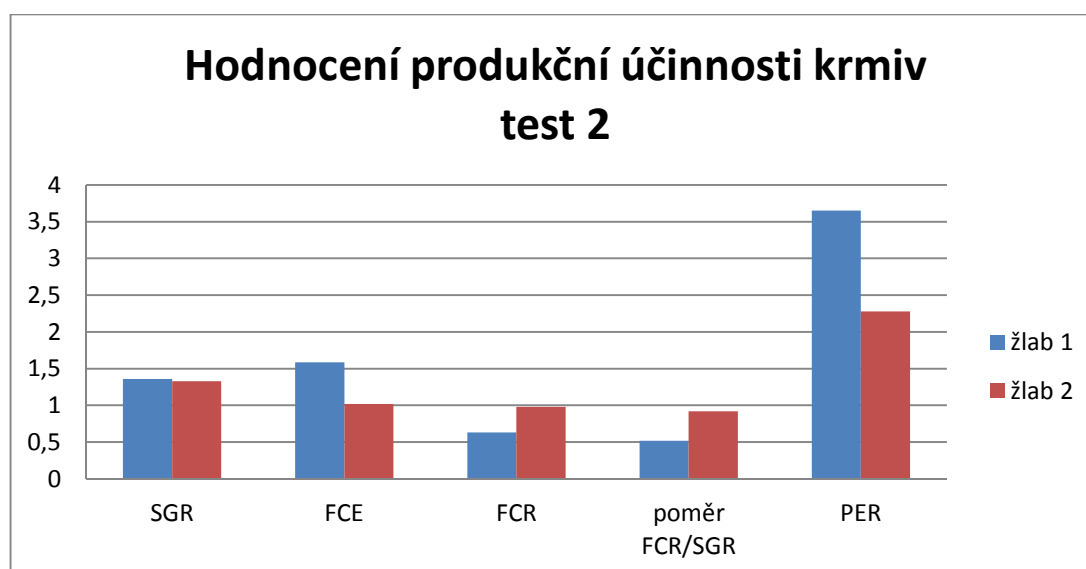
Procentuální vyjádření jednotlivých parametrů produkční účinnosti krmiv je uvedeno v následující tabulce. Pro názornost byla pro žlab 1 zvolena hodnota 100 % a druhý žlab k ní byl přirovnán.

Tabulka 34 - Vyhodnocení jednotlivých údajů produkční účinnosti krmiv - test 2

	SGR	FCE	FCR	PER
Žlab 1 ALLER GOLD	100%	100%	100%	100%
Žlab 2 EFICO ENVIRO 920	97,79%	64,15%	155,56%	62,47%

Z tabulky je zjevné, že ryby krmené směsí ALLER GOLD měly o téměř 55 % lepší krmný koeficient, což při srovnání se specifickou rychlostí růstu odpovídá zhruba dvojnásobné obsádce, která zde byla. Tyto ryby také lépe přijímaly protein z krmiva a to o téměř 38 %.

Grafické znázornění produkční účinnosti krmiv je znázorněno v následujícím grafu.



Graf 2 - Hodnocení produkční účinnosti krmiv - test 2

5.4. Ekonomika chovu

5.4.1. Test 1

Následující tabulka znázorňuje základní ekonomické hodnoty, ze kterých jsem počítal zisky z jednotlivých žlabů. Zisky jsou pouze hrubé, bez započítání cen násady a provozních nákladů, jen s hodnocením poměru hodnoty vytvořeného přírůstku a krmných nákladů.

Tabulka 35 - Ekonomika chovu – test 1

	Cena tržních ryb (Kč/kg)	Cena krmiv (Kč/kg)	Spotřeba krmiva (kg)	Náklady za krmivo na 1 kg přírůstku (Kč)	Zisk z m ³ (Kč)
1.1. INICIO 918	136*	55*	10,038	51,7	1247
2.1. INICIO 918	136*	55*	10,326	44,55	1475
1.2. ALLER SILVER	136*	50*	7,512	43	1195
2.2. ALLER SILVER	136*	50*	6,911	41,5	1132

* Včetně DPH 15 %

Po srovnání všech ekonomických aspektů můžeme konstatovat, že pro daný typ rybochovného zařízení je výhodnější krmivo společnosti BioMar – INICIO 918, které v obou případech dosáhlo větších zisků z m³ vody. Vzhledem k jednotnému původu ryb a stejnému typu použitého rybochovného systému zůstane poměr zisků zachován i po přepočtu na čistý zisk.

5.4.2. Test 2

V další tabulce jsou opět znázorněny základní ekonomické hodnoty, ze kterých jsem počítal zisky z obou žlabů. Zisky jsou opět pouze hrubé, bez započítání cen násady a provozních nákladů, jen s hodnocením poměru hodnoty vytvořeného přírůstku a krmných nákladů.

Tabulka 36 - Ekonomika chovu - test 2

	Cena tržních ryb (Kč/kg)	Cena krmiv (Kč/kg)	Spotřeba krmiva (kg)	Náklady za krmivo na 1 kg přírůstku (Kč)	Zisk z m ³ (Kč)
Žlab 1 ALLER GOLD	136*	48*	1 031	30,24	1448
Žlab 2 EFICO ENVIRO 920	136*	56*	903	54,88	1493

* Včetně DPH 15 %

Když opět srovnáme všechny ekonomické aspekty, zjistíme, že v tomto testu bylo dosaženo zhruba stejného zisku. Ryby ve žlabu 1 sice měly téměř o polovinu menší náklady na kilogram přírůstku, ale vzhledem k faktu, že při téměř dvojnásobné obsádce přirostly méně, zisk z jednoho m³ byl téměř stejný. Stejně jako v testu 1 vzhledem k jednotnému původu ryb a stejnému typu použitého rybochovného systému zůstane poměr zisků zachován i po přepočtu na čistý zisk.

5.4.3. Srovnání

Pokud srovnáme produkční parametry obou testů, řešených v rámci této diplomové práce. Dojdeme k závěru, že nejlepšího krmného koeficientu bylo dosaženo při kombinaci krmiva ALLER GOLD a ryb křížence sivena amerického se sivenem arktickým. Naopak nejrychlejšího růstu ryb bylo dosaženo při kombinaci krmiva INICIO 918 a ryb monosexní samičí populace pstruha duhového.

Při výpočtu ekonomické stránky chovu zjistíme, že největšího výnosu z 1m³ vody bylo dosaženo při použití kombinace krmiva EFICO ENVIRO 920 a ryb křížence sivena amerického a sivena arktického (3 700 Kč) při krmných nákladech (v přepočtu na 1m³) 1 487 Kč.

Pro srovnání výsledků z prvního testu použijí výsledky z bakalářské práce – BLÁHA (2013), který se uskutečnil v termínu od 12.4. do 8.6. 2012 a kde byly použity dva různé původy ryb – Si Savrukové a Si Mazáně, jako krmivo bylo použito EFICO ENVIRO 920.

Tento krmný test proběhl na recirkulačním systému dánského typu v Pravíkově.

V prvním testu se podařilo u všech testovaných verzí dosáhnout krmného koeficientu (FCR) menšího než 1 (od 0,81 do 0,94) a specifické rychlosti růstu (SGR) okolo 3 (od 2,71 do 3,68), zatímco v pokusu BLÁHY (2013) bylo dosaženo ve všech verzích pokusu dosaženo hodnoty FCR nad 1 (od 1,23 do 1,69) a SGR okolo 0,5 (od 0,34 do 0,69).

Krmný koeficient v prvním testu byl tedy v průměru o 60 % nižší a naopak specifická rychlost růstu byla o 620 % větší než v práci BLÁHY (2013).

Nutno podotknout, že krmný test 1 v této diplomové práci probíhal v laboratorních podmínkách, zatímco srovnávaný krmný test probíhal v provozních podmínkách.

Pro srovnání výsledků z druhého krmného testu se jeví jako vhodné srovnání s krmným testem OŠANCE (2014).

OŠANEC (2014) uskutečnil svůj krmný test v termínu od 3.7. do 28.8. 2013 také na recirkulačním systému dánského typu v Pravíkově. Do testu zařadil siveny americké od Savrukové a pstruhy duhové původem z Dánska. Jako krmení použil kompletní krmnou směs od BioMaru EFICO ENVIRO 920 a kompletní krmnou směs od ALLER AQUA – ALLER GOLD, tedy stejná krmiva jako já.

Výhodné pro objektivnější srovnání je i fakt, že krmný test probíhal téměř ve stejném období.

OŠANEC (2014) uvádí rozpětí teplot během svého testu 14,1 – 19,3°C a obsah rozpuštěného kyslíku v rozmezí 6,18 – 8,63 mg.l⁻¹.

Během mého testu bylo naměřeno rozpětí teplot 15,3 – 20,1°C a obsah rozpuštěného kyslíku se pohyboval v rozmezí 7,43 – 8,79 mg.l⁻¹. Bylo tedy dosaženo téměř shodných základních chemických parametrů vody.

Při srovnání produkčních parametrů OŠANEC (2014) při použití krmiva ALLER GOLD u Si_{Savr} dosáhl FCR 3,5, SGR 0,37, FCR/SGR 9,46, PER 0,63 a celkového denního přírůstku 4,3 kg.

Zatímco v mém pokusu bylo dosaženo hodnot u krmiva ALLER GOLD a křížence $Si_{am.} \times Si_{arkt.}$ FCR 0,63, SGR 1,36, FCR/SGR 0,52, PER 3,65 a celkového denního přírůstku 19,2 kg.

Krmný koeficient byl u OŠANCE o 556 % vyšší, což znamená, že pro vyprodukování stejného přírůstku potřeboval 5,5 krát více krmiva. Specifická rychlost růstu byla u OŠANCE více než 3,6 krát menší. Využití proteinu krmiva bylo v našem testu téměř 5,8 krát lepší (o 579 %).

Výsledky ukazují, že se v našem testu podařilo dosáhnout lepšího krmného koeficientu, většího procentuálního denního přírůstku a lepšího využití proteinu z předkládaného krmiva. Výsledný celkový denní přírůstek byl o téměř 15 kg vyšší (tj. o 446 %).

Z dostupných informací se jeví použití křížence sivena amerického a sivena arktického jako vhodnější než použití sivena od Savrukové pro daný typ rybochovného zařízení, při krmení směsí ALLER GOLD.

Dále při srovnání produkčních parametrů OŠANEC (2014) při použití krmiva EFICO ENVIRO 920 u sivena Savrukové dosáhl FCR 1,3, SGR 0,86, FCR/SGR 1,51, PER 1,71 a celkového denního přírůstku 12,2 kg.

Z výsledků vyplývá, že se v našem testu opět podařilo dosáhnout lepšího krmného koeficientu (o téměř 33 %), většího procentuálního denního přírůstku (o 54%) a ryby lépe využívaly proteinu z předkládaného krmiva (o 33 %). Výsledný celkový denní přírůstek byl v tomto případě vyšší u testu OŠANCE (2014) a to o 1,1 kg (tedy o 12 %), ovšem při vyšších nákladech.

Po srovnání tohoto krmiva od BioMaru se opět jeví výhodnější použití křížence sivena pro daný typ rybochovného zařízení, ale rozdíl ve výsledcích byl již značně menší než při použití krmiva od firmy ALLER AQUA.

Lze tedy říct, že krmivo BioMar dosahuje v provozních podmínkách vyrovnanějších výsledků než krmivo ALLER.

I pro druhý test je vhodné srovnání s krmným testem BLÁHY (2013).

BLÁHA (2013) uvádí rozpětí teplot v průběhu testu 7,4 – 16,5°C a obsah rozpuštěného kyslíku od 6,97 do 10,59 mg.l⁻¹. Tedy průměrně nižší teploty a větší rozkolísání kyslíkových poměrů.

BLÁHA (2013) použil dva různé původy ryb – sivena amerického původem od Savrukové a sivena amerického původem od Mazáně, jako krmivo použil BioMar - EFICO ENVIRO 920.

Při kombinaci Si Savrukové a krmiva EFICO ENVIRO 920 dosáhl těchto hodnot produkčních ukazatelů: FCR 1,23, SGR 0,69, FCR/SGR 1,79, PER 1,80 a kusového denního přírůstku 1,14 gramů.

Při kombinaci Si Mazáně a krmiva EFICO ENVIRO 920 dosáhl těchto hodnot produkčních ukazatelů: FCR 1,40, SGR 0,47, FCR/SGR 3,01, PER 1,58 a kusového denního přírůstku 0,95 gramů.

BLÁHA (2013) při podobných podmínkách testu se stejným krmivem jen s použitím čistého sivena původem od Savrukové, dosáhl o 25 % horší konverze krmiva, o téměř 93 % menší specifické rychlosti růstu a o téměř 27 % horšího využití proteinu z krmiva rybami. Kusový denní přírůstek byl u sivenů Savrukové při vyšších nákladech na krmení menší o čtvrtinu (25,4 %).

I v případě použití sivenů od Mazáně dosáhl BLÁHA (2013) horších výsledků než bylo dosaženo v našem testu. Konkrétně v případě využití krmiva dosáhl o téměř 43 % vyššího krmného koeficientu a o 44 % nižšího využití proteinu z krmiva. Navíc specifická rychlost růstu ryb byla téměř třikrát menší. Kusový denní přírůstek byl u čistých sivenů původem od Mazáně byl o více než polovinu (o 66 %) nižší než v případě použití kříženců sivena amerického se sivenem arktickým.

I v tomto případě se jeví jako vhodnější kříženec sivena amerického a arktického než čistý siven americký, nezávisle na původu ať už od Savrukové nebo od Mazáně.

PÍBIL (2009) uvádí, že jeho test proběhl v termínu od 27.3. do 15.5. 2008 na pstruhařství SALMON. Vlastní sledování proběhlo v závěsných obdélníkových žlabech. Do krmného testu zařadil Pd_M a Si₆₄, tyto ryby byly krmeny krmivem Ecolife 20, což je starší označení pro krmivo EFICO ENVIRO 920.

PÍBIL (2009) udává rozmezí teplot během testu od 8,4 do 17,8°C a množství rozpuštěného kyslíku 10,25 až 14,38 mg.l⁻¹.

PÍBIL (2009) udává při kombinaci Si₆₄ a krmiva Ecolife 20 tyto hodnoty produkčních ukazatelů: FCR 1,05, SGR 0,92, FCR/SGR 1,14, a kusového denního přírůstku 1,14 gramů a při kombinaci Pd_M a krmiva Ecolife 20 hodnot produkčních ukazatelů: FCR 0,99, SGR 1,40, FCR/SGR 0,71, a kusového denního přírůstku 1,44 gramů.

Ve srovnání testu PÍBILA (2009) s druhým testem řešeným v rámci této diplomové práce je už na první pohled zjevné, že bylo dosaženo velmi podobných výsledků.

Při krmení Si₆₄ krmivem Ecolife 20 dosáhl PÍBIL jen o 7 % horšího krmného koeficientu a o třetinu pomalejší specifické rychlosti růstu. Kusový denní přírůstek byl v PÍBILOVĚ pokusu horší o 25 %.

Při krmení místní formy pstruha duhového krmivem Ecolife 20 dosáhl ještě podobnějších výsledků. Krmný koeficient se lišil o jedno procento a specifická rychlost růstu byla v PÍBILOVĚ pokusu o 5 % vyšší. Kusový denní přírůstek byl téměř shodný.

Opět se zde jeví použití křížence sivena pro dané krmivo jako nejlepší volba, i když místní forma pstruha duhového dosáhla téměř vyrovnaných výsledků s křížencem.

6. ZÁVĚR

V rámci řešení této diplomové práce byly provedeny dva krmné testy. První z nich proběhl na Ústavu rybářství a hydrobiologie MENDELU a byly zde srovnávány krmiva od společností BioMar a ALLER AQUA. Pokus probíhal na monosexní samičí populaci pstruha duhového.

Výsledky ukázaly, že ryby krmené směsí INICIO 918 od firmy BioMar rychleji rostly a měly větší přírůstky. Na druhou stranu měly i větší krmný koeficient než ryby krmené směsí od firmy ALLER AQUA. INICIO 918 je směsí vytvořenou pro optimální prostředí a prokázala se i nevhodnost tohoto krmiva v podmínkách, kde dochází k rozkolísání hydrochemických parametrů prostředí.

Druhý test proběhl na pstruží farmě Pravíkov společnosti BioFish a byly zde srovnávány krmiva od stejných firem jak v případě prvního testu. Pokus proběhl v provozních podmínkách na populaci křížence sivena amerického a sivena arktického.

Výsledky ukázaly, že lepší krmný koeficient měly ryby krmené směsí ALLER GOLD a lépe využívaly protein přijatý z krmiva. Na druhou stranu o něco hůře přirůstaly a výsledný zisk z 1m^3 vody byl přibližně stejný.

Pokud srovnáme produkční parametry obou testů řešených v rámci této diplomové práce, dojdeme k závěru, že nejlepšího krmného koeficientu bylo dosaženo při kombinaci krmiva ALLER GOLD a ryb křížence sivena amerického se sivenem arktickým.

Na druhou stranu nejrychlejšího růstu ryb bylo dosaženo při kombinaci krmiva INICIO 918 a ryb monosexní samičí populace pstruha duhového.

Po výpočtu ekonomiky chovu dojdeme k závěru, že největšího zisku z 1m^3 vody bylo dosaženo při použití kombinace krmiva EFICO ENVIRO 920 a ryb křížence sivena amerického a sivena arktického.

7. SEZNAM LITERATURY

ALLER AQUA, 2015: *Feeding programmes* – ALLER SILVER 2mm Online. [cit. 2015-03-20] Dostupné z: http://aller-aqua.com/aller_db/module/mod_pdf/view/buildPDF.layout_0001.php?product=ALLER_SILVER__2_MM&fish=Trout_fresh_water&feedtype=&language=2

BARUŠ, V., OLIVA, O., et al., 1995: *Mihulovci a ryby (1): Petromyzontes Osteichthyes*. 1.vyd. Praha: Academia Praha, 623 s. ISBN 80-200-0500-5.

BÉNÉ, C., BARANGE, M., SUBASINGHE, R., PINSTRUP – ANDERSEN, P., MERINO, G., HEMRE, G. I., WILLIAMS, M., 2015: *Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu*. Institute of Development Studies, University of Sussex, United Kingdom Kluwer Academic Publishers. ISSN 18764517.

BIGGOOD, B. F., 1980: *Tolerance of rainbow trout to direct changes in water temperature*. Fish. Res. Rep. Fish Wildl.Div. no. 15, s. 11.

BLÁHA, M., 2013: *Vliv různé strategie výživy na produkci lososovitých ryb v podmínkách intenzivního chovu*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU v Brně.

BUŘIČ, M., BLÁHOVEC, J., KOUŘIL, J., 2013: *Provoz recirkulačního systému dánského typu v podmínkách ČR: možnosti, výhody, omezení*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-919-3.

BUŘIČ, M., KOUŘIL, J., 2011: *Technologie chovu ryb v recirkulačním systému dánského typu v podmínkách ČR*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, 42 s. Metodik. ISBN 978-80-87437-33-9.

CRAIG, S., 2009: *Understanding fish nutrition, feeds and feeding*. Virginia-Maryland Regional College of Veterinary Medicine. Virginia Tech. Virginia, USA. Online [cit. 2015-03-31] Dostupné z: <http://pubs.ext.vt.edu/420/420-256/420-256.html>

ČÍTEK, J., KRUPAUER, V., KUBŮ, F., 1998: *Rybníkářství*. 2. vyd. Praha: Informatorium. 306 s. ISBN 80-86073-37-8

DUBSKÝ, K., KOUŘIL, J., ŠRÁMEK, V., 2003: *Obecné rybářství*. 1. vyd. Praha: Informatorium. 308 s. ISBN 80-7333-019-9.

DVOŘÁK, J., 1984: *Biologické zásady intenzifikace chovu lososovitých ryb* In: *Intenzifikace chovu lososovitých ryb*. Brno: ČSVTS, 1984. S. 8–12.

FIOGBÉ, E. D., KESTEMONT, P., 2003: *Optimum daily ratio for Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. rezed at its optimum growing temperature*. *Aquaculture* 216, 234 – 252.

GATLIN III, D. M., 2010: *Principles of fish nutrition*. Southern regional aquaculture centre. United States of America. Online. [cit. 2015-03-31] Dostupné z: <http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-5003-Principles-of-Fish-Nutrition.pdf>

GORYCZKO K., 2001: *Pstragi - Chów i hodowla*. Polsko: IRS Olsztyn, 139 s. ISBN 83-87506-12-5.

HALAČKA, K., VÍTEK, T., MAREŠ, J., 2013: *A co ještě víme o chovaných rybách?*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno: Menelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7375-919-3.

HANEL, L., 1992: *Poznáváme naše ryby*. 1. vyd. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 288 s. ISBN: 80-209-0227-9.

HANEL, L., LUSK, S., 2005: *Ryby a mihule České Republiky*. 1. vyd. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 448 s. ISBN: 80-86327-49-3.

HELFRICH, A., L., LIBEY, G., 2004: *Fish farming in recirculating aquacultures systems (RAS)*. In: *Aces.edu* Online. [cit. 2015-3-16]. Dostupné z: <http://www.aces.edu/dept/fisheries/aquaculture/documents/recirculatingVT.pdf>

HOMOLKA P., KUDRNA V., 2006: *Náhrada krmiv živočišného původu u přežvýkavců*. Online [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/Homolka,%20Kudrna%20-nahrada%20krmiv%20zivoc.puvodu.pdf>

CHIN, K. K., ONG, S. L., FOO, S. C., 1991: *A water treatment and recycling system for intensive fish farming*. Department of Civil Engineering, National University, Kent Ridge, Singapore.

JIRÁSEK J., MAREŠ J., ZEMAN L., 2005: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 68 s. ISBN 80-7157-646-8.

KAUSHIK, S. J., CRAVEDI, J. P., LALLES, J. P., SUMPTER, J., FAUCONNEAU, B., LAROCHE, M., 1995: Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In: *Aquaculture – volume 133*. 1995. s 257 – 274.

KOUŘIL, J., 2010: *Výhody využití recirkulačních systémů při intenzivním chovu ryb*. In: *Intenzita chovu ryb a ekologické aspekty v rybářství*. Vodňany, Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany. ISBN:978-80-87096-10-9.

KOUŘIL, J., KUJAL, B., 2009: *Využití recirkulačních systémů k intenzivnímu chovu ryb*. In: *Bulletin ČSVH, Online* [cit. 2015 01-23]. Dostupné z <http://www.csvh.cz/bulletin/2009obsah.pdf>

KOUŘIL, J. MAREŠ, J. POKORNÝ, J. ADÁMEK, Z. KOLÁŘOVÁ, J. PALÍKOVÁ, M., 2008: *Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhů*. 1. vyd. Vodňany: JU v Českých Budějovicích. 141 s. ISBN 978-80-85887-80-8.

KRATOCHVÍL, A., 1980: *Efektivnost chovu ryb v intenzifikačních rybnících* In: *Biologické a technologické aspekty intenzifikace chovu ryb*. Brno: ČSVTS, 1980. S. 5–8.

KUJAL, M., 1980: *Technické řešení speciálních objektů pro intenzivní chovy ryb* In: *Biologické a technologické aspekty intenzifikace chovu ryb*. Brno: ČSVTS, 1980. S. 23–24.

KUJAL, M., 1984a: *Některé výchozí podklady pro návrh biologického čištění vod v intenzivních chovech ryb*. In: *Sb. Úprava a čištění vod v intenzivních chovech ryb*, Č. Budějovice, ČSVTS – záv. pob. při Hydroprojektu. S. 108.

KUJAL, M., 1984b: *Některé technické aspekty intenzifikace chovu lososovitých ryb* In: *Intenzifikace chovu lososovitých ryb*. Brno: ČSVTS, s. 13–17.

LEITRITZ, E., 1959: *Trout and salmon culture (hatchery methods)* In: Fish bulletin no. 107, Fish and game department. California. Online [cit 2015-03-31]. Dostupné z: <https://escholarship.org/uc/item/6356g798>.

MALONE, R., 2013: *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems A Review of Current Design Practice*. Online, [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <https://srac.tamu.edu/index.cfm/getFactSheet/whichfactsheet/104/>

MAREŠ, J., 2014: přednáška v předmětu Výživa a krmení ryb.

MAREŠ, J., JIRÁSEK, J., KLADROBA, D., 1999: *Možnosti využití kompletních krmných směsí při intenzivní produkci násady kapra (Cyprinus carpio L.)*. In: *50 let výuky rybářské specializace na MZLU v Brně*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN: 80-7157-408-2.

MAREŠ, J., KOPP, R., LANG, Š., 2013: *Recirkulační systémy „dánského typu“ – systém a konstrukce*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno Mendelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7375-919-3.

MARTINS, C. I. M., EDING, E. H., VERDEGEM, M. C. J., HEINSBROEK, L. T. N., SCHNEIDER, O., BLANCHETON, J. P., ROQUE D'ORBCASTEL, E., VERRETH, J. A. J., 2010: *New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability*. Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve. ISSN: 01448609.

MENDEL, J., 2013: *Genetická identifikace u nás chovaných sivenů*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno Mendelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7375-919-3.

MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W.: *Harperova biochemie*. 23. vyd., (4. české vyd.), v H & H 3. Jinočany: H & H, 2002, ix, 872 s. Lange medical book. ISBN 80-7319-013-3.

MZE, 2011: *Situační a výhledová zpráva, ryby*. 45s.

MZE, 2013: *Situační a výhledová zpráva, ryby*. 32s.

MZE, 2014: *Situační a výhledová zpráva, ryby*. 36s.

NAVRÁTIL S., SVOBODOVÁ Z., LUCKÝ Z., 2000: *Choroby ryb*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 155 s. ISBN 80-85114-92-5.

NUSL, P., PFAU, R., 2010: *Intenzivní chov pstruha duhového v recirkulačním systému*. In: *Intenzita chovu ryb a ekologické aspekty v rybářství*. Vodňany, Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany. ISBN:978-80-87096-10-9.

OŠANEC, M., 2012: *Vliv podmínek chovu na produkci lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU v Brně.

OŠANEC, M., 2014: *Zhodnocení vlivu použitého krmiva na produkční ukazatele v systému intenzivního chovu lososovitých ryb*. Diplomová práce. Brno: MENDELU v Brně.

PFAU, R., 2013: *Pětiletý provoz recirkulačního systému firmy BioFish s.r.o. v Právičkově*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno: Menelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7375-919-3.

PÍBIL M., 2009: *Zhodnocení produkční účinnosti vybraných krmných směsí v provozních podmínkách chovu lososovitých ryb*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně.

PITTER, P., 2009: *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.

POKORNÝ, J., ADÁMEK, Z., ŠRÁMEK V., DVOŘÁK, J., 2003: *Pstruhařství*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 281 s. ISBN 80-7333-022-9.

POKORNÝ, J., DVOŘÁK, J., ŠRÁMEK V., 1992: *Umělý chov ryb*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 266 s. ISBN: 80-85427-19-2.

POLICAR, T., KŘIŠŤAN, J., BLECHA, M., VANIŠ, J., 2014: *Adaptace a chov juvenilních ryb candáta obecného (*Sander lucioperca* L.) v recirkulačním akvakulturním systému (RAS)*. Vodňany, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod. ISBN: 978-80-87437-83-4.

POLICAR, T., STEJSKAL, V., KOUŘIL, J., 2010: *Metody intenzivního chovu a současný význam okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v Evropě*. In: *Intenzita chovu ryb a*

ekologické aspekty v rybářství. Vodňany, Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany. ISBN:978-80-87096-10-9.

PŘÍHODA, J. *Chov lososovitých ryb*. Slovensko: STYLE, 2006. 209 s. ISBN 80-969033-4-9.

SNOW, A., ANDERSON, B., WOOTON, B., 2012: *Flow-trough land-based aquaculture wastewater and its treatment in subsurface flow constructed wetlands*. Department of Civil Engineering, Queen's University, Kingston, Canada. ISSN: 11818700.

STEENFELDT, S. J., LUND, I., 2008: *Udvikling af produktionsmetoder til intensivt opdræt af sandartynge (Development of methods of production for intensit rearing of pike perch juveniles)*. DTU Aqua Research Report No. 199-08, Technical University of Denmark, Denmark (in Danish).

STEFFENS, W., 1989: *Chov lososovitých ryb*. Vodňany: ČSVTS, Nutrition of salmonid fishes-a review, s. 149-162

STEJSKAL, V., MATOUŠEK, J., KOUŘIL, J., 2013: *Možnosti chovu jiných než lososovitých druhů ryb v recirkulačních systémech využívajících dánskou technologii*. In: *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu*. Brno Mendelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7375-919-3.

STICKNEY, R. R., 2000: *Encyclopedia of aquaculture*. New York: Wiley, 1063 s. ISBN 0-471-29101-3.

STUPKA, Z., 2003: *Obecný přehled o recirkulačních systémech pro intenzivní chov ryb*. In: *Bulletin VÚRH Vodňany – Nové technologie a nové druhy v akvakultuře 1/2* Vodňany: Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech.

ŠANDA, R., 2006: *Actinopterygii – Paprskoploutví a druhové listy ryb*. In: Mlíkovský, J. et Stýblo, P. (eds.): *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*: 368–398. Praha: ČSOP.

VELÍŠEK, J., SVOBODOVÁ, Z., BLAHOVÁ, J., MÁCHOVÁ, J., STARÁ, A., DOBŠÍKOVÁ, R., ŠIROKÁ, Z., MODRÁ, H., VLALETOVÁ, O., RANDÁK, T., ŠTĚPÁNOVÁ, S., MARŠÁLEK, P., KROUPOVÁ KOCOUR, H., GRABIC, R., ZUSKOVÁ, E., BARTOŠKOVÁ, M., STANCOVÁ, V., 2014: *Vodní toxikologie pro rybáře*. 1. Vyd.

Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, FROV. ISBN: 978-80-87437-89-6.

ZEHNÁLEK, J., 2009: *Biochemie 2*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN: 978-80-7375-327-6

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 - Produkce pstruha duhového v ČR (MZE, 2011, 2013, 2014)</i>	15
<i>Tabulka 2 - Produkce sivena amerického v ČR (MZE, 2011, 2013, 2014)</i>	16
<i>Tabulka 3 - Optimální teploty krmení (POKORNÝ et al., 2003)</i>	26
<i>Tabulka 4 - Spotřeba kyslíku u pstruha duhového v závislosti na hmotnosti</i>	26
<i>Tabulka 5 - Zastoupení aminokyselin v těle pstruha duhového a jejich potřeba (PŘÍHODA 2006)</i>	30
<i>Tabulka 6 - Potřeba vitaminů v krmivech (PŘÍHODA., 2006)</i>	32
<i>Tabulka 7 - Nemoci způsobené nedostatkem vitaminů (NAVRÁTIL et al., 2000)</i>	33
<i>Tabulka 8 - Doporučené množství minerálních látek v krmivu pro pstruha duhového (STEFFENS, 1989 in POKORNÝ, 2003)</i>	34
<i>Tabulka 9 - Metodika - test 1</i>	37
<i>Tabulka 10 - Metodika - test 2</i>	38
<i>Tabulka 11 - INICIO 918</i>	39
<i>Tabulka 12 - ALLER SILVER</i>	40
<i>Tabulka 13 - EFICO ENVIRO 920</i>	41
<i>Tabulka 14 - ALLER GOLD</i>	42
<i>Tabulka 15 - Teplota vody během 1. testu</i>	46
<i>Tabulka 16 - Teplota vody během 2. testu</i>	46
<i>Tabulka 17 – Nasycení vody kyslíkem během 1. testu</i>	47
<i>Tabulka 18 - Nasycení vody kyslíkem během 2. testu</i>	47
<i>Tabulka 19 - Obsah rozpuštěného kyslíku během 1. testu</i>	48
<i>Tabulka 20 - Obsah rozpuštěného kyslíku během 2. testu</i>	48
<i>Tabulka 21 - pH v průběhu 1. testu</i>	49
<i>Tabulka 22 - pH v průběhu 2. testu</i>	49
<i>Tabulka 23 - Množství dusíkatých látek v 1. testu</i>	50
<i>Tabulka 24 - Množství amoniakálního dusíku v 2. testu</i>	50
<i>Tabulka 25 - Množství dusitanového dusíku v 2. testu</i>	51
<i>Tabulka 26 - Množství chloridů v 1. testu</i>	51
<i>Tabulka 27 - Délkohmotnostní charakteristika sledovaných ryb v testu 1</i>	52
<i>Tabulka 28 - Hodnocení exteriéru a kondičního stavu v testu 1</i>	53
<i>Tabulka 29 - Délkohmotnostní charakteristika sledovaných ryb v testu 2</i>	54
<i>Tabulka 30 - Hodnocení exteriéru a kondičního stavu ryb v testu 2</i>	55

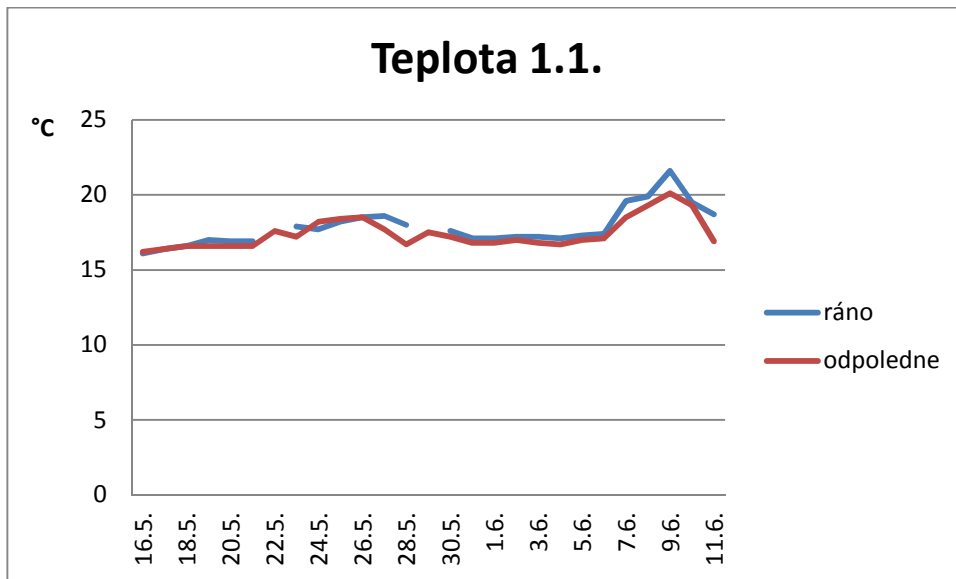
<i>Tabulka 31 - Produkční ukazatelé - výsledky krmného testu 1</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 32 - Vyhodnocení jednotlivých údajů produkční účinnosti krmiv – test 1</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 33 - Produkční ukazatelé – výsledky krmného testu 2.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 34 - Vyhodnocení jednotlivých údajů produkční účinnosti krmiv - test 2</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 35 - Ekonomika chovu – test 1</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 36 - Ekonomika chovu - test 2</i>	<i>61</i>

8. PŘÍLOHY

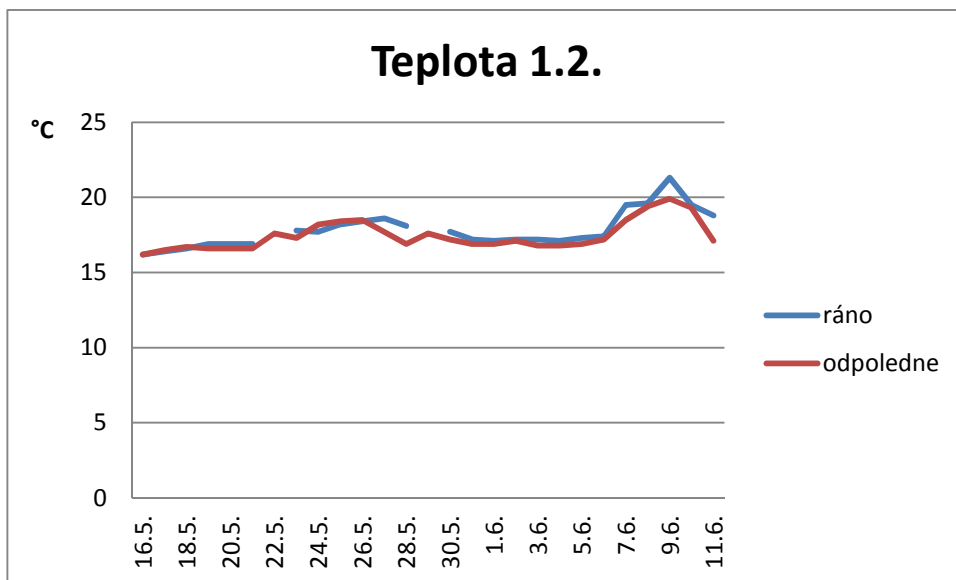
SEZNAM PŘÍLOH

<i>Graf 4 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1.1.</i>	77
<i>Graf 5 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1.2.</i>	77
<i>Graf 6 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2.1.</i>	78
<i>Graf 7 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2.2.</i>	78
<i>Graf 8 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1.1.</i>	79
<i>Graf 9 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1.2.</i>	79
<i>Graf 10 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2.1.</i>	80
<i>Graf 11 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2.2.</i>	80
<i>Graf 12 - Vývoj pH ve žlabu 1.1.</i>	81
<i>Graf 13 - Vývoj pH ve žlabu 1.2.</i>	81
<i>Graf 14 - Vývoj pH ve žlabu 2.1.</i>	82
<i>Graf 15 - Vývoj pH ve žlabu 2.2.</i>	82
<i>Graf 16 - Množství amoniakálního dusíku</i>	83
<i>Graf 17 - Množství dusitanového dusíku</i>	83
<i>Graf 18 - Množství dusičnanového dusíku</i>	84
<i>Graf 19 - Množství chloridů</i>	84
<i>Graf 20 - Vývoj krmného koeficientu v průběhu testu</i>	85
<i>Graf 21 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1</i>	86
<i>Graf 22 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2</i>	86
<i>Graf 23 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1</i>	87
<i>Graf 24 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2</i>	87
<i>Graf 25 - Vývoj pH v průběhu testu 2</i>	88
<i>Graf 26 - Vývoj množství amoniakálního dusíku v průběhu testu 2</i>	88
<i>Graf 27 - Vývoj množství dusitanového dusíku v průběhu testu 2</i>	89

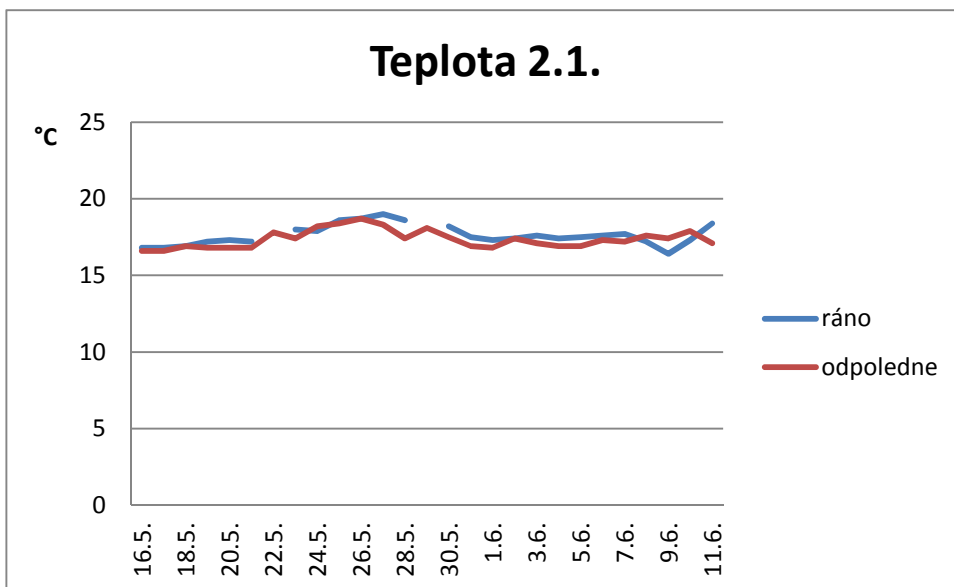
8.1. Test 1



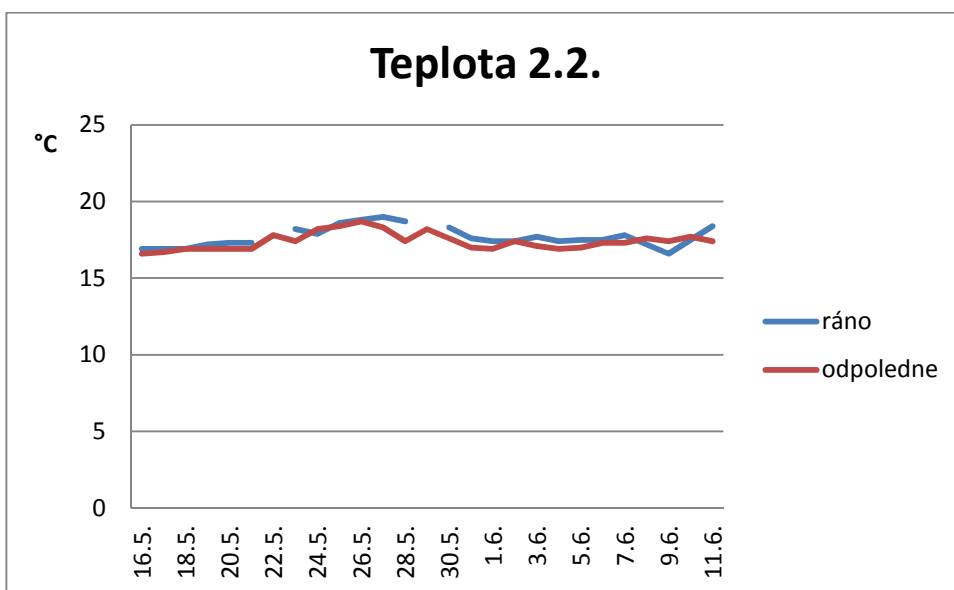
Graf 3 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1.1.



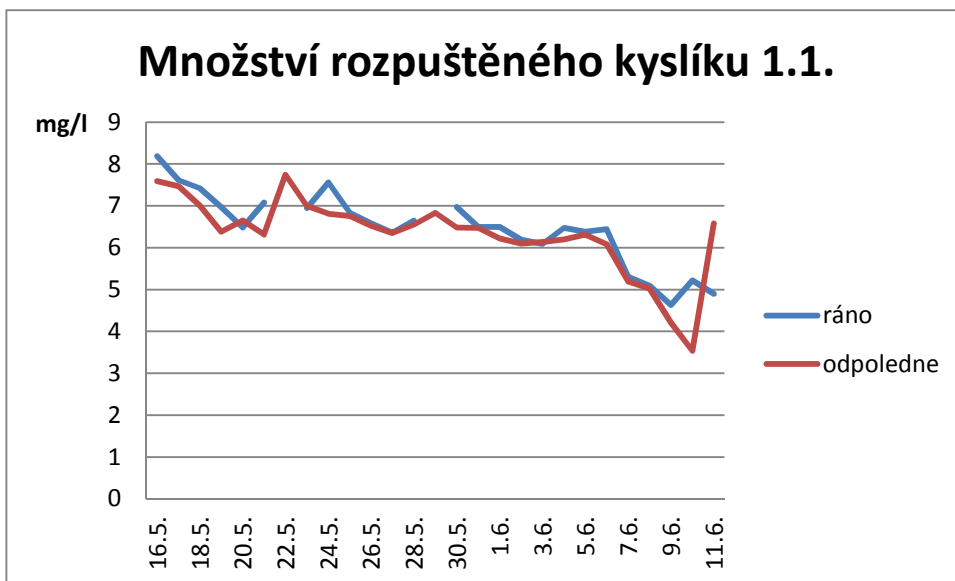
Graf 4 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1.2.



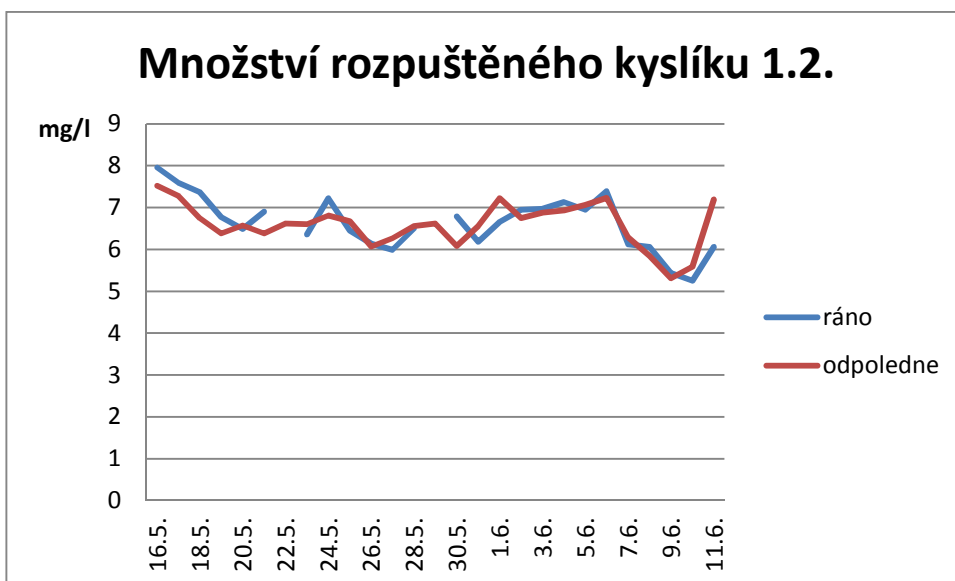
Graf 5 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2.1.



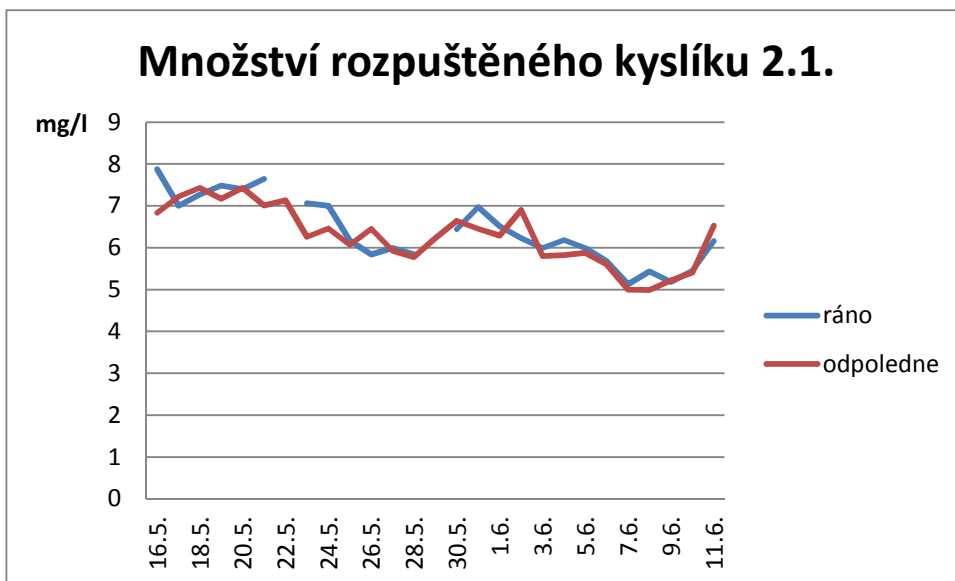
Graf 6 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2.2.



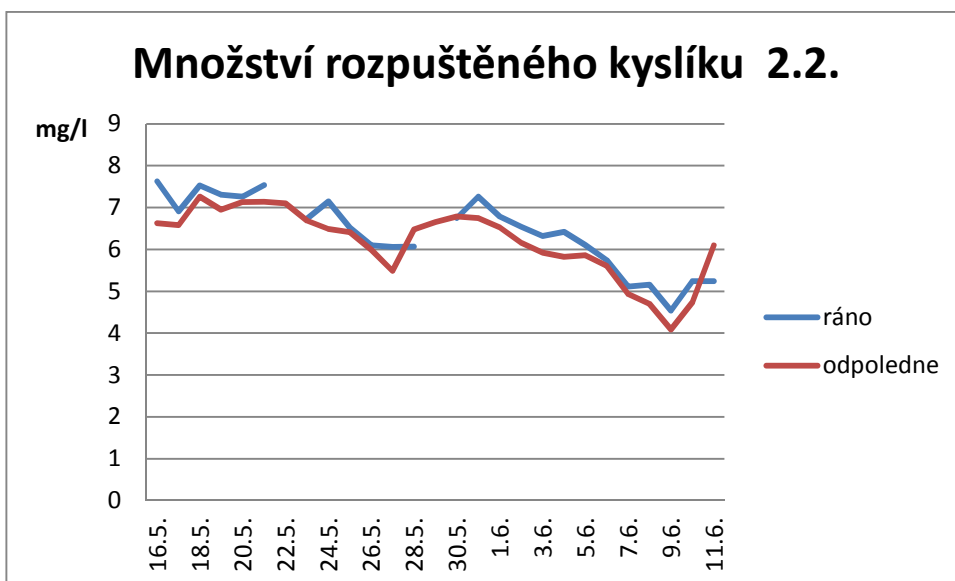
Graf 7 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1.1.



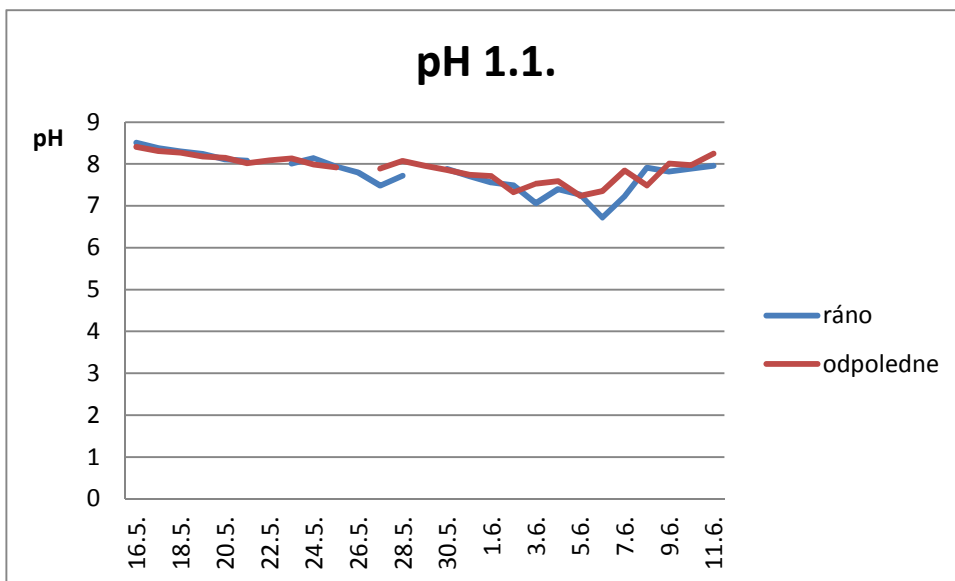
Graf 8 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1.2.



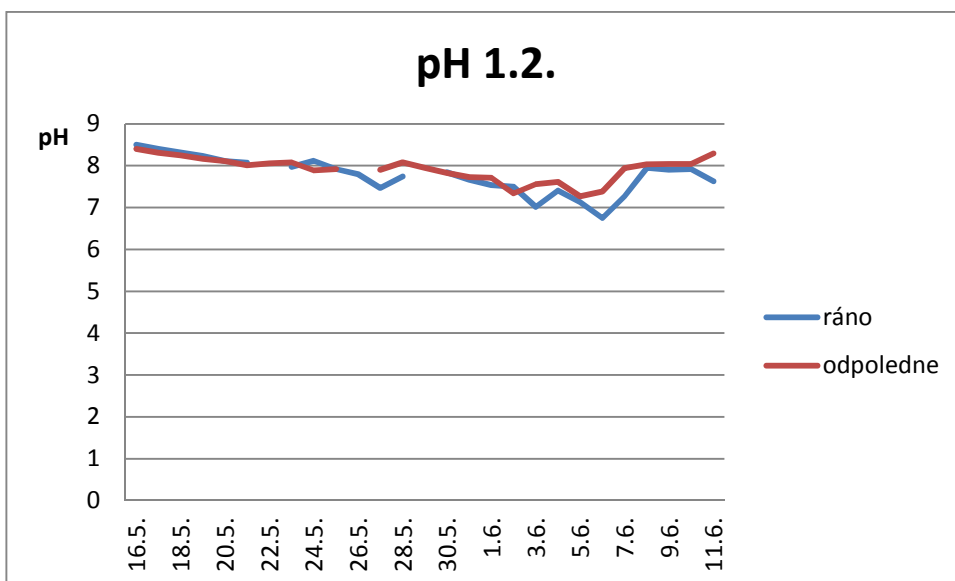
Graf 9 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2.1.



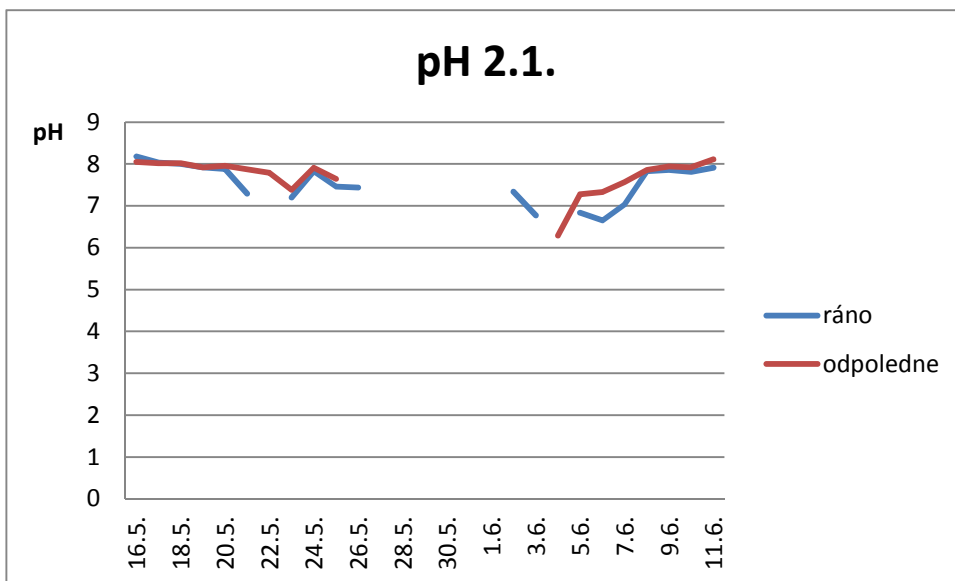
Graf 10 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2.2.



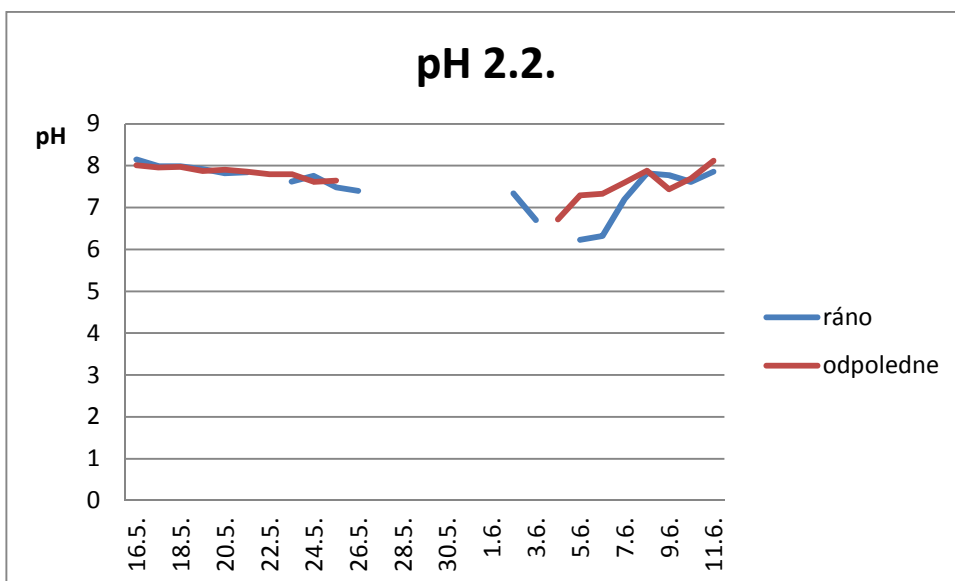
Graf 11 - Vývoj pH ve žlabu 1.1.



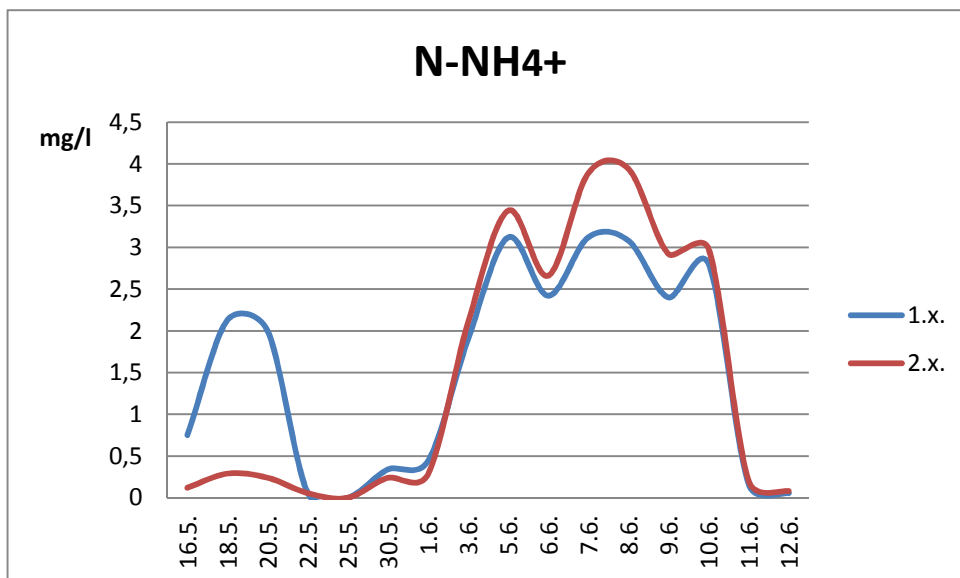
Graf 12 - Vývoj pH ve žlabu 1.2.



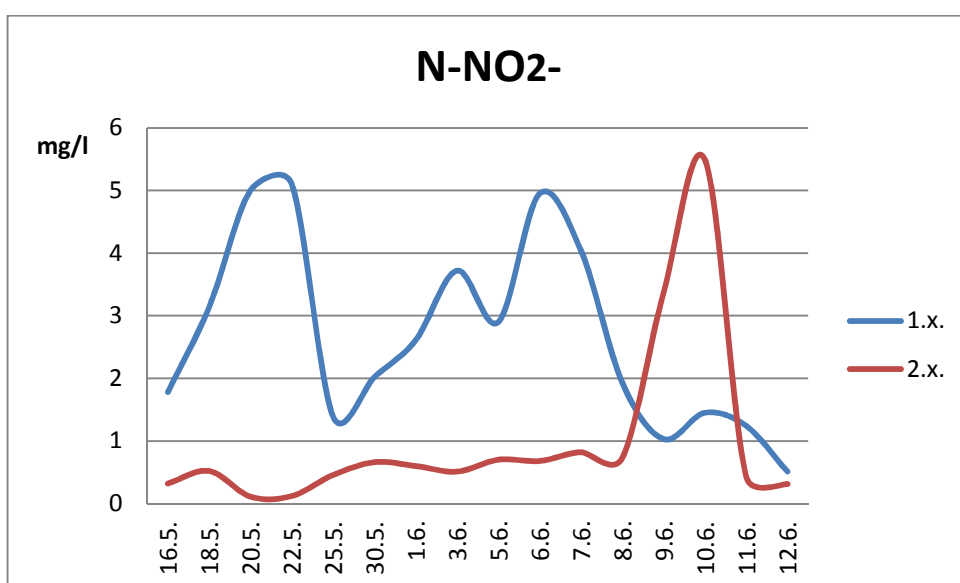
Graf 13 - Vývoj pH ve žlabu 2.1.



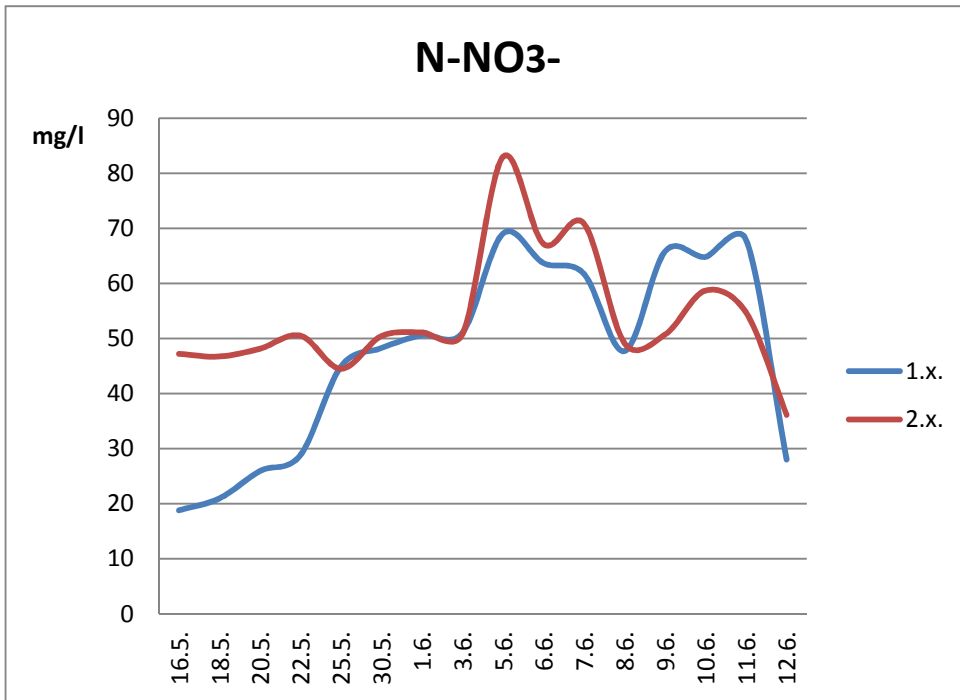
Graf 14 - Vývoj pH ve žlabu 2.2.



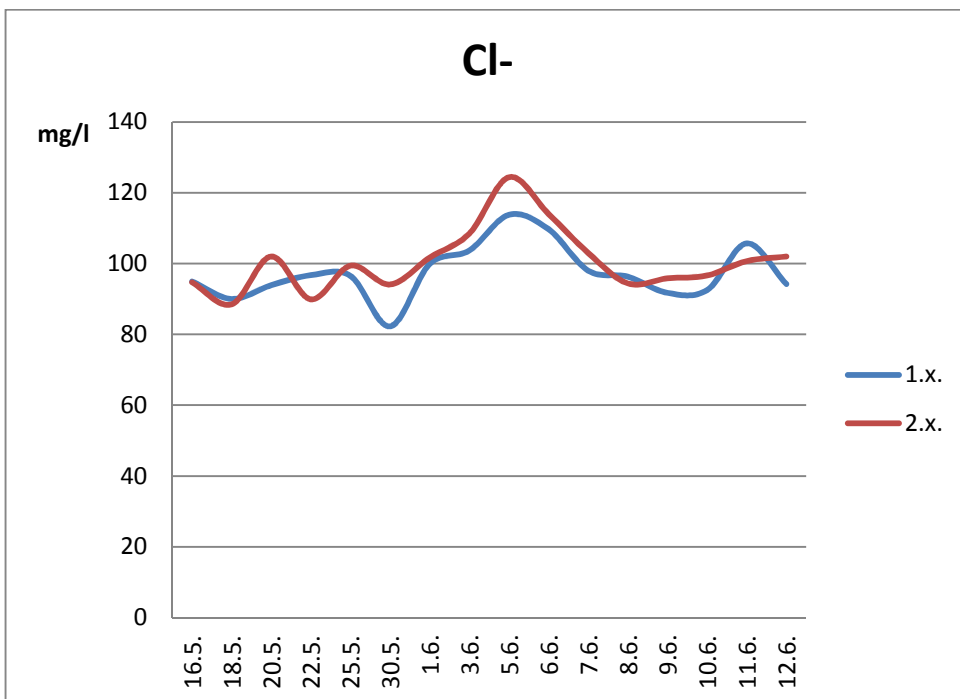
Graf 15 - Množství amoniakálního dusíku



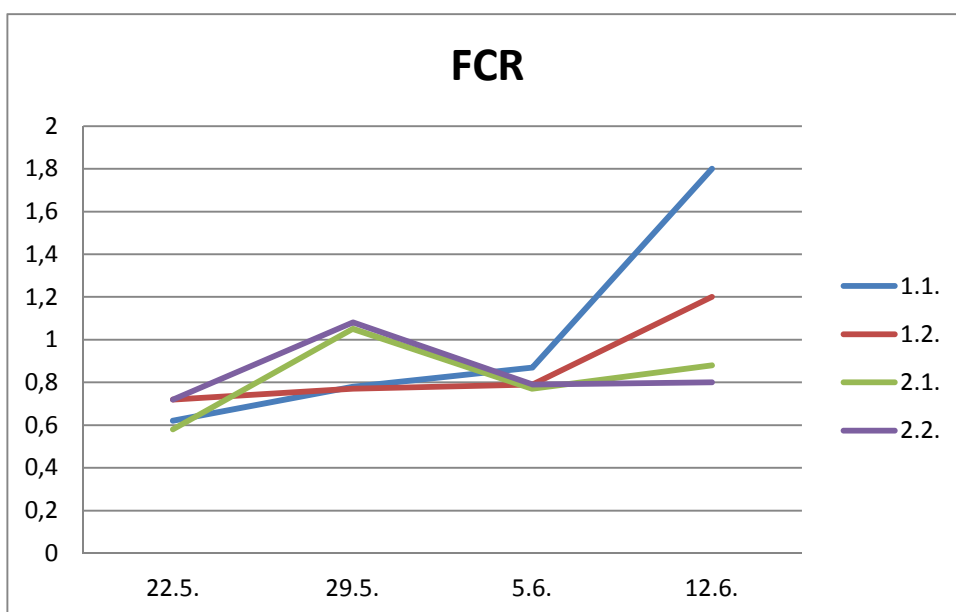
Graf 16 - Množství dusitanového dusíku



Graf 17 - Množství dusičnanového dusíku

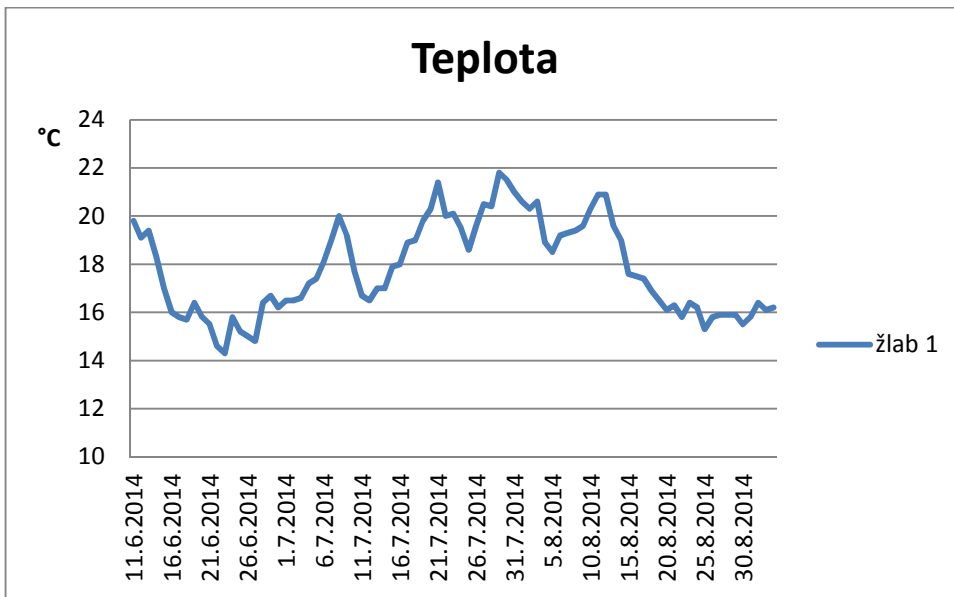


Graf 18 - Množství chloridů

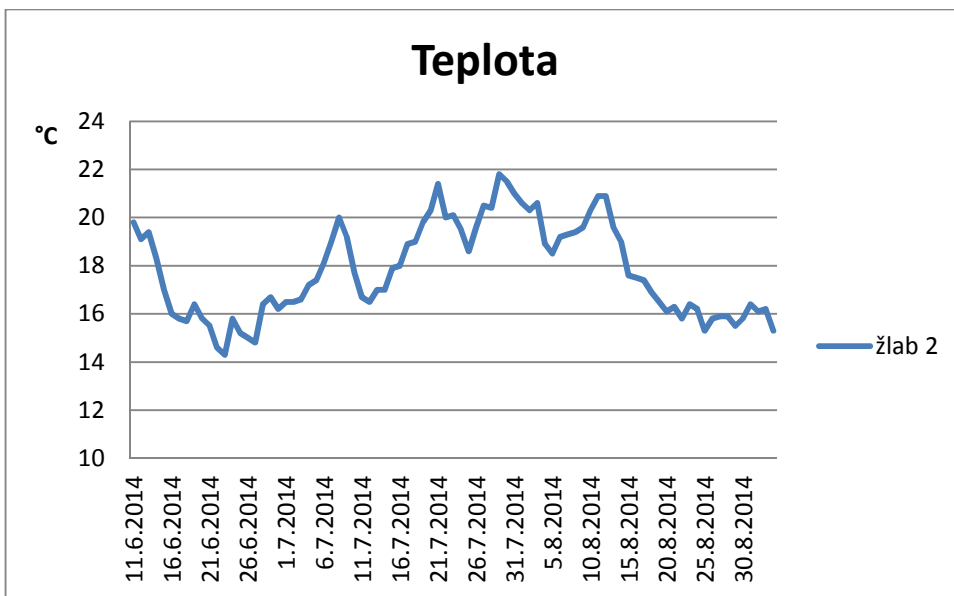


Graf 19 - Vývoj krmného koeficientu v průběhu testu

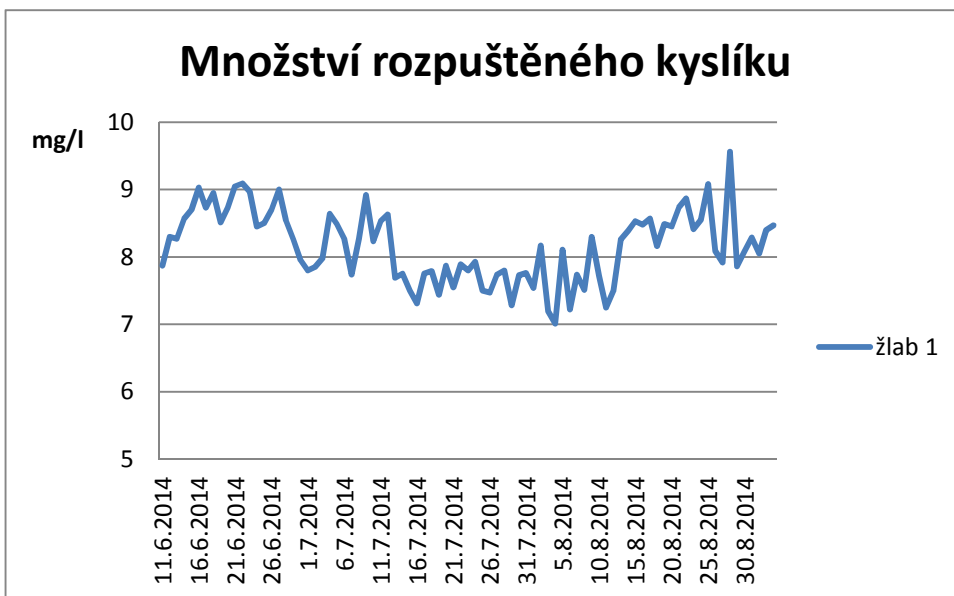
8.2. Test 2



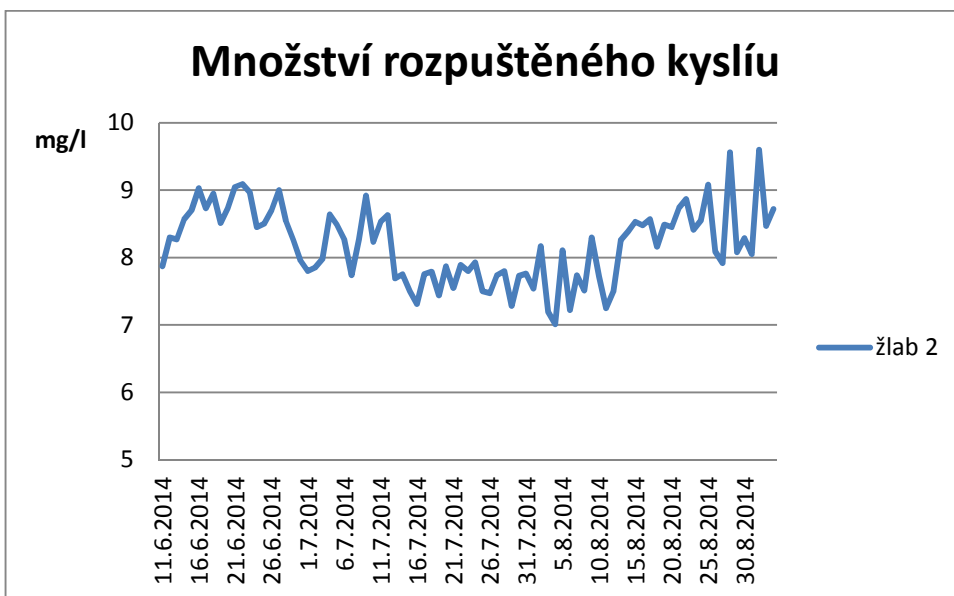
Graf 20 - Vývoj teploty vody ve žlabu 1



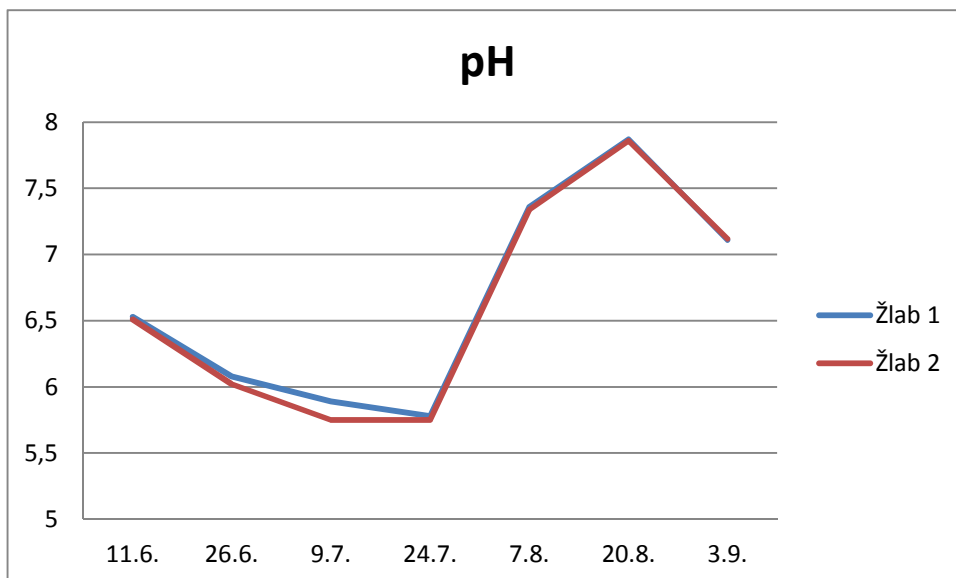
Graf 21 - Vývoj teploty vody ve žlabu 2



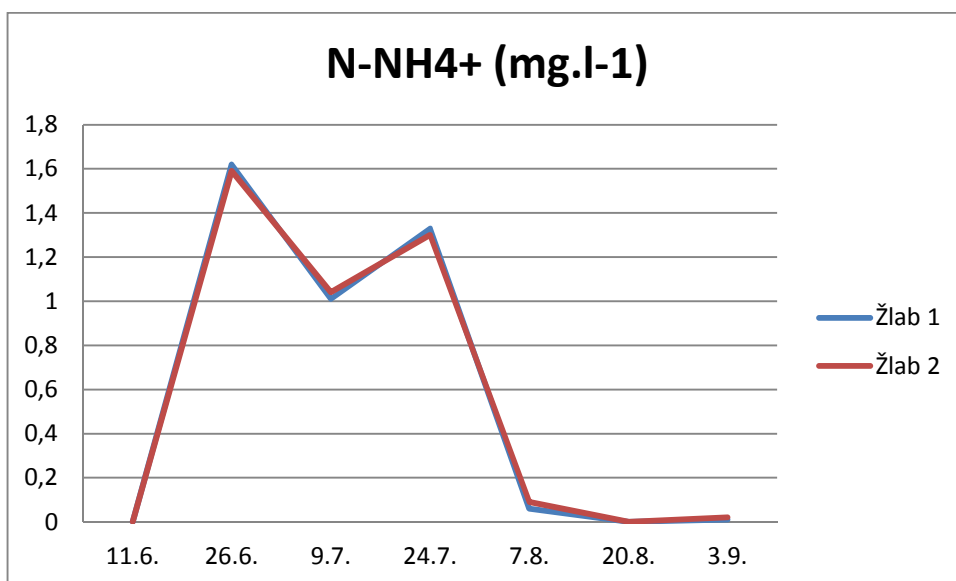
Graf 22 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 1



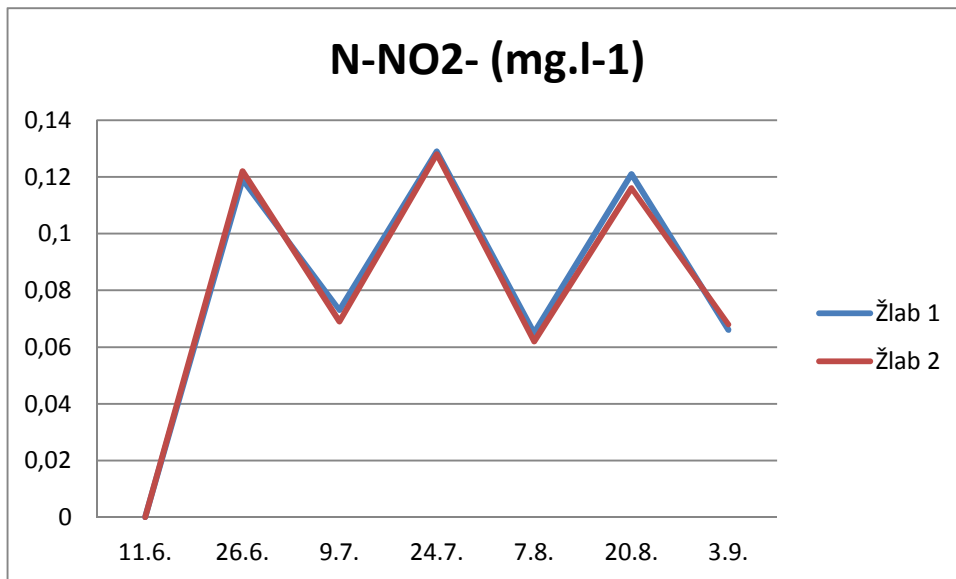
Graf 23 - Vývoj obsahu rozpuštěného kyslíku ve žlabu 2



Graf 24 - Vývoj pH v průběhu testu 2



Graf 25 - Vývoj množství amoniakálního dusíku v průběhu testu 2



Graf 26 - Vývoj množství dusitanového dusíku v průběhu testu 2