



**Vliv podmínek na nutriční hodnotu lososovitých ryb  
z intenzivních systémů chovu**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
prof. Dr. Ing. Jan Mareš

*Vypracoval:*  
Bc. Jiří Vlasák

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci na téma „*Vliv podmínek na nutriční hodnotu lososovitých ryb z intenzivních systémů chovu*“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

podpis .....

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce prof. Dr. Ing. Janu Marešovi za odborné vedení při zpracování práce, za ochotu při konzultacích a za poskytování materiálů, rad a připomínek. Dále děkuji Ing. Tomáši Brabcovi, PhD. za laskavou pomoc při zpracování vzorků a provádění biochemických analýz. Můj dík patří též Ústavu výživy zvířat a pícninářství, Ústavu technologie potravin, Ústavu chovu a šlechtění zvířat, Ústavu chemie a biochemie za pomoc při chemických analýzách. Také bych chtěl poděkovat Oddělení rybářství a hydrobiologie za umožnění provádění analýz vzorků a celkové realizace diplomové práce. Děkuji též Rybářství Litomyšl s.r.o., Kinský Žďár a.s., Pstruhařství Skalní mlýn, rybářskému podniku BioFish s.r.o. a Ing. Jaroslavu Žalákovi (pstruhařství Vrbno pod Pradědem) za poskytnutý materiál. V neposlední řadě bych rád poděkoval Akademii věd ČR za provedené genetické analýzy. Velké poděkování patří rodičům za umožnění studia, za pomoc a podporu při studiu.

Diplomová práce byla zpracována za podpory projektu NAZV QJ1210013 „*Technologie chovu sladkovodních ryb s využitím recirkulačních systémů dánského typu se zaměřením na metody efektivního řízení prostředí a veterinární péče.*“

## **ABSTRAKT**

Název diplomové práce: Vliv podmínek na nutriční hodnotu lososovitých ryb z intenzivních systémů chovu

Předložená diplomová práce se zabývá problematikou nutričních vlastností rybí svaloviny. Praktická část práce je zaměřena na složení svaloviny pstruhů duhových z různých podmínek chovu.

Vzorky pro pokusné sledování byly odebrány ve dnech 14. – 16.4.2014 z pěti rybochovných objektů s různým systémem chovu. K jednotlivým analýzám bylo odebráno deset tržních pstruhů duhových z každého zařízení. U ryb byly zjišťovány jejich délkové a hmotnostní ukazatele, ze kterých byly následně vypočítány jednotlivé indexy a ukazatele hodnotící kondici a exteriér. Dále byla u ryb stanovena výtěžnost a viscerosomatický index. Pro zhodnocení nutriční hodnoty bylo stanoveno biochemické složení tkání, spektrum mastných kyselin a senzorické hodnocení svaloviny. Pro zjištění původu ryb byla provedena genetická analýza.

Nejlepší kondice pstruhů duhových byla zjištěna u průtočného systému s možností krátkodobé recirkulace. Nejvyšší výtěžnosti (téměř 90 %) bylo dosaženo u ryb s počátečním odchovem na sádkách a následným chovem v rybníce. Biochemické složení svaloviny se výrazněji lišilo zejména v obsahu sušiny a tuku. Mezi obsahem sušiny a tuku byla prokázána vzájemná souvislost. V senzorickém hodnocení dosáhly nejlepších výsledků ryby z průtočného systému, nejhorších ryby z recirkulačního zařízení. Genetickou analýzou byly celkem rozlišeny 4 homozygotní haplotypy a 1 haplotyp heterozygotní.

**Klíčová slova:** biochemické složení, chov, nutriční hodnota, pstruh duhový, svalovina

## **ABSTRACT**

Title of diploma thesis: The influence of conditions on the nutritive value of salmonids from intensive rearing systems

Presented diploma thesis deals with the issue of nutritional characteristics of the fish meat. Practical part is focused on the composition of rainbow trout meat originated from different rearing conditions.

Samples for experimental evaluation were taken on June 14<sup>th</sup>– 16<sup>th</sup>, 2014 from five fish-rearing facilities equipped with different rearing system. Ten rainbow trouts in marketable weight were taken from each facility to particular analysis. The fish were measured for length and weight characteristics from which the indices and indicators for condition and exterior evaluation were subsequently calculated. Also the yield and viscerosomatic index of fish were assessed. Biochemical composition of tissues, spectrum of fatty acids and sensory evaluation were assessed for the evaluation of nutritive value. The origin of fish was tested by genetic analysis.

The best condition of rainbow trout was found out in flow-through system with short-time recirculation. The highest yield (almost 90%) was reached in fish with initial rearing in fish storage and consequent rearing in fishpond. Biochemical composition of muscle was significantly different mainly in the content of dry matter and fat. There was proved a mutual dependence between the content of dry matter and content of fat. The best results in sensory evaluation were reached in fish from flow-through system, the worst were reached in fish from recirculation facility. Genetic analysis recognised 4 homozygous haplotype and 1 heterozygous haplotype.

**Key words:** biochemical composition, rearing, nutritive value, rainbow trout, muscle

## Obsah

1	ÚVOD .....	9
2	CÍL PRÁCE .....	10
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	11
3.1	Biologie pstruha duhového ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) .....	11
3.1.1	Původ a rozšíření .....	11
3.1.2	Potravní nároky .....	12
3.2	Nároky na chovné prostředí .....	13
3.2.1	Teplota vody .....	13
3.2.2	Obsah kyslíku .....	14
3.2.3	Reakce vody – pH .....	15
3.2.4	Sloučeniny dusíku .....	15
3.3	Možnosti chovu lososovitých ryb .....	16
3.3.1	Recirkulační systémy .....	16
3.3.2	Průtočné systémy .....	17
3.3.3	Klecový chov .....	18
3.3.4	Chov v rybnících .....	18
3.4	Výživa lososovitých ryb .....	19
3.4.1	Fyziologie trávení .....	19
3.4.2	Potřeba proteinu .....	20
3.4.3	Potřeba tuku .....	21
3.4.4	Potřeba sacharidů .....	22
3.4.5	Potřeba vitamínů .....	22
3.4.6	Potřeba minerálních látek .....	23
3.4.7	Krmiva pro lososovité ryby .....	24
3.5	Konzumní hodnota ryb .....	25
3.5.1	Výtěžnost .....	25
3.5.2	Složení rybí svaloviny .....	26
3.5.3	Senzorické hodnocení .....	29
4	MATERIÁL A METODIKA .....	31
4.1	Charakteristika jednotlivých objektů .....	31
4.2	Zpracování vzorků .....	35
4.3	Zjišťované hodnoty .....	36

4.3.1	Délkové parametry.....	36
4.3.2	Hmotnostní parametry .....	37
4.3.3	Kondiční a exteriérové ukazatele.....	37
4.4	Konzumní hodnota .....	38
4.4.1	Výtěžnost .....	38
4.4.2	Viscerosomatický index.....	38
4.5	Složení svaloviny a krmiv .....	38
4.5.1	Stanovení obsahu sušiny .....	38
4.5.2	Stanovení dusíkatých látek (bílkovin) .....	38
4.5.3	Stanovení obsahu tuku .....	39
4.5.4	Stanovení obsahu minerálních látek (popelovin).....	39
4.5.5	Stanovení spektra mastných kyselin .....	39
4.6	Senzorické hodnocení .....	39
4.7	Zjištění genetického původu .....	39
4.8	Zpracování výsledků a statistická analýza .....	40
5	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	41
5.1	Délkové parametry .....	41
5.2	Hmotnostní parametry.....	41
5.3	Kondiční a exteriérové ukazatele .....	42
5.4	Konzumní hodnota .....	44
5.5	Výtěžnost a viscerosomatický index .....	44
5.6	Složení tkání a krmiv .....	46
5.7	Stanovení spektra mastných kyselin .....	50
5.8	Senzorické hodnocení .....	53
5.9	Genetická analýza .....	54
6	ZÁVĚR .....	57
7	LITERATURA .....	58
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	63
9	SEZNAM TABULEK .....	64
9.1	Tabulky v textu práce.....	64
9.2	Tabulky v příloze .....	65
10	Přílohy.....	66

# 1 ÚVOD

Rybí maso má na našem jídelníčku nezastupitelnou úlohu a od pradávna patřilo na náš stůl. Přestože naši předci neměli k dispozici současné analýzy složení rybího masa, byl jim bezpochyby znám pozitivní vliv konzumace ryb na lidské zdraví.

Příznivý účinek konzumace ryb spočívá především v obsahu lehce stravitelných plnohodnotných bílkovin potřebných pro optimální tvorbu tkání. Rybí proteiny jsou snadno stravitelné a bohaté na esenciální aminokyseliny, jako např. metionin a lysin. Významnou složkou ryb jsou vitamíny D, A a celá řada minerálních látek. Na základě výsledků hodnocení nutriční hodnoty bylo prokázáno, že má maso ryb nižší kalorickou hodnotu, neboť obsahuje méně tuku a navíc se vyznačuje vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin (PUFA) řady n-3. Tyto kyseliny jsou dobře známé svým pozitivním vlivem na mnoho zdravotních aspektů, jako jsou např. obezita, diabetes nebo hyperlipidemie. Též je prokázán pozitivní vliv na hladinu cholesterolu v krvi, snižují riziko ucívání cév a vzniku infarktu myokardu. V České republice je konzumace ryb ve srovnání s ostatními vyspělými zeměmi velmi nízká. Průměrná spotřeba je na úrovni 4,9 kg na osobu a rok. Z toho sladkovodní ryby činí pouze 1,5 kg (MZe, 2013). Pro dosažení pozitivních účinků rybího masa se doporučuje zařazení 2 až 3 rybích pokrmů za týden, což by mělo činit 200 až 300 g (Merten, 2002).

Chov ryb na našem území můžeme rozdělit do dvou odvětví. Je to chov v rybnících založený na přirozené potravě s případným příkrmováním. Obecně lze toto odvětví nazvat jako rybníkářství. Druhým odvětvím je chov ryb v intenzivních chovech založený na předkládání kvalitních krmných směsí. V ČR se v roce 2012 vyprodukovalo celkem 20 763 t ryb, z toho na ryby lososovité připadalo 752 t (Mze, 2013). Lososovité ryby jsou zpravidla chovány právě v intenzivních chovech. Vedle tradiční struktury chovu, vycházející z řízené reprodukce ryb dlouhodobě chovaných u jednotlivých chovatelů, dochází ke zvyšování podílu nákupu jiker v očních bodech od evropských chovatelů. Jejich původ je z různých zemí světa (Dánsko, Irsko, JAR, apod.), je možné získat pstruhy v podobě monosexních populací nebo jako triploidy. V ČR je založen chov 4 populací dovezených v letech 1946 – 1988 (Pd<sub>M</sub>, Pd<sub>D66</sub>, Pd<sub>D75</sub>, a Pd<sub>B88</sub>; Flajšhans, 2013). Nicméně v současnosti realizované dovozy nejsou nijak definovány, není hodnocena jejich produkční účinnost v různých podmínkách chovu ani odolnost vůči vlivům prostředí, resp. různým patogenům.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem mé diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši z problematiky nutričních vlastností rybí svaloviny. Stanovit jednotlivé nutriční parametry ve svalovině pstruhů duhových z různých podmínek chovu. Zhodnotit vliv faktorů prostředí, systému chovu, výživy a původu ryb. Dále provést senzorické hodnocení těchto ryb.

### 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1 Biologie pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

##### 3.1.1 Původ a rozšíření

Pstruh duhový je původním druhem vod pobřeží Tichého oceánu a povodí řek na západním pobřeží Severní Ameriky od Aljašky po Mexiko. V Asii je rozšířen v povodí řek Kamčatky a v Ochotském moři (Flajšhans, 2013). Po roce 1874 byl pstruh duhový postupně introdukován do všech kontinentů vyjma Antarktidy. V současné době se vyskytuje od severního polárního kruhu (Švédsko, Norsko, Aljaška) k rovníku (Ekvádor, Uganda) na severní polokouli. Na jižní polokouli od rovníku až k 55° jižní šířky (Argentina). Vyskytuje se od hladin moře až do výšek nad 4 000 m (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Ve vnitrozemí pstruh duhový vytváří netažné sladkovodní formy (jezerní i říční). Po dosažení pohlavní dospělosti vplouvají tyto pstruzi do řek a vyznačují se ocelově modrým zbarvením hřbetu a hlavy. Díky tomuto zbarvení jsou v USA a Kanadě nazýváni „steelheads“. V jižních oblastech areálu rozšíření dosahují hmotnosti do 6 kg, v oblasti jižní Aljašky i přes hmotnost 20 kg (Spurný, 2000).

Na naše území byl pstruh duhový poprvé dovezen v roce 1888 z Německa, kam byl v roce 1880 dovezen z Bairdovy líhně na řece McCloud ze Severní Ameriky. Ryby z prvního dovozu byly překříženy z dalších importů z USA a později i z jiných evropských zemí. Stavy v chovech byly za 2. sv. války značně redukovány a novým základem chovu se staly dovozy z Dánska v letech 1946 – 1948 (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Pozdější populace byly dováženy opět z USA, Dánska, Polska, Francie a Bulharska. Byly k nám dováženy tažné i netažné formy.

Z celkem 15 populací pstruha duhového byla šlechtitelská práce v ČR intenzivně prováděna u čtyř, z nichž byly založeny liniové chovy. Tyto chovy tvoří majoritu produkce pstruha duhového (Flajšhans, 2013).

##### **Pstruh duhový – místní forma (Pd<sub>M</sub>)**

Tato populace pstruha duhového pochází z různých dovozů, převážně z Dánska v letech 1946 – 1948. V současné době se jedná o plemeno, po letech selekce na užitkové a reprodukční vlastnosti, plně adaptované na místní podmínky. Vyznačuje se vyšší odolností proti stresovým faktorům. Výtěr těchto ryb probíhá na jaře (Flajšhans, 2013; Pokorný *et al.*, 2003).

### **Pstruh duhový dánský z roku 1966 (Pd<sub>D66</sub>)**

Někdy označovaný jako Kamloops, díky svému původu ze severoamerického jezera Kamloops, byl dovezen roku 1966 z Dánska Z. Vackem a L. Kálalem do Nedošína. Jedná se o pstruha s podzimním výtěrem, s vysokými užitkovými vlastnostmi, vysokým stupněm prošlechtění a velmi dobrou konverzí krmiva. Je méně odolný proti stresu (Flajšhans, 2013; Pokorný *et al.*, 2003).

### **Pstruh duhový dánský z roku 1975 (Pd<sub>D75</sub>)**

Opět dovezen z Dánska a to roku 1975. Jedná se o rychle rostoucí formu s jarním výtěrem, která je chována po celou dobu odděleně v čistokrevném chovu. Vytírá se již od ledna, avšak selekcí generačních ryb byla posunuta doba výtěru na březen, což je vhodnější vzhledem k teplotním a klimatickým podmínkám ČR. Inkubující se jikry vykazují zvýšenou odolnost vůči nižší teplotě vody. Tato populace pstruha duhového je chována v čisté linii na pstruhařství v Žichovicích (Flajšhans, 2013; Pokorný *et al.*, 2003).

### **Pstruh duhový Maroko (Pd<sub>B88</sub>)**

Dovezený z Bulharska Českým rybářským svazem v roce 1988. Původem je z Maroka, kam byl dovezen koncem 19. století z USA. Jde o formu s jarním výtěrem (Flajšhans, 2013; Pokorný *et al.*, 2003).

### **3.1.2 Potravní nároky**

V tekoucích vodách má největší význam bentická potrava (larvy jepic, pošvatek, larvy a kukly chrostíků, larvy a kukly pakomárů). Koncem jara, v létě a na podzim převládá náletový hmyz. Při deštích potrava splavená z okolních pozemků, zejména hmyz a máloštětinatci (Hanel, 2014). Baruš, Oliva *et al.* (1995) uvádějí, že se mimo jiné v potravě pstruha duhového můžou objevit blešivci, berušky, drobní mlži a plži, často i úlomky rostlin a nejrůznější odpady z lidských sídlišť, např. obilí a těstoviny.

V době tření se v potravě vyskytují i jikry ryb, včetně jiker pstruha obecného formy potoční i pstruha duhového. Větší jedinci se živí i plůdkem ostatních ryb a drobnými rybkami (např. střevle potoční), ojediněle i čolky a žábami. V údolních nádržích převládá v potravě pstruha duhového zooplankton nad bentickými živočichy. Ze zooplanktonu tvoří hlavní složku zejména větší perloočky (rod *Daphnia*). Menší druhy perlooček a ostatní složky zooplanktonu se v potravě pstruha duhového vyskytují

jen příležitostně. Na jaře, kdy nejsou perloočky k dispozici, bývají součástí potravy v malé míře i buchanky (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Pokud jsou pstruzi duhová chováni v kaprových rybnících, tvoří hlavní složku potravy (obdobně jako u údolních nádrží) velké druhy perlooček, z bentické potravy larvy a kukly pakomárů, larvy jepic, larvy a dospělci vodního hmyzu. Dále to pak jsou někteří drobní vodní mlži, náletová potrava a zčásti i potrava předkládaná kapru. Pstruh duhový tak z části může potravně konkurovat kaprovi obecnému (Baruš, Oliva *et al.*, 1995; Hanel, 2014). Pstruh duhový má největší potravní aktivitu při svítání a večer při stmívání. V intenzivních chovech je krmen ve světelné části dne (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

## **3.2 Nároky na chovné prostředí**

### **3.2.1 Teplota vody**

Teplota vody je jedním z nejvýznamnějších fyzikálních činitelů ovlivňujících životní děje a pochody ve vodním prostředí. U vnitrozemských povrchových vod závisí na počasí, slunečním záření, charakteru chovné nádrže a její hloubce. Dále je teplota vody bezpochyby ovlivněna pohybem a mícháním vody, průhledností a barvou vody a na řadě dalších činitelů. Zdrojem tepla ve vodě je tedy sluneční energie. Absorpce paprsků, dále předávání tepla z ovzduší a malou měrou ze dna chovné nádrže (Hartman *et al.*, 2005). Obecně platí, že v letním období jsou stojaté vody teplejší, a to především v povrchové vrstvě vody do 1 m hloubky. Ryby jsou poikilotermní živočichové, což znamená, že teplota jeho těla je téměř shodná s teplotou okolní vody. Teplota vody tedy zásadním způsobem ovlivňuje i změny fyziologických pochodů v rybím organismu. Jde o procesy trávení přijaté potravy, dýchání apod. (Dubský *et al.*, 2003).

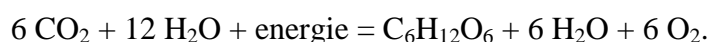
Ryby lososovité se řadí mezi skupinu ryb, které pro svůj život vyžadují chladnější vodu s dostatkem kyslíku. Jedná se tedy o ryby studenomilné. Při vysokých teplotách dochází ke snížení obsahu kyslíku ve vodě, což u těchto ryb způsobuje dýchací a zažívací potíže často končící jejich úhynem. Za optimální je považována teplota vody v rozmezí 10 – 17°C. Při této teplotě u ryb dochází k nejintenzivnějšímu příjmu potravy a tím i k největším přírůstkům (Dubský *et al.*, 2003). Svobodová *et al.* (2007) uvádí optimální teplotu pro lososovité ryby 8 – 16°C. Za letální teplotu pro lososovité ryby je považována hodnota nad 25°C, samozřejmě závisí na množství rozpuštěného kyslíku.

Při dostatku kyslíku ve vodě lze tyto teploty krátkodobě překonat. Plůdek lososovitých ryb je na vysokou teplotu více citlivý oproti odrostlým rybám (Hanel, 1995).

### 3.2.2 Obsah kyslíku

Obsah kyslíku ve vodě je důležitý pro organismy i chemické děje probíhající ve dně a vodním sloupci. Zdrojem kyslíku pro vodní prostředí je jeho difuze z atmosféry a jeho produkce rostlinami při fotosyntéze. Difuzí rozumíme pohyb molekul kyslíku ze vzduchu do vody. Tento pohyb probíhá až do doby, než dojde k dosažení rovnovážného stavu mezi vodou a vzduchem. Rovnováhu určuje teplota vody, atmosférický tlak, nadmořská výška a vývoj počasí. Čím je nižší teplota vody, tím je vyšší rozpustnost kyslíku. Rovněž vyšší tlak vzduchu znamená větší sycení vody kyslíkem (Jarolímková, 2013).

Dalším zdrojem kyslíku ve vodě je fotosyntetická asimilace vodních rostlin podle rovnice:



Z této syntézy je patrné, že obsah kyslíku a oxidu uhličitého vzájemně souvisí. Přibývá-li ve vodě jednoho plynu, druhého ubývá a naopak. Pro fotosyntézu rostlin je též důležitá intenzita světla a délka světelného dne (Hartman *et al.*, 2005). V denním režimu lze očekávat nejnižší obsah kyslíku ráno po rozednění (za tmy fotosyntéza neprobíhá, ale všechny organismy dýchají) a maximální v poledních hodinách (Jarolímková, 2013).

V povrchových vodách kolísá koncentrace kyslíku podle toho, zda jde o tok, nádrž či jezero. Dále závisí na organickém znečištění vody, protože rozkladem organických látek se kyslík spotřebovává. Za určitých podmínek však může dojít i k přesycení vody kyslíkem. K přesycení může dojít např. mimořádnou turbulencí vody (peřeje, jezy), intenzivní fotosyntézou zelených organismů, nebo nadměrnou oxygenací vody především v intenzivních chovech ryb (Pitter, 2009).

Množství kyslíku ve vodě se udává v  $\text{mg.l}^{-1}$ , ale také v procentech nasycení. Tento údaj je vztažen k určité teplotě a tlaku, takže 100 % nasycená voda při teplotě 1 °C obsahuje  $14 \text{ mg.l}^{-1}$  kyslíku, ale při teplotě 20 °C je ve vodě opět při 100 % nasycení  $8,8 \text{ mg.l}^{-1}$  kyslíku (Jarolímková, 2013). V intenzivních chovech ryb je nejdůležitějším zdrojem kyslíku v nádržích přítok vody nebo se kyslík do vody dodává aerací pomocí různých provzdušňovačů, případně aplikací kyslíku ze zásobníků. Nedostatek kyslíku

bezprostředně ohrožuje život ryb a mírný deficit jejich užítkovost (Pokorný *et al.*, 2004). Lososovité ryby jsou náročné na koncentraci kyslíku. Optimální koncentrace by měla být  $9 \text{ mg.l}^{-1}$  a při poklesu pod  $3 \text{ mg.l}^{-1}$  se ryby dusí (Pitter, 2009). Dubský *et al.*, (2003) uvádí optimální hodnoty kyslíku pro lososovité ryby na úrovni 8 – 12  $\text{mg.l}^{-1}$ . Za optimální se považuje stav, kdy nasycení kyslíkem na přítoku je 90 až 100 % a na odtoku z odchovných nádrží neklesne pod 60 % (Pokorný *et al.*, 2003). Mareš (ústní sdělení) doporučuje na odtoku spíše 70 – 75 % nasycení kyslíkem.

### 3.2.3 Reakce vody – pH

Reakce vody je dána poměrem vodíkových iontů  $\text{H}^+$  a hydroxylových iontů  $\text{OH}^-$ . V přírodní vodě jsou rozpuštěny různé chemické sloučeniny, z nichž některé podobně vytvářejí ionty  $\text{H}^+$  (kyseliny) a jiné ionty  $\text{OH}^-$  (zásady) (Jarolímková, 2013).

Podle výsledného stavu mezi oběma typy iontů můžeme vodu rozdělit do tří základních skupin: vody kyselé, neutrální a zásadité. S kyselými vodami s pH nižším než 7 se můžeme setkat v rašelinistních oblastech, v zalesněných oblastech s vysokým množstvím organických kyselin v půdě. Neutrální vody (pH = 7) jsou nejvhodnější pro život většiny našich ryb. Hodnota nebývá trvale stále v neutrálním bodu, ale mírně kolísá oběma směry. Zásadité vody (pH vyšší než 7) jsou především vody rybníční. Hodnota pH se zvyšuje v důsledku smyvů živin z okolí nebo v letním období v důsledku odčerpání volného oxidu uhličitého při silné fotosyntéze (Hanel *et Lusk*, 2005).

Optimální hodnota pH pro naše ryby se pohybuje v rozmezí 6,5 – 8,5. Přičemž ryby lososovité spíše snášejí kyselejší vodu, kaprovité ryby zase vodu zásaditější (Hanel *et Lusk*, 2005). Pro pstruha duhového se uvádí jako optimální pH mezi hodnotami 6,5 a 8. Za kritické se považují hodnoty pod 6 a nad 8,5. Pstruh duhový je po postupné adaptaci a za příznivých podmínek (teplota, kyslík,...) schopen krátkodobě přežít i pH okolo 5 a nad 10. Pstruh obecný a zvláště pak Siven americký jsou odolnější vůči nižším hodnotám pH oproti pstruhu duhovému. Na některých lokalitách se tyto ryby úspěšně reprodukují a přežívají i v podmínkách, kdy pH klesá pod hodnoty 4,5 až 5,5 (Pokorný *et al.*, 2003).

### 3.2.4 Sloučeniny dusíku

Sloučeniny dusíku jsou důležitým zdrojem tohoto prvku pro tvorbu bílkovin, které jsou základní stavební živinou každé buňky (Jarolímková, 2013). Anorganický dusík se

ve vodě vyskytuje ve formě iontů dusičnanových ( $\text{NO}_3^-$ ), dusitanových ( $\text{NO}_2^-$ ) a amonných ( $\text{NH}_4^+$ ) (Hartman *et al.*, 2005).

Dusičnany dostávající se do vody nejsou pro ryby příliš nebezpečné. Největší nebezpečí hrozí při jejich redukci na dusitany, které jsou jedovaté a mají karcinogenní účinky. Toxické účinky dusitanů závisejí na obsahu vápníku, chloridů a jejich sloučenin ve vodě. Dusitany se v krvi naváží na hemoglobin, vzniká methemoglobin, který snižuje transportní kapacitu krve pro kyslík. Přípustná koncentrace dusitanů pro pstruha duhového by neměla přesahovat  $20 \text{ mg.l}^{-1}$  (Pokorný *et al.*, 2004).

Amoniak se může ve vodě vyskytovat ve formě amonného iontu ( $\text{NH}_4^+$ ) nebo ve formě molekulární, nedisociované ( $\text{NH}_3$ ). Z hlediska toxicity je důležité, že stěna buněk je poměrně nepropustná pro  $\text{NH}_4^+$ , zatímco  $\text{NH}_3$  proniká přes tkáňové bariéry velice snadno a je pro ryby silně jedovatý. Nejvyšší přípustná koncentrace  $\text{NH}_3$  pro kaprovité ryby je  $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$ , pro ryby lososovité  $0,0125 \text{ mg.l}^{-1}$  (Pokorný *et al.*, 2004). Heteša *et Kočková* (1997) uvádějí maximální hodnotu  $\text{NH}_3$  pro plůdek pstruha duhového na úrovni  $0,006 - 0,010 \text{ mg.l}^{-1}$ .

### **3.3 Možnosti chovu lososovitých ryb**

Nutriční složení i senzorické vlastnosti rybiho masa jsou ovlivněny mimo jiné podmínkami prostředí a výživou chovaných ryb. Produkce volně žijících ryb je limitována omezenými přírodními zdroji. Pozornost je proto zaměřena na řízený chov ryb v akvakulturách, které jsou schopny poskytnout celoroční produkci vysoce kvalitních druhů ryb. V podmínkách intenzivního chovu je kvalita masa ovlivněna použitou krmnou směsí a technologií chovu (Jarošová, 2013).

#### **3.3.1 Recirkulační systémy**

Recirkulace vody je způsob opakovaného využití vody vrácením do provozu. Z hlediska hospodárnosti se využívá v moderních rybářských provozech, přičemž se současně filtruje voda, obohacuje se kyslíkem, může se upravovat teplota vody a případně se i sterilizuje (ÚV-zářením) (Pokorný *et al.*, 2004). V celém systému tak dochází k oběhu vody a pouze její část se odpouští mimo něj spolu s nečistotami. 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). Nároky na kvalitu vody v recirkulačním systému jsou vzhledem k vysoké koncentraci ryb značné. Pro chov ryb v recirkulačních systémech je třeba dodržovat jednotlivé fyzikální a chemické

parametry vody. Nevhodné parametry působí jako chronické stresory, zhoršují využití potravy a snižují růst (Lang *et al.*, 2011).

Recirkulační systémy jsou charakteristické vysokou produkcí z jednotky plochy a výlučnou závislostí chovaných ryb na plnohodnotné výživě při použití kompletních krmných směsí vzhledem k absenci přirozené potravy. V zásadě lze rozdělit recirkulační systémy na část určenou pro vlastní odchov ryb a část, kde probíhá čištění a úprava vody (Kouřil, 2013). Jedním z typů recirkulačních systémů pro chov lososovitých ryb je typ vyvinutý v Dánsku. V současnosti jsou dánské farmy omezené množstvím krmiva, které mohou využít, a to podle toho, kolik mohou vypouštět odpadní vody do recipientu. Principem těchto horizontálních recirkulačních systémů jsou airlifty, prostřednictvím nichž je vháněno do vody velké množství vzduchu zajišťující pohyb vody a výměny plynů, pohyb elementů v plovoucí části biofiltru. Vysoká hustota ryb je podmínkou dobrého příjmu a využití potravy. Optimální produkční výsledky jsou v recirkulačním systému dánského typu dosahovány při hustotě obsádky převyšující 100 kg (Mareš *et al.*, 2013).

Jednou z dalších možností recirkulačních systémů je chov lososovitých ryb v silech. Jedná se o vertikální kruhové nádrže zhotovené z ocelového plechu, plastických hmot nebo i dřeva. Mají průměr 2 – 4 m a výšku 2,5 – 3,5 m. Nejlépe byl tento systém rozpracován na pstruhařství Wilkenburg v Německu, systém byl nazván Silox. Tento systém má dokonalé odkalování sedimentů, kyslíkové hospodářství s kapalným kyslíkem, ohřev vody a recirkulaci vody s biologickým dočišťováním (Pokorný *et al.*, 2004). Lososovité ryby lze chovat v silech i bez použití kapalného kyslíku a recirkulace, závislé pouze na protékající vodě (např. pstruhařství Vrbno pod Pradědem).

### **3.3.2 Průtočné systémy**

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. V minulosti se tímto způsobem budovala naprostá většina objektů pro chov ryb (Pokorný *et al.*, 2003).

Chov pstruha duhového založeného na průtoku vody můžeme rozdělit na dva základní typy. Chov dánským systémem, který byl původně převzat ze Severní Ameriky a chov tzv. italským způsobem. Dánský systém spočívá v chovu pstruhů v soustavě menších povětšinou obdélníkových nádrží (100 – 1000 m<sup>2</sup>) s hloubkou 1 – 2 m



a přítokem kvalitní vody, a to v množství  $5 - 6 \text{ l.s}^{-1}.\text{t}^{-1}$ . Italský způsob znamená intenzivní výkrm v betonových náhonech či kanálech rozdělených mříží na několik oddělení (zpravidla 2 – 4), kterými postupně protéká voda, zajišťující přívod kyslíku a odstraňování sedimentů. Délka odchovných zařízení bývá do 100 m, šířka 3 – 5 m a hloubka 2 m. Produkce tržního pstruha duhového z  $1 \text{ m}^3$  se v průtočných systémech pohybuje v rozmezí 20 – 30 kg za rok (Pokorný *et al.*, 2004).

Předností průtočných systémů jsou nižší náklady na jejich zřizování, menší nároky na čištění vody a jednodušší obsluha a provoz. 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).

### **3.3.3 Klecový chov**

Klecové systémy chovu se v sousedních státech zaváděly počátkem šedesátých let 20. století. Na území ČR byly síťové klece poprvé použity k odchovu pstruha duhového v roce 1970 na ÚN Lipno, s postupem času na ÚN Jesenice, Rozkoš, Březová aj. (Pokorný *et al.*, 2003). K tomuto systému chovu se využívá klecové konstrukce s plováky. Do těchto klecí jsou zavěšovány sítě o různých rozměrech. V počáteční fázi chovu jsou sítě zkracovány a postupně jsou sítě naopak spouštěny až na plnou kapacitu (Ryšavý, 1989).

Jednotlivé klece jsou spojovány do baterií v počtu zpravidla několika desítek kusů. U nás se používají klece s lávkou (uprostřed baterie) nebo bez lávky s obsluhou z lodě. Baterie klecí se umísťují na velkých rybnících, údolních nádrží a příp. na zatopených lomech. Minimální hloubka má být alespoň 5 m. K chovu ryb lze použít i klece velkých rozměrů obdobně jako v Norsku a Skotsku při chovu lososa (Pokorný *et al.*, 2004). Počáteční obsádka  $\text{Pd}_1$  by se měla pohybovat v rozmezí  $70 - 100 \text{ ks.m}^{-3}$ , maximální obsádka tržních pstruhů ve vegetačním období do  $20 \text{ kg.m}^{-3}$  (Pokorný *et al.*, 2003).

### **3.3.4 Chov v rybnících**

Pstruh duhový je vhodnou doplňkovou rybou ke kaprovi do rybníků, kde v létě nedochází k vzestupu teploty vody nad  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  a ani k přechodnému poklesu obsahu kyslíku pod úroveň  $6 \text{ mg.l}^{-1}$ . Jedná se především o rybníky hlubší, nezabahněné, celoročně průtočné nebo zastíněné, ležící ve středních a vyšších nadmořských výškách. Hlavní složkou potravy pstruha duhového v rybnících je zooplankton (především perloočky), vodní měkkýši a náletový hmyz (Čítek *et al.*, 1998).

V 70. letech minulého století byla propracována technologie chovu pstruha duhového v rybnících ve zhuštěných obsádkách s pravidelným krměním. Intenzivní chov pstruha duhového v rybnících je jednou z významných metod zvyšování produkce lososovitých ryb v našich podmínkách. Denní dávka předkládaných krmiv se koriguje výskytem zooplanktonu, teplotou vody a obsahem kyslíku. Při teplotách vody nad 24 °C a poklesu koncentrace kyslíku pod 5 mg.l<sup>-1</sup> se příkrmování zcela zastaví, v takovém případě je zapotřebí zvýšit přítok, či jiným způsobem dodat do vody kyslík (např. aerátory) (Pokorný *et al.*, 2004).

Intenzivní chov pstruha duhového v rybnících má plné opodstatnění především v tom, že tímto způsobem lze bez větších investičních nákladů zajistit zvýšení výroby a plně využít rybníky s nízkou trofíí vody (Adámek *et al.*, 1989). Pokorný *et al.* (2003) uvádějí v zemních pstruhových rybníčkách hustotu obsádky Pd<sub>1</sub> na úrovni 35 ks.m<sup>-3</sup>, přičemž hmotnost vysazovaného ročka uvádějí 50 kg (±20 g).

### **3.4 Výživa lososovitých ryb**

Požadavky na úroveň výživy a kvalitu krmiv stoupají se zvyšující se intenzitou chovu a klesající dostupností přirozené potravy. Potřeba živin a energie u ryb závisí na řadě faktorů, především na teplotě vody, úrovni nasycení vody kyslíkem, věku a hmotnosti ryby (Jirásek *et al.*, 2005).

Živiny v těle ryby plní hlavně stavební, energetickou a katalytickou funkci. Stavebními živinami jsou především bílkoviny, ale i částečně tuky, cukry a některé minerální látky. Roli dodávání energie plní hlavně tuky a cukry. Vitamíny, minerální látky a stopové prvky se podílejí na řízení životních pochodů, plní tedy funkci katalytickou (Pokorný *et al.*, 2003).

#### **3.4.1 Fyziologie trávení**

Variace v anatomii a histomorfologii trávicího traktu mezi jednotlivými druhy ryb je poměrně velká. Anatomie, zejména přední části trávicího traktu, se pravděpodobně vyvíjela evolucí a byla ovlivněna charakterem potravy, tak aby byl možný její efektivní příjem a trávení. Většina druhů ryb má po vylíhnutí pouze jednoduchý trávicí trakt bez žaludku. V průběhu larválních a juvenilních stádií se gastrointestinální trakt vyvíjí do složitějších struktur. Některé ryby mají nadále krátký a relativně jednoduchý trakt, zatímco jiné dlouhý a složitější (NRC, 2011).

Trávicí trakt pstruha duhového se vyznačuje dobře vyvinutým žaludkem a relativně krátkým střevem, umožňující dobré využívání bílkovinné potravy živočišného původu. Přirozená potrava pstruha duhového obsahuje kolem 57 % proteinů v sušině. K tomu jsou přizpůsobeny i enzymy trávicího traktu, v němž převažují proteázy. Významně se na trávení bílkovin uplatňuje též žaludeční pepsin. Naproti tomu aktivita amyláz je mnohem nižší než u kaprovitých ryb (Spurný, 1984, Jirásek *et al.*, 2005). Jak již bylo zmíněno, pstruh duhový je vybaven trávicím ústrojím se žaludkem, tedy s prostředím s hodnotou blížíící se pH 2. Součástí střeva jsou tzv. pylorické přívěsky, které zvyšují kapacitu trávicího ústrojí a prodlužují dobu průchodu tráveniny. U pstruha duhového tedy dochází k trávení v kyselém prostředí, které se v průběhu postupu tráveniny z žaludku do střeva mění na prostředí zásadité (přimísením žluči) (Jirásek *et al.*, 2005). Vstřebávání rozštěpených částí zažitiny probíhá ve střevě, zejména v jeho distální části, odkud přecházejí živiny do krve a mízy. Doba průchodu potravy trávicím ústrojím ryb závisí především na teplotě vody, dále pak na druhu a rozmělnění potravy, velikosti krmné dávky, stravitelnosti, světelný režim a zdravotní stav (Pokorný *et al.*, 2003).

### **3.4.2 Potřeba proteinu**

Potřeba proteinu (bílkovin) pro ryby se většinou uvádí v % suché hmotnosti krmiva. Ryby pro svůj růst vyžadují 25 – 50 % proteinu v krmivu. Obecně lze konstatovat, že mladší ryby potřebují více proteinu, karnivorní ryby vyžadují vyšší množství proteinu, než ryby omnivorní a dostupnost přirozené potravy snižuje potřebu proteinu v krmivu. Kvantitativní potřebu proteinu ovlivňuje i množství neproteinové energie v krmivu (u pstruha přes 50 % celkové energie). V současné době se potřeba stravitelného proteinu vztahuje k množství stravitelné energie v krmivu. Pro pstruha duhového se udává 22 – 24 g SNL.MJ SE<sup>-1</sup> (Jirásek *et al.*, 2005). Bílkoviny mají pro živočišný organismus specifický význam, neboť jsou jedinou živinou, která je sama nebo ve formě svých složek schopna vyživovat živočišné buňky. Nacházejí se v každé buňce a jsou hlavní složkou cytoplazmy (Zeman *et al.*, 2006). Bílkoviny jsou navíc nenahraditelné při tvorbě enzymů a hormonů. Při nedostatku bílkovin dochází k depresi růstu a snižuje se odolnost ryby vůči nemocem. Stavebními jednotkami bílkovin jsou aminokyseliny. K vytvoření vlastní bílkoviny musí mít organismus k dispozici všechny nezbytné aminokyseliny a v dostatečném množství. Některé aminokyseliny si ryba vytvořit nedovede a musí je přijímat v potravě. Tyto kyseliny označujeme jako

esenciální (nepostradatelné). Ty aminokyseliny, které si dokáže vytvořit, označujeme jako neesenciální – postradatelné (Pokorný *et al.*, 2003).

Tabulka č. 1: Potřeba aminokyselin v krmné dávce Pd (v sušině) (NRC, 2011)

Aminokyseliny (%)	
Arginin	1,5
Histidin	0,8
Isoleucin	1,1
Leucin	1,5
Lysin	2,4
Methionin	0,7
Methionin+cystin	1,1
Phenylalanin	0,9
Phe+tyrozin	1,8
Threonin	1,1
Tryptophan	0,3
Valin	1,2

### 3.4.3 Potřeba tuku

Pro rybí organismus představují tuky nejdůležitější zdroj energie, pro ryby lososovité dokonce zdroj nenahraditelný. Obecně mají tuky ve srovnání s ostatními živinami dvojnásobné množství energie (Pokorný *et al.*, 2003). Sladkovodní ryby preferují a dobře využívají tuky s nízkým bodem tání (oleje) a vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin (Jirásek *et al.*, 2005). Tuhé živočišné tuky nejsou vhodné z hlediska stravitelnosti a mohou u plůdku vyvolat dokonce ucpání střev a úhyn (Spurný, 1984). Esenciálními mastnými kyselinami jsou pro ryby kyselina linolová a alfa-linolenová. Existují však rozdíly v kvalitativní a kvantitativní potřebě esenciálních mastných kyselin u jednotlivých druhů. Např. pstruh duhový potřebuje přijímat v krmivu pro správný růst a vývoj 0,8 % kys. linolové a 1 % kys. alfa-linolenové. Nedostatek mastných kyselin se může projevit depresí růstu, zhoršenou konverzí krmiva, ztučněním jater, apatií a šokovými syndromy (zejména u lososovitých ryb) (Jirásek *et al.*, 2005). Lososovité ryby snášejí poměrně dobře vysoký podíl tuku v krmivu. Spurný (1984) uvádí, že při stejném zastoupení proteinů v krmivu se zlepší růst ryb přidávkem tuků do krmné dávky. Potřeba tuku v krmivech pro maximální růst pstruha duhového není přesně definována, ale zpravidla se uvádí mezi 22 – 27 % (Mareš, ústní sdělení). Vyšší

obsah tuku v krmivu příznivě ovlivňuje růst a konverzi živin na přírůstek. Také zvyšuje podíl vnitřnostního tuku, čímž snižuje výtěžnost (Jirásek *et al.*, 2005).

#### **3.4.4 Potřeba sacharidů**

Pro ryby nejsou sacharidy esenciální živinou a jako zdroj energie využívají ryby především tuky a protein. U jednotlivých druhů ryb však existují značné rozdíly ve schopnosti trávit škrob. Ryby karnivorní dokážou trávit škrob z daleko menší míry než ryby omnivorní. Pstruh duhový tráví neupravený škrob na úrovni menší než 50 %, zatímco kapr přes 70 %. Stravitelnost škrobu pro ryby lze zvýšit např. hydrotermickou úpravou. Doporučený obsah škrobu (sacharidů) v krmných směsích pro pstruha duhového by měl být do 12 %, obsah hydrotermicky upravených sacharidů do 22 % (Jirásek *et al.*, 2005). Pokorný *et al.* (2003) udávají maximální množství neupravených sacharidů v krmné dávce pro pstruha duhového do 9 %. Dále udávají, že pro výživu lososovitých ryb je důležitý živočišný škrob – glykogen, který je významnou zásobní látkou, obsaženou zejména v játrech a také ve svalovině.

Sacharidy mají význam též při výrobě krmných směsí. Pojivý účinek sacharidů (škrobů) zvyšuje stabilitu granulovaných krmných směsí ve vodě. Vlákna by měla být v krmivu obsažena v minimálním množství, protože je pro ryby nestravitelná. Její vyšší obsah v krmivu snižuje stravitelnost ostatních živin a zvyšuje ekologické zatížení vody. Množství hrubé vlákniny v krmivech pro lososovité ryby je limitováno obsahem do 2 % (Jirásek *et al.*, 2005).

#### **3.4.5 Potřeba vitamínů**

Vitamíny jsou obecně definovány jako organické složky potravy nezbytné pro život, zdraví a růst a nejsou zdrojem energie. Provitamíny jsou látky nemající biologickou aktivitu vitamínů, nicméně organismus je schopen z nich dané vitamíny vytvořit (Zeman *et al.*, 2006). Ryby mají relativně malou fyziologickou potřebu vitamínů než ostatní druhy zvířat. Většina druhů ryb není schopna (nebo jen v omezené míře) syntetizovat potřebné vitamíny, proto je vhodné krýt potřebu ze syntetických zdrojů. Potřeba vitamínů se zvyšuje s intenzitou chovu a snižováním dostupnosti přirozené potravy (Jirásek *et al.*, 2005). Potřeba vitamínů se uvádí v hmotnostních jednotkách, nebo v tzv. mezinárodních jednotkách (m.j.), které se vztahují k funkční účinnosti. Vážný nedostatek vitamínů se projevuje avitaminózami, částečný nedostatek

pak označujeme jako hypovitaminózy (Pokorný *et al.*, 2003). Ryby vyžadují v potravě vyšší množství kyseliny askorbové, myo-inositolu a cholinu (Jirásek *et al.*, 2005).

Tabulka č. 2: Potřeba vitamínů v krmné dávce Pd (v sušině) (NRC, 2011)

<b>Vitamíny rozpustné v tucích (mg/kg)</b>	
Vitamin A	0,75
Vitamin D	0,04
Vitamin E	50
<b>Vitamíny rozpustné ve vodě (mg/kg)</b>	
Thiamin	1
Riboflavin	4
Vitamin B <sub>6</sub>	3
Kyselina pantotenová	20
Niacin	0,15
Folacin	1
Cholin	800
Myoinositol	300
Vitamin C	20

### 3.4.6 Potřeba minerálních látek

Minerální látky mají vliv na normální průběh metabolických procesů, a tím i na užitkovost a zdraví zvířat, jejich dlouhověkost, reprodukci atd. V živočišném organismu jsou zastoupeny v množství 3 – 5 % tělní hmoty a jsou v organismu nezastupitelné. Minerální látky můžeme rozdělit na makroelementy a mikroelementy. Do skupiny makroelementy řadíme vápník, fosfor, sodík, hořčík, draslík, síru a chlór. Mezi mikroelementy patří prvky jako železo, měď, zinek, mangan, kobalt, jód, selen nebo třeba molybden (Zeman *et al.*, 2006).

Sladkovodní ryby potřebují stejné minerální látky jako teplokrevná zvířata. Do organismu se dostávají s potravou, kůží a žaberním aparátem (zejména vápník). Význam mikroelementů obecně spočívá především v oblasti tvorby hormonů, enzymů a vitamínů. Vápník, fosfor, hořčík, fluór a železo patří mezi nejvýznamnější minerální látky pro stavbu kosterní soustavy. Na krvetvorbu mají příznivý vliv železo, kobalt a měď, při jejich nedostatku se objevuje anémie. Draslík, sodík a chlór se podílejí zejména na osmoregulaci (Jirásek *et al.*, 2005). Potřeba minerálních látek je ovlivněna druhem ryby, věkem, potravou a prostředím v němž ryby žijí. Nároky na minerální

látky se mohou měnit i v průběhu roku. Do krmiv se minerální látky dodávají spolu s vitamíny ve formě premixů (Mareš, ústní sdělení).

### **3.4.7 Krmiva pro lososovité ryby**

Krmiva lze obecně rozdělit dle několika aspektů. Nejčastější rozdělení krmiv je podle původu, na krmiva rostlinná a živočišná. Krmiva rostlinného původu jsou pro krmení lososovitých ryb méně vhodná. Ve směsích pro chov tržních pstruhů duhových jsou obsažena v množství do 20 – 30 %. Nejčastějšími rostlinnými komponenty jsou pšeničná mouka, sójová mouka a krmné kvasnice. Pšeničná mouka je důležitou součástí granulovaných směsí, zajišťuje pojivovou funkci a přiměřenou pevnost. Sója patří mezi nejdůležitější komponenty průmyslově vyráběných krmných směsí. Je nejdůležitějším zdrojem oleje a bílkovin na světě. Z krmných kvasnic se pro lososovité ryby nejlépe osvědčila torula, která obsahuje 40 % SNL (stravitelných dusíkatých látek) (Pokorný *et al.*, 2003; Zeman *et al.*, 2006).

Krmiva živočišného původu tvoří hlavní součást krmných směsí pro lososovité ryby. Rybí moučka patří bezesporu mezi nenahraditelné komponenty krmných směsí. Rybí moučky obsahují 53 – 67 % SNL, dále mají vysoký obsah vápníku a fosforu, vitamínu A a D. Dále se do krmných směsí používají drůbeží moučky, různé masokostní, masové a krevní moučky, které též disponují vysokým podílem dusíkatých látek. Krevní moučky mohou obsahovat až 85 % NL. Pro tukování krmných směsí se používá živočišný tuk, zejména pak tuk drůbeží (Pokorný *et al.*, 2003; Zeman *et al.*, 2006).

V současné době probíhá hledání náhrady za komponenty živočišného původu, zejména za rybí moučku. Cena rybí moučky je vysoká, a ryb, ze kterých se rybí moučka vyrábí, neustále ubývá. Snižování obsahu rybí moučky v krmivu demonstruje např. firma BioMar, která ve svém sledování zjistila, že při výrobě krmiv je při správné kombinaci rostlinných komponentů možné snížit množství rybí moučky až na 5 %. V krmivu, kde je pouze 5 % rybí moučky a správná kombinace rostlinných komponentů (zejména stejné zastoupení aminokyselin jako v rybí moučce), je zachována stejná kvalita krmiva, jako při použití vysokého obsahu rybí moučky (BioMar Group, 2015).

Tabulka č. 3: Doporučené rozpětí obsahu živin v krmných směsích pro pstruha duhového v % (Jirásek *et al.*, 2005).

Plůdek pstruha duhového	
Protein	47-64
Tuk	7,0-20
Vláknina	0,2-0,8
Popel	6,5-9
Tržní pstruh duhový	
Protein	38-48
Tuk	13-27
Vláknina	0,7-2,4
Popel	5,5-11,3

### 3.5 Konzumní hodnota ryb

Jakost ryb a rybí svaloviny lze posuzovat z několika hledisek. Mnohé jakostní aspekty můžeme vyjádřit objektivně a některé z nich nabyly formy jakostních kritérií. (Simeonovová *et al.*, 1999). V současné době platí v ČR pro hodnocení jakosti sladkovodních tržních ryb ČSN 46 6802 „Sladkovodní tržní ryby“ (schválena 1. 12. 1989). Tato norma platí pro nákup, dodávání a prodej tržních sladkovodních ryb z tuzemské produkce. Za základní znaky hodnocení jakosti ryb považuje tato norma hmotnost ryby v gramech, výtěžnost a výsledek sensorického hodnocení vyjádřený počtem bodů, tzv. stolní hodnotou.

#### 3.5.1 Výtěžnost

Výtěžnost ryb je ovlivněna poměrem mezi konzumovatelnými a nekonzumovatelnými částmi ryby a je rozhodujícím faktorem z pohledu technologické hodnoty ryby. Výtěžnost se udává v % a je vyjádřena jako podíl hmotnosti těla z hmotnosti ryby. Zmíněný poměr významně závisí na velikosti a druhu ryby. Např. u kapra obecného se hmotností těla rozumí hmotnost ryby bez hlavy (oddělená obloukovitým řezem za skřelovou kostí tak, aby pletenec prsních ploutví zůstal u trupu), vnitřních orgánů, šupin a ploutví (oddělených těsně u báze těla). U pstruha duhového se do hmotnosti těla nezapočítává pouze hmotnost vnitřních orgánů a žaber (Ingr, 2010; Merten, 2012).

U většiny ryb se výtěžnost pohybuje od 50 do 60 %. To ovšem neplatí pro ryby lososovité, které dosahují výtěžnosti nad 70 %. Kapr dosahuje výtěžnosti nejčastěji



mezi 50 a 60 %. Výťažnost pstruha duhového se nejčastěji pohybuje v rozmezí 74 – 82 %, výťažnost filet s kůží na úrovni 50 – 55 % (Ingr, 2010).

### **3.5.2 Složení rybí svaloviny**

Základními složkami těla ryb a zejména rybí svaloviny jsou voda, bílkoviny, tuky a dále v nepatrném množství sacharidy, minerální látky a vitamíny. Složení těla ryb a jeho tkání je ovlivněno mnoha faktory, z nichž nejvýznamnější jsou druh a věk ryby, stádium pohlavního cyklu, prostředí, v němž ryba žije a pohlaví ryb (Ingr, 2010). Faktory jako jsou složení krmiva, velikost ryby a genetické založení mají na chemické založení a kvalitu ryb podstatný vliv (Vácha, 2012).

#### **3.5.2.1 Obsah vody**

Simeonovová *et al.*, (1999), Mareš, (2003), Ingr, (2010) se shodují na tom, že obsah vody v rybím těle je nepřímo úměrný obsahu tuku. Libové ryby, např. treska, obsahují průměrně 80 % vody, tučné ryby kolem 70 %. Např. tučný sled' obsahuje do 65 % vody.

Obsah vody je rozdílný v jednotlivých partiích svaloviny téže ryby. Během života se obvykle obsah vody v těle zvyšuje s vývojem pohlavních žláz, respektive s blížící se dobou tření. Množství vody v těle ovlivňuje jakost a udržitelnost rybího masa. Vodnaté maso bývá současně i velmi měkké a snadno podléhá mikrobiálnímu kažení (Ingr, 2010). Mareš (2003) navíc uvádí, že obsah vody zvyšuje i stres ryby. Vyšší obsah vody ovlivňuje senzorické vlastnosti masa a možnost jeho zpracování.

#### **3.5.2.2 Obsah bílkovin**

Obsah bílkovin ve svalovině ryb nejčastěji kolísá mezi 15 – 20 % (Ingr, 2010). Mareš (2003) uvádí množství bílkovin v rozmezí 15 – 25 %. Rybí maso je lehké a lehce stravitelné. To je dáno nepřítomností elastinu a celkově nízkým obsahem vaziva mezi svalovými vlákny. Navíc bílkoviny ryb obsahují celé spektrum aminokyselin včetně esenciálních, které jsou nutné k řadě elementárních procesů, a to k růstu a obnově buněk (Merten, 2012). Maso ryb obsahuje méně aminokyselin obsahujících síru a tryptofan. Ve srovnání s masem teplokrevných zvířat obsahují více lyzinu a metioninu. Bílkoviny sladkovodních ryb se prakticky neliší. U kaprovitých ryb převládají aminokyseliny leucin a lyzin, obdobně jako u mořských ryb (Mareš, 2003). Pro maso ryb je typické, že obsahuje mezi svalovými vlákny málo vaziva, bílkovina elastin v něm vůbec není obsažena a díky tomuto faktu je rybí maso snadno a rychle

tepelně opracovatelné (Ingr, 2010). Snížení obsahu bílkovin ve svalovině ryb je obvykle spojeno se zhoršením kondičního stavu ryb (Mareš *et al.*, 2010).

V poslední době se objevují informace, že lipidy nejsou jedinou složkou rybího masa, tak jedinečnou pro lidské zdraví. V souvislosti se zdravotními prospěšnostmi se čím dál častěji hovoří rovněž o rybím proteinu. I když výzkum v této oblasti je teprve na začátku, studie zaměřené na lidské zdraví a jeho ohrožení ve stále větší míře prokazují pozitivní vliv rybích proteinů, peptidů na prevenci a léčbu onemocnění jako jsou např. zánětlivé procesy, metabolický syndrom, osteoporóza, inzulinová rezistence nebo různé typy rakoviny (Zajíc *et al.*, 2014).

### **3.5.2.3 Obsah tuků**

Tuky řadíme do skupiny biologicky významných látek, kterou souborně nazýváme lipidy. Vedle tuků mezi lipidy patří fosfolipidy, cerikobrosidy, gangliosidy, steroly a látky jim blízké. Lipidy jsou z chemického hlediska estery alkoholů a vyšších mastných kyselin. Alkoholem v lipidech je zejména glycerol, ale také vyšší alkoholy (Vácha, 2012).

Dle Mertena (2012) můžeme rozdělit ryby podle obsahu tuku ve svalovině na ryby málo tučné s obsahem tuku do 2 % (štika, candát, okoun), středně tučné s obsahem tuku 2 – 10 % (pstruh, kapr, losos, sumec) a ryby tučné, které mají ve svalovině více než 10 % tuku, jsou to např. úhoř, sled', makrela či šprot.

Na obsah tuku v těle ryby výrazný vliv řada faktorů. Mezi nejdůležitější určitě patří druh a věk ryby, teplota a pohlavní cyklus (Ingr, 2010). Dalším faktorem ovlivňující množství tuku ve svalovině ryb je bez pochyby vliv použitého krmiva a genetický původ ryby (Vácha, 1996).

Při výčtu dietetických předností rybího masa je právě zapotřebí zdůraznit význam složení tuku, obsah zastoupení mastných kyselin. Mastné kyseliny jsou základní složkou tuků a dalších lipidů a jejich kompozice určuje výsledné vlastnosti těchto látek (např. tuhost či tekutost tuků, či jejich nutriční hodnotu). Obvykle se jedná o organické kyseliny s nerozvětveným řetězcem, který může být nasycený nebo nenasycený. Důležitou charakteristikou je pozice první dvojně vazby (od metylového konce). Podle nasycenosti se mastné kyseliny rozdělují na nasycené (SFA), mononenasycené (MUFA), polynenasycené (PUFA) a vysoce nenasycené mastné kyseliny (HUFA) (Zajíc *et al.*, 2014).

Z hlediska významu pro lidskou výživu se příkládá největší důležitost polyenovým mastným kyselinám řady n-3 zejména kyselině eikosapentaenové (EPA) a kyselině dokosahexaenové (DHA) (Ingr, 2010). Pro lidskou výživu je též důležitý poměr mastných kyselin řady n-3 a n-6. Podle soudobých poznatků by měl být 1:4 – 5 (Kalač *et Špička*, 2006). Mourek (2009) uvádí, že polynenasycené mastné kyseliny řady n-3, zejména EPA a DHA, mají příznivý vliv na kardiovaskulární systém, imunitu, centrální nervový systém a celkový vývoj organismu. Dále jsou tyto kyseliny nezbytné ve výživě dětí.

#### **3.5.2.4 Minerální látky a vitamíny**

Hlavní funkce základních prvků zahrnují tvorbu skeletu, udržování osmotického tlaku, viskozity, difuze a regulaci acidobazické rovnováhy. Jsou důležitými složkami hormonů, enzymů a enzymových aktivátorů (Vácha, 1996). Obsah minerálních látek (popelovin) v těle ryb představuje 1 – 2 % požitelného podílu. Jsou obsaženy hlavně v kostech, které obsahují hlavně vápník a fosfor. Tyto dva prvky se tedy podílejí hlavně na formaci kostry těla (Ingr, 2010). Další prvky jako např. sodík, draslík a chloridy spolu s fosfáty a bikarbonáty udržují homeostázi a acidobazickou rovnováhu. Obsah železa je též důležitý jako součást hemoglobinu, myoglobinu cytochromů a dalších bílkovin (Vácha, 1996).

Pro člověka jsou ryby zdrojem především vitamínů lipofilních A a D, z hydrofilních vitamínů jsou důležité vitamíny skupiny B. Významným zdrojem vitamínů A a D jsou zejména tučnější ryby (tuňák, úhoř, sled, ale i kapr a pstruh). Vitamín D je obsažen hlavně v lipidech svaloviny, zatímco vitamín A především v rybích játrech. Z vitamínů skupiny B je v rybách obsažen zejména vit. B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>2</sub> a B<sub>3</sub> (Ingr, 2010).

Rybí maso obsahuje standardní zastoupení vitamínů a minerálních látek, srovnatelné s běžně dostupnými druhy potravin. Jedinečnost konzumace ryb v tomto ohledu vyplývá z obsahu vitamínu D a selenu. Vitamín D se tvoří v kůži vlivem slunečního záření. Pro denní potřebu člověka to však nestačí, zbylou část je tedy zapotřebí přijímat v potravě. Nedostatek vitamínu D způsobuje křivici, rachitidu, zvýšení rizika propuknutí některých typů rakoviny nebo větší výskyt kardiovaskulárních onemocnění. Selen je pro člověka esenciální a podílí se např. na funkci štítné žlázy. Nedostatečný příjem selenu je spojován se zvýšeným výskytem infarktu myokardu a

úmrtností na kardiovaskulární choroby. Kromě toho nedostatek selenu koreluje s výskytem rakoviny a onemocnění ledvin (Zajíc *et al.*, 2014).

*Tabulka č. 4: Chemické složení svaloviny vybraných sladkovodních ryb ve 100 g poživatelného podílu (Vejsada, 2014)*

Druh ryby	Voda (g)	Bílkoviny (g)	Tuk (g)	Popel (g)
Kapr obecný	72	19	7	1,3
Lín obecný	77	18	0,8	1,8
Candát obecný	78	19	0,7	1,2
Štika obecná	80	18	0,9	1,1
Pstruh duhový	78	19	2	1,2
Sumec velký	72	15	11	1
Úhoř říční	61	13	26	1

### 3.5.3 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení je v současné době nejdůležitější metodou hodnocení čerstvosti ryb. Cílem je standardizovat senzorické hodnocení vylepšováním metodiky a trénováním profesionálních posuzovatelů. Senzorické, nebo též organoleptické, hodnocení je definováno jako vědecká disciplína používaná pro měření, analýzu a interpretaci charakteru potraviny tak, jak je vnímána smysly (Zajíc *et al.*, 2014).

Smyslové posouzení vyjadřuje chuťovou úroveň, vůni a další vlastnosti, které jsou postižené smyslovými orgány posuzovatele. Umožňuje stanovit rozdíly ve struktuře svaloviny a určit využitelnost potraviny. Nevýhodou však je, že hodnocení je v mnohých případech pouze subjektivní (Merten, 2012). Senzorické hodnocení můžeme rozdělit na hodnocení před a po tepelné úpravě. Před tepelnou úpravou se hodnotí celkový vzhled, vůně svaloviny, konzistence svaloviny, barva a protučnění svaloviny. Po tepelné úpravě vůně, konzistence a chuť (Ingr, 2010).

Senzorické testy lze rozdělit do tří skupin:

- **diskriminativní** (rozlišovací) – porovnání rozdílu mezi vzorky
- **deskriptivní** (popisné) – nejběžněji užívané; bývají měřítkem pro detailní kvalitativní posouzení jedné nebo více sledovaných vlastností vzorku
- **afektivní** (citové, emoční) – testy založené na hodnocení preferencí konzumentů

Diskriminativní a deskriptivní testy patří mezi objektivní analytické metody, ve kterých je užíván panel trénovaných posuzovatelů, zatímco afektivní testy jsou metodami subjektivními (Zajíc *et al.*, 2014).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

Praktická část diplomové práce se skládá z několika částí. Z pěti chovných objektů byli odebráni v průběhu tří po sobě jdoucích dnů (14. – 16.4.2014) tržní pstruzi duhová v počtu 10 ks z každého zařízení. Celkem tedy 50 ryb určených k dalšímu zpracování. U těchto ryb jsme zjišťovali jejich délkohmotnostní ukazatele, ukazatele kondice a exteriéru, nutriční hodnotu, genetický původ a stolní hodnotu. Spolu s každou odebranou skupinou ryb byl odebrán vzorek používaného krmiva, u kterého bylo zjišťováno rovněž množství sušiny, bílkovin, tuku, popelovin a obsah mastných kyselin.

### 4.1 Charakteristika jednotlivých objektů

#### **BioFish, s. r. o., farma Pravíkov**

Areál pro chov lososovitých ryb v Pravíkově u Kamenice nad Lipou byl vybudován v letech 2008 – 2009. Jedná se o recirkulační systém dánského typu, kde je kvalita vody zajišťována pomocí dvoustupňového biofiltru.

Celkový objemu vody činí přibližně 1000 m<sup>3</sup>. Odchovná část je tvořena dvanácti paralelně řazenými žlaby s rozměry 11 × 2 × 2 m. Hladina vody je udržována ve výšce 1,6 m, tudíž přibližný objem vody v každém žlabu je 35 m<sup>3</sup>. Vlastní biofiltr je rozdělen na jednokomorový plovoucí filtr a filtr ponořený. V obou částech biofiltru se nachází substrát pro nitrifikační bakterie v podobě plastových elementů. Pohyb vody a přítoky do chovných žlabů je zajištěn hlubokým airliftem (Vítek *et al.*, 2011; Mareš *et al.*, 2012; BioFish s. r. o., 2015).

Odebrané ryby byly do ČR dovezeny 5. 6. 2011 v očních bodech z Dánska. Jednalo se o celosamičí populaci. Ve stádiu čtvrtročka byly dovezeny na farmu v Pravíkově. V konečné fázi výkrmu bylo použito krmivo EFICO Genio 911 o průměru granule 8 mm.



*Obrázek č. 1: Pstruží farma v Pravíkově (Foto: Tomáš Brabec)*

### **Kinský Žďár, a. s.**

V současné době společnost hospodaří na cca 750 ha rybníků ležících na Českomoravské vysočině v nadmořské výšce 550 – 650 m n. m. Významná část rybníků se nachází v chráněné krajinné oblasti, což určuje v první řadě využití přirozené produkce rybníků se zaměřením vyprodukovat kvalitní rybu ve zdravém prostředí. Firma se zabývá chovem sladkovodních ryb, hlavní chovanou rybou je kapr (Kinský Žďár a.s., 2015).

Pstruzi ze Žďáru nad Sázavou byli do stádia ročka chováni na sádkách. Do tržní velikosti byli posléze chováni v rybníce a následně tzv. „drženi při životě“ opět na sádkách až do doby prodeje. Jednalo se o tzv. místní linii, kterou si firma již několik let vytírá a odchovává sama. Výtěr probíhá na jaře. Ryby byly staré 3 roky, krmeny krmivem Aller Aqua Silver o průměru granule 4,5 mm, posléze krmeny Aller Aqua Rep EX o průměru 8 mm.

### **Rybářství Litomyšl, s. r. o., farma Nedošín**

Společnost vznikla v roce 1993 privatizací části státního rybářství Litomyšl. Celkem hospodaří na 1100 ha vodních ploch v Pardubickém kraji. Hlavní chovanou rybou je kapr. Od roku 2003 hospodaří společnost na pstruží farmě v Nedošíně. Jedná se o jednu z nejstarších pstruháren u nás. Byla založena v roce 1862 mlynářem Kašparem Vackem. Pro pstruha duhového odchovávaného zdejšími tradičními postupy je využíváno označení „Vackův pstruh“ (Rybářství Litomyšl s.r.o., 2015).

Pstruží farma v Nedošíně je založená na průtočném systému chovu. Na této farmě je chován pstruh duhový linie Kamloops (Pd<sub>D66</sub>) s výtěrem na podzim. Odebrané ryby pro analýzy byly 1,5 roku staré. Používané krmivo bylo EFICO Alpha 756 o průměru granule 4,5 mm (jedná se o plovoucí krmivo).



*Obrázek č. 2 – Pstruží farma Nedošín v Litomyšli*

### **Pstruhařství Skalní mlýn**

Pstruhařství Skalní mlýn se nachází v Moravském krasu nedaleko města Blanska. Zabývá se intenzivním chovem lososovitých ryb, pstruha duhového a sivena amerického. K chovu ryb využívají vodu z říčky Punkva, která vyvěrá v ekologicky čisté lokalitě a jejíž teplota ani v létě nepřekračuje 13 °C. Pstruhařství je založeno na průtočném systému chovu. Podnik je připraven i na případný nedostatek říční vody, disponuje recirkulačním systémem a provzdušňovacím zařízením. V roce 2013 podnik zaregistroval kombinovanou ochrannou známku Punkevní pstruh (Pstruhařství Skalní mlýn, 2009).

Na Skalním mlýně je chována tzv. místní linie pstruha duhového. Výtěr a následný odchov si zajišťuje podnik sám. Používají krmivo EFICO Enviro 920 o průměru granule 4,5 mm.





Obrázek č. 3 – Pstruží farma Skalní mlýn

### **Pstruhařství Vrbno pod Pradědem - Jaroslav Žalák**

Pstruhařství vzniklo v roce 1970 na řece Černé Opavě pramenící v rašeliništi Rejvíz. Řeka protéká chráněnou krajinnou oblastí, což je zárukou kvalitní nezávadné vody, ve které je chov lososovitých ryb prováděn. V současné době je zde odchovávána násada a tržní ryba pstruha duhového.

Chov tržních ryb je zde realizován ve vertikálních silech hlubokých 3 m. Hustota obsádky v silech se pohybuje okolo  $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  v závislosti na počasí, teplotě vody a průtoku. Chov je založen pouze na protékající vodě. Do vody není aplikován žádným způsobem kapalný kyslík. Ryby pro analýzy byly na tuto farmu dovezeny 23. 5. 2013 ve stádiu očních bodů z Polska (kulení 2. 6. 2013). Jednalo se o celosamičí populaci. Ryby byly krmeny krmivem EFICO Alpha 717 o průměru granule opět 4,5 mm.



Obrázek č. 4 a 5: Pstruží farma ve Vrbně pod Pradědem (Foto: Ondřej Malý)

## 4.2 Zpracování vzorků

Pstruzi duhová byli náhodně odebíráni přímo z chovných žlabů, řádným způsobem usmrceni, neprodleně zchlazeni a převezeni k dalšímu zpracování do laboratoře na Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně. Postupně byly u těchto ryb zjišťovány jednotlivé délkové a hmotnostní parametry. Z délkových parametrů byla zjištěna celková délka, délka těla, výška a šířka těla. Dále byla stanovena celková hmotnost, hmotnost ryby bez vnitřností a hmotnost jater. Ze zjištěných údajů byly posléze vypočítány jednotlivé kondiční a exteriérové ukazatele: index vysokohřbetosti, index širokohřbetosti, Fultonův koeficient vyživenosti, hepatosomatický index, viscerosomatický index a výtěžnost.

Pro potřeby genetické determinace byl každé rybě odstřižen vzorek levé prsní ploutve (asi 1 cm) a vložen do mikrozskumavky Eppendorf se 70% čistým etanolem. Aby nedošlo ke zkreslení výsledků, musely být nůžky i pinzeta po každém odběru řádně opáleny nad kahanem.



*Obrázek č. 6: Odběr vzorku ploutve pro genetické zjištění původu*

Pro sensorické hodnocení bylo použito 8 ryb z každé skupiny. Z každé ryby byla odříznuta hlava spolu s částí svaloviny a ocasní násadec. Zbýlý trup byl příčně rozdělen na 8 velikostně srovnatelných částí. Ty byly zabaleny do hliníkové fólie, řádně označeny a šokově zmrazeny v hlubokomrazícím pultovém boxu ULTF 80. Po dokonalém zmražení byly uchovávány až do doby sensorického hodnocení při teplotě -18 až -12 °C.



*Obrázek č. 7 – Příprava těla ryby na sensorické hodnocení*

Pro zjištění chemického složení svaloviny byla využita část svaloviny za hlavou. Použitá svalovina byla vždy z levé strany ryby a byla zbavena kůže. Pro chemické analýzy byly použity vzorky z 6 ryb od každé skupiny. Pro kontrolní směsný vzorek svaloviny byly použity části ocasních násadců od všech ryb ze skupiny, tedy z 10. Ocasní násadce byly z pravé strany ryby a byly opět bez kůže. U každé skupiny ryb byl ještě proveden směsný vzorek vnitřností a jater.



*Obrázek č. 8: Odběr vzorku svaloviny pro biochemické analýzy*

Pro stanovení mastných kyselin byl využit 1 gram svaloviny bez kůže z části za hlavou. Vzorky svaloviny byly z levé strany ryby a opět bez kůže. Pro stanovení mastných kyselin byly použity vzorky z 6 ryb z každé skupiny. Pro každou skupinu ryb byl opět vytvořen směsný vzorek z téže svaloviny.

### **4.3 Zjišťované hodnoty**

#### **4.3.1 Délkové parametry**

Jednotlivé délkové parametry byly zjišťovány pomocí měrné desky. Veškeré naměřené hodnoty byly zaznamenávány v milimetrech.

- **Celková délka těla ( $TL$ )**= vzdálenost od hrotu rypce ryby až po nejdelsí část ocasní ploutve.
- **Délka těla ( $SL$ )**= vzdálenost od hrotu rypce ryby po konec ošupení ocasního násadce, respektive po konec páteře.
- **Výška těla ( $V$ )**= výška těla se stanovuje v místě kde je tělo ryby nejvyšší (většinou od báze hřbetní ploutve směrem ventrálním).
- **Šířka těla ( $\check{S}$ )**= šířka těla se měří v místě, kde je tělo ryby nejširší (místo měření bývá často totožné s místem měření výšky těla).

#### 4.3.2 Hmotnostní parametry

Hmotnost ryby a jejich částí byla zjišťována pomocí digitálních vah. Celková hmotnost ryby a hmotnost ryby po vyjmutí vnitřností byla udávána v gramech. Hmotnost jater též v gramech, ale s přesností na jedno desetinné místo.

- **Celková hmotnost ( $W$ )** = celkovou hmotností ryby se rozumí hmotnost ryby po odkapání přebytečné vody.
- **Hmotnost bez vnitřností ( $W_v$ )** = hmotnost ryby po vyjmutí vnitřních orgánů.
- **Hmotnost jater ( $W_j$ )** = hmotnost jater bez žlučového váčku.

#### 4.3.3 Kondiční a exteriérové ukazatele

Jednotlivé délkové parametry se do vzorců dosazují v milimetrech, s výjimkou vzorce Fultonova koeficientu vyživenosti, kde se délka těla dosazuje v centimetrech. Hmotnostní parametry se dosazují v gramech.

- **Index vysokohřbetosti ( $I_v$ )**  
$$I_v = SL/V$$
- **Index širokohřbetosti ( $I_{\check{S}}$ )**  
$$I_{\check{S}} = \check{S} \times 100/SL (\%)$$
- **Fultonův koeficient vyživenosti ( $K_F$ )**  
$$K_F = 100 \times W/SL^3$$
- **Hepatosomatický index ( $HSI$ )**  
$$HSI = W_{jater}/W \times 100 (\%)$$

## **4.4 Konzumní hodnota**

### **4.4.1 Výtěžnost**

Pro vyjádření hmotnostního podílu zužitkovatelných částí těla při zpracování ryb byla použita výtěžnost. Dle ČSN 46 68 02 se za výtěžnost považuje poměr hmotnosti těla k celkové hmotnosti ryby, vyjádřený v %. V našem sledování byla do hmotnosti těla započítána i hmotnost žaber.

$$\text{Výtěžnost (\%)} = \text{hmotnost těla} \times 100 / \text{hmotnost ryby}$$

### **4.4.2 Viscerosomatický index**

Viscerosomatický index je dán poměrem hmotnosti vnitřních orgánů k celkové hmotnosti ryby, vyjadřuje se v %.

$$\text{VSI (\%)} = (W - W_v) / W$$

## **4.5 Složení svaloviny a krmiv**

Ryby vybrané k chemickým analýzám byly přibližně stejné velikosti a hmotnosti. Pro další zpracování byly jednotlivé vzorky rozmělněny a homogenizovány. U jednotlivých vzorků byl stanoven obsah sušiny, popela, dusíkatých látek, tuku a spektrum mastných kyselin.

### **4.5.1 Stanovení obsahu sušiny**

Stanovení obsahu sušiny ve vzorku bylo provedeno vysušením přesně naváženého čerstvého vzorku v sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti (cca 24 hod). Po vychladnutí v exikátoru byl zjištěn rozdíl mezi hmotností vzorku před a po vysušení. Z uvedeného rozdílu byl zjištěn obsah sušiny ve vzorku. Obsah sušiny se udává v %. Stanovení obsahu sušiny bylo provedeno na Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně.

### **4.5.2 Stanovení dusíkatých látek (bílkovin)**

Obsah dusíkatých látek byl stanoven metodou dle Kjeldahla. Princip této metody je ve stanovení množství dusíku ve vzorku. Jelikož směs dusíkatých látek obsahuje ve svalovině průměrně 16 % dusíku, vynásobí se zjištěný obsah dusíku koeficientem 6,25. Stanovení obsahu dusíkatých látek bylo provedeno na Ústavu výživy zvířat a pícninářství Mendelovy univerzity v Brně.

### **4.5.3 Stanovení obsahu tuku**

Obsah tuku byl stanoven metodou dle Soxhleta. Předsušený rozemletý vzorek byl extrahován pomocí diethyletheru po dobu 8 hodin v Soxhletově extraktoru. Z extraktu ve varné baňce se odpaří rozpouštědlo a odparek se zváží. Navážené množství se rovná množství tuku ve vzorku. Tato analýza byla provedena na Oddělení rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně.

### **4.5.4 Stanovení obsahu minerálních látek (popelovin)**

Vzorek byl spálen v elektrické peci při teplotě cca 550 °C do konstantní hmotnosti (7 – 8 hod.). Po vychladnutí v exikátoru byl zjištěn rozdíl mezi hmotností vzorku před spálením a po spálení. Z uvedeného rozdílu byl zjištěn obsah popele ve svalovině. Obsah popelovin byl stanoven na Ústavu chovu a šlechtění zvířat Mendelovy univerzity v Brně.

### **4.5.5 Stanovení spektra mastných kyselin**

Zastoupení jednotlivých mastných kyselin v krmivech a ve svalovině ryb bylo provedeno pomocí plynového chromatografu po extrakci směsí metanolu a chloroformu v poměru 1:2. Extrakce byla provedena na Ústavu rybářství a hydrobiologie Mendelovy univerzity v Brně. Stanovení konkrétního zastoupení mastných kyselin na plynovém chromatografu bylo provedeno na Ústavu chemie a biochemie téže univerzity.

## **4.6 Senzorické hodnocení**

Senzorické hodnocení proběhlo 23.6.2014 na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Jak již bylo zmíněno, k sensorickému hodnocení bylo připraveno 5 skupin ryb po 8 kusech. V den sensorického hodnocení byly ryby rozmrazeny a tepelně upraveny v konvektomatu při teplotě 180 °C po dobu asi 30 minut. Tepelně upravené vzorky byly předloženy osmi proškoleným hodnotitelům. Hodnotily se následující deskriptory: vůně – příjemnost, vůně – intenzita, textura v ústech, šťavnatost, chuť – příjemnost, chuť – intenzita. Výsledky hodnotitelé zaznamenávali do grafických nestrukturovaných stupnic s označením krajních bodů.

## **4.7 Zjištění genetického původu**

Genetický původ ryb byl zjišťován za pomoci Akademie věd České republiky, kde také probíhaly jednotlivé genetické analýzy. Extrakce celogenomové DNA ze vzorku ploutve proběhla pomocí izolačního kitu ZR Genomic DNA-Tissue MiniPrep

(Zymo Research). Jako identifikační marker byl zvolen jaderný gen S7 r-proteinu (RP1), konkrétně částečný první intron (alignment 738 – 903 bp), který byl amplifikován metodou polymerázové řetězové reakce (PCR) pomocí primerů S7RPEX1F a S7RPEX2R (Chow *et* Hanama, 1998). PCR byla prováděna v 25  $\mu$ l objemu za použití NZYTaQ 2x Green Master mixu (NZYTech), 0,2  $\mu$ M každého primeru a 100 – 200 ng DNA. Amplifikace proběhla na přístroji Mastercycler za těchto podmínek: S7: 95 °C 1 min., následovalo 35 cyklů 95 °C 30 s, 65 °C 45 s, 72 °C 1 min. Závěrečná elongace při 72 °C po dobu 10 min.

Ověření úspěšnosti PCR reakce bylo provedeno pomocí gelové elektroforézy s 1,6 % agarozou a Gold View barvením. PCR produkt byl purifikován kitem DNA Clean& Concentrator-25 (Zymo Research) podle návodu výrobce. Sekvence byla prováděna komerčním servisem (Macrogen). Pro editaci a sestavení multiple alignmentu bylo použito programu MEGA 5.2 (Tamura *et* al., 2011).

#### **4.8 Zpracování výsledků a statistická analýza**

Průměry jednotlivých délko-hmotnostních parametrů a ukazatelů hodnotících kondici a exteriér jsou vyjádřeny v tabulkách. Rovněž tak výsledky biochemických analýz, senzorické hodnocení i zjištění genetického původu. Dále je u těchto hodnot uváděna směrodatná odchylka (SD) a variační koeficient (Vx). Obsah sušiny, bílkovin, tuku a popelovin ve svalovině ryb jsou znázorněny také graficky.

Statistická analýza byla provedena u hodnocení výtěžnosti, biochemické analýzy svaloviny a u stanovení spektra vybraných mastných kyselin. Pro stanovení statisticky významných rozdílů byla použita jednofaktorová analýza variance (ANOVA), Scheffeho test, na hladině významnosti  $P < 0,05$ . Statisticky významné rozdíly jsou označeny malými písmeny v horním indexu. Pokud u hodnot nebyl prokázán významný rozdíl, označeny nejsou.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Délkové parametry

Délkové parametry byly zjišťovány pomocí měrné desky. Podrobnější postup měření a stanovování jednotlivých parametrů je uveden v metodice. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 5: Průměrné délkové parametry ryb z jednotlivých farem (mm)

	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
TL ± SD	321,20 ± 19,30	313,80 ± 9,89	288,10 ± 7,06	290,50 ± 11,48	289 ± 8,62
V <sub>x</sub>	6,01	3,15	2,45	3,95	2,98
SL ± SD	284,30 ± 17,21	274,00 ± 8,87	255,00 ± 7,24	258,30 ± 11,26	256,4 ± 8,54
V <sub>x</sub>	6,05	3,24	2,84	4,36	3,33
V ± SD	66,30 ± 5,17	63,60 ± 4,81	64,60 ± 3,89	69,10 ± 5,36	67,4 ± 2,41
V <sub>x</sub>	7,79	7,57	6,03	7,76	3,58
Š ± SD	34,60 ± 1,71	35,10 ± 2,28	33,20 ± 2,70	35,90 ± 2,56	33,5 ± 1,27
V <sub>x</sub>	4,95	6,5	8,13	7,13	3,79

Nejvyšší hodnoty celkové délky dosahovaly ryby z Pravíkova, zatímco nejnižší hodnoty dosahovaly ryby z Litomyšle. Celková délka ryb z Pravíkova se pohybovala v rozmezí 294 – 351 mm a ryb z Litomyšle v rozmezí 279 – 300 mm. Největší délky těla dosahovaly opět ryby z Pravíkova (262 – 312 mm). Nejmenší délka těla byla zjištěna rovněž u ryb z Litomyšle, pohybovala se v rozmezí 243 – 268 mm. Výška těla byla největší u ryb ze Skalního mlýna (65 – 81 mm). Nejmenší výšky dosahovaly ryby ze Žďáru nad Sázavou (57 – 69 mm). Šířka těla se u jednotlivých skupin ryb nijak výrazně nelišila. Nejvyšší hodnoty šířky těla byly zjištěny u ryb ze Skalního mlýna (33 – 42 mm), zatímco nejmenší výšky dosahovaly ryby z Litomyšle (30 – 39 mm).

### 5.2 Hmotnostní parametry

U každé ryby byla individuálně zjištěna celková hmotnost, hmotnost ryby po vyjmutí vnitřních orgánů a hmotnost jater. Jednotlivé hmotnosti udává tabulka č. 6.



Tabulka č. 6: Průměrné hmotnostní parametry ryb z jednotlivých farem (g)

	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
W ± SD	372,0 ± 49,79	339,9 ± 42,63	308,4 ± 33,91	347,6 ± 58,67	319,5 ± 24,55
V <sub>x</sub>	13,38	12,54	10,99	16,88	7,68
W <sub>v</sub> ± SD	310,4 ± 44,85	305,6 ± 37,80	241,7 ± 27,71	298,8 ± 49,32	261,8 ± 19,17
V <sub>x</sub>	14,45	12,37	11,46	16,51	7,32
W <sub>j</sub> ± SD	5,74 ± 1,55	3,42 ± 1,21	4,78 ± 0,52	4,41 ± 1,62	3,46 ± 0,47
V <sub>x</sub>	27,07	35,43	10,93	36,65	13,71

Ryby z farmy v Pravíkově dosahovaly nejvyšších hodnot celkové hmotnosti, hmotnosti těla po vyjmutí vnitřních orgánů i hmotnosti jater. Tento fakt bude souviset především s tím, že ryby z této farmy dosahovaly největší celkové délky i délky těla. Průměrná hmotnost u těchto ryb činí 372 g, hmotnost těla po vyjmutí vnitřních orgánů 310,4 g a průměrná hmotnost jater byla na úrovni 5,74 g. Nejnižší hodnoty celkové hmotnosti a hmotnosti těla po vyjmutí vnitřních orgánů byla zjištěna u ryb z Litomyšle. Celková hmotnost se pohybovala v rozmezí 259 – 356 g a hmotnost těla po vyjmutí vnitřních orgánů v rozmezí 207 – 290 g. Nejmenší játra byla u ryb ze Žďáru nad Sázavou (3,42 g) a Vrbna pod Pradědem (3,46 g).

### 5.3 Kondiční a exteriérové ukazatele

Ze zjištěných délkových a hmotnostních parametrů byly spočítány jednotlivé ukazatele hodnotící kondiční stav a exteriér ryby. Mezi základní koeficienty, vyjadřujícími poměr mezi délkohmotnostními parametry, byl použit koeficient dle Fultona. Dalším použitým ukazatelem kondice byl hepatosomatický index. Mezi indexy hodnotící poměr různých rozměrů těla byl zařazen index širokohřbetosti a index vysokohřbetosti. Vypočítané hodnoty jednotlivých ukazatelů a indexů jsou uvedeny v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7: Kondiční a exteriérové ukazatele ryb z jednotlivých farem

	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
K <sub>F</sub> ± SD	1,62 ± 0,16	1,65 ± 0,10	1,86 ± 0,18	2,01 ± 0,19	1,90 ± 0,17
V <sub>x</sub>	9,62	6,33	9,57	9,57	8,93
HSI ± SD	1,54 ± 0,37	1,00 ± 0,27	1,56 ± 0,17	1,29 ± 0,53	1,08 ± 0,09
V <sub>x</sub>	23,92	27,17	10,61	41,02	8,74
I <sub>v</sub> ± SD	4,30 ± 0,30	4,32 ± 0,22	3,96 ± 0,21	3,75 ± 0,23	3,81 ± 0,21
V <sub>x</sub>	6,95	5,14	5,25	6,04	5,47
I <sub>š</sub> ± SD	12,19 ± 0,69	12,80 ± 0,60	13,03 ± 1,08	13,90 ± 0,71	13,07 ± 0,52
V <sub>x</sub>	5,66	4,67	8,33	5,08	3,96

Důležitým ukazatelem pro hodnocení exteriéru ryb a jejich kondice je Fultonův koeficient vyživenosti. Tento ukazatel je důležitý především při hodnocení kondice kaprovitých ryb v rybnících před komorováním. Čím je tento ukazatel vyšší, tím jsou ryby v lepší kondici a lépe budou přežívat toto nepříznivé období. Nicméně může být ovlivněn i plemenem i linií, obdobně jako i ostatní parametry. Pro každý parametr je stanoven standard (Pokorný *et al.*, 2003). V našem případě se Fultonův koeficient stanovuje zejména pro hodnocení zmasilosti pstruhů. Pohyboval se v rozmezí 1,62 – 2,01. Hodnota 1,62 připadá pro ryby z Pravíkova a hodnota 2,01 pro ryby ze Skalního mlýna. Fultonův koeficient vyživenosti může být do jisté míry ovlivněn naplněností zažívacího traktu ryb. Ryby, které těsně před zjišťováním jednotlivých parametrů, přijaly krmivo, mohou dosáhnout zkreslených hodnot. Nižší hodnoty mohou být též zapříčiněny omezeným podáváním krmiva při nízké teplotě vody. Z výsledků, které uvádí Pavlík (2011), je patrné, že na hodnoty Fultonova koeficientu má hustota minimální vliv. Rozdílné hodnoty uvádí především u rozdílného původu ryb. Na farmě ve Velké Losenici zjistil Fultonův koeficient u linie Maroko 2,03 a u tzv. místní formy hodnotu 1,49. Můžeme tedy konstatovat, že na Fultonův koeficient vyživenosti má vliv genetické založení ryb a bezesporu i výživa ryb.

Doplňujícím ukazatelem je vedle základních ukazatelů hodnotících kondiční stav ryb hepatosomatický index. Hepatosomatický index vyjadřuje poměr hmotnosti jater k celkové hmotnosti ryby. Platí zde přímá úměrnost, čím je hodnota indexu vyšší, tím je vyšší hmotnost jater, která se zvyšuje díky ukládanému tuku. Vysoké množství tuku v játrech může mít za následek zhoršení zdravotního stavu ryby. U jednotlivých skupin ryb se pohybovaly hodnoty v rozmezí 1,00 – 1,56. Hodnota 1,00 byla zjištěna u ryb chovaných v rybníce ze Žďáru nad Sázavou, hodnota 1,56 u ryb z recirkulačního zařízení v Pravíkově. Ošanec (2014) udává hodnoty v rozmezí 1,68 – 2,05 a prokázal významný vliv použitého krmiva v průběhu pokusu. Gebauer (2004) i Čada (2006) uvádí nepatrně vyšší hodnoty, a to 1,66 – 1,95 (Gebauer, 2004), resp. 1,25 – 1,86 (Čada, 2006). Poměrně nízké hodnoty hepatosomatického indexu (0,92 – 1,01) uvádějí de Francesco *et al.* (2004) u triploidního pstruha duhového chovaného ve Francii v malých nádržích. Hodnotu 2,33 uvádí Pavlík (2011) ve své práci u ryb z Velké Losenice. Tato vysoká hodnota byla zřejmě způsobena podáváním krmiva s vyšším obsahem tuku, nebo jak autor sám udává, může být hodnota následkem chyby při zpracování dat. Významný vliv má i použitý způsob výpočtu, někteří autoři vztahují hmotnost jater

k hmotnosti ryby, jiní k hmotnosti ryb bez vnitřností. Pro porovnání je pak zapotřebí porovnat i metodiku výpočtu.

Index vysokohřbetosti se u ryb ze všech farem pohyboval na úrovni 3,75 – 4,32. Hodnota 3,75 byla zjištěna u ryb ze Skalního mlýna, hodnota 4,32 u ryb ze Žďáru nad Sázavou. Rozdílnost výsledných hodnot u ryb z jednotlivých farem může být zapříčiněna v první řadě rozdílným původem a genetickým založením ryb. Dále by mohly být rozdílné hodnoty způsobeny rozdílným způsobem chovu ryb. Nejvyšší hodnoty jsme zjistili u ryb ze stojaté rybníční vody (4,32), zatímco nejnižší hodnoty byly naměřeny u ryb z průtočného způsobu chovu s možností krátkodobé recirkulace (3,75). Jirásek (1971) ve své práci uvádí hodnotu indexu vysokohřbetosti pro rybníční chov ve výši 3,76 a pro intenzivní chov 3,92. V našem případě je tomu naopak, ryby z intenzivních chovů dosáhly hodnot nižších než ryby z rybníka. Ošanec (2014) uvádí hodnoty indexu vysokohřbetosti u pstruhů duhových z intenzivního recirkulačního zařízení na úrovni 4,14 – 4,93. Tato skutečnost může být způsobena jiným genetickým původem chovaných ryb.

Dalším faktorem pro hodnocení osvalení ryb a jejich tělesného rámce je procentický podíl šířky těla k její délce. Porovnáním průměrných hodnot indexu širokohřbetosti u jednotlivých skupin ryb, byly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými farmami. Hodnota se pohybovala v rozmezí 12,19 – 13,90. Hodnotu 12,19 jsme zjistili u ryb z recirkulačního systému v Pravíkově a hodnotu 13,90 na farmě ve Skalním mlýně. Téměř totožných hodnot dosáhly ryby z Litomyšle (13,03) a Vrbna pod Pradědem (13,07). Ve své bakalářské práci (Vlasák, 2013) uvádím průměrnou hodnotu u ryb z recirkulačního zařízení z Pravíkova na úrovni 13,25. Ošanec (2014) uvádí hodnoty z téže farmy v rozmezí 11,53 – 13,38. Dále uvádí totožnou hodnotu 12,19 u skupiny ryb krmených krmivem od firmy Biomar EFICO Enviro 920. Pavlík (2011) zkoumal mimo jiné vliv hustoty obsádky na jednotlivé kondiční ukazatele. Index širokohřbetosti se s rostoucí hustotou obsádky úměrně snižoval. Můžeme tedy konstatovat, že hodnota indexu širokohřbetosti může být ovlivněna i hustotou obsádky.

#### **5.4 Konzumní hodnota**

#### **5.5 Výtěžnost a viscerosomatický index**

Výtěžnost a viscerosomatický index spolu úzce souvisí. Mezi těmito ukazateli platí nepřímá úměrnost. Čím vyšší je výtěžnost, tím nižší je viscerosomatický index

a naopak. Výsledky obou hodnot jsou udávány v % a jejich součet by měl dosahovat hodnoty 100. Výtěžnost i viscerosomatický index jsou ovlivněny velikostí vnitřních orgánů, naplněním trávicího traktu, obsahem vnitřnostního tuku a stupněm vývoje gonád, nebo také zmasilostí a velikostí ryby. Na velikost vnitřních orgánů, konkrétně na gonády by mohlo mít vliv i roční období a pohlavní dospělost. Hodnoty výtěžnosti a viscerosomatického indexu ryb z jednotlivých farem jsou znázorněny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Výtěžnost a viscerosomatický index ryb z jednotlivých farem (%)

	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
Výt. ± SD	83,42 ± 3,43 <sup>bc</sup>	89,93 ± 0,51 <sup>d</sup>	78,39 ± 2,90 <sup>a</sup>	86,01 ± 1,14 <sup>c</sup>	81,97 ± 1,50 <sup>b</sup>
V <sub>x</sub>	4,12	0,56	3,7	1,32	1,83
VSI ± SD	16,56 ± 3,43 <sup>bc</sup>	10,09 ± 0,51 <sup>d</sup>	21,63 ± 2,90 <sup>a</sup>	14,04 ± 1,14 <sup>c</sup>	18,06 ± 1,50 <sup>b</sup>
V <sub>x</sub>	20,74	5,02	13,41	8,09	8,32

a, b, c, d – mezi hodnotami označenými rozdílnými písmeny jsou statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ).

Mezi skupinami ryb z testovaných farem byly zaznamenány statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ). Nejmenší výtěžnost 78,39 % jsme zjistili u ryb z Litomyšle. U ryb ze Žďáru nad Sázavou byla stanovena výtěžnost téměř 90 % (89,93 %), což je o 11,54 % větší výtěžnost než u ryb z Litomyšle. Ve své bakalářské práci (Vlasák, 2013) uvádím výtěžnost u pstruhů duhových v rozmezí 83,33 – 88,91 %. Gebauer (2004) udává výtěžnost u pstruha duhového ze pstruží farmy Skalní mlýn v rozmezí 79,1 – 84,32 %, Pavlík (2011) dosáhl hodnot 80,8 – 85,8% a Čada (2006) 79,76 – 84,14 %. Johanson *et al.* (2000) uvádějí výtěžnost pstruha duhového chovaného v průtočném systému v Norsku na úrovni 80,34 – 82,47 %. Rozdílné hodnoty výtěžnosti budou zřejmě z velké části způsobeny obsahem vnitřnostního tuku, stupněm vývoje gonád a úrovní naplnění trávicího traktu. Na výtěžnost bude mít bezesporu i vliv původu a genetického založení ryb nebo stupeň prošlechtění. Výtěžnost by mohla být ovlivněna použitým krmivem nebo i rozdílnou technologií chovu, případně využití monosexních populací. Nejvyšší výtěžnost jsme zjistili u ryb z rybníka a nejnižší u ryb z průtočného systému chovu. Rozdílnost výsledků může být dána také rozdílnou hustotou obsádky, dostupností krmiva rybám, nebo zda do výtěžnosti byla započítána hmotnost žaber. Dle ČSN 46 68 02 (1989) se za výtěžnost považuje poměr hmotnosti těla k celkové hmotnosti ryby, vyjádřený v %. U lososovitých ryb se do hmotnosti těla nezapočítává

hmotnost vnitřních orgánů a žaber. V praxi se žaberní aparát u těla nechává, považuje se za znak čerstvosti ryby.

Pro podíl vnitřnostního komplexu ryby je používán viscerosomatický index, který označuje procentický podíl vnitřností k celkové hmotnosti ryby. Hodnota uvedeného indexu se pohybovala v rozmezí od hodnoty 10,09, která byla dosažena u ryb ze Žďáru nad Sázavou, až do hodnoty 21,63 pro ryby z Litomyšle. Pavlík (2011) uvádí hodnoty VSI v rozmezí 12,73 – 19,16, Gebauer (2004) 15,46 – 17,75. Čada (2006) uvádí téměř totožné hodnoty jako Gebauer (2004). De Francesco *et al.* (2004) uvádějí hodnoty u triploidů na úrovni 8,93 – 10,55. Výše hodnot VSI je ovlivňována množstvím vnitřnostního tuku, výživou, hmotností jater a naplněním střeva a žaludku. Vliv na VSI a výtěžnost má bezpochyby i stupeň polyploidie.

## 5.6 Složení tkání a krmiv

Pro zhodnocení konzumní hodnoty pstruhů duhových byla provedena laboratorní analýza svaloviny, tzv. stanovení nutriční hodnoty. U svaloviny byl stanoven obsah sušiny, bílkovin, tuku a popelovin. Obsahy jednotlivých složek svaloviny jsou uvedeny v tabulce č. 9. Graficky jsou znázorněny v grafech č. 1 – 4.

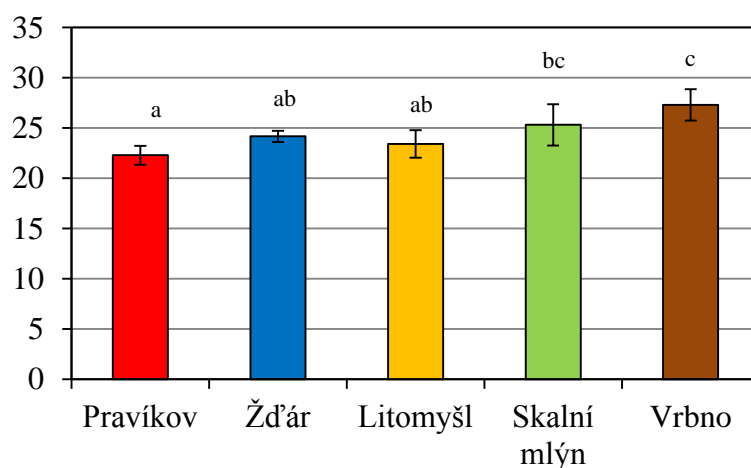
Tabulka č. 9: Biochemické složení svaloviny pstruha duhového v % čerstvé hmoty

	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
Sušina ± SD	22,28 ± 0,94 <sup>a</sup>	24,16 ± 0,55 <sup>ab</sup>	23,40 ± 1,37 <sup>ab</sup>	25,31 ± 2,06 <sup>bc</sup>	27,30 ± 1,55 <sup>c</sup>
V <sub>x</sub>	4,21	2,29	5,86	8,15	5,67
Bílkoviny ± SD	18,15 ± 0,44	18,09 ± 0,51	17,54 ± 0,66	17,55 ± 1,30	18,69 ± 1,18
V <sub>x</sub>	2,42	2,81	3,78	7,41	6,31
Tuk ± SD	2,17 ± 0,46 <sup>a</sup>	3,76 ± 0,76 <sup>ab</sup>	5,01 ± 0,92 <sup>bc</sup>	6,5 ± 0,73 <sup>cd</sup>	7,34 ± 0,85 <sup>d</sup>
V <sub>x</sub>	21,45	20,09	18,44	11,26	11,56
Popel ± SD	1,56 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,45 ± 0,24	1,11 ± 0,21 <sup>b</sup>	1,25 ± 0,15	1,62 ± 0,16 <sup>ac</sup>
V <sub>x</sub>	5,55	16,89	18,89	11,64	10,09

a, b, c, d – mezi hodnotami označenými rozdílnými písmeny jsou statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ )

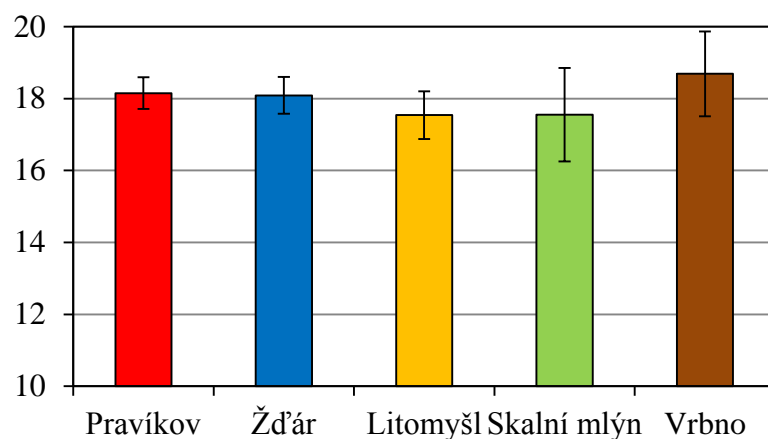
Obsah sušiny ve svalovině ryb se pohyboval v rozmezí 22,28 – 27,30 %. Mezi skupinami ryb byly zaznamenány statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ). Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u ryb z Pravíkova a nejvyšší u ryb z Vrbna pod Pradědem. Ingr (2010) je toho názoru, že obsah sušiny koresponduje s obsahem tuku. To se potvrdilo i v našem sledování. Nejmenší obsah tuku byl obsažen právě u ryb

z Pravíkova a nejvyšší u ryb z Vrbna pod Pradědem. Ryby z ostatních farem se v obsahu sušiny výrazně nelišily. Pavlík (2011) udává ve své práci daleko vyšší hodnoty obsahu sušiny. V mnoha případech dosahuje úrovně přes 30 %, nejvyšší obsah sušiny zjistil u pstruhů duhových z farmy v Pravíkově (34,22 %). Skutečností je, že tyto ryby obsahovaly přes 14 % tuku. Nistor *et al.* (2014) uvádějí obsah sušiny u pstruhů duhových chovaných v Moldavsku v rozmezí 24,79 – 25,75 %. De Francesco *et al.* (2004) uvádějí sušinu u triploidních pstruhů na úrovni 28,04 %. Porovnáním jednotlivých výsledků lze konstatovat, že obsah sušiny je úměrný obsahu tuku. Čím jsou ryby tučnější, tím nabývají vyšších hodnot obsahu sušiny.



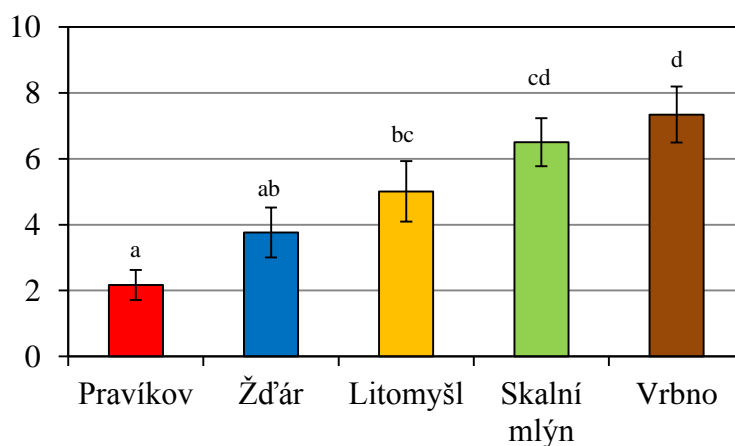
Graf č. 1: Obsah sušiny ve svalovině pstruhů duhových (%)

U obsahu bílkovin nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Nejnižší množství bílkovin ve svalovině bylo zjištěno u ryb z Litomyšle a Skalního mlýna (17,54 a 17,55 %), nejvyšší u ryb z Vrbna pod Pradědem (18,69 %). Téměř shodné hodnoty uvádějí Nistor *et al.* (2014) u pstruhů z Moldavska (17,45 – 17,87 %). O něco menší hodnoty uvádějí Rebolé *et al.* (2014) u pstruhů chovaných v náhonech řeky Genil ve Španělsku. Tamní pstruzi obsahovali ve svalovině 16,07 – 16,78 % bílkovin. Ošanec (2014) uvádí obsah bílkovin ve svalovině pstruhů duhových chovaných v recirkulačním systému v Pravíkově v rozmezí 17,2 – 19,8 %. Téměř 20 % obsahu bílkovin ve svalovině pstruha duhového bylo dosaženo u triploidní linie, uvádějí De Francesco *et al.* (2004). Rozdílné hodnoty obsahu bílkovin mohou být způsobeny zřejmě typem a složením použitého krmiva. Celkově lze říci, že obsah bílkovin ve svalovině pstruha duhového je poměrně stabilní a nejčastěji se pohybuje v rozmezí 16 – 20 %.



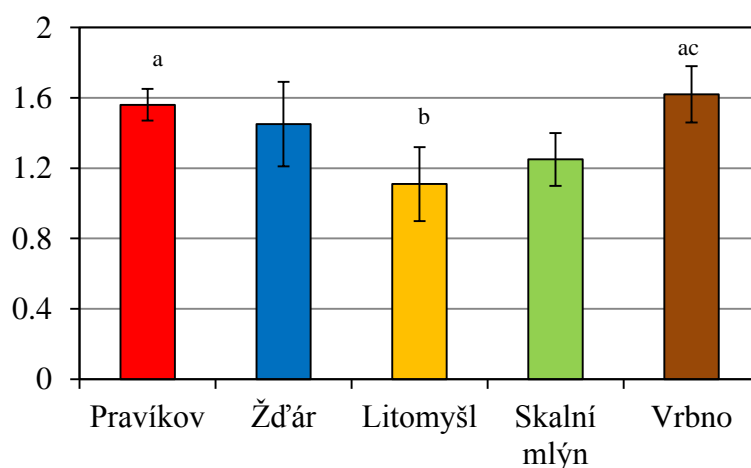
Graf č. 2: Obsah bílkovin ve svalovině pstruhů duhových (%)

Ryby z jednotlivých farem se významně ( $P < 0,05$ ) lišily zejména v obsahu tuku. Nejméně tuku ve svalovině obsahovaly ryby z Pravíkova (2,17 %) a nejvíce ryby z Vrbna pod Pradědem (7,34 %). Dle Mertena (2012) patří pstruh duhový do kategorie středně tučných ryb s obsahem tuku 2 – 10 %. Dle našich analýz Mertenovo tvrzení odpovídá u ryb ze všech farem. Nistor *et al.* (2014) uvádějí tuk ve svalovině pstruha duhového na úrovni 4,53 – 5,02 %, De Francesco *et al.* (2004) na úrovni 6,98 %, Rebolé *et al.* (2014) v rozmezí 6,99 – 7,96 %. Poměrně odlišných a vysokých hodnot dosáhl ve svém pokusu Pavlík (2011). Obsah tuku ve svalovině pstruha duhového udává na úrovni 7,09 – 14,12 %. Nejvyšší obsah tuku zjistil u ryb z Pravíkova. Naopak poměrně nízké hodnoty udává ve své práci Ošanec (2014). U ryb chovaných taktéž na farmě v Pravíkově dosáhl hodnot 1,08 – 2,19 %. Rozdílné hodnoty obsahu tuku mohou být způsobeny jednak složením krmných směsí, aktivitou ryb nebo jejich velikostí. Větší ryby zpravidla obsahují větší množství tuku.



Graf č. 3: Obsah tuku ve svalovině pstruhů duhových (%)

Obsah popelovin se významně ( $P < 0,05$ ) lišil mezi skupinou ryb z Pravíkova a Litomyšle a mezi skupinou ryb z Litomyšle a Vrbna pod Pradědem. Pohyboval se v rozmezí 1,11 – 1,62 %. Nejméně popelovin obsahovaly ryby z Litomyšle a nejvíce ryby z Vrbna pod Pradědem. Podobné hodnoty obsahu popelovin ve svalovině pstruha duhového uvádějí Rebolé *et al.* (2014), De Francesco *et al.* (2004) i Nistor *et al.* (2014). Naměřené hodnoty neklesaly pod 1 % a nepřevyšovaly hodnotu 1,25 %. Obsah popelovin ve svalovině ryb může být do jisté míry ovlivněn obsahem minerálních látek ve vodě, dostupností přirozené potravy nebo obsahem minerálních látek v předkládaných krmných směsích.



Graf č. 4: Obsah popelovin ve svalovině pstruhů duhových (%)

Součástí biochemické analýzy bylo stanovení sušiny a tuku v játrech a vnitřnostech. Výsledné hodnoty jsou znázorněny v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10: Biochemické složení jater a vnitřností pstruha duhového v % čerstvé hmoty

		Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
Játra	Sušina	21,22	19,72	22,49	20,32	23,8
	Tuk	1,54	1,23	1,98	1,95	2,64
Vnitřnosti	Sušina	32,84	25,9	42,13	49,64	48,02
	Tuk	17,06	5,04	26,18	38,05	41,19

Množství sušiny v játrech se u ryb z jednotlivých farem nijak významně nelišilo. Nejnižší množství sušiny bylo zjištěno u ryb ze Žďáru nad Sázavou a to 19,72 %,



nejvyšší u ryb z Vrbna pod Pradědem (23,8 %). Tuk v játrech se pohyboval na úrovni 1,23 – 2,64 %. Nejtučnější játra měly ryby z Vrbna pod Pradědem.

Rozdílné hodnoty sušiny jsme však zaznamenali u vnitřností. Hodnota sušiny se pohybovala od 25,9 % (Žďár nad Sázavou) do 49,64 % (Skalní mlýn). Lze konstatovat, že množství sušiny korespondovalo s množstvím tuku. Nejmenší množství tuku ve vnitřnostech obsahovali právě pstruzi ze Žďáru nad Sázavou (5,04 %). Naproti tomu ryby s podstatně větším množstvím sušiny ve vnitřnostech dosahovaly tučnosti okolo 40 %, což byly ryby ze Skalního mlýna a Vrbna pod Pradědem. Případné hladovění na konci odchovu zapříčiněné různými faktory by mohlo být jedním z důvodů, proč ryby ze Žďáru nad Sázavou obsahovaly tak málo tuku ve vnitřnostech.

Všechna sledovaná chovná zařízení používají krmivo od prvotřídních světových výrobců. Na farmě v Pravíkově, Litomyšli, Skalním mlýně a Vrbně pod Pradědem bylo používáno krmivo od firmy Biomar, ve Žďáře nad Sázavou krmivo od firmy Aller. Živinové složení krmiv je uvedeno v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11: Biochemické složení krmiv v %

	Pravíkov Eficogenio 911	Žďár Allersilver	Litomyšl Eficoalpha 756	Skalní mlýn Eficoenviro 920	Vrbno Eficoalpha 717
Sušina	95,08	94,83	94,95	96,03	94,34
Bílkoviny	43,57	39,64	41,46	41,6	40,17
Tuk	14,48	21,65	20,53	28,75	21,75
Popel	6,89	8,53	5,34	5,89	5,37

Obsah sušiny a bílkovin se u použitých krmiv téměř nelišil. Krmiva byla rozdílná zejména v obsahu tuku. Nejméně tuku bylo zjištěno u krmiva z Pravíkova (14,48 %). Ryby z této farmy obsahovaly taktéž nejméně tuku ve svalovině. Nejtučnější krmivo bylo používáno ve Skalním mlýně (28,75 %), avšak nejvíce tuku ve svalovině, játrech i vnitřnostech bylo zjištěno u ryb z Vrbna pod Pradědem, kde krmivo obsahovalo 21,75 % tuku. Tato skutečnost je zřejmě zapříčiněna technologií chovu.

## 5.7 Stanovení spektra mastných kyselin

Příznivý účinek konzumace rybiho masa spočívá v obsahu lehce stravitelných plnohodnotných bílkovin, které jsou potřebné pro optimální tvorbu tkání, a v obsahu mastných kyselin. Z hlediska vlivu na lidské zdraví jsou nejdůležitější především

polynenasyčené mastné kyseliny (PUFA) řady n-3. Obsah jednotlivých mastných kyselin je uveden v tabulkách č. 12 a 13. U kyseliny linolové (C18:2 n-6), alfa-linolenové (C18:3 n-3), eikosapentaenové (C20:5 n-3), dokosahexaenové (C22:6 n-3), poměru N3 a N6, PUFA a u PUFA řady n-3 byla provedena statistická analýza.

Tabulka č. 12: Zastoupení mastných kyselin v tuku pstruha duhového (%)

Mastné kyseliny	Pravíkov		Žďár		Litomyšl		Skalní mlýn		Vrbno	
	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.
C14:0	1,97	8,13	2,14	1,19	1,55	1,40	1,91	1,80	2,46	3,69
C16:0	14,78	19,23	14,96	7,13	11,84	6,94	12,20	8,02	13,97	9,35
C16:1 n-7	2,09	6,58	2,37	1,17	1,86	1,67	2,17	1,84	2,93	4,27
C18:0	3,84	3,01	3,72	2,09	3,07	2,09	3,00	2,64	3,31	1,85
C18:1 n-9	27,40	12,99	35,68	53,23	39,29	50,28	40,60	47,73	35,84	40,56
C18:1 n-7	2,47	3,03	3,22	4,50	3,26	3,41	3,14	3,25	3,13	3,34
C18:2 n-6	13,22	12,89	12,62 <sup>a</sup>	18,16	15,57 <sup>b</sup>	19,07	14,83	17,88	13,54	16,33
C18:3 n-6	0,42	0,18	0,47	0,05	0,76	0,05	0,46	0,04	0,39	0,09
C18:3 n-3	3,52	2,22	3,30 <sup>a</sup>	7,65	4,31	8,38	4,70 <sup>b</sup>	8,25	3,90	6,54
C18:4 n-3	0,89	3,05	1,03	0,30	1,42	0,39	1,01	0,65	1,01	0,97
C20:1	2,12	5,10	2,38	1,86	2,49	3,19	2,85	3,34	2,83	7,18
C20:4 n-6	1,09	0,84	0,83	0,11	0,76	0,10	0,58	0,10	0,62	0,15
C20:4 n-3	0,46	0,45	0,45	0,20	0,49	0,21	0,36	0,14	0,61	0,17
C20:5 n-3	3,58 <sup>a</sup>	11,98	3,02	0,99	2,22 <sup>b</sup>	1,14	2,19 <sup>b</sup>	1,84	3,03	2,73
C22:4 n-6	0,34	0,09	0,24	0,06	0,19	0,09	0,16	0,04	0,15	0,06
C22:5 n-6	0,30	0,10	0,18	0,07	0,21	0,06	0,12	0,03	0,14	0,05
C22:5 n-3	1,53	1,67	1,32	0,40	0,90	0,51	0,97	0,57	0,96	0,55
C22:6 n-3	19,98 <sup>a</sup>	8,48	12,07 <sup>b</sup>	0,83	9,83 <sup>b</sup>	1,01	8,74 <sup>b</sup>	1,83	11,18 <sup>b</sup>	2,14
SFA	20,59	30,36	20,82	10,41	16,45	10,43	17,11	12,46	19,74	14,88
MUFA	31,96	22,59	41,27	58,91	44,40	55,36	45,91	52,82	41,91	48,17
PUFA	45,33 <sup>a</sup>	41,95	35,53	28,82	36,66	31,02	34,13 <sup>b</sup>	31,37	35,53	29,77
∑ n-3	29,95 <sup>a</sup>	27,85	21,19	10,36	19,17 <sup>b</sup>	11,65	17,97 <sup>b</sup>	13,28	20,70 <sup>b</sup>	13,09
∑ n-6	15,38	14,10	14,34	18,46	17,49	19,37	16,15	18,09	14,83	16,67
n-3/n-6	1,98 <sup>a</sup>	1,98	1,44	0,56	1,10 <sup>b</sup>	0,60	1,12 <sup>b</sup>	0,73	1,40	0,79

a, b – mezi hodnotami označenými rozdílnými písmeny jsou statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ )

Nejvyšší procentické zastoupení PUFA n-3 bylo zaznamenáno u pstruhů duhových z Pravíkova. PUFA n-3 u ryb z této farmy dosáhly hodnoty 29,95 %. U ryb z ostatních farem byly zaznamenány podstatně nižší hodnoty. Množství PUFA n-3 se u těchto ryb pohybovalo v rozmezí 17,97 – 21,19 %. Můžeme konstatovat, že obsah PUFA n-3 v tuku ryb byl adekvátní k obsahu PUFA n-3 v použitém krmivu. Největší množství těchto kyselin bylo obsaženo právě u krmiva použitého v Pravíkově (Efico genio 911;

27,85 %). Krmiva, použitá na ostatních farmách, dosahovala o 14 – 17 % nižších hodnot. Největší důležitost je přikládána konkrétně kyselině eikosapentaenové (EPA; C20:5 n-3) a kyselině dokosahexaenové (DHA; C22:6 n-3). Obě tyto kyseliny byly zastoupeny v největší míře opět u ryb z Pravíkova (3,58 a 19,98 %).

De Francesco *et al.* (2004) uvádí hodnoty PUFA n-3 u triploidního pstruha duhového krmeného krmivem na bázi rybí moučky na úrovni 27,87 %. U stejných ryb, za použití krmiv na bázi rostlinných bílkovin, uvádí hodnotu 25,43 %. Tyto hodnoty jsou téměř totožné s hodnotami dosaženými u ryb z Pravíkova. Zastoupení EPA a DHA uvádí v rozmezí 1,64 – 1,46 % a 14,93 – 14,86 %.

Tabulka č. 13: Zastoupení mastných kyselin ve svalovině pstruha duhového (g/100 g)

Mastné kyseliny	Pravíkov		Žďár		Litomyšl		Skalní mlýn		Vrbno	
	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.	Sval	Krm.
C14:0	0,06	0,67	0,11	0,15	0,12	0,25	0,20	0,36	0,24	0,56
C16:0	0,44	1,58	0,72	0,93	0,93	1,23	1,28	1,60	1,31	1,42
C16:1 n-7	0,07	0,54	0,12	0,15	0,15	0,30	0,23	0,37	0,28	0,65
C18:0	0,11	0,25	0,18	0,27	0,24	0,37	0,32	0,53	0,31	0,28
C18:1 n-9	0,88	1,06	1,77	6,92	3,09	8,93	4,34	9,53	3,49	6,14
C18:1 n-7	0,08	0,25	0,16	0,59	0,26	0,61	0,33	0,65	0,30	0,51
C18:2 n-6	0,42 <sup>a</sup>	1,06	0,65 <sup>ab</sup>	2,36	1,23 <sup>bc</sup>	3,39	1,59 <sup>c</sup>	3,57	1,32 <sup>bc</sup>	2,47
C18:3 n-6	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01
C18:3 n-3	0,11 <sup>a</sup>	0,18	0,18 <sup>ab</sup>	0,99	0,34 <sup>bc</sup>	1,49	0,51 <sup>c</sup>	1,65	0,38 <sup>bc</sup>	0,99
C18:4 n-3	0,03	0,25	0,05	0,04	0,11	0,07	0,11	0,13	0,09	0,15
C20:1	0,07	0,42	0,12	0,24	0,20	0,57	0,30	0,67	0,28	1,09
C20:4 n-6	0,03	0,07	0,04	0,01	0,06	0,02	0,06	0,02	0,06	0,02
C20:4 n-3	0,01	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,03
C20:5 n-3	0,10 <sup>a</sup>	0,98	0,16	0,13	0,18	0,20	0,24 <sup>b</sup>	0,37	0,28 <sup>b</sup>	0,41
C22:4 n-6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
C22:5 n-6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
C22:5 n-3	0,05	0,14	0,07	0,05	0,07	0,09	0,10	0,11	0,09	0,08
C22:6 n-3	0,56	0,69	0,64	0,11	0,76	0,18	0,94	0,37	1,02	0,32
SFA	0,62	2,49	1,01	1,35	1,29	1,85	1,81	2,49	1,86	2,25
MUFA	1,03	1,85	2,05	7,66	3,49	9,84	4,91	10,54	4,07	7,30
PUFA	1,35 <sup>a</sup>	3,44	1,86 <sup>ab</sup>	3,75	2,88	5,51	3,67 <sup>bc</sup>	6,26	3,36 <sup>b</sup>	4,51
∑ n-3	0,87 <sup>a</sup>	2,28	1,11	1,35	1,50	2,07	1,94 <sup>b</sup>	2,65	1,93 <sup>b</sup>	1,98
∑ n-6	0,48	1,16	0,74	2,40	1,38	3,44	1,73	3,61	1,44	2,53
n-3/n-6	1,98 <sup>a</sup>	1,98	1,44	0,56	1,10 <sup>b</sup>	0,60	1,12 <sup>b</sup>	0,73	1,40	0,79

a, b, c – mezi hodnotami označenými rozdílnými písmeny jsou statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ )

Zastoupení PUFA n-3 ve 100 g svaloviny bylo nejvyšší u ryb ze Skalního mlýna a Vrbna pod Pradědem. U těchto ryb byla zaznamenána hodnota 1,94 g a 1,93 g. Nejnižší hodnota (0,87 g) byla zjištěna u ryb z Pravíkova. Zde už se zastoupení PUFA n-3 v krmivu výrazně nepodílelo na obsahu těchto kyselin ve svalovině, s větší pravděpodobností se projevila tučnost svaloviny ryb. Právě ryby ze Skalního mlýna a Vrbna pod Pradědem obsahovaly nejvíce tuku ve svalovině. Nejvyšší zastoupení EPA a DHA bylo analýzami zjištěno u ryb z Vrbna pod Pradědem (0,28 a 1,02 g), ačkoli obsah těchto kyselin v krmivu nebyl nejvyšší. Nejvyšší zastoupení EPA a DHA v krmivu bylo zaznamenáno na farmě v Pravíkově, přesto ryby krmené tímto krmivem dosáhly nejnižšího obsahu těchto kyselin ve svalovině. Důvodem pravděpodobně bude nízká tučnost ryb.

Ošanec (2014) ve své práci uvádí hodnoty PUFA n-3 na úrovni 0,93 – 1,30 g, EPA na úrovni 1,10 – 1,41 g a obsah DHA v rozmezí 7,41 – 10,71 g. De Francesco *et al.* (2004) zaznamenali hodnotu PUFA n-3 u triploidních pstruhů v rozmezí 0,83 – 1,06 %, poměrně nízké hodnoty však zjistili u EPA (0,18 – 0,24 g) a DHA (0,48 – 0,58 g).

## 5.8 Senzorické hodnocení

Pro sensorické hodnocení byli pstruzi tepelně upraveni a jednotlivé vzorky byly předkládány proškoleným hodnotitelům. Posuzované vzorky se hodnotily ze šesti deskriptorů. Bodové ohodnocení ryb z jednotlivých farem je znázorněno v následující tabulce.

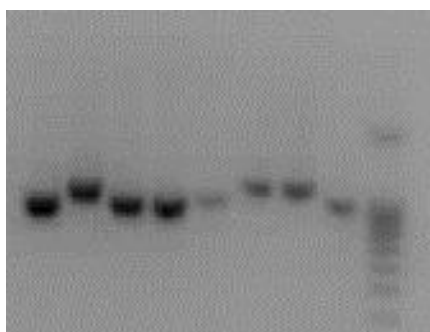
Tabulka č. 14: Sensorické hodnocení pstruhů duhových

Deskriptory	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
Vůně příjemnost	79,54	81,05	83,98	80,16	84,92
Vůně intenzita	76,44	80,66	83,64	78,78	82,55
Textura v ústech	80,91	71,27	81,39	72,11	75,34
Šťavnatost	71,52	74,38	75,17	74,92	75,92
Chuť příjemnost	76,93	78,3	85,64	81,06	80,5
Chuť intenzita	77,89	76,3	82,55	79,92	81,36

Při pohledu na konečné sensorické hodnocení lze říci, že nejhoršího bodového ohodnocení dosáhly ryby z recirkulačního systému v Pravíkově. Tyto ryby zaznamenaly u čtyř ze šesti deskriptorů nejnižších hodnot (vůně – příjemnost, vůně – intenzita, šřavnatost, chuť – příjemnost). Naopak nejlépe dopadly ryby z průtočného systému z Litomyšle. Ty dosáhly u čtyř deskriptorů hodnot nejvyšších (vůně – intenzita, textura v ústech, chuť – příjemnost, chuť – intenzita).

## 5.9 Genetická analýza

Komparativní sekvenční analýzou jaderného markeru bylo provedeno prvotní mapování rozsahu haplotypové diverzity pstruhů duhových z různých systémů chovů. Celkem byly rozlišeny čtyři homozygotní haplotypy (A1 – A4) a jeden heterozygotní haplotyp (H; heterozygot A1×A4), které jsou nerovnoměrně zastoupeny v analyzovaných chovných zařízeních.



Obrázek č. 9: Zobrazení amplifikovaných PCR produktů na agarozovém gelu

Jednotlivé haplotypy se celkem lišili ve třech indelech a dvou substitucích. Indelem rozumíme chybějící dusíkatou bázi na šroubovici DNA. Záměnu jedné dusíkaté báze za druhou označujeme jako substituci.

Tabulka č. 15: Informativní pozice v RPI sekvenci

		2		4	5	7	8
	9	8		5	6	1	6
	7	6		1	3	1	3
Haplotyp_A1	G	-	-	-	-	-	T C
Haplotyp_A2	A	.	.	.	.	-	- T
Haplotyp_A3	A	-	-	-	-	T	T C
Haplotyp_A4	A	-	-	-	-	-	- T
Haplotyp_H	R	-	-	-	-	-	N Y

Čísla v horní části tabulky (čtená směrem dolů) udávají pozici variabilního nukleotidu. Velkými písmeny jsou označeny jednotlivé dusíkaté báze (A-adenin, G-guanin, T-thymin, C-cytosin) a univerzální kódy poukazující na heterozygotitu (R, N, Y). Kód R označuje přítomnost guaninu nebo adeninu, kód Y přítomnost cytosinu nebo thyminu, a kód N inzerci či delecii dusíkaté báze. Pomlčky v tabulce znázorňují delecii, tečky inzerci.

Z tabulky je patrná rozdílnost v zastoupení dusíkatých bází na pozici 97 mezi haplotypem A1 (přítomnost G) a ostatními homozygotními haplotypy (přítomnost A). Od pozice 286 do pozice 451 je u haplotypu A2 165 nt (nukleotidová) inzerce, u ostatních haplotypů je na těchto pozicích delece. Na pozici 563 je u haplotypu A3 znázorněna přítomnost thyminu, u ostatních haplotypů delece. Další rozdíly jsou patrné na pozici 711, kdy u haplotypů A1 a A3 je přítomen thymin, u haplotypů A2 a A4 je delece. Na pozici 863 je u haplotypů A1 a A3 je znázorněn cytosin, u haplotypů A2 a A4 znázorněn thymin.

Největší haplotypová pestrost byla zjištěna v chovu Skalní mlýn, kde bylo zjištěno všech pět haplotypů. Naopak nejméně haplotypů jsme zjistili u ryb z Pravíkov. Ve všech chovech byl zaznamenán heterozygotní haplotyp. Nejvíce heterozygotních haplotypů se vyskytovalo ve Skalním mlýně a Pravíkově. Zastoupení jednotlivých haplotypů ve sledovaných chovech je znázorněno v tabulce č. 16.

*Tabulka č. 16: Zastoupení jaderných haplotypů pstruha duhového ve zkoumaných chovech*

Haplotyp	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Skalní mlýn	Vrbno
A1	0	1	1	1	6
A2	0	0	4	1	0
A3	0	0	0	1	0
A4	4	6	3	1	3
H	6	3	2	6	1

Pro zjištění vlivu původu ryb na jejich nutriční hodnotu, jsme porovnali 6 ryb z každého chovného zařízení mezi sebou. Nejlépe by bylo mezi sebou porovnat všech 50 ryb, ale k biochemickým analýzám bylo použito pouze 6 ryb z každé skupiny. Navíc při odběrech vzorků ke genetické analýze došlo k chybnému označení u pstruhů ze Skalního mlýna. Celkově jsme tedy porovnávali 24 ryb o 4 různých haplotypech.

Porovnání svaloviny pstruhů duhových s konkrétními haplotypy je znázorněno v tabulkách č. 17 – 20 umístěných v příloze.

Porovnání bylo realizováno u obsahu sušiny, bílkovin, tuku a popelovin. Obsah jednotlivých složek se mezi jednotlivými haplotypy téměř nelišil. Například průměrné hodnoty tuku u ryb z Pravíkova byly u haplotypu A4 1,92 %, u H 2,42 %. Množství tuku ryb ze Žďáru nad Sázavou bylo následující: A1 3,72 %, A4 3,82 % a H 3,69 %. Ryby z Litomyšle s haplotypem A2 obsahovaly 5,15 % tuku, A4 4,98 % a H 4,91 %. Ryby s haplotypem A1 a A4 z Vrbna pod Pradědem nabývaly hodnot 7,19 a 7,65 % tuku. Rozdílné hodnoty byly zjištěny spíše mezi farmami. Můžeme tedy konstatovat, že nutriční hodnota u pstruhů duhových byla v našem případě ovlivněna s větší pravděpodobností použitým krmivem či rozdílnou technologií chovu, nikoliv jejich genetickým založením.

Pro zjištění rozdílů ve složení těl ryb v závislosti na genetickém původu by bylo zapotřebí mít k dispozici větší počet ryb od každého haplotypu. To znamená nejprve provést genetickou analýzu, následně vybrat ryby podle haplotypů a provést analýzu složení těla ryby.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo stanovit jednotlivé nutriční parametry ve svalovině tržních pstruhů duhových z různých podmínek chovu. Zhodnotit vliv faktorů prostředí, systému chovu, výživy a původu ryb. Pro testování byly použity ryby z pěti odlišných chovných objektů, které využívají rozdílnou technologii chovu.

Při sledování vlivu podmínek prostředí a původu ryb byla zjištěna rozdílnost u výtěžnosti a kondice ryb. Nejvyšší výtěžnosti bylo dosaženo u ryb z rybníčního chovu s kombinací chovu na sádkách. Tyto ryby dosahovaly průměrné výtěžnosti téměř 90 %. Nejlepších ukazatelů a indexů hodnotících kondici ryb bylo naopak dosaženo u ryb z průtočného systému s možností krátkodobé recirkulace. Biochemické složení svaloviny pstruhů se lišilo zejména v obsahu sušiny a tuku. Největší množství sušiny a tuku bylo zjištěno u pstruhů chovaných v sílech. U těchto ryb byla zjištěna sušina na úrovni 27,30 %, tuk byl zastoupen 7,34 %. Opět se zde potvrdila přímá souvislost mezi obsahem tuku a sušiny. V obsahu bílkovin a popelovin nebyly u ryb zjištěny významné rozdíly. Bílkoviny byly u ryb ze všech farem zastoupeny v rozmezí 17,54 – 18,69 %, obsah popelovin se pohyboval na úrovni 1,11 – 1,62 %. Nejvyšší zastoupení sušiny a tuku v játrech a ostatních vnitřnostech bylo opět stanoveno u pstruhů chovaných v sílech. Krmivo s nejvyšším zastoupením tuku bylo použito v průtočném systému s možností krátkodobé recirkulace, avšak ryby z tohoto systému nejvíce tuku neobsahovaly. Obsah mastných kyselin ve svalovině ryb korespondoval s obsahem těchto kyselin v použitém krmivu. Nejvyššího zastoupení mastných kyselin ve svalovině bylo zjištěno u ryb s vyšším obsahem tuku. U těchto ryb však nebylo použito krmivo s nejvyšším obsahem sledovaných mastných kyselin.

V senzorickém hodnocení nejlépe dopadly ryby z průtočného systému, nejhůře ryby z recirkulačního systému dánského typu. Genetickou analýzou pstruhů byly rozlišeny celkem čtyři homozygotní haplotypy a jeden haplotyp heterozygotní. U analyzovaných ryb nebyl prokázán vliv původu na jejich nutriční hodnotu, ta byla ovlivněna spíše výživou a technologií chovu.



## 7 LITERATURA

1. Adámek Z., Jirásek J., Pitro L., Nikl J., 1989: Produkce tržních pstruhů v rybnících Českomoravské vysočiny, s. 192-196. In: *Chov lososovitých ryb. Sborník referátů z konference. ČSVTS při VÚRH a SRŠ Vodňany, Strakonice*, 267 s.
2. Baruš V., Černý K., Gajdůšek J., Hensel K., Holčík J., Kálal L., Krupauer V., Kux Z., Libosvářský J., Lom J., Lusk S., Moravec F., Oliva O., Peňáz M., Pivnička K., Prokeš M., Ráb P., Špinar Z., Švátora M., Vostrádovský J., 1995: *Mihulovci Petromyzontes a ryby Osteichthyes*. 1. vyd. Academia, Praha, 623 s.
3. Biofish s.r.o., 2015: *Rybářství Pelhřimov, kraj Vysočina | BioFish s.r.o.* Online, [cit. 21.3.2015] dostupné na: <http://www.ryby-chovprodej.cz/chov-ryb.html>
4. BioMar Group, 2015: Katalog krmiv BioMar 2015, EFICO Enviro 920 advance, [dostupné 17.3.2015], dostupné na: <http://www.biomar.com/en/BioMar-Denmark/feed-and-services/Fish-species/Orred/>
5. Čada M., 2006: *Zhodnocení produkční účinnosti vybraných krmných směsí v provozních podmínkách chovu pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss W.)*. Diplomová práce (in MS), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 74 s.
6. Čítek J., Krupauer V., Kubů F., 1998: *Rybníkářství*. Informatorium, Praha, 306 s.
7. ČSN 46 68 02., 1989: *Sladkovodní tržní ryby*. Praha, ÚVN.
8. De Francesco M., Parisi G., Médale F., Lupi P., Kaushik S. J., Poli B. M., 2004: Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality trans of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 236 (1-4): 413-429 s.
9. Dubský K., Kouřil J., Šrámek V., 2003: *Obecné rybářství*. Informatorium, Praha, 308 s.
10. Flajšhans M., 2013: Domestikace a plemenitba významných hospodářských druhů ryb, s. 221-248. In: Flašhans M., Kocour M., Ráb P., Hulák M., Petr J., Šlechtová V. B., Šlechta V., Havelka M., Kašpar V., Linhart O., *Genetika a šlechtění ryb*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 305 s.
11. Gebauer D., 2004: *Zhodnocení efektu aplikace krmných směsí s různým obsahem energie v chovu pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss) v zimním období*. Diplomová práce (in MS), Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 84 s.

12. Hanel L., 1995: *Ochrana ryb a mihulí. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 10.* ZO ČSOP, Vlašim, 139 s.
13. Hanel L., 2014: Ryby našich vod, s. 31-126. In: *Rybářství a rybolov.* Český rybářský svaz, Praha, 384 s.
14. Hanel L., Lusk S., 2005: *Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana.* Český svaz ochránců přírody Vlašim a Ministerstvo životního prostředí, Vlašim, 448 s.
15. Hartman P., Příkryl I., Štědranský E., 2005: *Hydrobiologie.* Informatorium, Praha, 358 s.
16. Heteša J., Kočková E., 1997: *Hydrochemie.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 95 s.
17. Chow S., Hazama K., 1998: Universal PCR primers for S7 ribosomal protein gene introns in fish. *Molecular Ecology.* 7: 1255-1256 s.
18. Ingr I., 2010: *Jakost a zpracování ryb.* Mendelova univerzita v Brně, Brno, 102 s.
19. Jarolímková B., 2013: Základy hydrobiologie, s. 123-140. In: Adámek Z., Dubský K., Jarolímková B., Just T., Kolářová J., Lusk S., Navrátil S., Nusl P., Svobodová Z., Šíma A., Štípek J., Vančura Z., Vrána K., *Příručka pro rybářské hospodáře.* Český rybářský svaz, Praha, 512 s.
20. Jarošová A., 2013: Kvalita masa lososovitých ryb z recirkulačního systému dánského typu, s. 68-78. In: Mareš J., Lang Š. (eds.): *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Sborník příspěvků z konference 2013.* Mendelova univerzita v Brně, Brno, 95 s.
21. Jirásek J., 1971: *Konzumní hodnota pstruha amerického duhového a síha severního a marény s ohledem na různý způsob chovu.* Habilitační práce (in MS), Vysoká škola zemědělská, Brno, 156 s.
22. Jirásek J., Mareš J., Zeman L., 2005: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 69 s.
23. Johansson L., Kiessling A., Kiessling K-H., Berglund L., 2000: Effects of Alfred ratio levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Quality and Preference*, 11 (3): 247-254 s.
24. Kalač P., Špička J., 2006: *Složení lipidů sladkovodních ryb a jejich význam v lidské výživě.* Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 57 s.

25. Kinský Žďár, a.s., 2015: *Rybářství*. Online, [cit. 21.3.2015] dostupné na: <http://www.kinsky-zdar.cz/rybarstvi.html>
26. Kouřil J., 2013: Recirkulační akvakulturní systémy, s. 14-19. In: Mareš J., Lang Š. (eds.): *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Sborník příspěvků z konference 2013*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 95 s.
27. Lang Š., Kopp R., Brabec T., Vítek T., Mareš J., 2011: *Optimalizace hydrochemických parametrů v recirkulačním systému pro chov ryb: I. Stabilizace kyselinové neutralizační kapacity a snížení toxicity dusitanů v recirkulačním systému dánského typu. Ověřená technologie R02/2011*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 27 s.
28. Mareš J., 2003: Složení rybího masa a některé aspekty jeho konzumace. *Maso*. 5: 21-25 s.
29. Mareš J., 2015: *ústní sdělení*. Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno
30. Mareš J., Kopp R., Brabec T., Jarošová A., 2010: Pstruh duhový – tradiční lososovitá ryba na našem trhu, nutriční parametry a senzorické vlastnosti. *Maso*. 2: 59-63 s.
31. Mareš J., Kopp R., Lang Š., 2013: Recirkulační systémy „dánského typu“ - systém a konstrukce, s. 6-13. In: Mareš J., Lang Š. (eds.): *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Sborník příspěvků z konference 2013*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 95 s.
32. Mareš J., Kopp R., Lang Š., Brabec T., 2012: *Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu. Certifikovaná metodika R05/2012*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 21 s.
33. Merten M., 2012: *Zpracování ryb*. Informatorium, Praha, 294 s.
34. Mourek J. et al., 2009: *Mastné kyseliny omega-3 – zdraví a vývoj*. Triton, Praha, 187 s.
35. MZe, 2013, *Situační a výhledová zpráva, ryby*. 31 s.
36. Nistor C. E., Pagu B. I., Albu A., Pasarin B., 2014: Study of meat physical-chemical composition of free trout breeds farmed in salmonid exploitations from Moldova. *Animal Science and Biotechnologies*, 47 (2): 190-195 s.
37. NRC (National Research Council), 2011: *Nutrient requirements of Fish and Shrimp*. Animal nutrition Series The National Academies Press, Washington, D.C. 376 s.

38. Ošanec M., 2014: *Zhodnocení vlivu použitého krmiva na produkční ukazatele v systému intenzivního chovu lososovitých ryb*. Diplomová práce (in MS), Mendelova univerzita v Brně, Brno, 76 s.
39. Pavlík M., 2011: *Vliv podmínek chovu pstruha duhového (Oncorhynchus mykiss) na jeho nutriční hodnotu*. Diplomová práce (in MS), Mendelova univerzita v Brně, Brno, 72 s.
40. Pitter P., 2009: *Hydrochemie*. Vysoká škola chemicko-technická v Praze, Praha, 579 s.
41. Pokorný J., Adámek Z., Dvořák J., Šrámek V., 2003: *Pstruhařství*. Informatorium, Praha, 281 s.
42. Pokorný J., Lucký Z., Lusk S., Pohunek M., Jurák M., Štědranský E., Prášil O., 2004: *Velký encyklopedický rybářský slovník*. Fraus, Plzeň, 649 s.
43. Pstruhařství Skalní mlýn, 2015: *O firmě*. Online, [cit. 21.3.2015] dostupné na: <http://www.punkevnipstruh.cz/o-firme/>
44. Rebolé A., Velasco S., Rodríguez M. L., Trevino J., Alzueta C., Tejedor J. L., Ortiz L. T., 2014: Nutrient content in the muscle and skin of Fillem from farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 174: 614-620 s.
45. Rybářství Litomyšl s.r.o., 2015: *Rybářství Litomyšl s.r.o. - Chov a prodej ryb*. Online, [cit. 21.3.2015] dostupné na: <http://www.rybarstvi-litomysl.cz/>
46. Ryšavý J., 1989: Odchov plůdku pstruha duhového a síhů v klecích, umístěných v nádržích a produkčních rybnících, s. 127-134. In: *Chov lososovitých ryb. Sborník referátů z konference*. ČSVTS při VÚRH a SRŠ Vodňany, Strakonice, 267 s.
47. Simeonovová J., Míková K., Kubišová S., Ingr I., 1999: *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 241 s.
48. Snow A., Anderson B., Wooton B., 2012: *Flow-trough land-based aquaculture waste water and its treatment in subsurface flow constructed wetlands*. Department of Civil Engineering, Queen's University, Kingston, Canada.
49. Spurný P., 1984: Problematika výživy a krmění pstruha duhového v podmínkách intenzivních chovů, 61-64 s. In: Zeman A., Prokeš M., *Intenzifikace chovu lososovitých ryb. Sborník referátů*. Krajský výbor zemědělské společnosti ČSVTS JmK, Brno, 81 s.

50. Spurný P., 2000: *Ichtyologie (systematická část)*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 138 s.
51. Svobodová Z. et al., 2007: *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. Informatorium, Praha, 264 s.
52. Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S., 2011: MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular biology and evolution*. 28 (10): 2731-2739 s.
53. Vácha F., 1996: Kvalitativní parametry masa sladkovodních ryb, s. 169-176. In: Flajšhans M. (red.): *Sborník vědeckých prací k 75. Výročí založení VÚRH*. Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity se sídlem ve Vodňanech, Vodňany, 181 s.
54. Vácha F., 2012: Biologická hodnota a konkurenceschopnost našich ryb, s. 141-155. In: Urbánek M. (ed.): *Naše rybářství*. Rybářské sdružení České republiky, České Budějovice, 245 s.
55. Vejsada P., 2014 In: Sampels S., Levý E., Mráz J., Vejsada P., Zajíc T., *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 247s.
56. Vítek T., Kopp R., Lang Š., Brabec T., Mareš J., 2011: *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*. Certifikovaná metodika R01/2011. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 21 s.
57. Vlasák J., 2013: *Nutriční hodnota svaloviny lososovitých ryb produkovaných v podmínkách intenzivního chovu*. Bakalářská práce (in MS), Mendelova univerzita v Brně, Brno, 57 s.
58. Zajíc T., Levý E., Mráz J., 2014: Kvalitativní parametry rybího masa, s. 33-90. In: Sampels S., Levý E., Mráz J., Vejsada P., Zajíc T., *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 247s.
59. Zeman L., Veselý P., Ryant P., Skládanka J., Zelenka J., 2006: Živiny, s. 11-32. In: Zeman L. et al., *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha, 360 s.

## **8 SEZNAM OBRÁZKŮ**

Graf č. 1: Obsah sušiny ve svalovině pstruhů duhových (%)

Graf č. 2: Obsah bílkovin ve svalovině pstruhů duhových (%)

Graf č. 3: Obsah tuku ve svalovině pstruhů duhových (%)

Graf č. 4: Obsah popelovin ve svalovině pstruhů duhových (%)

Obrázek č. 1: Pstruží farma v Pravíkově (Foto: Tomáš Brabec)

Obrázek č. 2: Pstruží farma Nedošín v Litomyšli

Obrázek č. 3: Pstruží farma Skalní mlýn

Obrázek č. 4 a 5: Pstruží farma ve Vrbně pod Pradědem (Foto: Ondřej Malý)

Obrázek č. 6: Odběr vzorku ploutve pro genetické zjištění původu

Obrázek č. 7: Příprava těla ryby na senzorické hodnocení

Obrázek č. 8: Odběr vzorku svaloviny pro biochemické analýzy

Obrázek č. 9: Zobrazení amplifikovaných PCR produktů na agarozovém gelu

## 9 SEZNAM TABULEK

### 9.1 Tabulky v textu práce

Tabulka č. 1:Potřeba aminokyselin v krmné dávce Pd (v sušině) (NRC, 2011)

Tabulka č. 2:Potřeba vitamínů v krmné dávce Pd (v sušině) (NRC, 2011)

Tabulka č. 3:Doporučené rozpětí obsahu živin v krmných směsích pro pstruha duhového v % (Jirásek *et al.*, 2005).

Tabulka č. 4:Chemické složení svaloviny vybraných sladkovodních ryb ve 100 g poživatelného podílu (Vejsada, 2014)

Tabulka č. 5:Průměrné délkové parametry ryb z jednotlivých farem (mm)

Tabulka č. 6:Průměrné hmotnostní parametry ryb z jednotlivých farem (g)

Tabulka č. 7:Kondiční a exteriérové ukazatele ryb z jednotlivých farem

Tabulka č. 8:Výtěžnost a viscerosomatický index ryb z jednotlivých farem (%)

Tabulka č. 9: Biochemické složení svaloviny pstruha duhového v % čerstvé hmoty

Tabulka č. 10: Biochemické složení jater a vnitřností pstruha duhového v % čerstvé hmoty

Tabulka č. 11: Biochemické složení krmiv (%)

Tabulka č. 12: Zastoupení mastných kyselin v tuku pstruha duhového (%)

Tabulka č. 13: Zastoupení mastných kyselin ve svalovině pstruha duhového (g/100 g)

Tabulka č. 14: Senzorické hodnocení pstruhů duhových

Tabulka č. 15: Informativní pozice v RP1 sekvenci

Tabulka č. 16: Zastoupení jaderných haplotypů pstruha duhového ve zkoumaných chovech

## **9.2 Tabulky v příloze**

Tabulka č. 17: Obsah sušiny ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

Tabulka č. 18: Obsah bílkovin ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

Tabulka č. 19: Obsah tuku ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

Tabulka č. 20: Obsah popelovin ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem



## 10 PŘÍLOHY

Tabulka č. 17: Obsah sušiny ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

SUŠINA (%)				
Haplotyp	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Vrbno
A1	×	23,85	×	30,57
	×	×	×	26,13
	×	×	×	27,42
	×	×	×	26,38
A2	×	×	24,26	×
	×	×	22,66	×
A4	22,42	25,12	25,55	27,2
	21,41	23,65	22,96	26,1
	21,26	23,61	×	×
H	24,02	24,06	21,16	×
	21,83	24,66	23,8	×
	22,76	×	×	×

Tabulka č. 18: Obsah bílkovin ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

BÍLKOVINY (%)				
Haplotyp	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Vrbno
A1	×	17,94	×	20,26
	×	×	×	16,96
	×	×	×	20,09
	×	×	×	18,77
A2	×	×	17,84	×
	×	×	17,11	×
A4	17,77	17,61	18,6	17,88
	17,91	17,49	17,58	18,18
	17,89	18,96	×	×
H	18,97	18,02	16,44	×
	17,85	18,52	17,65	×
	18,51	×	×	×

Tabulka č. 19: Obsah tuku ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

<b>TUK (%)</b>				
Haplotyp	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Vrbno
A1	×	3,72	×	8,58
	×	×	×	7,38
	×	×	×	6,15
	×	×	×	6,65
A2	×	×	6,32	×
	×	×	3,98	×
A4	2,27	5,16	5,58	8,24
	1,66	3,71	4,37	7,07
	1,82	2,59	×	×
H	3,02	3,51	4,02	×
	1,82	3,87	5,8	×
	2,41	×	×	×

Tabulka č. 20: Obsah popelovin ve svalovině pstruhů duhových s různým haplotypem

<b>POPELOVINY (%)</b>				
Haplotyp	Pravíkov	Žďár	Litomyšl	Vrbno
A1	×	1,58	×	1,57
	×	×	×	1,35
	×	×	×	1,91
	×	×	×	1,63
A2	×	×	0,88	×
	×	×	0,98	×
A4	1,69	1,54	1,45	1,59
	1,6	0,91	0,99	1,67
	1,4	1,58	×	×
H	1,58	1,46	1	×
	1,52	1,63	1,33	×
	1,55	×	×	×