

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod

Bakalářská práce

2013

Petr Pecher

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta rybářství a ochrany vod
Ústav akvakultury

Bakalářská práce
Vliv sádkování na welfare ryb

Autor: Petr Pecher

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Pavel Hartman, CSc.

Studijní program a obor: B4103 Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2013

Prohlášení

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

Podpis:

Petr Pecher

V Českých Budějovicích dne 30.4.2013

Děkuji svému vedoucímu Ing. Pavlu Vejsadovi, Ph.D. za vedení práce a věcné rady při vyhodnocování výsledků v bakalářské práci. Také děkuji panu Ing. Pavlu Hartmanovi, CSc a Ing. Janu Másílkovi, za poskytnuté údaje pro zpracování výsledků v mé bakalářské práci, věnovaný čas a technickou pomoc.

Můj dík patří mé rodině za motivaci a podporu při studiu a také všem, kteří mi byli při práci jakkoli nápomocni.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr PECHER**
Osobní číslo: **V10B046P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Vliv sádkování na welfare ryb**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury**

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

Welfare ryb v akvakultuře je v poslední době věnována značná pozornost odborníků, neboť tato problematika je velmi úzce spojena s kvalitou produkovaných ryb a ekonomickými aspekty rybářských podniků. Pro české rybářství je tak welfare ryb a její tržní kvalita otázkou dobré konkurence schopnosti tohoto odvětví. Je potřebné vypracovat přehled literatury s ohledem na fyziologii sladkovodní ryb a další nutriční hodnoty rybího masa s ohledem na welfare ryb.

Cílem práce je zpracovat kvalitní literární rešerši o welfare sladkovodních ryb a zahrnout především kapitoly stresu ryb při sádkování a chovu ryb v různých systémech. Práce by měla přispět k bližšímu poznání postupů při sádkování ryb vzhledem k welfare ryb.

Rozsah grafických prací: 5 tabulek a grafů

Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Branson J. Edward, Fish welfare, Blackwel publishing Ltd. 2008, 292 pp.
Piplat T.V.R.: Aquaculture principles and Practices, Blackwell Publishing, 2005, 620 s.
Situační a výhledové zprávy 1998 - 2005. MZE Praha, 12 s.
Luten, J. B. et al.: Seafood research from fish to dish, Wageningen academic Publisher, 2006, 567 s.
Malcolm C. Bourne.: Food Texture and Viscosity Concept and Measurement, Academic press, 2002, 423 s.
Clucas, I. J., Ward, A. R.: Post - harvest Fisheries Development: A Guide to Handling, Preservation, Processing and quality. Chatman maritime, Kent, 1996, 443s.
Vácha , F. Processing and food quality of freshwater fish. Social and Economy. Inland Fisheries and Fresh Water Aquaculture. CD Presentation, Budapest, 2004, Profet, FEAP Q5AM-2002-0256.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.

Ústav akvakultury

Konzultant bakalářské práce: Ing. Pavel Hartman, CSc.

Ústav akvakultury

Datum zadání bakalářské práce: 2. prosince 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2013


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Pavel Vejsada, Ph.D.
ředitel

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 8 |
| 2. Literární přehled | 9 |
| 2.1. Welfare | 9 |
| 2.1.1. Historický vývoj welfare | 9 |
| 2.1.2. Welfare ryb | 11 |
| 2.2. Stres | 13 |
| 2.2.1. Stresová reakce | 13 |
| 2.2.2. Stresory | 13 |
| 2.2.2.1. Chronický stres | 15 |
| 2.2.2.2. Akutní stres | 15 |
| 2.2.3. Tři stádia stresové reakce | 15 |
| 2.2.3.1. Poplachové stádium | 16 |
| 2.2.3.2. Stádium odolnosti a adaptace | 17 |
| 2.2.3.3. Stádium vyčerpání | 17 |
| 2.2.4. Stres během hladovění | 17 |
| 2.3. Bolest ryb | 18 |
| 2.4. Stanovení hodnot welfare | 19 |
| 2.5. Ukazatele negativního hodnocení welfare | 20 |
| 2.5.1. Kortizol | 20 |
| 2.5.2. Glukóza | 22 |
| 2.5.3. Laktát | 22 |
| 2.5.4. Zdravotní stav | 23 |
| 2.5.5. Chemismus vody | 23 |
| 2.6. Sádkování | 24 |
| 2.6.1. Sádky | 24 |
| 2.6.2. Sádkování kaprů | 25 |
| 2.7. Fyziologie trávení u kapra | 26 |
| 2.8. Metabolismus ryb | 29 |
| 2.8.1. Metabolismus dusíkatých látek | 29 |
| 2.8.2. Metabolismus lipidů | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.8.3. Metabolismus sacharidů | 31 |
| 2.9. Hladovění ryb | 32 |
| 3. Materiál a metodika | 34 |
| 3.1.1. Délkohmotnostní ukazatele | 35 |
| 3.1.2. Kondiční a exteriérové ukazatele | 35 |
| 3.1.3. Ukazatele růstu ryb..... | 36 |
| 3.1.4. Stanovení obsahu tuku ve svalovině kaprů | 36 |
| 3.1.5. Stanovení laktátu v krvi ryb | 37 |
| 3.1.6. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody | 37 |
| 4. Výsledky | 38 |
| 4.1. Vývoj průměrné hmotnosti ryb v pokusných nádržích | 38 |
| 4.2. Relativní denní přírůstek (RGR - Relative Growth Rate) | 38 |
| 4.3. Specifická rychlost růstu (SGR - Specific Growth Rate) | 39 |
| 4.4. Ukazatel obvodový (UO) | 39 |
| 4.5. Fultonův koeficient (FK) | 40 |
| 4.6. Obsah tuku ve svalovině kaprů | 41 |
| 4.7. Laktát v krvi ryb | 42 |
| 4.8. Fyzikálně - chemické vlastnosti vody | 42 |
| 5. Diskuze | 44 |
| 6. Závěr | 46 |
| 7. Seznam použité literatury | 47 |
| 8. Seznam použitých zkratk | 54 |
| 9. Seznam tabulek, grafů a obrázků v textu | 55 |
| 10. Abstrakt | 56 |
| 11. Abstract | 57 |

1. Úvod

Většina celosvětově zkonsumovaných ryb je dle FAO produktem rybochovných farem, spíše než odlovených z volných vod. V našich podmínkách má kapr dominantní postavení a zaujímá 85-90 % z celkové produkce tržních ryb. To je dáno zejména tím, že chov kapra má v ČR již více než 900 let starou tradici a jako jeden z mála druhů hospodářsky cenných ryb je schopen při správně zvoleném postupu chovu dokonale využít produkční předpoklady rybníků. V našich podmínkách je považován chov kapra za vysoce významnou část akvakultury. Před dodávkou do tržní sítě je zapotřebí vylovené ryby vysádkovat z důvodu zlepšení sensorických vlastností masa ryb při minimálních kusových a hmotnostních ztrátách. Ryby během sádkování jsou vystaveny řadě stresových faktorů. Mezi tyto faktory patří hladovění, zhuštěná obsádka, manipulace s rybami, atd.

Bakalářskou práci na téma Vliv sádkování na welfare ryb jsem si vybral z toho důvodu, abych veřejnosti přiblížil problematiku týkající se welfare ryb, protože většina lidí se domnívá, že ryby nepocítují bolest. Cílem mé bakalářské práce bylo, zaměřit se na působení stresových faktorů během sádkování ryb a posouzení změn v produkčních a délkohmotnostních ukazatelích.

2. Literární přehled

2.1. Welfare

Pojem welfare je nejčastěji a nejjednodušeji vysvětlován jako vnímání a cítění zvířete. Do češtiny je termín welfare překládán jako životní pohoda zvířete. Termín welfare je definován jako stav naplnění materiálních a nemateriálních podmínek potřebných pro zdraví organismu, které jsou v souladu s jeho životním prostředím (Doležal a kol. 2004). Welfare můžeme také chápat jako prožívání života jednotlivcem zvířete na úrovni jeho spokojenosti v daném prostředí a v určitém časovém intervalu (Večerek a Večerková, 2000). Zásady ochrany zvířat a dodržování welfare chovaných zvířat podporuje Evropská Konvence na ochranu zvířat chovaných pro hospodářské účely. Zásady byly projednány Radou Evropy v roce 1976 (Šoch, 2005). Jako jednu z nejzdařilejších definic považuje Webster (1999) tu, že pohoda určitého zvířete je určena schopností vyhnout se strádání a zachovat si svojí přirozenou zdatnost. Welfare zvířat požaduje pro chovaná zvířata určitou úroveň spokojenosti, pohody a komfortu. Při splnění určité úrovně pohodlí zvířat potřebné pro daný druh chovaného zvířete je zajištěna maximální užitek odpovídající genetickému potenciálu zvířete (Doležal a kol. 2004).

2.1.1. Historický vývoj welfare

Jeden ze základních mezníků ochrany hospodářských zvířat je spojen s pojmem welfare a začal se projevovat od šedesátých let 20. století díky Ruth Harrisonové a její publikované knize *Animal Machines* (Šoch, 2005). K průlomů v oblasti ochrany hospodářských zvířat dochází především ve Velké Británii, kde Britská rada pro ochranu hospodářských zvířat navrhla minimální požadavky, které by měla mít chovaná zvířata. Přinejmenším svobodu vstát, lehnout si, otočit se, natáhnout končetiny a očistit si tělo. Tyto požadavky se staly základem tzv. pěti svobod a byly předmětem o ochraně zvířat v Evropě (Webster, 1999). Soubor pěti svobod se britskou radou pro welfare hospodářských zvířat (FAWC – Farm Animal Welfare Council) upravoval až do dnešní podoby pěti svobod, který byl schválen Britskou radou pro ochranu zvířat (Webster, 1999). Trvalé dosažení pěti svobod dle FAWC je nereálné, představuje však inspiraci a velmi praktickou pomůcku pro vyhodnocování welfare zvířat nejen v zemědělských provozech (Šonková, 2006).

Hospodářsky chovaná zvířata nemusí být ve skutečnosti úplně a trvale osvobozena od strachu, zimy, hladu, bolesti, atd. Je však nutné, aby se hospodářsky chovaná zvířata dokázala vypořádat s těmito problémy vlastními silami bez jakéhokoli utrpení (Šonková, 2006). Systém pěti svobod může skvěle sloužit pro srovnání jednotlivých typů chovů (Webster, 1999). FAWC v roce 1993 novelizovala pět svobod takto:

1. Svoboda od žízně, hladu a podvýživy – neomezený přístup k přitékající vodě a krmivu v dostačujícím množství pro udržení dobrého zdravotního stavu, psychické i fyzické energie.
2. Svoboda od nepohodlí – zajištění a zabezpečení vhodných podmínek před negativními vlivy prostředí a vytvoření pohodlného místa k odpočinku.
3. Svoboda od bolesti, zranění a nemoci – prevence zvířete a po onemocnění rychlá diagnostika a léčba.
4. Svoboda projevu normálního chování – zajištění dostačujícího prostoru, vybavení a možnost kontaktu s ostatními jedinci téhož druhu.
5. Svoboda od strachu a bolesti – zamezení vzniku takových podmínek, které by způsobovaly strádání a utrpení zvířete (Doležal, Bílek, Dolejš, 2004).

Hierarchická teorie potřeb zvířat dělená podle jejich relativní síly (Maslov, 1970).

1. Fyziologické potřeby
2. Obranné potřeby
3. Behaviorální potřeby

Mezi fyziologické potřeby patří vhodné prostředí, výživa a zdraví. Obranné potřeby zahrnují obranu proti nepřízní počasí a predaci ostatních či biologicky stejných druhů. Behaviorální potřeby zahrnují požadavky na vnější chování jedince (Charvát, 1970).

2.1.2. Welfare ryb

Welfare ryb se v poslední době stalo aktuálním tématem a předmětem na vědeckých konferencích, výzkumech a různých člancích v tisku.

Zásadní otázkou pro welfare ryb je zda-li ryby dokáží cítit bolest a utrpení. Tato problematika je stále diskutovaným tématem (Rose, 2002). Avšak Braithwaite (2005) svou kognitivní studií prokázal, že ryby jsou schopni vnímat bolest ve větší míře než se předpokládalo.

Další významnou otázkou je, jaký zvolit postup a přístup k problematice welfare. Zda použít stejný postup jako u hospodářských zvířat či ne. Díky evoluci ovšem existují některé velmi důležité rozdíly pro pochopení welfare ryb od ostatních obratlovců jako jsou ptáci a savci a to díky odděleným prostředím ryb od savců a ptáků, které trvalo bezmála 350 milionu let. Dle Bransona (2008) jsou u ryb behaviorální a fyziologické systémy, které vnímají bolest a stres, jako je tomu u ptáků a savců. Branson (2008) upozorňuje na zásadní rozdíl mezi životem ryb ve vodě a ostatních obratlovců na souši. Z důvodu těsného kontaktu s okolním prostředím přes žábry a kůži ryb je kvalita vody jedním z nejdůležitějších parametrů pro welfare ryb a proto se svoboda od nepohodlí stala pro ryby nejdůležitějším z konceptu pěti svobod (Branson, 2008).

Dalším významným ukazatelem je, že ryby jsou na rozdíl od savců a ptáků exotermní živočichové a proto nemusí udržovat stálou tělesnou teplotu, tím nedochází k tak závažným ohrožením dobrých životních podmínek ryb při období nedostatku potravy – pro ptáky a savce může tento stav být smrtelný (Ashley, 2007). Tím se dle Bransona (2008) považuje svoboda od hladu, žízně a podvýživy za méně závažnou než je tomu u savců a ptáků.

Naylor a kol., (2000) zaznamenal celosvětové zvýšení poptávky po rybách, za posledních 20 let a předpokládá, že nárůst bude pokračovat. Díky nárůstu celosvětové poptávky po rybách se zlepši i nároky na životní podmínky chovaných ryb. Pojem welfare získává stále větší pozornosti. Ze strany spotřebitelů vznikl tlak na produkční rybáře z důvodu informování se o potravině – ryby. Za jakých podmínek byla ryba chována a zda netrpěla či nestrádala.

Welfare ryb může být pozorováno a vyhodnocováno podle emočních stavů jako je strach, bolest, hlad či blaho ryb. Sledování probíhá přímo a to klinickým vyšetřením nebo

posuzováním životních podmínek ryb (Wolform a Santos 2005). Broom (1997) tvrdí, že neexistuje žádné spolehlivé měřítko pro posouzení blahobytu chovaných ryb.

Dobré životní podmínky ryb jsou důležité pro průmysl a to z hlediska efektivity výroby, kvality a kvantity produktu (Broom, 1998).

I když FAWC skotské vlády a Human Slaughter Association (HSA) uveřejnily doporučení týkající se dobrých životních podmínek chovaných ryb tak se v některých oblastech světa klade větší důraz na efektivnost výroby a následného prodeje ryb spotřebiteli než na dobré životní podmínky chovaných ryb (Bernoth, 1991).

Fyzické zdraví ryb je všeobecně přijímaným měřítkem blahobytu a je nezbytnou podmínkou dobrého welfare ryb. Pro mnohé z nás zasahují dobré životní podmínky jen jejich fyzické zdraví ryb. Avšak welfare ovlivňuje i duševní utrpení ryb (Broom, 1998).

Postupy v oblasti, které ohrožují welfare ryb pomohl identifikovat vědecký výzkum. V produkčním rybnářství mezi tyto postupy lze zařadit např. Manipulaci s rybami, porážku, dopravu ryb, zhoršení kvality vody a hustotu obsádky. Při lepším porozumění a předcházení nebezpečím lze předejít ohrožení welfare u chovaných ryb.

Na welfare může mít vliv i lidská činnost, která je v rozmezí od základních zcela neúmyslných dopadů na welfare ryb až po velmi konkrétní a zcela úmyslné. Jako příklad neúmyslného působení na welfare ryb lze uvést antropogenní znečištění životního prostředí, které vážně ohrožují životní podmínky ryb (Branson, 2008). Také po nevhodných úpravách toků dochází k poklesu četnosti obsádek ryb nebo i k jejich úplnému vymizení. Toto negativní působení na životní prostředí zásadně ovlivňuje welfare ryb (Hanel a Lusk, 2005).

2.2. Stres

Stres je zvláštní druh adaptačních reakcí na různé druhy stresorů a lze ho definovat jako soubor regulujících mechanismů nastupujících při ohrožení homeostázy. Jde o stav udržení klidového chodu životních funkcí (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Stres je při nízkém působení nutný a prospěšný pro zvládání extrémních výkyvů prostředí s cílem vyrovnat se s danými podmínkami. V živočišné říši je stres fylogeneticky starou obranou a aktivační reakcí, zvyšuje odolnost jedince a napomáhá lepším adaptacím.

2.2.1 Stresová reakce byla poprvé objevena Hansem Selyem absolventem Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze (1929) a je označován jako syndrom obecné adaptace. Hans Seyle jako první pochopil, že u hladovějících zvířat se orgány zmenšují, jen nadledvinky se zvětšují (Šoch, 2005).

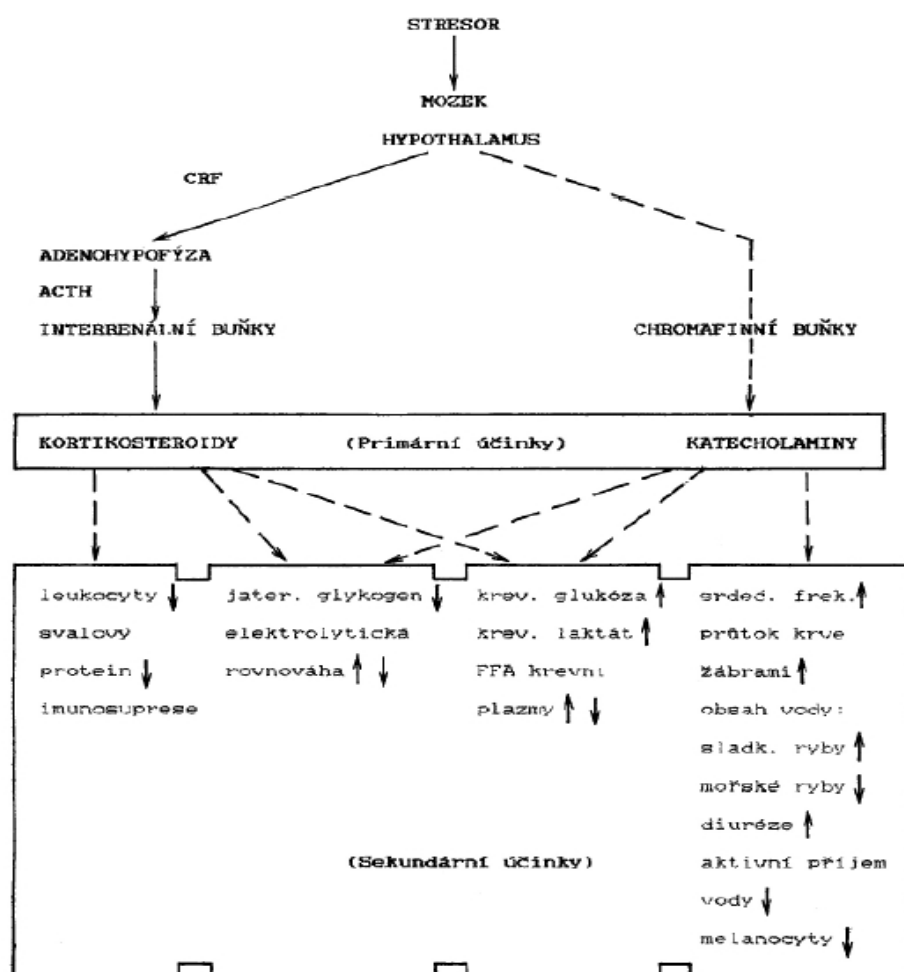
2.2.2. Stresory se rozdělují na fyzikální, chemické, biologické, komplexní a emoční. Za fyzikální stresor se považuje hluk, vibrace, klimatické extrémy, horko, chlad a atmosférický tlak. Z chemických to jsou všechny otravy, lačnění, hlad, žízeň, zánět atd. Mezi biologické stresory řadíme elektrické dráždění a zlomeniny kostí. U komplexních stresorů to je vnímání nového prostředí, manipulace se zvířaty, populační hustota, nemoc a přeprava zvířat. Zvláštním typem stresoru je stresor emoční nebo-li psychický, mezi ně patří strach a úzkost (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Společné stresory ryb jsou např. pokles vodní hladiny (Fryer, 1975), lov ryb do sítí (Barton a kol., 1980), hustota obsádek (Barton a kol., 1985), chemismus vody (Barton a Peter, 1982), umělá reprodukce (Hlavová, 1992) a manipulace s rybami (Wurst, 1995).

Na obr. č. 1. je zobrazeno působení různých druhů stresorů, odpovědí organismu živočichů prostřednictvím hormonálních obraných a nervových mechanismů (Šoch, 2005). Dubský a kol., (2003) popisují, že nepříznivý faktor vyvolávající stres nastává změnou kvality v chovném prostředí, při nedostatku ve výživě ryb, častou manipulací s rybami, zvýšenými obsádkami ryb v chovných systémech, nevhodným prouděním vody a aplikace různých léčebných zákroků.

Fyziologický stres není považován za utrpení, nýbrž je považován za faktor ovlivňující welfare ryb. Stresová reakce je pro zvířata přirozenou reakcí na náročnější podmínky a stala se indikátorem poukazující na narušení welfare ryb (Huntingford a kol., 2006).

Podle působení stresoru na organismy dělíme stres na eustres nebo distres. Eustres je pozitivní stres, který stimuluje jedince k lepším výkonům či výsledkům. Distres je popisován jako negativní zátěž vyvolaná na jedince, která může vyvolat onemocnění až úhyn zvířete. Stres se dále dělí na chronický a akutní podle intenzity a délky působení stresoru na organismus. S nižší intenzitou, ale delší dobou působení stresoru působí chronický stres, který může působit i periodicky.



Obr. č. 1. Účinky stresu u ryb (Mazeaud, 1977)

2.2.2.1. Chronický stres - Jeho dlouhodobé působení narušuje funkci a činnost mozku (Sherwood a kol., 2005). U ryb se může stát důležitým stresorem zákal vody, subletální koncentrace nejrůznějších znečištění nebo kyslíkových deficitů (Dubský a kol., 2003). Projevem chronického stresu u ryb může být zpomalení růstu, proces rozmnožování, snížení tolerance organismu, zvýšení náchylnosti na onemocnění a negativní ovlivnění populačního ukazatele ryb. Při dlouhodobém působení stresu při kterém dojde k vyčerpání zásob glykogenu a nová glukóza nemá optimální podmínky pro svoji syntézu kdy jsou vyčerpány i zásoby lipidů dochází k odebírání bílkovin jako zdroj energie. Proces využívání energie z bílkovin respektive z aminokyselin v organismu má negativní vliv poškozující organismus. Chronický stres vykazuje velmi silný účinek na hematologii (Montero a kol., 2001), (Svobodová a kol. 1994).

2.2.2.2. Akutní stres - Patří k neurotickým poruchám. Jedná se o závažnou poruchu přechodného trvání bez předcházející psychické poruchy. Představuje bezprostřední reakci na závažný stres (psychický, fyzický). Odezní během několika hodin nebo během několika dní. Stresorem pro akutní stres se může stát nedostatek kyslíku či zhoršení kvality vody. Při akutním stresu dochází k vyčerpání jednotlivých látek v tkáních ledvin jako je např. kyselina askorbová, kortikosteroid, cholesterol a další lipidy obsažené v ledvinách.

2.2.3. Tři stádia stresové reakce

Stresová reakce se skládá ze tří stádií, kdy prvním stádiem stresové reakce je stádium poplachové (alarmové) to přechází ve stádium odolnosti a adaptace a při dlouhodobém působení přechází adaptační stádium do stádia vyčerpání.

2.2.3.1. Poplachové stádium

Poplachovým stádiem se rozumí odpověď akutního stresoru na náhlou změnu fyziologického stavu zvířete (Webster, 1999). Poplachové stádium se skládá ze dvou fází, šoku (nervové) a protišoku (humorální).

Během fáze šoku se rozvíjí srdeční slabost, deprese, klesá tlak krve v krevním oběhu, dochází k bradykardii, leukopenii, vazokonstrikci a klesá množství plazmatické glukózy (Jelínek a kol., 2003). Šoch, (2005) popisuje šok jako pokles krevního tlaku, zpomalení srdeční činnosti, redukci počtu leukocytů v krvi a pokles koncentrace sodných iontů a zvýšení koncentrace draselných iontů.

Při fázi protišoku dochází k zvýšení koncentrace katecholaminů a kortikosteroidů v krevní plazmě. Z katecholaminů je dominantní adrenalin nebo noradrenalin. Adrenalin způsobuje propouštění vody přes žábry ryb a tím zvyšuje objem vody v těle sladkovodních ryb, u ryb mořských dochází k dehydrataci (Dubský a kol., 2003). Vylučování katecholaminů ledvinami v hlavové části je poměrně rychlé a je srovnatelné s homoitermními obratlovci. Ke zvýšení koncentrace katecholaminů v krvi dochází během několika minut, např. u kapra obecného po patnácti minutové latenci. Během zvyšování koncentrace uvedených hormonů v ledvinách klesá koncentrace kyseliny askorbové (Dubský a kol., 2003). Zvyšováním koncentrace těkavých mastných kyselin dochází k vytvoření hyperglykemie. Kortikoliberin uvolňující se z hypotalamu stimuluje inkreci adenohypofyzárního kortikotropinu, který uvolňuje glukokortikoidy (kortizol a kortikosteron). Sekrece adrenokortikálních hormonů (kortizolu) se vyskytuje vždy v poplachovém stádiu a proto je množství kortizolu v krvi využíváno jako měřítko stresu (Webster, 1999). Při působení silného stresoru na slabého jedince dojde k úhynu už během poplachového stádia, většinou k tomu dochází během několika hodin (Kovalčíková a Kovalčík, 1974).

2.2.3.2. Stádium odolnosti a adaptace

Při stádiu odolnosti stále působí stresor na organismus zvířete, ale zvířata se dokázala přizpůsobit dané zátěži a odolávají jí. Pro stádium odolnosti je typická hypoplazie brzlíku a mízních uzlin, silně hypertrofují nadledviny a zvyšuje se hmotnost kůry nadledvin (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Během stádia odolnosti dochází ke zředění krve, nárůstu koncentrace chlóru, dominují anabolické pochody doprovázené navýšením tělesné hmotnosti k normálu jedince (Kovalčíková a Kovalčík, 1974). Adaptace organismu na stres je negativně ovlivněna snížením imunitních reakcí a zvýšením náchylnosti k onemocněním zvířat (Hanel a Lusk, 2005). Při opakovaném působení stresoru s nízkou intenzitou na organismus dochází ke zvyšování adaptační reakci a dojde ke zvýšení odolnosti zvířat (Šoch, 2005). Ke zvyšování odolnosti jedince a tím i k lepším výkonům, je jedinec donucen působením stresoru s nízkou intenzitou (Kovalčíková a Kovalčík, 1974). V případě, že se jedinec nedokáže přizpůsobit danému stresu začíná se vyvíjet třetí stádium a to stádium vyčerpání.

2.2.3.3. Stádium vyčerpání

Při stádiu vyčerpání dojde k odčerpání kortikoidů z nadledvinek a tím se vyčerpají zásoby adaptačních hormonů potřebných pro jejich další syntézu, dojde k vyčerpání cholesterolu a kyseliny askorbové, což vede k metabolickému zániku organismu (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Nedostatkem hormonů pro jejich syntézu dochází u organismu k úplnému vyčerpání a následné smrti (Šoch, 2005).

2.2.4. Stres během hladovění

Důležitým faktorem při překonávání stresové zátěže během hladovění je správná funkce trávicích enzymů, která ovlivňuje mobilizaci glukózy a volných mastných kyselin (Shimeno a kol., 1997). Vyhladovělé ryby snáší lépe stresovou situaci způsobenou např. manipulací s rybami. Vykazují nižší hodnoty plazmatického kortizolu, nižší obsah glukózy a volných mastných kyselin oproti rybám krmeným. U pstruha duhového je tomu naopak (Vijayan a Moon, 1992). Během stresu vyvolaném nedostatkem potravy působí stresový

hormon kortizol na rozdělení energie, zahrnuje glukokortikoidy a mineralokortikoidy (Wendelaar a Bonga, 1997). Hormon adenocortikotropin (ACTH) se podílí na snášení stresové reakce (Wendelaar a Bonga, 1997). Stimuluje růst kůry nadledvinek a tím i produkci glukokortikoidů, zejména kortizolu (Florini, 1987). Podílí se na stimulaci tvorby prekurzorů aldosteronu - hormonu ze skupiny mineralokortikoidů. ACTH působí i na melanocyty v nichž zvyšuje produkci tmavého kožního barviva melaninu. ACTH také stimuluje lipolýzu - odbourávání tuků. Ryby postihované chronickým stresem vyvolaným z hladovění mají zhoršenou schopnost vyrovnávat se se stresory (Davis a kol., 2001).

2.3. Bolest ryb

Rose (2007) tvrdí, že ryby nemohou cítit bolest a strach jako člověk, protože postrádají neocortex, ta se nachází v mozku člověka. Rose (2007) prokázal, že neocortex je u lidí základem pro vnímání strachu a vědomí.

Naopak Sneddon a kol., (2003) prokázal svými výzkumy, že nejen lidé, ale i ryby dokáží vnímat bolest. Zjistil to na základě zastoupení nociceptorů u ryb konkrétně u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), které reagovali na mechanické, tepelné a chemické podněty. Nociceptory byly nalezeny u ryb na koncích tlamy.

Nociceptory a vlákna nociceptorů mohou být polymodální nebo unimodální. Unimodální vlákno reaguje na podněty mechanické a tepelné.

Rychlost vzruchu je $5 - 30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ Zprostředkování za pomoci unimodálních vláken nociceptorů se projeví ostrou bolestí.

Polymodální vlákna se aktivují během reakce mechanických, chemických a tepelných podnětů. Polymodální vlákna vedou vzruch pomaleji a to rychlostí $0,5 - 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zprostředkování se projeví difuzní bolestí.

Chandroo a kol., (2004) prokázali přítomnost nociceptivních vláken u ryb a tím potvrdili teorii Sneddona, že ryby opravdu cítí bolest. Nociceptory se nachází na hlavě ryb v oblasti úst a v okolí žaber (Branson, 2008).

Mezi obratlovci a rybami byla zjištěna podobnost neuromatické oblasti u mozkových jader zodpovědných za zvládnání stresové situace (Funada a Hara, 2001).

2.4. Stanovení hodnot welfare

Změny chování ryb a jiných obratlovců na negativní vlivy z prostředí jsou snadno pozorovatelné a hrají důležitou roli při zkoumání welfare (Huntingford a kol., 2006). FAWC používá pro stanovení hodnot welfare konceptu „Pěti svobod“ (Agro Web Czech Republic CEE (1998 – 2009)). S tímto názorem se shoduje i Ashley, (2007).

Broom, (1997) tvrdí, že neexistuje jediné měřítko hodnot welfare, které by se považovalo za spolehlivé při zkoumání ryb v zajetí a proto většina autorů uvádí, že zjištění kvality welfare za pomoci jednoho ukazatele je nespolehlivé a proto se dnes využívá kombinace několika přístupů. Téměř všichni vědci používají ke stanovení hodnot welfare více parametrů. Např. tělesnou kondici ryb a jejich růst, plazmatickou koncentraci kortizolu v krvi či žluči a příjem potravy.

Podle FSBI (2002) je pro stanovení hodnot welfare nejdůležitějším parametrem zdravotní stav ryb, fyziologie ryb a jejich chování. Jedním z dalších důležitých ukazatelů měření welfare je zda jsou ryby v dobrém zdravotním stavu a zda mají optimální životní podmínky (Branson, 2008).

Pro posouzení hodnot welfare se vědci shodují, že použití jednoho ukazatele je nedostačující, a proto Huntingford a kol., (2006) uvádí čtyři základní ukazatele měření hodnot welfare – koncentrace glukózy, koncentrace kortizolu, vzhled těla ryby a ploutví.

Tab. č. 1. Koncept „Pěti svobod“ a indikátory pro stanovení hodnot welfare

| Ukazatele konceptu „Pěti svobod“ | | Indikátor welfare |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Svoboda od žízně, hladu a podvýživy | rychlost růstu, příjem krmiva |
| 2. | Svoboda od nepohodlí | imunita ryb, fyzické poškození ryb |
| 3. | Svoboda od bolesti, zranění a nemoci | kvalita prostředí, zdravotní stav ryb |
| 4. | Svoboda projevu normálního chování | neobvyklé chování ryb |
| 5. | Svoboda od strachu a bolesti | koncentrace glukózy a kortizolu |

2.5. Ukazatele negativního welfare ryb

Každý z níže uvedených ukazatelů je charakteristický pro stresovou reakci ryb a měl by být stálý a snadno určitelný. Změna negativního ukazatele welfare ryb musí být snadno prokazatelná a viditelná při měření. Postup při měření by měl být jednoduchý a finančně nenáročný. Branson (2008) uvádí, že nejjednodušším ukazatelem je koncentrace steroidního hormonu kortizolu.

2.5.1. Kortizol

Kortizol nebo-li hydrokortizon je hormon produkovaný kůrou nadledvin konkrétně v zóně fasciculata a je jedním z hlavních glukokortikoidů. Koncentrace kortizolu v krvi závisí na síle a působení stresu na organismus, tím se kortizol stává vhodným ukazatelem welfare ryb. Krátkodobý intenzivní stres vede k velkému zvýšení koncentrace kortizolu v krvi následovaným pozvolným poklesem (Barton a kol., 1980).

Je nezbytný pro organismus, řídí metabolismus sacharidů, bílkovin, lipidů, ovlivňuje činnost ledvin, centrální nervové soustavy - CNS, krevní oběh a činnost srdce. Kortizol a další glukokortikoidy zásadně ovlivňují metabolismus glukózy. Výrazně zvyšují koncentraci glukózy v krevní plazmě. Kortizol stimuluje vývoj plic a ukládání glykogenu v játrech (Jelínek a kol., 2003)

Nejvyšší koncentrace kortizolu u ryb je přibližně jednu hodinu od začátku působení stresoru a postupné snižování do normální koncentrace je udávána v čase šesti hodin (Martínez – Porchas a kol., 2009). Branson, (2008) uvádí, že se koncentrace kortizolu může lišit u různých druhů ryb při působení stejného stresoru. Při krmení ryb s vyšším množstvím kyseliny askorbové byl prokázán nárůst kortizolu u kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a vyšší citlivost na stres (Dabrowska a kol., 1991). Naměřené výsledky mohou být ovlivněny mnoha faktory. Faktory rozlišujeme na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní lze zařadit genetickou informaci, věk jednotlivců nebo dominance v chování. Mezi vnější faktory lze zařadit kvalitu krmení nebo teplotu vody (Martínez-Porchas a kol., 2009). Při experimentech je nutné využívat jedince z jednoho zdroje z důvodu sjednocení fyziologického a biochemického stavu. Problematice stavů jednotlivců z různých zdrojů lze předejít aklimatizací v experimentální nádrži s kvalitou vody odpovídající pro daný druh.

Stanovení kortizolu

V krvi – Stanovení kortizolu v krvi probíhá při anestezii ryb z důvodu prevence nežádoucího poranění ryb, za pomoci injekční stříkačky, kterou odebereme krev. Odběr se provádí v kaudální části těla ryby v ocasním násadci na úrovni postranní čáry (*linea lateralis*). Stanovení kortizolu v krvi je z hlediska výzkumného tým nejvýznamnějším měřením (Branson, 2008). Odběr krve nesmí přesáhnout delší dobu než pět minut od začátku lovení ryb a jejich následné manipulace, a to z důvodu zkreslení naměřených hodnot.

Ve žluči - Stanovení kortizolu ve žluči se provádí jen tehdy, kdy není možné odebrat kortizol z krve ryb z důvodu její velikosti a delšího časového úseku od lovení a manipulace se zkoumanou rybou, což by mělo za následek zkreslení výsledků hodnot kortizolu naměřeného v krvi. Neaktivní kortizol společně s ostatními steroidními hormony je vyloučen z těla jaterními procesy. Tím se metabolity kortizolu a konjugátu hromadí ve žlučníku. Abnormálně vysoká úroveň těchto metabolitů u ryb byla zjištěna při působení chronického stresu (Branson, 2008).

Ve vodě a exkrementech ryb - Metoda měření kortizolu ve vodě a exkrementech byla poprvé navržena v roce 2001. Naměřené výsledky nám neurčí hodnoty u jednotlivých ryb, ale jen u celé biomasy nádrže.

Měření kortizolu ve vodě má několik výhod spojené s minimální manipulací se zkoumanými rybami, tím nedochází ke zkreslení výsledků z činnosti stresových reakcí. Nedochází ani ke kolísání hladin hormonů během určitého časového úseku jako u stanovení kortizolu v krvi (Scott a Ellis, 2007).

U ryb dochází k vylučování metabolizovaných steroidů močí ani žlučí (Ellis a kol., 2004). U volného kortizolu dochází u ryb k vylučování přes žábry z důvodu koncentračního spádu mezi krevní plazmou a vodou (Branson, 2008).

V těle ryb - Metoda stanovení kortizolu z těla ryb se využívá především u malých ryb, kde není možné odebírat krev. Kdy se nejprve ryby humánně zabijí a za pomoci přístrojů se vytvoří homogenát. Nevýhodou této metody je, že naměřený kortizol je měřen ze všech míst těla včetně krve a žlučníku (Branson, 2008).

2.5.2. Glukóza

Glukóza je monosacharid, který slouží jako rychlý zdroj energie pro ryby. Optimální hodnoty glukózy v krevní plazmě ryb je $1,5 - 3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Dubský a kol., 2003). Při zátěžové stresové situaci se může koncentrace mnohonásobně zvyšovat až 3,5 krát než je normální koncentrace bez stresové zátěže (Martínez-Porchas a kol., 2009). Kortizol spolu s adrenalinem a noradrenalinem během stresové zátěže několikanásobně zvýší produkci glukózy přes glukoneogenezi a glykogenolýzu, tím způsobují stimulaci jaterní glukoneogeneze a snížení vychytávání glukózy mezi periferními tkáněmi (Saladin a kol., 1995). Poté je působením inzulínu zpřístupněna z krve buňkám (Martínez-Porchas a kol., 2009). Silbergeld (1974) uvádí glukózu jako jeden z významných ukazatelů stresové zátěže. V krevní plazmě je koncentrace glukózy ovlivněna obsahem kyslíku ve vodě.

Stanovení glukózy

Stanovení glukózy se měří obdobným způsobem jako měření kortizolu jen s menším časovým odstupem (Barry a kol., 1993). Odběr glukózy se provádí do pěti minut od vylovení ryb, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků z důvodu působení stresové reakce (Silbergeld, 1974).

2.5.3. Laktát

Laktát (anion kyseliny mléčné) vzniká v červených krvinkách, kosterních svalech, mozku, kůži, střevě a v dalších tkáních organismu při spalování cukrů. Nadměrná tvorba laktátu, kterou nestačí játra odbourat, způsobuje okyselení vnitřního prostředí organismu (laktátovou acidózu). Laktát se z organismu odstraňuje odplavením krví do jater, kde se použije pro tvorbu glukózy a doplnění zásob glykogenu (zásobní cukr), nebo se odbourá za vzniku energie. Menší část laktátu je využita ledvinami (pro tvorbu glukózy, či je vyloučen

močí), zbytek metabolizuje srdeční sval a další orgány. Hladina laktátu v krvi je dána poměrem mezi jeho tvorbou (především ve svalech a červených krvinkách) a jeho metabolizací v játrech (Pottingerová, 1998).

Teplota nebo cirkulující katecholaminy v krvi ryb zásadně ovlivňují množství laktátu v krvi ryb (Wardle, 1978).

2.5.4. Zdravotní stav

Zhoršení zdravotního stavu ryb vždy poukazuje na nebezpečí způsobující onemocnění ryb z hlediska nevhodných životních podmínek pro daný druh ryb. Zdravotní stav ryb se dá posuzovat podle jednotlivých kritérií. Branson (2008) uvádí, že indikátorem zhoršeného stavu ryb je vzhled žaber a očí. Dlouhodobý dobrý zdravotní stav u ryb signalizuje správné a vyhovující životní podmínky ryb. V nevyhovujících životních podmínkách se snižuje přirozená obrana a případný boj s onemocněním, tím dochází ke zvýšení stresu (Szeremeta, 2010).

2.5.5. Chemismus vody

Pro dobré životní podmínky ryb musí odpovídat kvalita vody ve kterém se daný druh ryb vyskytuje. Ryby začnou okamžitě reagovat na zhoršení jakosti vody a proto je kvalita vody jedním z hlavních indikátorů zhoršených životních podmínek, protože jsou s vodou neustále v kontaktu (Ellis a Riches, 2006).

Při optimálních hodnotách vody ryby nevykazují známky nespokojenosti a nevykazují žádné abnormální jevy v chování, avšak při změnách kvality vody nevyhovujících danému druhu se začne projevovat stresová reakce na změnu, zpomalení růstu následné onemocnění až úhyn ryb (Szeremeta, 2010). Mezi nejdůležitější parametry z hlediska welfare lze považovat koncentraci kyslíku a amoniaku ve vodním prostředí (Branson, 2008).

2.6. Sádkování

Sádkování je v literatuře popisováno jako přechodné uchování tržních ryb v období od jejich vylovení až do doby expedice nebo spotřeby (Pokorný a kol., 2003).

Základním a zároveň hlavním úkolem je přechovávání vybraných tržních ryb s ohledem na minimální kusové ztráty a ztráty z hlediska vylehčení ryb od doby výlovu do doby jejich prodeje. Sádkované ryby by měly být sádkovány ve vodě odpovídající jakosti, kdy voda v sádkách musí být prokysličována (Vácha., 2000). Čítek a kol. (1998) tvrdí, že u sádkovaných ryb dochází k odstranění bahnité příchuti a jejich maso je působením kvalitní vody v sádkách hodnotnější a chutnější. Šustek a kol., (2009) popisuje, že správné sádkování má velký význam z hlediska sledování senzoričkových vlastností na kvalitu rybiho masa, má ho zbavit takzvané „bahnité“ příchuti. Dochází i k minimálním ztrátám na kusových hmotnostech ryb. Největší množství sádkovaných ryb je od podzimního do zimního období končící vánočním prodejem kaprů. Malý podíl sádkovaných ryb je sádkován v jarním období z jarních výlovů a nejméně se sádkují ryby z letních odlovů.

Během sádkování není rybám předkládáno žádné krmivo a proto se výrazně omezují metabolické procesy tím se u ryb vyprázdní zažívací trakt, dochází ke snížení jejich metabolismu, omezení produkce amoniaku a dioxidu uhlíku (Vácha a Buchtová, 2005). Obsah kyslíku by neměl poklesnout pod $3,5\text{mg.l}^{-1}$ pro sádkování kaprů (Ingr.,1994). Sádkování probíhá v menších, speciálních, umělých nádržích – sádkách, kde přitékající voda odpovídá určité jakosti, kdy má voda co nejvyšší nasycení kyslíkem, chemickou spotřebou CHSK_{Mn} do 10mg.l^{-1} , pH 6,5 – 8,5, alkalitu 0,5 – 1mmol.l^{-1} (Čítek a kol., 1998).

2.6.1. Sádky

Jsou menší, speciální, umělé nádrže o objemu 100 až 500m^3 . Nádrže se budují většinou v soustavách s obdélníkovým tvarem a nejdokonalejší výměnou vody. Hloubka sádek se pohybuje v rozmezí 1,2 – 1,8m, uprostřed v ose sádek se buduje tzv. bort který slouží k soustředění ryb během výlovu. Velikost bortu se odvíjí od velikosti sádek, ale hloubka by měla být v rozmezí od 0,25 do 0,35m. Výměna vody je zajištěna silným přítokem, kdy k výměně vody dochází jeden krát za 4 až 12 hodin. Přitékající voda je rozstříkována na vodní hladinu ve výšce 0,4m nad maximální výškou vody, další přítoky

jsou tzv. spodní a využívají se při zimním sádkování. Centrální slovo sádek snižuje stres u ryb a jejich mechanické poranění (Pokorný, 2009).

2.6.2. Sádkování kaprů

Kapacita vody pro sádkování kaprů se vypočte tak, že množství ryb určených pro sádkování vydělíme hmotností ryb nasazovaných na 1m^3 . Kdy v chladném ročním období vycházíme z množství nasazených ryb pro dlouhodobé sádkování na hodnotu cca 33kg.m^3 . Při krátkodobém sádkování se množství nasazených ryb zvyšuje na $50 - 100\text{kg.m}^3$ v případě dobrých podmínek až 200kg.m^3 (Čítek a kol., 1998). Před samotným sádkováním kaprů je nutné ryby roztřídit podle kusové hmotnosti a typu ošupení. Obsádka sádkovaných kaprů se pohybuje v rozmezí od 60 do 120kg.m^3 . Obsádka sádkovaných kaprů je ovlivněna ročním obdobím, teplotou vody, dobou sádkování, množstvím přitékající vody a obsahu O_2 ve vodě (Pokorný a kol., 2004). Norma ČSN 466802 Sladkovodní tržní ryby - určuje minimální dobu sádkování ve dnech v závislosti na teplotě vody (viz. tab. č. 2).

Tab. č. 2. Minimální doba sádkování dle ČSN 466802

| Teplota vody (°C) | 0 až 5 | 6 až 10 | 11 až 15 | 16 až 20 | 21 až 25 | 26 až 30 |
|-------------------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Kapr | 4 | 3 | 2 | 1 | - | - |
| Pstruh | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 |

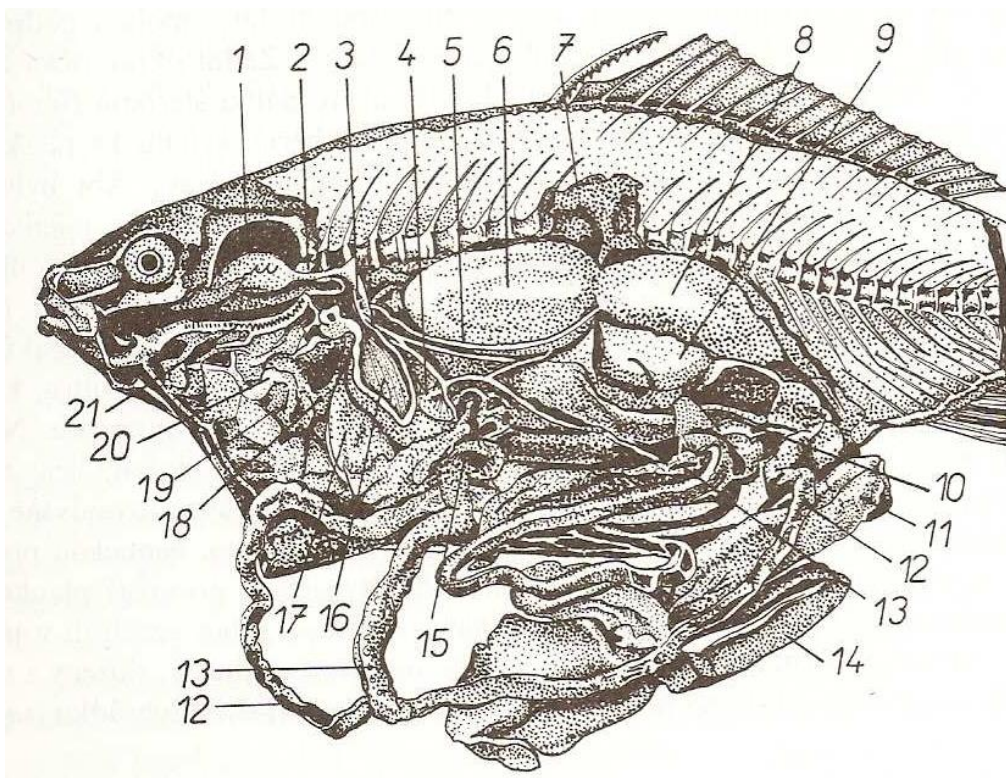
Vylehčení ryb během sádkování závisí na délce sádkování, teplotě vody, obsahu kyslíku ve vodě, proudění vody, manipulaci s rybami a obsahu tělního tuku ryb. Vylehčení ryb se zvyšuje se zvyšující se teplotou vody, nízkým obsahem kyslíku, velkým prouděním vody a nadměrnou manipulací ryb. Snižování ztrát na vylehčení ryb zamezíme úměrným nasazováním sádek, omezením střihu a tím i proudění vody, zajištěním optimálního kyslíkového režimu a zajištěním klidu v sádce během sádkování.

Tab. č. 3. Normativ ztrát za období sádkování v ČR

| Měsíc | Distribuční rybářské podniky | Ostatní rybářské podniky |
|-------|------------------------------|--------------------------|
| | Ztráta hmotnosti (%) | Ztráta hmotnosti (%) |
| 1. | 3 | 2,5 |
| 2. | 1,75 | 1 |
| 3. | 1,25 | 1 |
| 4. | 1,25 | 1,25 |
| 5. | 1,5 | 1,5 |

2.7. Fyziologie trávení u kapra

Trávicí soustava kapra umožňuje příjem a zpracování potravy, její štěpení na látky jednodušší, vstřebávání a využití organismem k zajištění základních životních funkcí jako je růst a rozmnožování (Dubský a kol., 2003). Plní také funkci odsunu balastních látek z těla. Trávicí soustava ryb má poměrně jednoduchou stavbu. Skládá se z ústního otvoru, ústní dutiny, hltanu, jícnu, žaludku (u kapra chybí), střeva a přídatných trávicích žláz – slinivka břišní a játra.



Obr. č. 2. *Situs viscerum* u kapra obecného (*Cyprinus carpio*) Podle Groteho a kol. (1909)

1. žaberní dutina, 2. rohovinová ploténka u požerákových zubů, 3. až 5. (*ductus pneumaticus*), 4. část jater, 6. kraniální část plynového měchýře, 7. lalok ledvin, 8. kaudální část plynového měchýře, 9., 11. a 14. gonády, 10. a 13. – játra s laloky, 12. střevní klička, 15. slezina, 16. žaludeční rozšíření střev, 17. část jater, 18. srdeční předsíň, 19. srdeční komora, 20. tepenný násadec, 21. žaberní oblouky.

Ústa (*rima oris*) - Vznikají z ektodermální ústní vklesliny. Jsou spodního postavení, jsou protraktilní (vysunovatelná), bez zubů a jsou opatřeny dvěma páry vousků. Jeden pár vousků je na horním rtu a i kratší, druhý pár delších vousků je na spodním rtu. Ústa jsou tvořena soustavou kostí prvního čelistního oblouku. Jejich pohyblivost zajišťují svaly úst a ústní dutiny (Bone a Moore, 2008).

Ústní dutina (*cavum oris*) - Vzniká z ektodermální ústní vklesliny. Přijatá potrava se v ústní dutině zbavuje vody a za pomoci slizu se posunuje dále do trávicího traktu. V ústní dutině nejsou slinnými žlázami produkovány sliny a tím nedochází v dutině ústní k enzymatickému trávení (Dubský a kol., 2003).

Hltan (*pharynx*) - Je vyztužen žaberními oblouky, kdy na pátém žaberním oblouku se nachází požerákové zuby, jsou těsně před jícnem proti patrové ploténce, kterými jsou schopny rozmělnovat a odvodňovat přijímanou potravu. Každý rok se obměňují. (Adámek a kol., 1989). Výstelku hltanu tvoří vícevrstevný epitel, pod ním je pojivová vrstva s příčně pruhovaným svalstvem.

Jícen (*esophagus*) - Svalstvo jícnu je příčně pruhované i hladké. Jícen je schopen značné roztažitelnosti. Jícen je krátká, široká trubice spojující hltan (*pharynx*) s žaludkovou rozšířeninou (*bulbus intestinalis*), dle potřeby se může rozšiřovat (Bone a Moore, 2008). Tvoří vstup do trávicí trubice. Sliznice je zřasená a krytá vícevrstevným epitelem. Jsou zde umístěny buňky produkující sliz umožňující lepší transport potravy (Smith a kol., 1989). Stěny jícnu jsou tvořeny hladkou a příčně pruhovanou svalovinou (Dubský a kol., 2003).

Žaludková rozšířenina (*bulbus intestinalis*) - Kapr nemá žaludek a tak se potrava z jícnu dostává přes žaludkovou rozšířeninu rovnou do střev. Žaludková rozšířenina nenahrazuje žaludek a neobsahuje pepsin ani kyselinu chlorovodíkovou napomáhající trávení potravy. Trávení potravy probíhá v neutrálním až zásaditém prostředí, prostřední je ovlivňováno žlučí (Jirásek a kol, 2005).

Střevo (*intestinum*) - Střevo u kapra je zavěšeno v peritoneálním vaku a tím je udržováno v normální poloze. Obsahuje minimální množství střevní mikroflóry, kdy v 1g střeva je $10^3 - 10^8$ bakterií což je nesrovnatelně méně než u vyšších obratlovců. U kapra byl zjištěn největší počet mikroorganismů v době aktivního příjmu potravy. Střevo se podle funkce rozděluje na přední (proximální) střední a zadní (distální) úseky. Proximální část umožňuje vstřebávání tuků, střední absorpci bílkovin a distální část je dlouhá jen 2 - 3cm a umožňuje iontovou výměnu s krví. Stěna střeva je tvořena ze tří vrstev. Na povrchu se nachází serózní vrstva tvořená peritoneem pod ní je vrstva s hladkou svalovinou, která umožňuje posun potravy a uvnitř střeva stěny je slizniční vrstva, která tvoří četné řasy. Pohyby střeva se nazývají peristaltické stahy. Délka střeva u kapra je 2,5 krát delší, než je délka těla. (Dubský a kol., 2003). Jednovrstevný epitel sliznice obsahuje mukosekreční buňky a enterocyty sloužící k vstřebávání živin (Grosell a kol. 2011).

Řítní otvor (*anus*) - Je vytvořen z ektodermu a uložen před řítní ploutví. Slouží k vyměšování nestrávených zbytků (Dubský a kol., 2003).

Játra (*hepar*) - Játra jsou největší a orgánově nejstarší přídatnou trávící žlázou. Vznikají jako výběžek spodní strany embryonálního střeva a dělí se na dvě části. U kapra se nachází mezi kličkami střev a jsou tvořena sedmi laloky, které obepínají kličky střeva. V játrech se tvoří žluč, která se vytváří rozkladem hemoglobinu, shromažďuje se ve žlučovém váčku (*vesica fellea*). Žluč aktivuje enzym lipázu a napomáhá trávení lipidů v procesu emulgace, využívá se při vylučování odpadních látek jako je železo, toxiny, močovina a kyselina žlučová. Obsahuje žlučová barviva bilirubin a biliverdin, která jí dávají zelenou až žlutozelenou barvu. Velikost jater v průběhu roku kolísá. Na podzim a před třením jsou větší v důsledku hromadění rezervních látek (glykogenu, tuků). Naopak po výtěru a na jaře jsou menší. Játra mívají obvykle tmavočervenou barvu. Játra se účastní metabolismu bílkovin tuků, sacharidů a produkují glykogen (Evans, 1998).

Slinivka břišní (*pankreas*) - Produkuje enzym trypsin trávící bílkoviny. Vzniká z výchlipek střeva, netvoří kompaktní orgán, její tkáň je rozptýlena v játrech a vytváří *hepatopankreas*. Tkáň slinivky tvoří endokrinní část, která produkuje hormon inzulin a exokrinní část produkující trávící enzymy. Pankreatické enzymy (trypsin, lipáza, amyláza)

jsou do střeva vylučovány žlučovodem společně se žlučí. Jako žláza s vnitřní sekrecí tvoří v okřscích endokrinní tkáň hormony inzulin a glukagon, které regulují hladinu cukru v krvi (Dubský a kol., 2003).

2.8. Metabolismus ryb

Mechanický proces trávení potravy u kapra

Okamžitě po nasátí potravy do úst dochází k jejímu zpracování. Proces začíná oddělováním vody, nestravitelných zbytků z potravy a rozmělnění potravy na co nejmenší částice, tím dojde k zvětšení plochy potravy, na kterou působí trávicí enzymy, dochází k rychlejšímu trávení. Rozmělnění potravy se docílí za pomoci požerákových zubů (Jobling, 1995). Trávení potravy je ovlivňováno její kvalitou a teplotou prostředí (Bone a Moore, 2008).

Chemický proces trávení u kapra

V ústní dutině ani v hltanu nejsou produkovány trávicí enzymy a dochází k trávení potravy až v žaludeční rozšířenině.

2.8.1. Metabolismus dusíkatých látek

U ryb se protein využívá k růstu a při nedostatku sacharidů a lipidů se využívá jako zdroj energie, důsledkem je pozastavení růstu (Craig a Helfrich, 2002). Mezi nejdůležitější dusíkaté látky pro ryby lze zařadit aminokyseliny a zvláště pak esenciální (nepostradatelné), které si ryby nedokáží syntetizovat. Jedná se o aminokyseliny: methionin, arginin, threonin, tryptofan, histidin, isoleucin, lysin, leucin, valin a fenylalanin. Proteiny se dělí na plnohodnotné, které obsahují všechny aminokyseliny, kdy se většinou jedná o proteiny živočišného původu a rostlinného původu to jsou neplnohodnotné proteiny. Proteiny jsou nejdůležitější složkou potravy pro růst a vývoj organismu (Guillaume a kol., 2001).

U kapra probíhá trávení bílkovin v přední části střeva a postupem směrem k zadním oddílům střeva proteolytická aktivita enzymů klesá. Významným podílem při trávení bílkovin tvoří autolytické enzymy, které se získávají z přirozené potravy ryb. Enzymy

trávicí proteiny jako jsou trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza a elastáza produkuje převážně slinivka břišní (Bone a Moore, 2008). Trávicí enzymy dosahují nejvyšší aktivity při neutrálním až slabě zásaditém pH. Trypsin je aktivován ve střevě enterokinázou a maximální enzymatické aktivity dosahuje při pH 8,2 – 8,8 u kapra. Stravitelnost proteinů je 80 – 95 %. (Billard a Gall, 1995). V zadní části střev se uplatňuje příjem větších bílkovinných makromolekul pinocytózou.

2.8.2. Metabolismus lipidů

Lipidy představují důležitou energetickou složku pro ryby v potravě ryb jsou obsaženy jako triglyceridy (neutrální tuky), fosfolipidy a estery cholesterolu. Neutrální tuky jsou emulgovány žlučí a štěpeny enzymem lipázou na monoglyceridy, na glycerol a vyšší mastné kyseliny (Evans, 1998). Enzym lipáza je produkován střevní sliznicí a obsažen v pankreatické šťávě začíná fungovat až v přítomnosti kolipázy. Rychlost trávení je ovlivněna hodnotami pH, množstvím autolytických enzymů přijatých z přirozené potravy a délkou řetězce mastné kyseliny. Optimální pH pro působení lipázy je v rozmezí hodnot 8,4 až 8,7. Trávení lipidů je pomalý proces trvající déle jak deset hodin. Trávení probíhá v přední části střev (Dubský a kol., 2003).

Stravitelnost tuků je vysoká a pohybuje se okolo 90 až 95 %. Relativní stravitelnost lipidů závisí na jejich původu a bodu tání. Čím vyšší je bod tání tím jsou lipidy pro ryby méně stravitelné. Koeficient stravitelnosti je přímo úměrný délce řetězce a nenasycenosti mastné kyseliny. V tenkém střevě dochází k emulgaci tuků z důvodu přítomnosti solí žlučových kyselin, lipáz a lecitinu. Jednotlivé složky lipidů se uvolňují v kartáčkovém lemu tenkého střeva dále postupují přes buněčnou membránu do enterocytů. Štěpením lipidů v játrech dochází k uvolnění mastných kyselin, které jsou následně využity na resyntézu lipidů nebo jsou oxidovány. Syntetizované lipidy se ukládají v tukových tkáních. Ukládání tuku je specifické pro jednotlivé druhy ryb. Jako zdroj energie slouží volné mastné kyseliny, které jsou transportovány krví do tkání (Guillaume a kol., 2001).

2.8.3. Metabolismus sacharidů

Přijímané sacharidy u ryb rozdělujeme na: monosacharidy (glukóza, galaktóza a fruktóza) disacharidy (maltóza, sacharóza, laktóza), polysacharidy (škrob, celulóza, hemicelulóza a pentóza). Lehce stravitelné pro kapra jsou sacharidy obsažené v obilovinách. Trávení sacharidů probíhá především v zadní části střev. Stravitelnost klesá se složitější stavbou sacharidů. Např. glukóza je strávena z 99 %, polysacharidy jako je škrob je tráven jen ze 40%. U ryb je uváděna poměrně velmi špatná schopnost trávit celulózu, a to z důvodů malé prostornosti zažívacího ústrojí a často nevhodných teplot při trávení. Stravitelnost vlákniny u kaprovitých ryb je do 6%. Energetická hodnota sacharidů je 17 kJ.g⁻¹. Při nadměrném přísunu sacharidů je v játrech syntetizován zásobní polysacharid glykogen. Glykogen se ukládá v hepatopankreatu a játrech ve formě glykogenových rezerv (Dubský a kol., 2003).

Energetická hodnota sacharidů je 17 kJ.g⁻¹. Trávení sacharidů probíhá ve střevech pomocí enzymů amylázy, která je produkována slinivkou břišní a v distální části střevní sliznice. U kapra obecného a herbivorních druhů ryb se dále využívá enzymu maltázy. Ve formě glykogenu se ukládají sacharidy u ryb a v případě energetického deficitu se mobilizuje. Produkce amylytických enzymů je zajišťována exokrinní tkání pankreatu. Trávení pomocí enzymu amylázy je u všežravých druhů ryb několikanásobně vyšší než je tomu u dravých ryb (Moyle a Cech, 2004). Chitin obsažený u hmyzu je u kapra tráven ve střevní sliznici.

2.9. Hladovění

Hladovění je způsobeno nedostatkem energie potřebné pro udržení dobrého zdravotního stavu a vývoje organismu. Z hlediska délky trvání se hladovění dělí na krátkodobé a dlouhodobé. Krátkodobé hladovění neovlivňuje metabolismus ryb ani nedochází k závažným stresovým situacím. Je to součástí přirozeného života ryb (Leonard a McCormick, 1999). Naopak dlouhodobé hladovění u ryb způsobuje stresovou zátěž, která je ovlivněna délkou doby hladovění a okolním prostředím zejména teplotou vody. Čím vyšší teplota, tím jsou rychlejší metabolické pochody v těle ryb, které způsobují při nedostatku potravy hladovění (Rodgers a kol., 1992). Ryby jsou oproti savcům a ptákům schopnější odolávat hladovění vzhledem k tomu, že jsou studenokrevní (poikilotermní) živočichové (Hubert a kol., 2000), proto mají také nižší nároky na správnou funkci metabolismu z hlediska neudržování stálé tělesné teploty (Huisin a kol., 2006).

Ryby na hladovění reagují několika odpověďmi: chováním a na úrovni fyziologické, biochemické a molekulární (Wang a kol., 2006). Pankreatické hormony inzulin a glukagon odpovídají na hladovění prostřednictvím glykolýzy, glukoneogeneze a lipolýzy (Sundby a kol., 1991). Jako rychlý zdroj energie ryb při hladovění slouží glykogen, který je hlavním energetickým zdrojem pro základní metabolismus ryb (De Boeck a kol., 2006), v průběhu hladovění dochází k redukci zásob glykogenu ve slinivce břišní (Blasco a kol., 1992). Glykogen je energetická rezerva a jeho rezervy dosahují až 10 % hmotnost hepatopankreatu (Stevens, 2005). Díky této rezervě vydrží na řadu týdnů hladovění, naopak třeba u savců je glykogen vyčerpán již po dvou dnech hladovění (Jirásek a kol., 2005). Po vyčerpání zásob glykogenu dochází k odčerpání proteinů obsažených v játrech ryb, mobilizací glykogenu dojde ke snížení hepatosomatického indexu (Blasco a kol., 1992). V poslední řadě může kapr využít syntézu bílkovin obsaženou ve svalovině Zhang a kol., (2012).

Hladovění ryb je rozděleno do dvou fází. Během těchto fází dojde nejdříve k trávení sacharidů a následné trávení lipidů (Bertile a kol., 2003). Počáteční fáze hladovění zahrnuje transport metabolitů, glukózy a volných mastných kyselin jako hlavních energetických substrátů a následné snížení energie (glykogen), zatímco druhá fáze zahrnuje snížení hmotnosti ryb a následné zvýšení katabolismu proteinů a tuků v těle ryb (Farbridge a Leatherland, 1992).

Při dlouhodobém nedostatku potravy dochází k výraznému poklesu tělesného tuku (Takeuchi a Watanabe, 1982; Takeuchi a kol., 1987) a ke snížení obsahu mastných kyselin v těle ryb (Shikata a Shimeno, 1997), snižuje se somatický růst, hladina myostatinu mRNA a naopak stoupá hladina kortizolu (McPharron., 1999), zvýší se glykémie a sníží množství mastných kyselin v krvi (Mizuno a kol., 1996), poklesne hladina leptinu v tukových tkáních (Trayhurn a kol., 1995), leptin je prvním objeveným adipokinem. Jeho hlavním úkolem je adaptace organismu na hladovění. Je to bílkovina tvořená v tukových buňkách. Leptin je nově objevený hormon který reguluje množství tuku v těle ryb (Zhang, 1994), jeho produkce je ovlivněna množstvím a kvalitou přijaté potravy (Johnson a kol., 2000). Důležitým faktorem při hladovění je správná funkce trávicích enzymů, které ovlivňují mobilizaci glukózy a volných mastných kyselin. Mezi tyto enzymy patří glykogen a pyruvát kinázy (Shimeno a kol., 1997). Aktivita enzymu amylázy během hladovění klesá (Gisbert a kol., 2009).

Adaptace ryb na hladovění spočívá v regulaci metabolismu za pomoci endokrinního systému (Brett a Groves, 1979). Ryby snižují svoji velikost a funkci trávicího ústrojí z hlediska úspory energie (Binner a kol., 2008). Dokáží změnit plochu střeva změnou velikosti střevních přehybů (German a kol., 2010). Zkrácení délky střevních záhybů má za následek snížení absorpční kapacity (German a kol., 2010). Změny během příjmu potravy poukazují na poruchy slinivky a intracelulárního trávení, důsledkem jsou metabolické poruchy (Ostaszewska a kol., 2010). Ryby s žaludkem při nedostatku potravy posílí stravitelnost bílkovin a tím se adaptují na nedostatek potravy (Hofer a kol., 1982).

3. Materiál a metodika

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit změny v obsahu jednotlivých látek ukazující na změny hodnot welfare v důsledku sádkování ryb a změny pozorované na rybách z hlediska sádkování. Byl měřen obsah glukózy v krvi. Dále byly zkoumány délkohmotnostní ukazatele, vylehčení a úbytek tuku u ryb. Pokus byl prováděn v Českých Budějovicích na pozemcích Jihočeské Univerzity fakulty rybářství a ochrany vod. Samotný experiment probíhal po dobu 43 dní v pokusných plastových nádržích o objemu 600 litrů. Sledovanou rybou byl kapr obecný (*Cyprinus carpio*), který byl chován na rybníce Okrouhlice ve Vodňanech byl krmen ječmenem. Ryby o hmotnosti do 2,5kg byly nasazeny 24.10.2012 do třech nádržích po 10ks s označením 1 - 3 o objemu nádrže 600l. Ryby o hmotnosti nad 2,5kg byly nasazeny 1.11.2012 do třech nádrží s označením 4 - 6 o objemu 600l. Před nasazením byly ryby očipovány, zváženy, změřeny (obvod těla a délka těla) a také byl fatmetrem změřen tuk u ryb, dále bylo provedeno měření chemismu vody v nádržích (teplota, pH, obsah O₂ a turbidita), tyto měření ryb byly dále prováděny jedenkrát do týdne a měření chemismu vody bylo prováděno třikrát v týdnu (pondělí, středa, pátek). Měřil se obvod těla ryb měřený před prvním hřbetním paprskem, délka těla ryb měřena od rypce hlavy ryb až po konec ocasního násadce za použití měřicí desky, hmotnost ryb za pomoci digitální váhy s přesností na ± 5 gramů obsah tuku u ryb měřený fatmetrem Distell Fishfatmeter typ FM 692 na čtyřech místech viz obr. a odběr krve s ocasního násadce pro měření hodnot glukózy. Měřením ryb byl zjišťován pokles obsahu tuku a úbytek na hmotnosti ryb v důsledku hladovění jednotlivých ryb. Chemismus vody v nádržích byl měřen před výměnou vody třikrát v týdnu (pondělí, středa, pátek) vždy ve stejnou hodinu jako při předchozím měření. Měřilo se: pH, teplota obsah kyslíku a turbidita. Turbidita se měřila vždy před a po výměně vody v jednotlivých nádržích. Výměna vody v nádržích probíhala vždy při lovení ryb jeden krát za týden. Naměřené hodnoty chemismu vody jsou jedny z nejdůležitějších ukazatelů v metabolických procesech u ryb. Po skončení pokusu sádkování byly ryby vyloveny a zpracovány na zpracovně z hlediska zjištění jejich výtěžnosti.

3.1. Sledované parametry

3.1.1. Délkohmotnostní ukazatele

Z těchto ukazatelů se měřila délka těla, obvod těla a hmotnost ryb.

Délka těla (DT) - měří se vzdálenost od hrotu rypce až po konec ošupení ocasního násadce. Parametry délky byly měřeny za pomoci měrné desky, zaznamenány jsou v milimetrech.

Obvod těla (OT) - Měří se v nejvyšším místě těla ryby u kapra obecného (*Cyprinus carpio*) to je těsně před bází hřbetní ploutve ventrálním směrem kolem těla. Nejlepší hodnoty obvodového ukazatele jsou nejbližší kolem 1 (Urbánek, 2009).

Hmotnost ryb (m) - Měří se za pomoci digitálních vah v gramech s přesností ± 5 gramů.

3.1.2. Kondiční a exteriérové ukazatele

Pro zhodnocení kondice a exteriéru byly použity dva vzorce: Fultonův koeficient vyživenosti (FK) a ukazatel obvodový (UO).

Fultonův koeficient vyživenosti: $FK = (m / DT^3) * 100$

m- hmotnost (g)

DT- délka těla ryby (cm)

Ukazatel obvodový : $UO = DT/OT$

DT- délka těla ryby

OT- obvod těla ryby

3.1.3. Ukazatele růstu ryb

Za pomoci těchto vzorečků se sledoval stav hubnutí ryb.

SGR (Specific Growth Rate) - vyjadřující procentický denní přírůstek průměrné hmotnosti jednotlivých ryb vztahované za určité období.

$$\text{SGR} = [(\ln w_t - \ln w_o) \cdot t^{-1}] \cdot 100 \quad [\% \cdot \text{den}^{-1}]$$

w_t - hmotnost ryby na konci sledovaného období

w_o - hmotnost ryby na začátku sledovaného období

t - počet dní

RGR (Relative Growth Rate) - relativní přírůstek ryb za sledované období vztahovaný k počáteční hmotnosti ryb.

$$\text{RGR} = 100 \cdot (w_t - w_o) \cdot w_o^{-1} \quad [\%]$$

w_t - hmotnost ryby na konci sledovaného období

w_o - hmotnost ryby na začátku sledovaného období

3.1.4. Stanovení obsahu tuku ve svalovině kaprů

Obsah tuku ve svalovině ryb byl stanoven ručním přístrojem fatmeterem Distell Fishfatmeter typ FM 692. Přístroj umožnil stanovení tuku na živých rybách. Přístroj používá mikropásmový senzor, který je citlivý na obsah vody ve vzorku. Používá uložená kalibrační data, které senzor převede do uložiště dat a zobrazí procentuální obsah tuku ve svalovině ryb.

3.1.5. Stanovení laktátu v krvi ryb

Během pokusu se měřila hladina laktátu v krvi ve všech nádržích u vybraných ryb jedenkrát týdně, z každé nádrže minimálně dvě ryby. Jedná se o enzymaticko-ampérometrické stanovení laktátu v čerstvé kapilární krvi. Odběr krve byl proveden tak, že ventrální část trupu byla volně přístupná. Na ventrální straně ocasního násadce, kaudálně od řitní ploutve byla vyjmuta šupina. Po osušení místa byla kaudálně od řitní ploutve zavedena injekční jehla ve střední rovině pod úhlem 45°. Použity byly jednorázové injekční stříkačky. Jehla byla zavedena přes odpor svaloviny do ocasní žíly, kdy došlo úniku krve z žíly do stříkačky. Po odebrání krve se z injekční stříkačky aplikuje krev na testovací proužky. Minimální množství krve je 0,5 μl . Testovací proužek s krví se vloží do přenosného měřiče laktátu přístroj změří obsah laktátu v $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

3.1.6. Chemicko-fyzikální vlastnosti vody

Během experimentu byly sledovány fyzikálně - chemické parametry vody (teplota, obsah rozpuštěného kyslíku a pH). Měření probíhalo ve stejných ranních hodinách jako při předchozím měření. Ke sledování těchto parametrů se používal oxymetr MKT 44 A INSA s vedlejší sondou na měření pH a teploty.

Průběh chemicko - fyzikálních vlastností vody znázorňují grafy č.9, 10, 11.

4. Výsledky

4.1. Vývoj průměrné hmotnosti ryb v pokusných nádržích

V nádržích č.1 - 3 byly ryby s hmotností do 2,5kg. Průměrná hmotnost 10ks nasazených ryb v nádrži č.1 byla $2164 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$, v nádrži č.2 byla $2149 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$ a v nádrži č.3 byla $2127 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$. V nádržích č.4 - 6 byly ryby s hmotností nad 2,5kg. Průměrná hmotnost 10ks nasazených ryb v nádrži č.4 byla $3806 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$, v nádrži č.5 byla $3915 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$ a v nádrži č.6 byla $4058 \pm 5 \text{ g.ind.}^{-1}$. Úbytek na hmotnosti ryb během jednotlivých měření byl zaznamenán ve všech nádržích. Vývoj hmotností v jednotlivých nádržích je uvedeno v tab. č.4.

Tab. č. 4. Vývoj hmotností v jednotlivých nádržích během sádkování

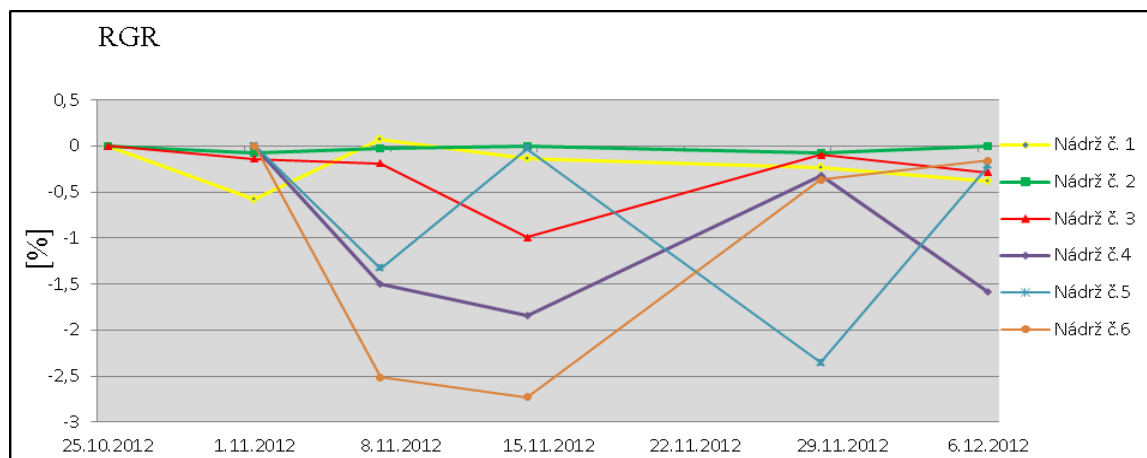
| Nádrž | Wo- 25.10. | Wt-1.11. | Wt- 7.11. | Wt- 14.11. | Wt- 28.11. | Wt-6.12. |
|-------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|
| 1 | 2164 | 2157 | 2153 | 2150 | 2145 | 2137 |
| 2 | 2149 | 2147,5 | 2147 | 2147 | 2132 | 2132 |
| 3 | 2127 | 2124 | 2120 | 2099 | 2097 | 2091 |
| | X | Wo- 1.11. | Wt- 7.11. | Wt- 14.11. | Wt- 28.11. | Wt-6.12. |
| 4 | X | 3806 | 3749 | 3680 | 3668 | 3610 |
| 5 | X | 3915 | 3863 | 3862 | 3771 | 3763 |
| 6 | X | 4058 | 3956 | 3848 | 3834 | 3828 |

Wo- hmotnost ryb při nasazení k určitému datu (g)

Wt- hmotnost ryb při měření k určitému datu (g)

4.2. Relativní denní přírůstek (RGR - Relative Growth Rate)

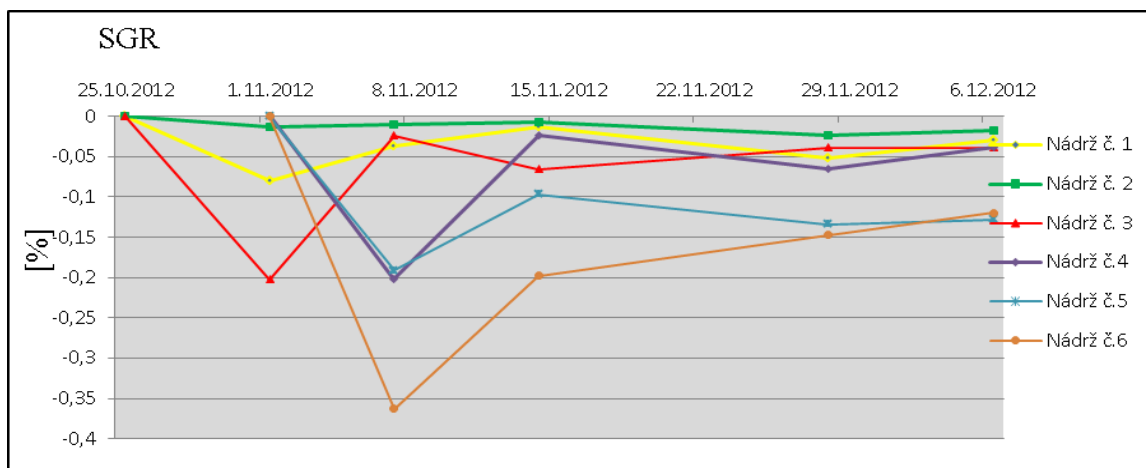
Patří mezi růstové ukazatele. Hodnotí relativní denní přírůstek.



Graf č. 1. Hodnoty RGR

4.3. Specifická rychlost růstu (SGR - Specific Growth Rate)

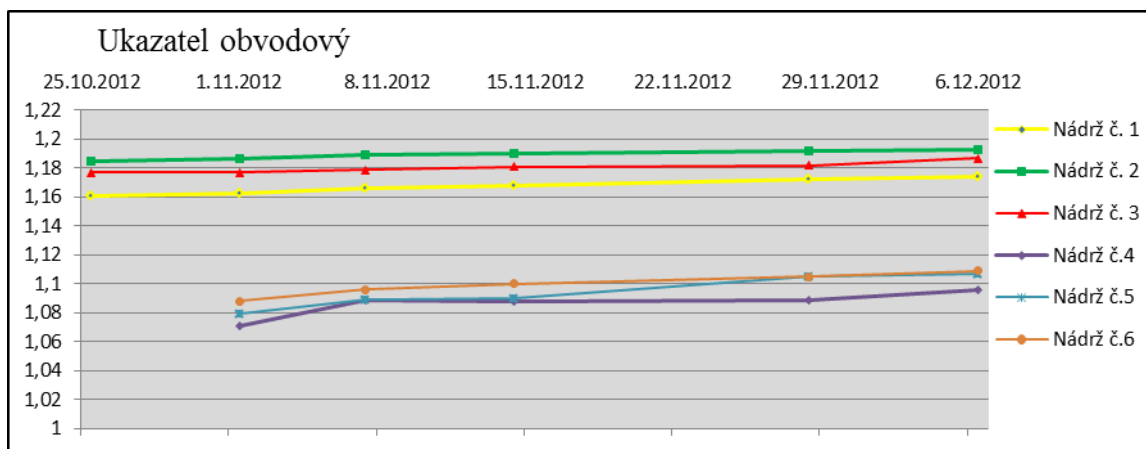
Vyjadřuje procentický denní přírůstek hmotnosti vztahený k průměrné hmotnosti za sledované období. Na začátku pokusu byly hodnoty SGR vypočteny pro jednotlivé nádrže a porovnány v grafu č.2. s hodnotami mezi jednotlivými měřeními.



Graf č. 2. Hodnoty SGR

4.4. Ukazatel obvodový (UO)

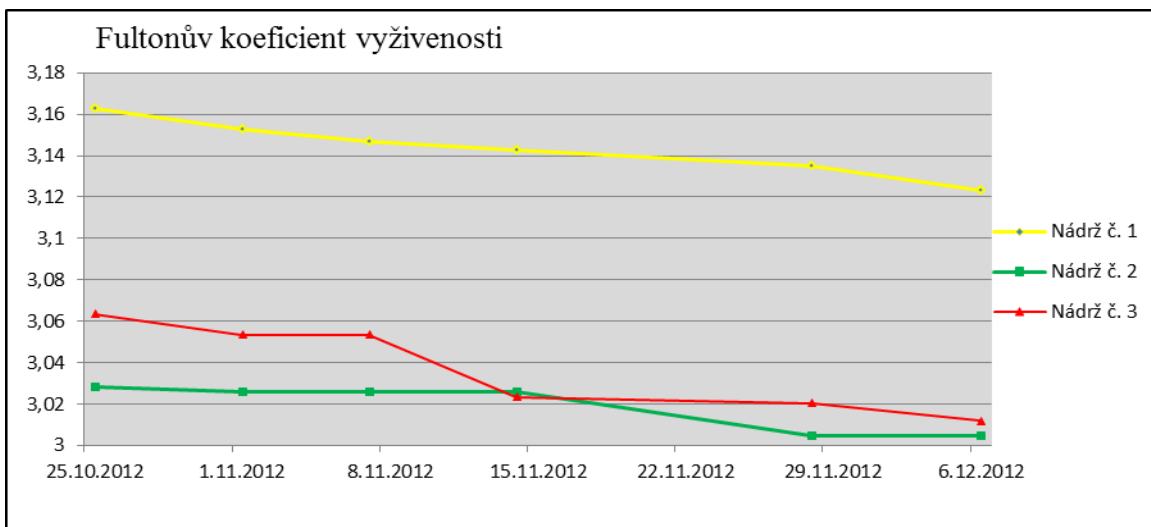
Ukazatel obvodový se využívá k vyhodnocení kondice ryb. Optimální hodnot obvodového ukazatele se rovná 1. Čím vyšší je číslo tím se ryba považuje za nízkou, protáhlou, dlouhou stavbou těla a naopak (Urbánek, 2009). Průměrné hodnoty UO ryb při nasazení ryb a při každém dalším měření jsou zaznamenány v grafu č.3.



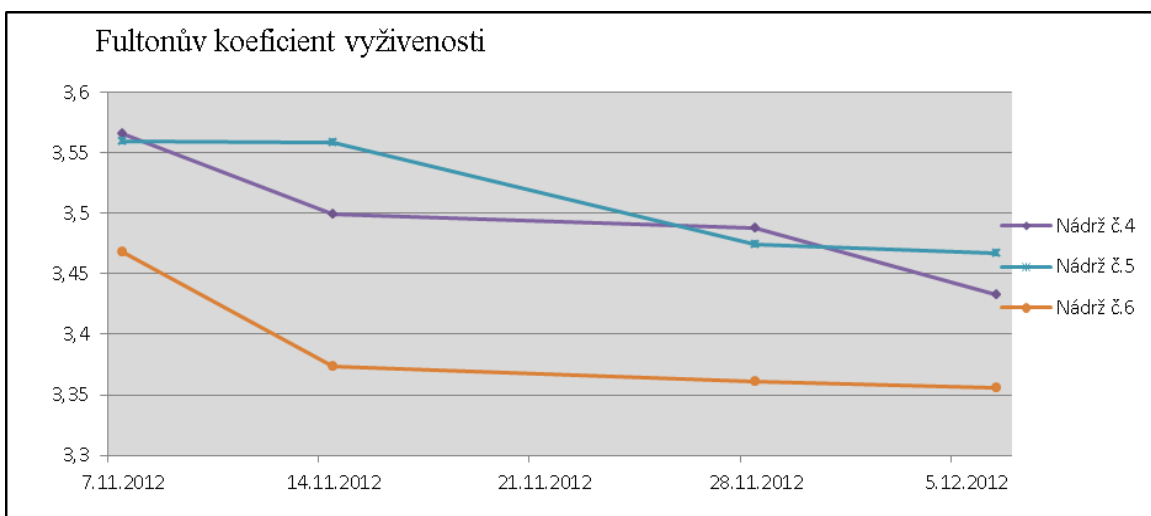
Graf č. 3. Naměřené hodnoty obvodového ukazatele

4.5. Fultonův koeficient (FK)

Hodnota Fultonova koeficientu by měla být kolem hodnoty 2,8 (Urbánek, 2009). Hodnoty FK jsou znázorněny v grafech č.4 a č.5, kde je porovnáván FK na začátku pokusu u ryb před nasazením a na konci u ryb při závěrečném vylovení.



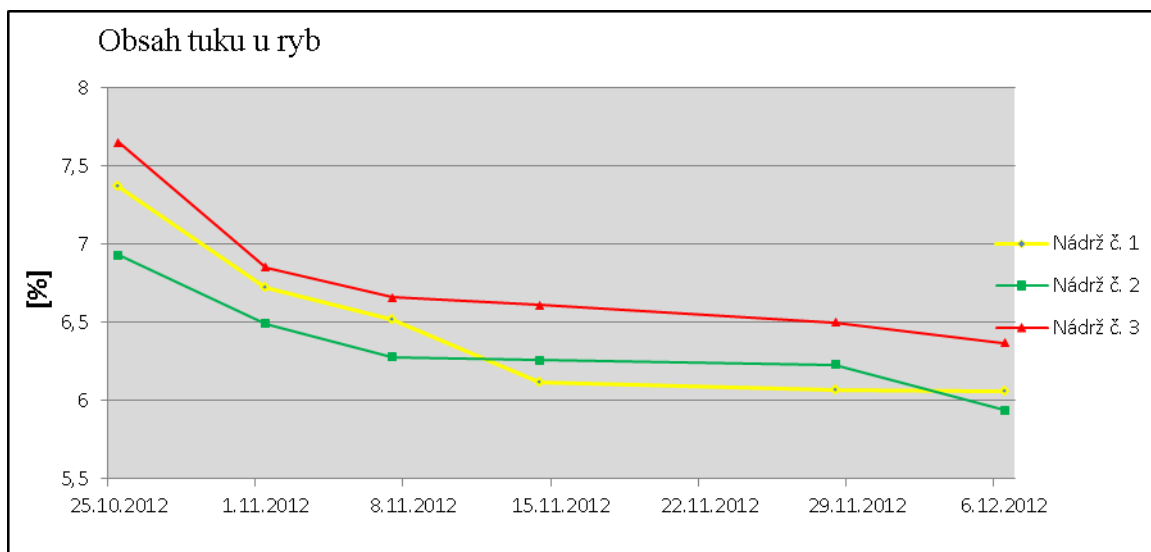
Graf č. 4. Hodnoty FK u ryb v nádržích č. 1 - 3



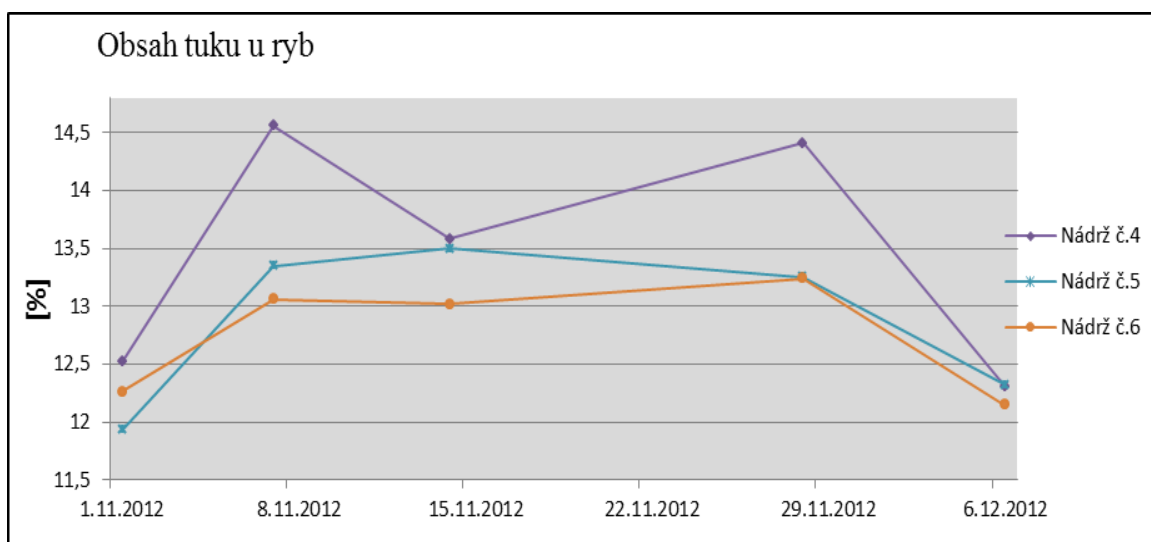
Graf č. 5. Hodnoty FK u ryb v nádržích č. 4 - 6

4.6. Obsah tuku ve svalovině kaprů

Ryby o hmotnosti do 2,5kg v nádržích č.1 - 3 vykazovaly úbytek tělesného tuku u všech ryb po dobu 43 dní. Úbytek tuku u ryb v nádržích č.1 - 3 je znázorněn v grafu č.6. Naopak ryby s hmotností převyšující 2,5kg nasazené v nádrži č.4 - 6 vykazovaly u nádrží č.4 a 6 úbytek tuku a v nádrži č. 5 vykazovaly nárůst tělesného tuku. Nárůst tuku při sádkování potvrdil ve svých pokusech i Wathne v roce 1995.



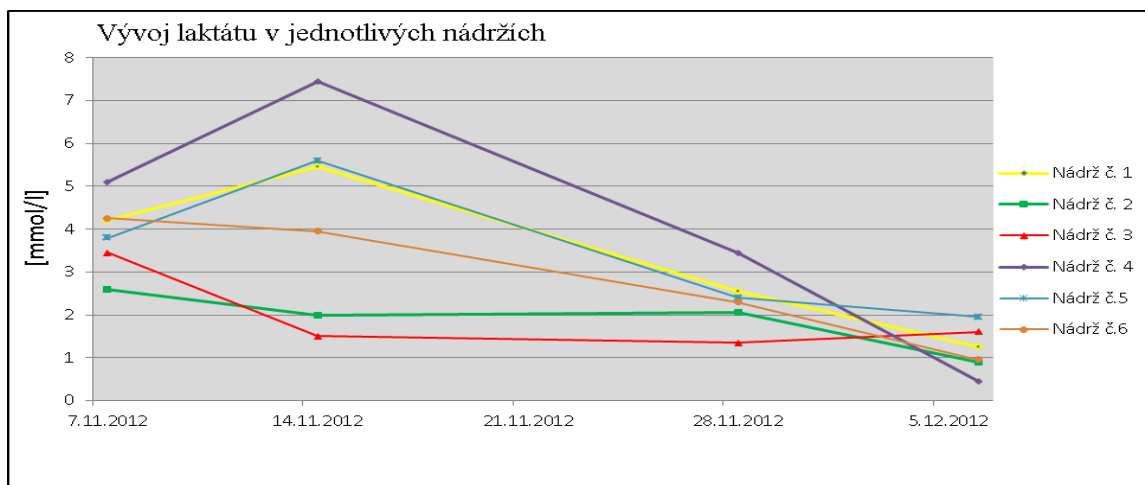
Graf č. 6. Hodnoty tuku ve svalovině ryb v nádržích č.1 - 3



Graf č. 7. Hodnoty tuku ve svalovině ryb v nádržích č.4 - 6

4.7. Laktát v krvi ryb

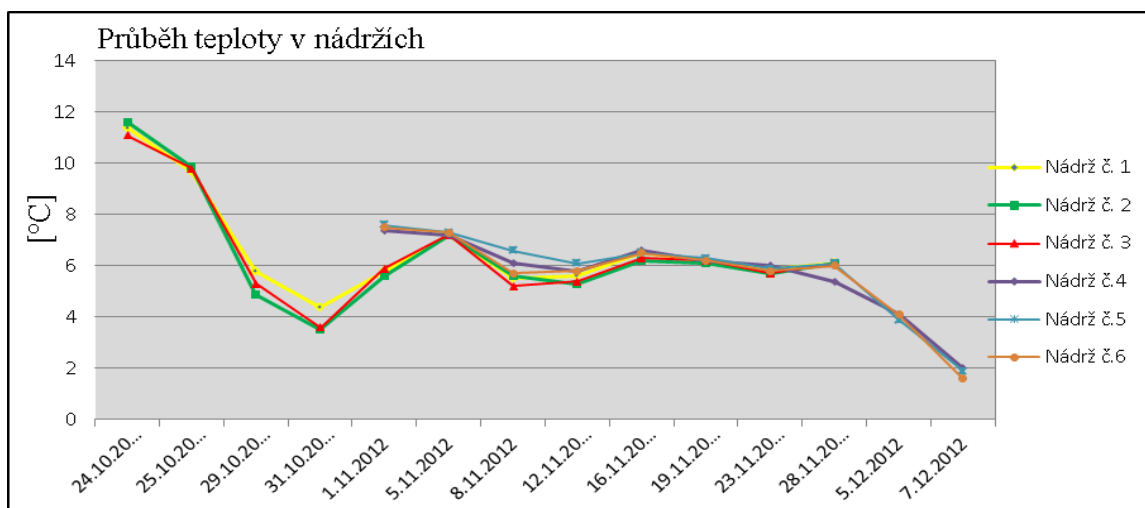
Obsah laktátu v krvi ryb při nasazení byl v rozmezí od 1,9 do 6,1 mmol·l⁻¹ a při posledním měření se hodnoty laktátu pohybovali v rozmezí od 0,4 do 3 mmol·l⁻¹.



Graf č. 8. Hodnoty laktátu v krvi

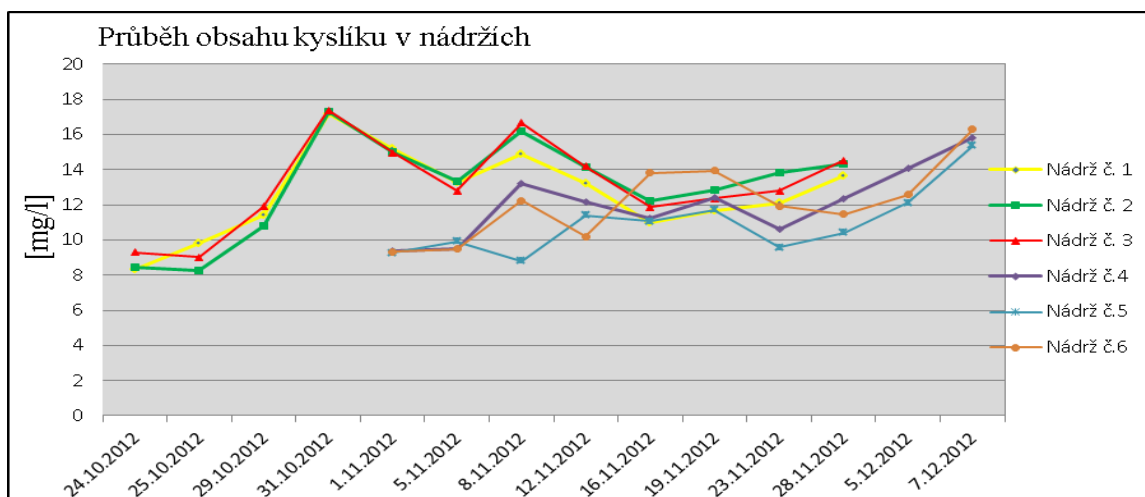
4.8. Fyzikálně - chemické vlastnosti vody

Teplota- Pokus probíhal na podzim a tím se i měnily teploty vody. Kapr patří do eurytermních druhů ryb a tak kolísání teploty zásadně neovlivňovalo pokus. Nejvyšší zaznamenaná teplota byla 25.10.2012 v nádrži č.2 s hodnotou 11,6°C a naopak nejnižší zaznamenaná teplota byla 7.12.2012 v nádrži č.6 s hodnotou 1,6°C.



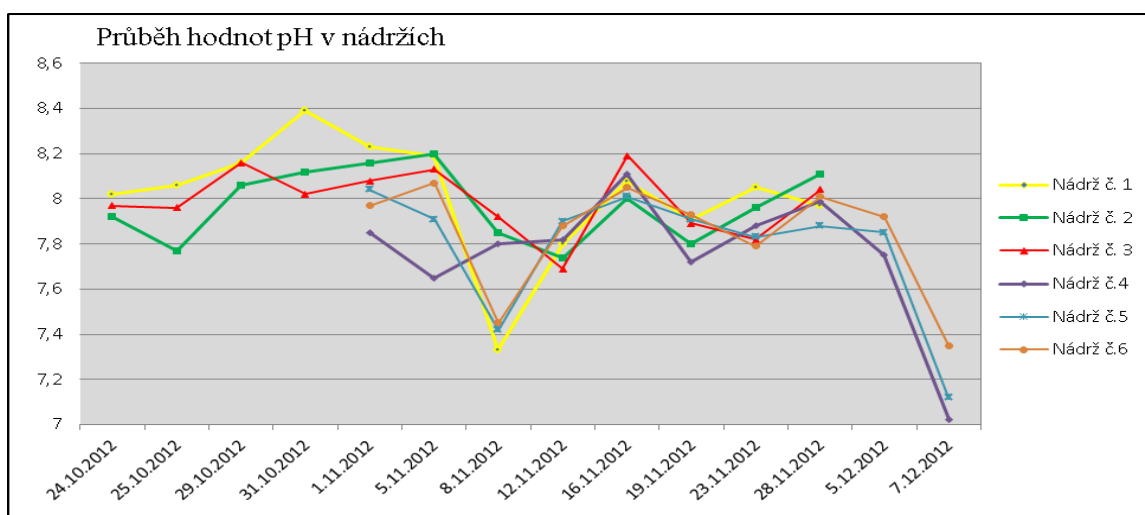
Graf č. 9. Průběh teploty v nádržích

Obsah kyslíku ve vodě - V průběhu pokusu nedošlo k výraznému kolísání obsahu kyslíku ani ke kyslíkovému deficitu. Nejvyšší zaznamenaný obsah rozpuštěného kyslíku byl 31.10.2012 v nádrži č.3 s hodnotou $17,39\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a naopak nejnižší zaznamenaná hodnota byla 25.10.2012 v nádrži č.2 s hodnotou $8,23\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.



Graf č. 10. Obsah kyslíku ve vodě v nádržích

pH - Během sádkování byly hodnoty pH optimální pro chov ryb. V žádné z experimentálních nádržích nedošlo k výraznému kolísání pH a proto nedošlo k nepříznivému ovlivnění výsledků vůči hodnotám pH. Nejvyšší zaznamenaná teplota byla 31.10.2012 v nádrži č.1 s hodnotou 8,39 a naopak nejnižší zaznamenaná hodnota pH byla 7.12.2012 v nádrži č.4 s hodnotou 7,02.



Graf č. 11. Hodnoty pH ve vodě v nádržích

5. Diskuse

Délka těla ryb oproti obvodu těla ryb se během experimentu nezměnila. Potvrzuje to i Lie a Huse (1992), který zkoumal délku těla ryb během hladovění po dobu 35 - 58 dní. Ostatní tělesné ukazatele odpovídají názoru, že hladovění u ryb způsobuje hubnutí ryb a úbytek tělesného tuku v těle ryb (Koteng, 1992). Rychlost metabolismu a spotřeby energie je přímo úměrná teplotě vody (Cho a Bureau, 1995). Ztráty na hmotnosti ryb během hladovění byly zaznamenány ve všech nádržích a byly by ještě větší kdyby pokus probíhal v teplejším období, kdy dochází vlivem vysokých teplot ke zvýšení energetických výdajů, funkcí metabolismu a udržení všech základních životních funkcí (Smith, 1989). Nejvyšší ztráty na hmotnosti ryb během hladovění byly zaznamenány při prvních dvou týdnech pokusu, došlo k vyprázdnění obsahu zažívadel. Potvrzuje to i Palmeri a kol. (2008), kdy pozorovali ztrátu hmotnosti u ryb během 40 dní a zjistili, že největší úbytek hmotnosti byl při prvních dvou týdnech, kdy došlo k vyprázdnění zažívadel. Snížení hmotnosti ryb během jejich pokusu byl zaznamenán kolem 4 %. Proces ztráty hmotnosti u ryb při pokusu korespondují s pokusy popsány podle Lie a Huse (1992). Při pokusu nebyl prokázán markantní rozdíl při poklesu tuku u ryb během hladovění, které trvalo max. 43 dní, popisují Quinton a Blake (1990), kteří zaznamenali, že ryby více využívají svých tělesných zásob tuku až po 56. dni hladovění při srovnatelné teplotě s našimi podmínkami. Cowey a Walton, (1989) popisují, že úbytek tuku probíhá nejdříve v játrech a ostatních orgánech než ve svalovině, nicméně nemám žádný důkaz o této studii z mého pokusu. U skupiny do 2,5kg byl u všech ryb zaznamenán úbytek tělesného tuku, ale u skupiny ryb nad 2,5kg byl u jedné nádrže zaznamenán nárůst tělesného tuku oproti obsahu tuku při nasazení. Vyplývá to z toho, že ryby v této skupině byly větší, měly vysoký obsah tuku již při nasazení a po dobu pokusu byla nízká teplota vody. Tuto skutečnost potvrdil (Wathne, 1995) při zkoumání ryb během hladovění. Hung a kol., (1997) zjistil při svém pokusu, že během 30 dní hladovění došlo u jesetera bílého (*Acipenser transmontanus*) k výraznému nárůstu viscerálního tuku. U kapra obecného (*Cyprinus carpio*) tuto skutečnost zjistil (Böhm a kol., 1994). Proto při pokusu o úmyslné snižování tuku v těle ryb v praxi Lie a Huse (1992) uvedli, že dle jejich dřívějších experimentů při zkoumání zimního hladovění na obsah tuku v těle ryb by byla tato metoda nejistá a časově náročná.

Z hlediska obsahu laktátu v krevní plazmě došlo k prvotnímu zvýšení a po dvou týdnech došlo ke snížení u všech ryb ve všech nádržích. Snížení koncentrace laktát dehydrogenázy poukazuje na změny metabolismu tj. katabolismus glykogenu a glukózy a posun směrem k tvorbě laktátu u ryb během stresové zátěže, především ve svalovině. Tato tvrzení se shodují s výsledky Mekkawy a kol. (1996), který pozoroval nárůst v koncentraci hladiny glukózy a signifikantní snížení celkových proteinů u *Oreochromis niloticus*. Ruane a kol., (2001) uvádí, že při jakákoliv manipulaci s rybami dojde ke stresové zátěži a tím dochází ke zvýšení plazmatické hladiny kortizolu, glukózy a laktátu v krvi ryb. Nejvyšší úroveň hladiny laktátu jsem zaznamenal v prvním týdnu sádkování.

6. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem sledoval vliv sádkování na welfare ryb a pokusil jsem se charakterizovat danou problematiku v literárním přehledu. K experimentu byl využit kapr obecný (*Cyprinus carpio*). Z hlediska welfare ryb byl posuzován obsah laktátu v kapilární krvi, z produkčního hlediska byly porovnávány produkční ukazatele v průběhu sádkování.

Během pokusu sádkování v Českých Budějovicích od října do prosince r. 2012 bylo prováděno měření délkohmotnostních ukazatelů, produkčních ukazatelů, obsah tuku ve svalovině ryb, obsah laktátu v kapilární krvi ryb a chemismus vody.

Z výsledků vyplývá, že během dlouhodobého sádkování dochází k produkčním ztrátám a negativnímu ovlivnění welfare ryb. Poukazují na to výsledky naměřeného laktátu v kapilární krvi, kdy došlo ke zvýšení v prvním týdnu z důvodu zlepšení životních podmínek oproti vylovení a transportu ryb z hlediska stresové situace, později došlo ke snížení laktátu v kapilární krvi u všech skupin ryb. Délkohmotnostní, kondiční, exteriérové ukazatele a ukazatele růstu ryb byly ovlivněny z důvodu toho, že rybám během pokusu nebyla předkládána žádná potrava, tím došlo k hubnutí ryb a snížení obvodu těla ryb. Obsah tuku ve svalovině ryb klesl v pěti ze šesti nádrží. U jedné skupiny ryb došlo ke zvýšení nárůstu viscerálního tuku z důvodu velikosti ryb, nízké teplotě vody a délce trvání pokusu.

7. Seznam použité literatury

1. ADÁMEK, Z., JIRÁSEK, J., KRAUPAER, V., 1989: Rybářství a ochrana vod. VŠZ Praha, 122 s.
2. AGRO WEB CZECH REPUBLIC CEE [online]. © Agro Web Working Group 1998-2009 [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.agrowebcee.net>>. [web]
3. ASHLEY, P. J. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*. 2007, vol. 104, iss. 3-4, s. 199-235.
4. BARRY, T. P., LAPP, A.F., KAYES, T. B., MALISON, J. A. 1993: Validation of microtitreplate ELISA for measuring cortisol in fish and comparison of stress response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Aquaculture* 117: 351-363
5. BARTON, B. A., PETER, R. E. 1982: Plasma cortisol stress response in fingerling rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, to various transport conditions, anesthesia, and cold shock. *J. Fish. Biol.* 20: 39-51
6. BARTON, B. A., PETER, R. E., PAULENCU, CH. R. 1980: Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at rest, and smoltification in Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 59: 468-471
7. BARTON, B. A., SCHRECK, C. B., EWING, R. D., HEMMINGSEN, A. R., PATTINO, R. 1985: Changes in plasma cortisol during stress and smoltification in Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 59: 468-471
8. BERNOTH, E.M., 1991. Intensive culture of fresh water fish. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 98, 312–316.
9. BERTILE F, OUDART H, CRISCUOLO F, MAHO YL, RACLOT T 2003 Hypothalamic gene expression in long-term fasted rats: relationship with body fat. *Biochem Biophys Res Commun* 303:1106–1113.
10. BINNER, M., KLOAS, W., HARDEWIG, I., 2008. Energy allocation in juvenile roach and burbot under different temperature and feeding regimes. *Fish Physiol. Biochem.* 34, 103–116.
11. BLASCO, J., FERNANDEZ, J., GUTIERREZ, J., 1992. Fasting and refeeding in carp, *Cyprinus carpio* L.: the mobilization of reserves and plasma metabolite and hormone variations. *J. Comp. Physiol., B* 162, 539– 546.
12. BÖHM, R., HANKE, W., SEGNER, H., 1994. The sequential restoration of plasma metabolite levels, liver composition and liver structure in refed carp, *Cyprinus carpio*. *J. Comp. Physiol. B* 164, 32–41.
13. BONE Q, MOORE R.H., 2008, *Biology of Fishes*, Third edition, Taylor & Francis, 0203885228, 9780203885222.
14. BRAITHWAITE, V.A., HUNTINGFORD, F.A., 2005. Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering? *Anim. Welfare* 13, S87–S92.

15. BRANSON, E. J. *Fish Welfare*. first published 2008. Monmoutshire: Blackwell Publishing, 2008, 311 s. ISBN 978-1-4051-4629-6.
16. BRETT, J.R. (1979). Environmental factors and growth. In *Rainbow trout growth in circular tanks. Consequences of different loading densities*. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Technical Report 86, 16.
17. BRETT, J.R. (Eds.), *Fish Physiology*. 1979 Academic Press, New York, pp. 279–352.
18. BROOM, D.M. (1998). Welfare, stress and the evolution of feelings. *Advances in the Study of Behaviour* 27, 371-403.
19. BROOM, D.M., 1997. Welfare evaluation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 21–23.
20. COWEY, C.B., WALTON, M.J., 1989. Intermediate metabolism. In: Halver, J.E. Ed., *Fish Nutrition*. Academic Press, New York, pp. 259–329.
21. ČÍTEK, J.; KRUPAUER, V.; KUBŮ, F. *Rybníkářství*. Praha 4: Informatorium, 1998. 306 s. ISBN 80-86073-26-2.
22. DABROWSKA, H., DABROWSKI, K., MEYERBURGDORFF, K., HANKE, W., GUNTHER, K.D., 1991. The effect of large doses of Vitamin-C and magnesium on stress responses in Common Carp, *Cyprinus-Carpio*. *Comp. Biochem. Physiol. A* 99, 681–685.
23. DAVIS, M.W., OLLA, B.L., SCHRECK, C.B., 2001. Stress induced by hooking, net towing, elevated sea water temperature and air in sablefish: lack of concordance between mortality and physiological measures of stress. *J. Fish Biol.* 58, 1 –15.
24. DE BOECK, G., VAN DER VEN, K., HATTINK, J., BLUST, R., 2006. Swimming performance and energymetabolism of rainbowtrout, common carp and gibel carp respond differently to sublethal copper exposure. *Aquat. Toxicol.* 80, 92–100.
25. DOLEŽAL, O., BÍLEK M., DOLEJŠ J.: *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. Výzkumný ústav živočišné výroby v Uhřetěvsi, Praha, 2004, 70 s. ISBN 80 86454-51-7.
26. DUBSKÝ, K.; KOUŘIL, J.; ŠRÁMEK, V. *Obecné rybářství*. Vyd. 1. Praha : Informatorium, 2003. 308 s. ISBN 80-7333-019-9.
27. ELLIS, T., JAMES, J.D., STEWART, C. & SCOTT, A.P. (2004). A non-invasive stress assay based upon measurement of free cortisol released into the water by rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 65, 1233-1252. doi:10.1111/j.0022-1112.2004.tb00499.
28. EVANS D., 1998 *The physiology of fishes*, 2nd ed., CRC Press, 0849384273, 9780849384271.
29. FAO, 2011. *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service* [online] zdroj: <http://www.fao.org>.

30. FARBRIDGE, K.J., LEATHERLAND, J.F., 1992. Temporal changes in plasma thyroid hormone, growth hormone and free fatty acid concentrations, and hepatic 5 α monodeiodinase activity, lipid and protein content during chronic fasting and re-feeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiol. Biochem.* 10, 245–257.
31. FLORINI JR. Hormonal control of muscle growth. *Muscle Nerve* 10: 577–598, 1987.
32. FRYER, J. N. 1975: Stress and adrenocorticoid dynamics in the goldfish *Carassius auratus*. *Can. J. Zool.* 53: 1012-1020
33. FSBI [online]. 2002 [cit. 2011-02-15]. Fish Welfare. Briefing Paper 2. Fisheries Society of the British Isles. Granta Information Systems.
34. GERMAN, D.P., NEUBERGER, D.T., CALLAHAN, M.N., LIZARDO, N.R., EVANS, D.H., 2010. Feast to famine: the effects of food quality and quantity on the gut structure and function of a detritivorous catfish (Teleostei: Loricariidae). *Comp. Biochem. Physiol. A* 155, 281–293.
35. GISBERT, E., GIMENEZ, G., FERNANDEZ, I., KOTZAMANIS, Y., ESTEVEZ, A., 2009. Development of digestive enzymes in common dentex, *Dentex dentex* during early ontogeny. *Aquaculture* 287, 381–387.
36. GUILLAUME J., KAUSHIK S., BERGOT P., MÉTAILLER R., 2001. Nutrition and Frediny of Fish and Crustaceans. 1st ed., Chichester: Praxi Publishing Ltd., 408.
37. HANEL, L.; LUSK, S. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana. vydání první. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2005. 448 s. ISBN 80-86327-49-3.
38. HLAVOVA, V. 1992: Reproduction as a stress on the fish organism. In: Adamek, Z., Flajšhans, M.: Proc. of Conference Fish Reproduction, RIFCH VodAany, pp. 144-146
39. HOFER, R., DALLA, V.G., TROPPEMAIR, J., GIUSSANI, G., 1982. Differences in digestive enzymes between cyprinid and non-cyprinid fish. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 40, 201–208.
40. HULBERT AJ AND ELSE PL. Mechanisms underlying the cost of living in animals. *Annu Rev Physiol* 62: 207–235, 2000.
41. HUNG, S.S.O., LIU, W., LI, H., STOREBAKKEN, T., CUI, Y., 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture* 151, 357–363.
42. HUNTINGFORD, F.A., et al. Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology.* 2006, vol. 68, iss. 2, s. 332–372.
43. CHANDROO, K.P., DUNCAN, I.J.H. & MOCCIA, R.D. (2004). Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behaviour Science* 86, 225-250.
44. CHO, Y., BUREAU, D.P., 1995. Determination of the energy requirements of fish with particular reference to salmonids. *J. Appl. Ichthyol.* 11, 141–163.

45. INGR, I. *Jakost a zpracování ryb*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004. 107 p. ISBN 80-7157-804-5.
46. JELÍNEK, P.; KOUDELKA, K. ET AL. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd 1. Brno:
47. JIRÁSEK, J., MAREŠ, J., ZEMAN, L., *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro ryby*. MZLU Brno, 2005. s. 6-7.
48. JOBLING M, 1995, *Environmental Biology of Fishes*, Springer, 0412580802, 9780412580802.
49. JOHNSON, R.M., JOHNSON, T.M., LONDRAVILLE, R.L., 2000. Evidence for leptin expression in fishes. *J. Exp. Zool.* 286, 718–724.
50. KOTENG, A., 1992. *Markedsundersøkelse norsk laks*_Market investigation Norwegian salmon.. Prosjekt God Fisk, Bergen, Norway, 165 pp.
51. KOVALČIKOVÁ, M.; KOVALČIK, K. *Adaptacia a stres v chove hospodárskych zvierat*. vydanie prvé. Bratislava: Príroda, 1974. 206 s. ISBN 64-248-74.
52. LEONARD, J.B.K., MCCORMICK, S.D., 1999. The effect of migration distance and timing on metabolic enzyme activity in an anadromous clupeid, the American shad (*Alosa sapidissima*). *Fish Physiol. Biochem.* 20, 163– 179.
53. LIE, Ø., HUSE, J., 1992. The effect of starvation on the composition of Atlantic salmon *Salmo salar*.. *Fisk. Dir. Skr. Ernæring* 5, 11–16.
54. MARTÍNEZ-PORCHAS, M., et al. Cortisol and Glucose: Reliable indicators of fish stress?. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2009, vol. 2, iss. 4, s. 158-178.
55. MAZEAUD, M. M., MAZEAUD, F., DONALDSON, E. M., 1977: Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Trans. Amer. Fish Soc.* 106: 806 - 813
56. MCPHERRON AC, LAWLER AM, AND LEE SJ. Regulation of anterior/ posterior patterning of the axial skeleton by growth/differentiation factor 11. *Nat Genet* 22: 260–264, 1999. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 414 p.
57. MIZUNO TM, BERGEN H, FUNABASHI T, KLEOPOULOS SP, ZHONG YG, BAUMAN WA, MOBBS CV 1996 Obese gene expression: reduction by fasting and stimulation by insulin and glucose in lean mice, and persistent elevation in acquired (diet-induced) and genetic (yellow agouti) obesity. *Proc Natl Acad Sci USA* 93:3434–3438.
58. MONTERO, D., TORT, L., ROBAINA, L., VERGARA, J.M., IZQUIERDO, M.S., 2001. Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Fish Shellfish Immunol.* 11, 473–490.
59. NAYLOR, R.L., GOLDBURG, R.J., PRIMAVERA, J.H., KAUTSKY, N., BEVERIDGE, M.C.M., CLAY, J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H., TROELL, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, 1017–1024.

60. O'CONNOR, K.I., TAYLOR, A.C., METCALFE, N.B., 2000. The stability of standard metabolic rate during a period of food deprivation in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 57 (1), 41–51.
61. OSTASZEWSKA, T., DABROWSKI, K., KAMASZEWSKI, M., GROCHOWSKI, P., VERRI, T., RZEPKOWSKA, M., WOLNICKI, J., 2010. The effect of plant protein-based diet supplemented with dipeptide or free amino acids on digestive tract morphology and *PepT1* and *PepT2* expressions in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Comp. Biochem. Physiol. A* 157, 158–169.
62. PALMERI, G., TURCHINI, G.M., CAPRINO, F., KEAST, R., MORETTI, V.M., DE SILVA, S.S., 2008. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) following different purging times. *Food Chem.* 107, 1605–1615.
63. QUINTON, J.C., BLAKE, R.W., 1990. The effect of feed cycling and ration level on compensatory growth response in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *J. Fish Biol.* 37, 33–41.
64. RODGERS BD, HELMS LM, AND GRAU EG. Effects of fasting, medium glucose, and amino acid concentrations on prolactin and growth hormone release, in vitro, from the pituitary of the tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Gen Comp Endocrinol* 86: 344–351, 1992.
65. ROSE, J.D. The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain. *Reviews in Fisheries Science*. 2002, vol. 10, iss. 1, s. 1-38.
66. SALADIN R, DE VOS P, GUERRE-MILLO M, LETURQUE A, GIRARD J, STAELS B, AUWERX J 1995 Transient increase in obese gene expression after food intake or insulin administration. *Nature* 377:527–529.
67. SCOTT, A.P.; ELLIS, T. Measurement of fish steroids in water—a review. *General and Comparative Endocrinology*. 2007, vol. 153, iss. 1-3, s. 392–400.
68. SHERWOOD L., KLANDORF H., YANCEY P.H. (2005): *Animal Physiology – from genes to organisms*. Thomson Brooks/Cole, Belmont. 284-291.
69. SHIKATA T SHIMENO S, , HOSOKAWA H, MASUMOTO T, KHEYYALI D (1997) Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 151:371–377
70. SHIKATA, T., SHIMENO, S., 1997. Effects of feed restriction and starvation on fatty acid synthesis and oxidation of glucose and alanine in carp hepatopancreas. *Fish. Sci. (Tokyo)* 63, 301–303.
71. SHIMENO, S., SHIKATA, T., HOSOKAWA, H., MASUMOTO, T., KHEYYALI, D., 1997. Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 151, 371–377.
72. SILBERGELD, E.K. Blood glucose: A sensitive indicator of environmental stress

- in fish. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1974, vol. 1, iss. 11, s. 20-25.
73. SMITH L.S., 1989 *Fish nutrition*, 2nd ed., Halver, J.E., Ed., Academic Press, San Diego 0123196523, 9780123196521.
 74. SMITH, R., 1989. Nutritional energetics. In: Halver, J.E._Ed., *Fish Nutrition*. Academic Press, London, pp. 1–29.
 75. SNEDDON, L.U., BRAITHWAITE, V.A. & GENTLE, M.J. (2003). Do fish have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings of the Royal Society London B* 270, 1115-1121.
 76. STEVENS ED. The evolution of endothermy. *J Theor Biol* 38: 597–611, 1973.
 77. STEVENS, E.D., DEVLIN, R.H., 2005. Gut size in GH-transgenic coho salmon is enhanced by both the GH transgene and increased food intake. *Journal of Fish Biology* 66, 1633–1648.
 78. SUNDBY, A., ELIASSEN, K.A., BLOM, A.K., 1991. Plasma insulin, glucagon, glucagon-like peptide and glucose levels in response to feeding, starvation and life long restricted feed ration in salmonids. *Fish Physiol. Biochem.* 9, 253–259.
 79. SZEREMETA, A. Organic Aquaculture. EU Regulations (EC) 834/2007, (EC) 889/2008, (EC) 710/2009. BACKGROUND, ASSESSMENT, INTERPRETATION.. In *Organic Aquaculture dossier* [online]. Brussels: IFOAM EU Group, 2010, [cit. 2011-04-17].
 80. ŠOCH, M. Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. 1.vydání, 2005, České Budějovice: KOPP, 2005. 288 s. ISBN 80-7040-742-5.
 81. ŠONKOVÁ, R. Agrovenkov Vysočina [online]. 2006, [cit. 2010-02-25]. Welfare v ekologickém zemědělství.
 82. ŠUSTEK, M. -- MYŠKOVÁ, K. -- JAROŠOVÁ, A. -- MAREŠ, J. Vliv podmínek chovu na senzorké vlastnosti svaloviny kapra obecného. In ŽUFAN, P. *Firma a konkurenční prostředí 2009 - 4. část. 1. vyd.* Brno: MSD, s. r. o., 2009, s. 336--341. ISBN 978-80-7392-087-6.
 83. TAKEUCHI, T., WATANABE, T., 1982. The effects of starvation and environmental temperature on proximate and fatty acid compositions of carp and rainbow trout. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 48, 1307– 1316.
 84. UK FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (2005). The Five Freedoms. Website <http://www.fawe.org.uk/freedoms.htm> (accessed on 11 April 2005).
 85. URBÁNEK M. 2009. Influence of cereals feeding on produce parameters and quality of flesh in market carp farming. [in Czech]. Ph.D.Thesis. University of South Bohemia, 179s
 86. VÁCHA, F. *Zpracování ryb*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2000. 104 s. ISBN 80-7040-403-5.

87. VÁCHA, F.; BUCHTOVÁ, H. Komodity akvakultury. Vid. 1. České Budejovice: Jihočeská univerzita v Českých Budejovicích, 2005. 150 p. ISBN 80-7040-758-1.
88. VIJAYAN, M.M., MOON, T.W., 1992. Acute handling stress alters hepatic glycogen metabolism in food-deprived rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, 2260– 2266.
89. WANG, T., HUNG, C.C.Y., RANDALL, D.J., 2006. The comparative physiology of food deprivation: from feast to famine. *Annual review of physiology* 68 (1), 223–251.
90. WATHNE, E., 1995. Strategies for directing slaughter quality of farmed Atlantic salmon *Salmo salar*.with emphasis on diet composition and fat deposition. Dr. Scient. Thesis 1995:6, Agricultural University of Norway, A° s, Norway, 230 pp.
91. WEBSTER, J. Welfare: životní pohoda zvířat aneb Střízlivé kázání o ráji. Praha: Nadace na ochranu zvířat, 1999. 264 s. ISBN 80-238-4086-X.
92. WENDELAAR BONGA, S.E., 1997. The stress response of fish. *Physiol. Rev.* 77, 591–625.
93. WURTS, W. A. 1995: Using salt to reduce handling stress in channel catfish. *World Aquaculture* 56: 80-81
94. ZHANG Y, PROENCA R, MAFFEI M, BARONE M, LEOPOLD L, FRIEDMAN JM. Potential cloning of the mouse gene and its human homologue. *Nature* 1994;372:425–32.
95. ZHANG, W., CAO, Z.D., FU, S.J., 2012. The effects of dissolved oxygen levels on the metabolic interaction between digestion and locomotion in Cyprinid fishes with different locomotive and digestive performances. *J. Comp. Physiol. B.* <http://dx.doi.org/10.1007/s00360-012-0644-0>.

8. Seznam použitých zkratk

| | | |
|------|---|---|
| ACTH | - | Adenokortikotropin |
| CNS | - | Centrální nervová soustava |
| ČSN | - | Česká technická norma |
| DT | - | Délka těla |
| FAO | - | Food and Agriculture Organization |
| FAWC | - | Farm Animal Welfare Council |
| FK | - | Fultonův koeficient vyživenosti |
| FSBI | - | The Fisheries Society of the British Isles |
| HSA | - | Human Slaughter Association |
| CHSK | - | Chemická spotřeba kyslíku |
| OT | - | Obvod těla |
| RGR | - | (Relative Growth Rate), relativní rychlost růstu |
| SGR | - | (Specific Growth Rate), specifická rychlost růstu |
| UO | - | Ukazatel obvodový |

9. Seznam tabulek, grafů a obrázků v textu

Tab. č. 1. Koncept „Pěti svobod“ a indikátory pro stanovení hodnot welfare

Tab. č. 2. Minimální doba sádkování dle ČSN 466802

Tab. č. 3. Normativ ztrát za období sádkování v ČR

Tab. č. 4. Vývoj hmotností v jednotlivých nádržích během sádkování

Graf č. 1. Hodnoty RGR

Graf č. 2. Hodnoty SGR

Graf č. 3. Naměřené hodnoty obvodového ukazatele

Graf č. 4. Hodnoty FK u ryb v nádržích č. 1 - 3

Graf č. 5. Hodnoty FK u ryb v nádržích č. 4 - 6

Graf č. 6. Hodnoty tuku ve svalovině ryb v nádržích č.1 - 3

Graf č. 7. Hodnoty tuku ve svalovině ryb v nádržích č.4 - 6

Graf č. 8. Hodnoty laktátu v krvi

Graf č. 9. Průběh teploty v nádržích

Graf č. 10. Obsah kyslíku ve vodě v nádržích

Graf č. 11. Hodnoty pH ve vodě v nádržích

Obr. č. 1. Účinky stresu u ryb (Mazeaud, 1977)

Obr. č. 2. *Situs viscerum* u kapra obecného (*Cyprinus carpio*) Podle Groteho a kol. (1909)

10. Abstrakt

V literárním přehledu je kompletně popsána problematika welfare ryb a zda ryby vůbec vnímají bolest. V této práci jsou popsány základní postupy při měření welfare ryb. Mezi které patří například hodnoty kortizolu, glukózy a laktátu v kapilární krvi. Cílem práce bylo zhodnotit působení různých stresových faktorů během sádkování na welfare ryb a na změny v produkčních, exteriérových a délkohmotnostních ukazatelích. Pro pokus byl vybrán kapr obecný (*Cyprinus carpio*) rozdělen do dvou hmotnostních skupin do 2,5kg a nad 2,5kg. Ve výsledcích jsou uvedeny hodnoty viscerálního tuku, laktátu v kapilární krvi a změny v produkčních, exteriérových a délkohmotnostních ukazatelích v průběhu sledování a na konci pokusu.

Klíčová slova: welfare, stres, kortizol, laktát, glukóza, sádkování, kapr obecný

11. Abstract

The literature review is completely described by the issue of fish welfare and whether fish feel pain. Then there are describes the basic procedures for measuring fish welfare. Among which belongs for example a cortisol and glucose in fish blood capillary. The aim of the study was to evaluate the effect of different stress factors during storage on fish welfare and to changes in production, exterior and length and weight indicators. For the experiment was selected carp (*Cyprinus carpio*) divided into two groups by weight 2.5 kg to 2.5 kg and above. The results are the values of visceral fat, capillary blood lactate and changes in production, exterior and délkohtnostních indicators during the application and the end of the experiment.

Keywords: welfare, stress, cortisol, lactate, glucose, storage, common carp