

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

**Zemědělská fakulta
Katedra rybnářství a myslivosti**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Studijní program: M 4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Rybnářství

**Závislost rychlosti růstu a konverze kompletní krmné
směsi na výši denních krmných dávek a teplotě vody
u tržního pstruha duhového a sivena amerického.**



Vedoucí diplomové práce:
doc. Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

Autor:
Jiří Nocar

2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Nocar Jiří

Studijní program: 4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Rybářství

Název tématu: Závislost rychlosti růstu a konverze kompletní krmné směsi na výši denních krmných dávek a teplotě vody u tržního pstruha duhového a sivena amerického

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :
(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

Cílem práce je zpřesnit a porovnat závislost rychlosti růstu a konverze krmiva na výši denní krmné dávky kompletní krmné směsi při různých teplotách. Metodický postup spočívá v provedení exaktního experimentu v poloprovozních podmínkách při postupně klesajících teplotách vody od přibližně 13 do 1 °C. Pokus bude probíhat v 8 laminátových nádržích o užitém objemu 0,8 m³ s průtokem mechanicky filtrované říční vody (ve 4 nádržích pstruh a ve 4 nádržích siven). Denní krmné dávky v jednotlivých nádržích (identicky u obou druhů) budou vypočteny na úrovni 130, 100, 70 a 40 % výrobcem krmiva doporučených dávek pro pstruha (pro sivena nejsou stanoveny). Sledování bude probíhat v délce pěti třítydenních období. Na začátku, resp. konci, každého z nich bude při přelovení obsádek zjišťována jejich aktuální hmotnost (vč. vypočtení celkové biomasy, specifické rychlosti růstu a koeficientu konverze krmiva). Současně budou na základě přírůstku Aktuální biomasy a teploty vody vypočteny denní krmné dávky pro následující období. Konečným výsledkem bude zjištění, zda se oba druhy odlišují ve výše uvedených parametrech při různé teplotě vody. Pokusy budou prováděny v experimentální hale VÚRH JU ve Vodňanech v rámci řešení výzkumného záměru VÚRH JU (MSM 600766589) a projektu NAZV (QF4118).

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Závislost rychlosti růstu a konverze kompletní krmné směsi na výši denních krmných dávek a teplotě vody u tržního pstruha duhového a sivena amerického* vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Blovicích 25.4. 2007

Jiří Nocar

Rozsah grafických prací: 8 grafů
Rozsah průvodní zprávy: 30 – 40 stran

Seznam odborné literatury:

Kouřil, J., Hamáčková, J., Příkryl, I. 1987: Vliv teploty vody na rychlost růstu plůdku sumce.

In: Sb. Moderní technologické postupy odchovu plůdku teplomilných ryb, Brno, s. 147-152.

Kozák, P., Hamáčková, J., Kouřil, J. 1999. Vliv nízké teploty na konverzi dvou různých krmiv u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). In: Kozák, P., Hamáčková, J. (Eds.):

Sborník referátů z II. české ichtyologické konference, VÚRH JU, Vodňany, s. 188-194.

Pokorný, J., Dvořák, J., Šrámek, V. 1992. Umělý chov ryb. Informatorium, Praha. 262 s.

Stupka, Z., Bolha, P., Kouřil, J., Hamáčková, J., Lepič, P., Valentová, O. 2004. Předběžné výsledky růstu, konverze krmiva, spotřeby kyslíku a exkrece amoniaku u sivena amerického

(*Salvelinus fontinalis*) při nízkých teplotách. In: Vykusová, B. (red.): Sb. VII. Česká ichtyologická konference, Vodňany, VÚRH JU, s. 239-244.

Vedoucí magisterské práce: Ing. Jan Kouřil, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jitka Hamáčková

Datum zadání diplomové práce: 25. února 2004

Termín odevzdání diplomové práce: 30. duben 2006
L.S.

doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.

prof. Ing. Magdaléna Hrabánková, CSc.

Vedoucí katedry

Děkan

V Českých Budějovicích dne 25. února

2004

OBSAH:

1. ÚVOD.....	6
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	7
2.1 Systematické zařazení sivena amerického.....	7
2.1.1 Původ a rozšíření.....	7
2.2 Charakteristiky sivena amerického.....	8
2.2.1 Popis.....	8
2.2.2 Prostředí a potrava.....	9
2.2.3 Rozmnožování.....	10
2.2.4 Význam.....	11
2.3 Příbuzné druhy.....	11
2.3.1 Siven arktický (<i>Salvelinus alpinus</i>).....	11
2.3.2 Siven obrovský (<i>Salvelinus namaycush</i>).....	14
2.4 Chov sivena amerického.....	17
2.4.1 Chov generačních ryb.....	17
2.4.2 Odchov plůdku.....	18
2.4.3 Technologie chovu tržních lososovitých ryb.....	19
2.5 Základy fyziologie výživy lososovitých ryb.....	20
2.5.1 Příjem krmiva.....	21
2.5.2 Trávení.....	21
2.5.3 Vstřebávání.....	24
2.6 Krmení lososovitých ryb.....	25
2.6.1 Všeobecné zásady krmení lososovitých ryb.....	25
2.6.2 Vliv teploty a kyslíku na příjem krmiva.....	25
2.6.3 Vliv kvality krmiva na produkční ukazatele u pstruha duhového.....	26
2.6.4 Růstové a krmné modely a jejich aplikace.....	29
3. MATERIÁL A METODIKA.....	30
4. VÝSLEDKY.....	38
4.1 První období:.....	39
4.3 Třetí období.....	44
4.4 Čtvrté období.....	48
5. DISKUZE.....	54
6. ZÁVĚR.....	58
7. SUMMARY.....	59
8. POUŽITÁ LITERATURA.....	60
9. PŘÍLOHY.....	62

1. ÚVOD

V České republice dosahuje produkce tržních ryb přibližně 20 tis. tun ročně. Produkce lososovitých ryb se pohybuje kolem 800 tun ročně a podílí se z necelých 5% na celkové produkci tržních ryb v ČR. Hlavní lososovitou rybou v ČR je pstruh duhový, dále se masověji chová siven americký. Jeho produkce dosahuje 100 – 200 tun ročně a podílí se na celkové produkci lososovitých ryb přibližně z 1/3 - 1/4. Charakteristické pro sivena je to, že přijímá potravu a přirůstá na hmotnosti i při teplotách blízkých bodu mrazu. Technologie chovu, chovatelské postupy a používaná krmiva jsou stejná jako u pstruha duhového.

V intenzivním chovu lososovitých ryb hraje klíčovou roli optimalizace výživy krmení. Zásadně ovlivňuje zejména ekonomiku a technologické požadavky chovu. Výše krmné dávky (FCR – feed conversion ratio), druh a velikost pelet krmiva významně ovlivňují specifickou rychlost růstu (SGR – specific growth ratio) (Hossain *et al.* 2000; Talbot a Hole, 1994).

Cílem pokusu bylo zpřesnění závislosti SGR a koeficientu konverze na výši denních krmných dávek při nízkých teplotách. Dále pak ověření krmiva DIBAQ ECOTEX v provozních podmínkách intenzivního chovu, zejména zjištění použitelnosti při nízkých teplotách vody. Firma Dibaq ze Španělska se zabývá především výrobou krmiv určených pro intenzivní chov mořských ryb ve slanovodní akvakultuře. Vyrábí také krmiva určená pro lososovité ryby intenzivně chované ve sladkých vodách. Mezi tyto krmiva patří také testované krmivo Dibaq Ecotex. Na trhu v ČR je tato firma zastoupena poměrně krátce a krmiva používá zatím jen málo chovatelů, a tak máme v současnosti s použitím tohoto krmiva v intenzivním chovu lososovitých ryb jen málo zkušeností.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Systematické zařazení sivena amerického

Tab. 1.: Zařazení sivena amerického

<u>Kmen:</u>	<i>Chordata</i>	Strunatci
<u>Podkmen:</u>	<i>Vertebrata</i>	Obratlovci
<u>Nadtřída:</u>	<i>Gnathostoma</i>	Čelistnatci
<u>Třída:</u>	<i>Actinopterygii</i>	Paprsokoploutví
<u>Podtřída:</u>	<i>Neopterygii</i>	Kostnatí
<u>Nadřád:</u>	<i>Teleostei</i>	Vyšší kostnaté ryby
<u>Řád:</u>	<i>Salmoniformes</i>	Lososotvaří
<u>Čeleď:</u>	<i>Salmonidae</i>	Lososovití
<u>Rod:</u>	<i>Salvelinus</i>	Siven
<u>Druh:</u>	<i>Fontinalis</i>	americký

2.1.1 Původ a rozšíření

Přirozeným areálem rozšíření sivena amerického je východní část Severní Ameriky od západní části Hudsonova zálivu přes povodí Velkých jezer až po mys Cod při atlantickém pobřeží. V dalších oblastech USA a Kanady byl uměle rozšířen a byl také introdukován do dalších zemí a oblastí světa (Jižní Amerika, Rusko, Indie, Japonsko, Nový Zéland).

Do Německa byl dovezen v roce 1879 (Spurný, 1998). Odtud byl v roce 1885 dovezen k nám a začalo se s jeho vysazováním. Siven americký se v našich tocích a jezerech aklimatizoval poměrně rychle (Dubský *et al.*, 2003). V letech 1890 – 1893 byl vysazen do Černého jezera na Šumavě, kde však byl po řadu let mylně pokládán za sivena alpského (Spurný, 1998). Lusk *et al.*, (1992) uvádí, že podle posledních údajů z této lokality vymizel v důsledku snížení pH vlivem kyselých dešťů.

2.2 Charakteristiky sivena amerického

2.2.1 Popis

Siven má protáhlé, ze stran zploštělé tělo torpédovitého tvaru. Hlava je velká, podlouhlá. Ústa jsou hluboce rozštěpená (daleko za zadní okraj oka) a hojně ozubená. Uvnitř tmavě zbarvená. Ploténka radličné kosti má trojúhelníkovitý tvar a je ozubená, násadec je bez zubů. Párové i nepárové ploutve má velikostně stejné jako pstruh obecný. Ocasní ploutev je vykrojená (Dubský *et al.*, 2003). Oko je značně velké a je posazeno nad linií osy těla. V hřbetní ploutvi je 3 - 5 tvrdých paprsků a 8 - 10 měkkých paprsků, v řitní ploutvi je 3 - 5 tvrdých a 7 - 9 měkkých paprsků. Na prvním žaberním oblouku je 11 - 12 tyčinek (Holčík a Mihálik, 1971). Šupiny jsou menší a v hojném počtu. V boční linii je až 230 šupin, z toho v postranní čáře 110 - 130.

Zbarvení je výrazné. Hřbet olivově zelený s tmavým mramorováním, boky mají hnědozelenou barvu. Břicho je žlutobílé, může mít načervenalý nádech. Hřbetní a ocasní ploutev je tmavá. Tuková ploutev má šedou barvu (Dubský *et al.*, 2003). Na bocích a často i na hřbetě jsou žluté, modré nebo karmínové skvrny. Tóny i zbarvení jsou různé a liší se v průběhu roku. Na hřbetě jsou vytvořeny meandrovité kresby, na bocích mramorování. Prsní, břišní a řitní ploutve jsou načervenalé, lemované výrazným bílým a černým proužkem na prvních dvou paprscích (Lusk *et al.*, 1992). Samice mívají rozšířenou břišní část těla, chybí jim černé zbarvení na spodní straně hlavy a na břicho, tvar těla se však jinak nemění (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Spurný (1998) uvádí, že samci mají širší ústa, horní čelist zasahuje dále za zadní okraj oka. Dolní čelist se u nich může v době tření mírně zakřivovat vzhůru a břicho se zbarvuje výrazně oranžově.

V našich podmínkách je siven americký poměrně krátkověkým druhem s průměrným věkem 3 - 5 let. Podle Spurného (1998) dorůstá ve své domovině délky 100cm a hmotnosti 7,5kg. Růst je v přírodních podmínkách, zejména v nádržích rychlý. V potocích je růst pomalejší (Lusk *et al.*, 1992). V dobrých podmínkách dosahuje siven v 1. roce života délky 12 -15cm, ve 2. roce 20 - 25cm. (Pokorný *et al.*, 2003). Podle Luska (1992) dorůstá v 1. roce 8-12cm, 2. roce 11-22cm a v 3. roce 17-33 cm. V ČR dorůstá délky 50cm a hmotnosti 1 až 1,5kg. Pohlavně dospívá zpravidla již ve 2. roce, jikernačka většinou ve 3. roce života (Pokorný *et al.*, 2003). V intenzivním chovu roste

siven americky rychleji, dobře přijímá krmivo a rychlost jeho růstu se stále zvyšuje. Lepších přírůstků bylo dosaženo v podmínkách s rozsahem teploty 10 – 18°C. V pátém měsíci života dosahuje Si₆₇ průměrných denních kusových přírůstků 0,01g, v 9. měsících už 0,03g a koncem 1. roku 0,06 - 0,09g, Ve 2. roce života pokračuje zrychlování tempa růstu. Získané výsledky jsou rozdílné v závislosti na způsobu krmení a na teplotě vody v chovatelském objektu. V porovnání s místními formami pstruha duhového roste Si₆₇ v 1. roce života rychleji o 30 – 50% a ve 2. roce života o cca 35% rychleji. Konzumní váhy 18 – 20dkg dosahuje populace Si₆₇ v teplejších podmínkách za 15– 16 měsíců. Takto popisoval rychlost růstu v intenzivních podmínkách (Komínek a Příhoda, 1976).

2.2.1 Hibernování

2.2.2 Prostředí a potrava

Siven americký je stálý, netažný druh, trvale žijící v chladných, čistých, na kyslík bohatých potocích a horských řekách. V původní domovině žije i tažná forma, která zůstává po vylíhnutí 3 – 4 roky ve sladké vodě a teprve potom odplouvá do moře. Neúspěchy s aklimatizací a chovem sivena amerického na mnoha místech (např. i v Anglii) je možno vysvětlit právě tím, že byla dovezena tažná forma (Holčík a Mihálik, 1971). Způsob života tak může být jak stanovištní, tak spojený s migracemi za potravou, výtěrem a přezimováním. Žije ve vodách s poměrně širokým rozpětím pH (4,1- 9,5) a snáší tedy i výrazně kyselou vodu (Spurný, 1998). U nás vytváří ojedinělé samostatné populace v pramenných částech toků nebo v úsecích pod údolními nádržemi s poměrně chladnou vodou. Vyhovují mu i horská jezera a některé, zejména menší údolní nádrže (Lusk *et al.*, 1992). Nesnáší dlouhodobé oteplení vody a zvýšený obsah organických látek ve vodě. Podle Luska (1992) snáší teploty vody až do 23°C, optimum se pohybuje v rozmezí 14 – 17°C. Pokorný (2003) uvádí jako optimum 10 až 14°C a teplotní maximum kolem 21°C. Na rozdíl od pstruha obecného nevyžaduje tolik úkrytů, a proto se může vysazovat i do regulovaných úseků toků (Dubský *et al.*, 2003).

Na základě různých šetření patří siven americký k druhům ryb v potravě si nevybírajících a využívajících nejrozumnější příležitosti její nabídky (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Hlavní složkou jeho potravy jsou především larvy vodního hmyzu, nádržích i zooplankton (Lusk *et al.*, 1992). V menší míře konzumuje také měkkýše. V letním

období požívá i suchozemský hmyz spadlý na hladinu. V dospělosti se v potravě objevují i drobné rybky. Při nedostatku vhodné potravy u něj často dochází k zakrňování (Dubský *et al.*, 2003). Potravní spektrum je prakticky totožné jako u pstruha obecného, proto u těchto ryb při společném výskytu dochází k potravní konkurenci. A protože siven je pohybově aktivnější, může pstruha ze stanoviště vytlačovat (Spurný, 1998). Zatlačování sivena amerického pstruhem bylo zaznamenáno na Novém Foundlandu, kam byl zaveden pstruh obecný v roce 1884 a vytvořil i tažnou populaci. Siven americký byl vytlačen do nejhořejších částí potoků. Složení potravy u obou druhů však bylo stejné (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

2.2.3 Rozmnožování

Siven americký se v původním areálu rozšíření vytírá v závislosti na zeměpisné šířce od září do prosince, ve střední Evropě je udáváno výtěrové období od října do března (Spurný, 1998). Lusk (1992) uvádí, že tření obvykle nastává v říjnu až v listopadu. Podle Dubského (2003) se siven americký nejčastěji tře v listopadu a prosinci. Siven se vytírá v proudivých úsecích se štěrkopískovým dnem, vytlouká si hnízdo, kam ukládá jikry (Lusk *et al.*, 1992). Plodnost sivena je udávána v rozsahu 100 - 5000 jiker (absolutní), relativní plodnost dosahuje 2000 - 3000 jiker. Jikry mají žlutou barvu a velikost 3,5 - 5mm, inkubační doba se pohybuje v rozsahu 300 - 400 D° (Spurný, 1998). Pokorný (2003) uvádí inkubační dobu 510 až 520 d°. Výtěrové období se u nás překrývá se pstruhem obecným a v našich tekoucích vodách tak mohou vznikat kříženci (*Salmo trutta* morpha *fario* x *Salvelinus fontinalis*), kteří vynikají ostře meandrovitou kresbou na těle a absencí červených skvrn. Podle tohoto zbarvení jsou označováni jako „tygrovité ryby“ a jsou dále neplodní. Křížence lze získat i křížením se sivenem obrovským (*Salvelinus namaycush*). Kříženec je plodný a vykazuje velmi dobré růstové schopnosti (Spurný, 1998). Siven americký se může také křížit se sivenem alpským (*Salvelinus alpinus*). Tito neplodní kříženci se nazývají alsaští siveni (Čihař a Malý, 1975). Plůdek sivena amerického se po vykolení ukrývá mezi oblázky šterku na dně toků. Po strávení asi 1/2 žloutkového vajíčka se začíná aktivněji pohybovat a jevit zájem o potravu. Zpočátku vyhledává klidnější partie toku a stinná místa (Dubský *et al.*, 2003).

2.2.4 Význam

Siven představuje hospodářsky významnou rybu, hodí se především pro zarybňování regulovaných horských toků a jezer, které nejsou vhodné pro pstruhu obecné. Patří ke sportovně ceněným rybám. Má chutné maso. V 60. letech minulého století k nám byly dovezeny některé populace sivena, které jsou vhodné také pro intenzivní výkrm. V roce 1964 k nám byla dovezena prošlechtěná forma sivena amerického, která se označuje Si₆₄ a je určena pro intenzivní odchov. Ten je v současné době realizován v mnoha objektech pro chov lososovitých ryb v ČR (Pokorný *et al.*, 2003).

2.3 Příbuzné druhy

2.3.1 Siven arktický (*Salvelinus alpinus*)

Popis

Siven arktický má protáhlé tělo torpédovitého tvaru. Tvar těla je v závislosti na stáří, pohlaví a prostředí dosti proměnlivý, zejména pokud jde o tvar hlavy. Siveni v délce kolem 12cm mají hlavu tupě zakončenou a horní čelist poněkud přesahuje spodní. S přibývajícím velikostí se prodlužuje hlava, zejména její přední část, a tak se její tupý obrys ztrácí (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Ústa jsou hluboce rozštěpena (daleko za zadní okraj oka) a hojně ozubena. Uvnitř jsou tmavě zbarvena. Ploténka radliční kosti je zakulacená, opatřená drobnými, nazad ohnutými zuby. Násadec je bezzubý (Dubský *et al.*, 2003). V hřbetní ploutvi je 9-10 měkkých paprsků, v řitní 8-9. V prsní ploutvi 12 - 14, v břišní 8 měkkých paprsků. V postranní čáře je 125-145 šupin.

Hřbet je obvykle šedomodrý, boky bělavé nebo žlutavé, břicho s oranžovým nádechem, intenzivnějším v době tření. Na hřbetě a na bocích jsou bělavé nebo bledě červené skvrny, které se někdy objevují i na bázi hřbetní ploutve. U mladých ryb mají světlé boční skvrny relativně velkou plochu, mohou i částečně splývat, takže vzniká jakési mramorování, které se někdy udržuje i u větších jedinců. Hřbetní a ocasní ploutev

je tmavě šedavá, spodní okraj ocasní ploutve je svítivě bílý, párové ploutve jsou žlutavé nebo naoranžovělé. Jejich přední okraje jsou bíle obroubeny, někdy má bělavý okraj i ocasní ploutev. Samci mají větší párové ploutve, v době tření břicho často nápadně červené, někdy se tato červeň objevuje i u samic. Na rozdíl od pstruha duhového či lososa obecného není pohlavní dvojtvárnost u tohoto druhu tak výrazná (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Podle Dubského (2003) dorůstá siven arktický do maximální délky 60 až 80cm a hmotnosti 3 až 7kg. Baruš, Oliva *et al.* (1995) uvádějí, že v Německu byly uloveny i exempláře o hmotnosti 8- 9kg. Velikost závisí na prostředí, v některých jezerech žijí trpasličí populace dlouhé jen 10-15 cm, o hmotnosti pod 100g, v jiných místech dorůstá až do 60cm i více a hmotnosti kolem 7kg. Tažné populace při severním okraji rozšíření jsou větší, dosahují až 12,5kg, někdy dokonce 15,9kg. Pro evropské jezerní populace se udává maximální hmotnost 3-6kg, pro Ženevské jezero 9kg, výjimečně až 15kg.

Původ a rozšíření

Vyskytuje se v oblasti ledových moří Evropy, Asie a Severní Ameriky, na Islandu, Špicberkách a v severní části Norska. Ve finských, švédských a norských jezerech, v jezerech v Anglii, Irsku a Skotsku a v alpských jezerech žije velké množství místních ras sivena arktického (Čihař a Malý, 1975).

K nám byl několikrát dovezen a vysazen do vhodných toků a jezer. První dovoz se uskutečnil již v roce 1759, další okolo roku 1870. Jeho aklimatizace však nebyla úspěšná, proto se v současné době v našich vodách nevyskytuje (Dubský *et al.*, 2003).

Prostředí a potrava

Vyžaduje čisté a chladné vody s dostatkem kyslíku. Žije v pelagiálu hlubokých horských jezer, v nich vystupuje až do 2 100m n.m. Žije často ve značných hloubkách. Ke tření některé populace vyplouvají do mělčích míst (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Živí se hlavně larvami hmyzu, planktonem a hmyzem letícím nízko nad hladinou (Dubský *et al.*, 2003). V umělých podmínkách přijímá i ryby, v přírodě však ryby netvoří hlavní složku jeho potravy. Při konzumaci výlučně planktonické a bentické fauny může dojít ke vzniku zakrslých ekologických forem (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Rozmnožování

Tře se od října do ledna, nejvíce ryb se tře v prosinci. Místa tření jsou na štěrkovitém dně. Některé populace se třou ve značných hloubkách, jiné vyhledávají spíše mělčiny. Dospívají podle populace ve 3 až 18 letech. Počet jiker je také různý, pohybuje se od 21 až 200 u zakrslých populací, u normálních až 2 000, u tažných 1000 až 82 000. Průměr jiker se pohybuje nejčastěji mezi 4,3 až 5,1mm (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Tažné mořské severské populace se třou v řekách. Mladé ryby zůstávají 3 až 4 roky ve sladkých vodách a pak táhnou zpět do moře (Dubský *et al.*, 2003).

Význam

Siven arktický má mimořádný význam ve výživě člověka v chladných arktických oblastech, kde je jedinou dostupnou sladkovodní rybou. V severoamerické Arktidě se postupně vyvinulo i komerční rybářství. V padesátých letech minulého století bylo z Velkého Otročího jezera ročně vytěženo 1 230 tun sivenů arktických. Rybářský průmysl však zapříčinil úbytek těchto ryb. Doporučuje se proto postupný přechod od průmyslového ke sportovnímu rybolovu. Pokles stavu byl zjištěn i v Grónsku a v severní Anglii, od padesátých let i ve Švédsku. Roční úlovek v Rakousku se odhaduje na 20 až 30 tun, přičemž stav sivenů je ohrožován zvyšujícím se znečištěním tamních jezer (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

2.3.2 Siven obrovský (*Salvelinus namaycush*)

Popis

Tělo je protáhlé, torpédovitého tvaru, robustní. Hlava je poměrně široká. Ústa jsou méně rozštěpena než u ostatních sivenů, zato však bohatě ozubená. Zuby se vyskytují i na ploténce radličné kosti, násadec je bezzubý. Ocasní ploutev je hluboce vykrojena (Dubský *et al.*, 2003). Ve hřbetní ploutvi je 10 až 12 paprsků, v řitní 10 až 11, v břišní 8 až 10 paprsků (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Zbarvení je značně variabilní v závislosti na velikosti a věku ryb. Tělo je nejčastěji zbarveno šedomodře nebo šedozeleně, tečkované matnými, víceméně kulatými skvrnami (Spurný, 1998). Hřbetní strana těla je zelenavá, hnědavá až načernalá. Boky jsou světlejší, břišní strana bělavá. Skvrny nejsou nikdy červené. Párové ploutve a řitní ploutev mají bělavý okraj a mohou mít žlutavý nebo oranžový nádech. Patro úst a vrcholy čelistí jsou bílé. Samci mají více zaostřený rypec, v době tření duhově lesknoucí temnější pás na těle. U samců v době tření chybí hák na spodní čelisti typický pro jiné lososovité ryby (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Běžně dorůstá do 50cm a hmotnosti 2 až 4kg. Maximální délka činí 110 až 120cm, hmotnost se pohybuje od 30 do 45kg (Dubský *et al.*, 2003). Jsou však známi jedinci o hmotnosti 23kg, výjimečně až 46kg při celkové délce 126cm. Spurný (1998) uvádí, že společně s hlavatkou obecnou patří k lososovitým rybám dosahujícím nejvyššího věku, u velkých exemplářů lovených do sítí byl spolehlivě určen věk přes 60 let. Největší exempláře se dožívají kolem 100 let. Největší exemplář ulovený ve Velkých jezerech dosahoval 59kg, v Kanadě byl v roce 1961 uloven siven obrovský o hmotnosti 47kg. Baruš, Oliva *et al.*, (1995) uvádí, že v Evropě ryby vykazují odlišné růstové hodnoty. Ve velkých a hlubokých švédských jezerech dosahují po 6 letech života 1 až 1,5kg. Největší chycený exemplář tam dosáhl hmotnosti 3,6kg.

Původ a rozšíření

Siven obrovský osídluje výlučně vnitrozemské vody Severní Ameriky, protože ze všech lososovitých ryb snáší nejméně salinitu prostředí (Spurný 1998). Původní rozšíření zahrnuje nejsevernější území Severní Ameriky, západně od severní Aljašky, severní Britské Kolumbie, některých arktických kanadských ostrovů, část Labradoru po severní Novou Anglii. Povodí řeky Hudson a Sv. Vavřince, Velkých jezer (vyhynul v jezeru Michigan a Erie), některá jezera horního toku Mississippi ve Wisconsinu a Minnesotě. Byl uměle nasazen na různá místa v USA i Kanadě, kde dříve nežil, a také mimo území Severní Ameriky. Je chován v Argentině, Peru, Bolívii, Novém Zélandu, Finsku, Švédsku, Francii a Švýcarsku (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

K nám byl dovezen z Rakouska v letech 1972 a 1976 s cílem ověřit možnosti jeho přežívání v našich vodách, především v hlubokých a čistých údolních s chladnou vodou. Většího hospodářského významu tento druh nedosáhl (Dubský *et al.*, 2003). Spurný (1998) uvádí, že v roce 1995 bylo ze Švýcarska dovezeno několik exemplářů nevedeného věku (zřejmě dvouletí) na pstruhařství Annín Klatovského rybářství k ověření vhodnosti sivena obrovského pro intenzivní chov.

Prostředí a potrava

Je to typický obyvatel hlubin. To se však vztahuje především na rozšíření tohoto druhu v teplejších oblastech. Na severu se lze naopak s tímto druhem setkat v mělkých vodách, jezerech tundry a velkých čistých řekách. Uloven byl i v hloubce 467m, a to ve Velkém Medvědím jezeře. Je to pohyblivá, spíše nestanovištní, pelagicky žijící ryba. Optimální teploty se pro tento druh pohybují mezi 8–15°C (Baruš, Oliva *et al.*, 1995).

Má sklon k všežravosti, pojídající širokou škálu různých živočichů, počínaje sladkovodními houbami, přes koryše, různý hmyz, ryby a příležitostně i malé savce. Při výlučně planktonické potravě v některých jezerech je růst pomalý (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). V prvních letech života se živí zooplanktonem, přibližně od hmotnosti 0,2kg se stává výlučným dravcem, který loví všechny menší ryby včetně vlastního potomstva. Optimální podmínky nalézá pouze ve skutečně velkých jezerech s dostatečně velkou základnou drobných ryb (Spurný, 1998).

Rozmnožování

Siven obrovský se tře na podzim, v září na severu, v listopadu na jihu v oblasti přirozeného rozšíření. Tření probíhá nad kamenitým dnem v hloubce 12 až 36m. Teplota vody v této době činí 9 až 14°C. Tření není ovlivňováno jen teplotou, ale i světlem. Siven obrovský se tře večer a v noci (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Mezi lososovitými rybami je siven obrovský z hlediska rozmnožování výjimečný. Jikernačka nevytlouká trdliště, nezahrabává ani jikry, ty po výtěru volně zapadají mezi kameny. Pohlavní dospělost obvykle nastupuje až v 7 - 8 letech. Absolutní plodnost dosahuje u mladších samic kolem 1 200 jiker, u starších 17 000 - 20 000 jiker. Jikry dosahují velikosti 5 až 6mm a inkubace trvá 4 až 5 měsíců. V nejsevernějších oblastech se opakuje jedenkrát za tři roky (Spurný, 1998).

Význam

Ve své domovině velmi ceněná ryba, využívaná jak k hospodářské těžbě, tak i k sportovnímu rybolovu. Výlov se v posledních letech velmi snížil, zejména ve Velkých jezerech, což je přičítáno vzrůstajícímu znečištění vody a rozmnožení mihule mořské. Zejména škodlivé se projevilo používání insekticidu DDT, který se hromadí v tukové tkáni a u embryí ve žloutku a zavinuje úhyn po jeho absorpci. Celkový kanadský výlov činil v roce 1964 celkem 15 500 tun, v roce 1968 poklesl na 11 000 tun. V jezeru Michigan poklesl výlov o 95% mezi roky 1944 (2 950t) a 1949 (155t). V Hořejším jezeru klesl výlov o 92%, ze 2 131 tun v roce 1949 na 168 tun v roce 1961. Početnost se poněkud zvýšila po provádění intenzivního programu hubení mihule mořské (Baruš, Oliva *et al.*, 1995). Z chovatelského hlediska je významné zjištění, že sivena obrovského lze úspěšně křížit se sivenem americkým. Kříženec byl poprvé získán již v roce 1878 a nazývá se "Splake". Tito kříženci jsou dále plodní jak mezi sebou, tak s rodičovskými druhy. Pohlavní dospělost u nich nastupuje velmi brzy (již ve 2. - 3. roce) a vykazuje velmi rychlý růst. Ve vodách Kanady dosahují v 6. roce života hmotnosti 7kg a dožívají se nejméně 10 let.

2.4 Chov sivena amerického

2.4.1 Chov generačních ryb

V současné době se generační ryby sivena amerického zajišťují dvojnásobným způsobem. U linie Si₆₄ se matečné ryby získávají především z intenzivních chovů. Mají vyšší hmotnost, dokonce i přes 2kg. U linie dovezené koncem 19. století se generační ryby častěji odlovují z tekoucích vod, mají nižší kusovou hmotnost (250 až 500g), ale jsou lépe adaptovány na kyselé prostředí podhorských a horských toků.

Obě linie přijímají granulovaná krmiva, jsou však vnímavější k furunkulóze a k vředovitosti lososovitých ryb než pstruzi, týká se to zejména rychleji rostoucí linie Si₆₄.

Pro chov matečných ryb se používají:

- betonové, ocelové, plastové nádrže
- zemní nádrže (klasické pstruhové rybníčky, náhony, příkopové rybníčky, kaprové rybníky)
- plovoucí klece

Obsádka Si_g je závislá na způsobu chovu:

- 0,3 – 0,6kg.m⁻³ v zemních nádržích a příkopových rybníčcích
- 0,8 – 1,5kg.m⁻³ v betonových, ocelových a plastových nádržích
- 2-5kg.m⁻³ v klecích
- 0,05-0,1kg.m⁻³ v pstruhových rybníčcích

Charakteristika a parametry objektů:

Betonové náhony: Používají se nejčastěji k intenzivnímu chovu. Mívají šířku 2 až 5m, délku obvykle 15 až 20m (výjimečně i 50m). Voda obvykle přitéká celou přední stěnou a zadní zase odtéká. Hloubka závisí na místních podmínkách. Minimální je 1,2m, průměrná 2m.

Ocelové a plastové nádrže: Mají většinou okrouhlý tvar, průměr 3 – 6m a hloubku 1,5 – 3m. Jejich výhodou je snadné odstraňování kalu, který se usazuje na kónickém dně. Problémy mohou nastat v zimě, proto se někdy umísťují v budovách, nebo jsou v tomto období mimo provoz.

Pstruhové a zemní rybníčky: Mají obdélníkový tvar, hloubku 1,2 až 2m a plochu obvykle 100 až 2 000m². Při výskytu nemocí se obtížně desinfikují a také jejich čištění je náročné.

Příkopové rybníčky: Délka je 25 až 50m, šířka u dna 0,8 až 1,5m, sklon břehů většinou kolem 45° a hloubka 1 až 1,5m.

Hlavní pozornost při intenzivním chovu generačních ryb je třeba věnovat kvalitě a dávkování krmiv. Denní krmná dávka závisí na teplotě vody, obsahu kyslíku a pohybuje se v rozmezí 0,5 – 3 %. Důležité je sledovat kvalitu prostředí, hlavně obsah kyslíku. Pravidelně se musí kontrolovat výživný a zdravotní stav ryb (Pokorný *et al.*, 2003).

2.4.2 Odchov plůdku

Po vykulení a odsátí jikrných obalů se váčkový plůdek zpravidla přesazuje do nádrží, v nichž probíhá rozkrmení a následný odchov plůdku. Lze využít všech typů odchovných zařízení, v našich podmínkách se většinou používají laminátové žlaby. Velikost obsádky závisí především na teplotě vody a na obsahu kyslíku.

Zpočátku se vysazuje 80 až 100 tisíc kusů váčkového plůdku na 1m³ odchovného prostoru, v průběhu odchovu se obsádka postupně snižuje, druhý týden na 40 až 50 tis. kusů, třetí týden na 20 až 50 tis. kusů. Důležitou podmínkou úspěšného odchovu je dostatečný přítok kvalitní kyslíkaté vody. Obsah kyslíku musí být takový, aby na odtoku neklesal pod 6mg.l⁻¹. Voda v nádrži se má vyměnit několikrát za hodinu. Rozkrmování se zahajuje 10 až 14 dní po vykulení plůdku. Většinou se používají jen kompletní krmné směsi, někdy v kombinaci se zooplanktonem. V pozdějším období se krmí pouze směsmi. Používají se automatická krmná zařízení. V průběhu rozkrmování i krmení je vhodné prodlužovat krmný den přisvětlováním. Za 4 až 6 týdnů odchovu se

získá odsměný plůdek o délce 3 až 5cm o hmotnosti 0,8 až 1,2g. Úroveň ztrát bývá různá, v průměru se pohybuje kolem 15% (Pokorný *et al.*, 2003).

2.4.3 Technologie chovu tržních lososovitých ryb

Vzhledem ke specifickým podmínkám našeho rybářství se u nás stále používají v chovu tržních lososovitých ryb jak metody klasické (intenzivní výkrm Pd v kaprových rybnících), tak i nové technologie.

K hlavním způsobům odchovu tržních pstruhů a sivenů patří:

- chov v zemních rybníčcích a náhonech;
- produkce ve speciálních zařízeních;
- chov v plovoucích klecích;
- chov pstruha duhového v kaprových rybníčcích.

Nejčastěji se chová pstruh duhový a jeho různé linie nebo kříženci. Z dalších druhů lososovitých ryb se k tomuto účelu chová siven americký, zejména rychle rostoucí linie, importovaná k nám v r. 1964.

U nás produkované lososovité ryby musí kvalitou odpovídat ČSN 46 6802 Sladkovodní tržní ryby.

Hmotnostní třídění pstruhů duhových bývá zpravidla následující:

do 150g	-	nestandard
151 až 250g	-	tabulový pstruh
250 až 350g	-	pstruh vhodný k univerzálnímu použití ve zpracovnách i k přímému prodeji a k exportu
nad 350g	-	pro speciální účely (filetování, uzení apod.)

Doba výkrmu tržních lososovitých ryb je závislá na technologii chovu, kvalitě vody, jakosti a množství krmiva, na teplotě vody v odchovných zařízeních a dalších faktorech (Pokorný, 1998).

2.5 Základy fyziologie výživy lososovitých ryb

Přijatá krmiva se v těle štěpí a rozkládají pomocí enzymů na základní živiny, z nichž si organismus buduje vlastní tělní tkáň. Jednotlivé články látkové přeměny jsou:

- příjem krmiva
- trávení
- vstřebávání
- intermediální metabolismus
- vylučování

Přeměna látek a energie v živém organismu se řídí zákonem o zachování energie. Uvnitř organismu žádná hmota ani energie nevzniká ani nezániká, pouze se přeměňuje z jedné formy do druhé. Přeměna látek tvoří jednotu protichůdných procesů anabolických a katabolických.

Anabolické procesy (asimilace) představují přeměnu a osvojení látek přijímaných za současné spotřeby energie. Výsledkem je přírůstek hmotnosti. Katabolické procesy jsou pochody narušování živé hmoty (glykolýza, lipolýza, proteolýza). Při těchto dějích se látky v organismu štěpí na jednodušší a uvolněná energie se může využít v anabolických pochodech. V případě, že převažují anabolické procesy, organismus roste, přibývá na hmotnosti, vyvíjí se. Pokud převažují děje katabolické, dochází k úbytku hmotnosti. Tuto vzájemnou rovnováhu ovlivňuje řada faktorů, například stáří, zdravotní stav, roční doba (Dubský *et al.*, 2003). Růst ryb (anabolismus, A) je určený rovnováhou mezi přijatými živinami (P) a živinami nevyužitými pro růst, které jsou katabolizovány (K), vyloučeny ve výkalech (V), vyloučeny přes žábry a v moči (M). Závislost mezi parametry může být popsána touto energetickou bilancí (Talbot a Hole, 1994).

$$A = P - (K+V+M)$$

2.5.1 Příjem krmiva

Všeobecně se uvádí, že kolísání produkčního účinku krmiv je způsobené z větší části nepravidelným krmením, zatímco stravitelnost ovlivňuje produkční účinek méně. To znamená, že nepravidelně předkládané krmivo v různě velkých dávkách je hlavní příčinou nízké užitkovosti (Pokorný *et al.*, 2003). Velikost krmné dávky a frekvence krmení se u lososovitých ryb řídí:

- teplotou vody - životní pochody ryby jsou ovlivňované právě teplotou vody. Vliv teploty se kromě toho promítá i do fyzikálně – chemických a biologických vlastností vody.
- obsahem kyslíku - dostatečně velký obsah kyslíku je základním předpokladem pro efektivní produkci
- druhem a věkem ryby
- druhem krmiva

Podrobné návody ke stanovení denní dávky uvádí výrobce krmných směsí na základě podrobných testů. Lososovité ryby přijímají granule ochotně z hladiny anebo z vodního sloupce, jen zřídka ze dna. Výjimkou je právě siven americký, který je bere i ze dna (Pokorný *et al.*, 2003).

2.5.2 Trávení

Trávení je složitý fyzikálně - chemický proces, jehož cílem je uvolnit, rozštěpit, popřípadě rozpustit živiny tak, aby mohli být vstřebány a přebudovány. Trávicí trakt lososovitých ryb se vyznačuje dobře vyvinutým žaludkem a relativně krátkým střevem, umožňujícím dobré využívání bílkovinné potravy živočišného původu (Spurný, 1984).

Přijatá potrava postupuje u lososovitých ryb mírně ozubenou tlamou do jícnu a dále do žaludku. Tady začíná trávení bílkovin v kyselém prostředí působením pepsinu a kyseliny solné, které vylučuje žaludeční sliznice. V přechodné části žaludku a střeva vyúsťuje žluč a dochází ke změně pH do alkalické oblasti. Do trávení bílkovin zasahuje trypsin vylučovaný slinivkou břišní, střevní proteáza a enterokináza (aktivuje trypsin).

Při vstřebávání musí být bílkoviny rozloženy až na aminokyseliny, z kterých se buduje tkáň. Glycidy se štěpí až ve střevě pomocí amylotických enzymů (glykosidázy, karboxydázy), ze slinivky břišní se vylučuje amyláza. Lipidy se nejprve v zásaditém prostředí střeva emulgují a dále je potom štěpí lipolytické enzymy, např. lipáza z pankreatické šťávy, na elementární části (Pokorný *et al.*, 1998).

Stavba trávicího ústrojí

Ústa (*rima oris*): Začíná jimi trávicí ústrojí. Jsou tvořena soustavou kostí prvního čelistního oblouku. Pohyblivost zajišťují svaly úst a ústní dutiny.

Ústní dutina (*cavum oris*): Má sliznici pokrytou vícevrstevným epitelem. Obsahuje buňky pohárkového tvaru produkující sliz, který usnadňuje posun potravy. Chybí slinné žlázy. V ústech a jejich okolí je množství smyslových buněk, chuťových pohárků a hmatových buněk.

Sliznice vytváří v oblasti horní a dolní čelisti kožní záhyby, které uzavírají ústa při výdechu. Přijatá potrava se v ústech zbavuje přebytečné vody. Jazyk je téměř nevyvinut, tvoří jej záhyb na jazylce. Lososovité ryby mají ústa, radliční kost a jazylku ozubenou drobnými zuby.

Hltan (*pharynx*): Spojuje ústní dutinu s jícnem. Je to prostor v žaberní dutině procházející mezi žaberními oblouky. Slouží k posunu potravy do jícnu. Proti poškození jsou vnitřní okraje žaberních oblouků chráněny žaberními tyčinkami.

Jícen (*oesophagus*): Je krátký a malý. Sliznice je zřasená, krytá vícevrstevným epitelem. Obsahuje buňky produkující sliz. Stěnu tvoří hladké i příčně pruhované svalstvo.

Žaludek (*ventriculus*): Navazuje na jícen. Sliznice vytváří četné podélné a příčné řasy. Epitel je jednovrstevný. V sliznici jsou žlázy tvořící enzym pepsinogen a žlázy produkující kyselinu chlorovodíkovou. Hodnota pH v žaludku se pohybuje až okolo 2 v závislosti na intenzitě metabolických procesů. Kyselina chlorovodíková aktivuje pepsinogen na pepsin. Proti negativním účinkům kyselého prostředí chrání

stěnu žaludku vrstva slizu vylučovaného pohárkovými buňkami. Stěny žaludku tvoří hladká svalovina. Žaludek se může výrazně roztáhnout (Dubský *et al.*, 2003). Potrava je silnými stahy svaloviny žaludečních stěn rozrušovaná. Svěrač umožňuje jen jednosměrný pohyb potravy. Při podávání příliš velkých granulí může dojít k jeho poškození (Příhoda, 2006). Rychlost průchodu potravy žaludkem je také ovlivněna velikostí podávaných granulí (Hossain *et al.*, 2000).

Žaludek se skládá ze dvou částí - kardiální (sestupné) a pylorické (vzestupné). Přejít mezi žaludkem a střevem je **vrátník** (*pylorus*), který obsahuje chlopeň a svalový svěrač (Dubský *et al.*, 2003).

Střevo (*intestinum*): Skládá se z tenkého a tlustého střeva. Obě části lze u ryb oddělit jen obtížně. Je zavěšeno v peritoneálním vaku, který jej fixuje v normální poloze. Je krátké, bez kliček. Z hlediska funkce lze rozlišit přední (proximální), střední a zadní (distální) úseky střev. Proximální část zajišťuje vstřebávání tuků, středních bílkovin a distální část zajišťuje iontovou výměnu s krví a podílí se na osmoregulaci (Dubský *et al.*, 2003).

Na začátku tenkého střeva v oblasti vrátníku mají lososovité ryby slepě končící tzv. **pylorické přívěsky**. Svou stavbou odpovídají střevu, zvětšují trávicí plochu. Obsahují enzym lipázu. Počty přívěsků jsou různé, u sivena amerického kolem 75.

Stěna střeva obsahuje hladkou svalovinu, která zajišťuje pohyb potravy. Posunující se pohyby střev se nazývají peristaltické stahy. Jednovrstevný epitel plní vstřebávací funkci. Je bohatě prokrven a umožňuje příjem živin do krevního řečiště. Krev s živinami z oblasti tenkého střeva sbírá a odvádí do jater vrátnicová žíla. Sliznice tvoří četné řasy, které zvětšují resorpční plochu. Ve stěně střeva jsou slizotvorné buňky a žlázy produkující trávicí enzymy-enterokináza, která aktivuje tripsinogen na tripsin, střevní lipázu a amylázu. Na začátku střeva ústí do střev vývody slinivky břišní a žlučové vývody. Tím se do střev dostávají enzymy lipáza, tripsinogen a amyláza (Dubský *et al.*, 2003). Potrava se pohybuje střevem poměrně rychle, rychlost průchodu potravy se zvyšuje se zvyšující se teplotou. Na rychlost průchodu střevem má vliv i velikost potravy. Při požití velkého množství potravy najednou putuje ze žaludku o mnoho víc potravy do tenkého střeva. To znamená, že ryba musí zpracovat ve stejném časovém úseku daleko víc živin, než kdyby jedla méně (Příhoda, 2006).

Játra (*hepar*): Jsou největší žlázou trávicího ústrojí. Játra jsou uložena v horní části břišní dutiny. Mají široký okruh trávicích a metabolických funkcí, produkuje se tu žluč, která se ukládá v žlučníku a je uvolňována do trávicího traktu podle potřeby. Značná část metabolismu se odehrává v játrech. Většina aminokyselin se vylučuje v krvi a dočasně se v ní ukládá (Pokorný *et al.*, 1998). Játra jsou zásobena krví jaterní tepnou a vrátnicovou žilou, která přivádí krev obohacenou živinami. Z jater je krev odváděna přímo do žilného splavu srdce.

Velikost jater závisí na průběhu roku. Zvětšená jsou na podzim a před třením důsledkem hromadění rezervních látek (glykogenu, tuků). Naopak menší jsou na jaře a po výtěru. Například u pstruha obecného mohou před výtěrem tvořit až 4% hmotnosti a po výtěru jen 1% hmotnosti těla.

Slinivka břišní (*pankreas*): Působí jako žláza s vnější i vnitřní sekrecí. Produkuje tzv. pankreatickou šťávu, která obsahuje trávicí enzymy: trypsinogen, lipázu, amylázu a kolagenázu. U ryb to není jednoduchý viditelný orgán, ale je rozptýlený jako skupina orgánů okolo slepých střevních výčnělků. Kromě trávicích enzymů produkuje pankreas inzulin, který je základ pro metabolismus cukrů (Příhoda, 2006).

2.5.3 Vstřebávání

Vstřebávání rozštěpených částí zažitiny probíhá v poslední části střeva, odkud přicházejí živiny do krve a mízy. Doba průchodu potravy trávicím ústrojím ryb záleží především na teplotě vody, dále na druhu potravy, na velikosti krmné dávky a na stravitelnosti potravy. Tuto dobu ovlivňuje i zdravotní stav ryb a světelný režim. Obecně lze uvést, že zvýšení teploty o 10°C (ze 14 na 24°C) zrychluje trávení dvojnásobně. Za normálních chovných podmínek je u pstruhů doba trávení granulované krmné směsi 12 až 24h podle druhu směsi. Znalost doby průchodu potravy trávicím ústrojím je důležitá - podle této doby se stanovuje velikost a frekvence krmné dávky. Využití potravy rybami je rozdílné a záleží především na kvalitě komponentů směsi, na jejich biologické hodnotě, na jemnosti mletí, na druhu a věku chovaných ryb, na teplotě vody, na obsahu kyslíku, na fyzikálně-chemických vlastnostech vody, na způsobu předkládání krmiva a na množství vyplavovaných živin do vody (Pokorný *et al.*, 2003).

2.6 Krmení lososovitých ryb

2.6.1 Všeobecné zásady krmení lososovitých ryb

Lososovité ryby patří k živočichům nejnáročnějším na kvalitu krmiva. Hlavní zásady lze shrnout takto:

- všechna používaná krmiva musí být kvalitní, bez známek rozkladných procesů, bez přítomnosti plísní nebo jejich zplodin;
- denní krmná dávka musí být stanovena podle nejnovějších poznatků, rozdělena na dílčí dávky a musí se kontrolovat její příjem;
- pravidelnost krmení rozhoduje o užitkovosti ryb, při zařazení jiného druhu krmiva nebo směsi je nutný pomalý přechod;
- pokud ryby delší dobu hladověly, je nutné zahájit krmení nižší dávkou s častější frekvencí;
- chování obsádky se musí denně sledovat;
- musí se dodržovat čistota a hygiena v celém objektu pstruhařství (Pokorný *et al.*, 1998).

2.6.2 Vliv teploty a kyslíku na příjem krmiva

Ryby patří k živočichům s proměnlivou teplotou těla. Jejich tělesná teplota kolísá v závislosti na teplotě vody. Proto krmné dávky respektují velikost a intenzitu látkové výměny a podle toho se upravují. Spodní hranice příjmu je asi okolo 1 až 2°C, horní hranice záleží na druhu lososovitých ryb a obsahu kyslíku ve vodě (Pokorný *et al.*, 1998). Optimální teplota pro krmení sivena amerického je 12 až 14°C a pro pstruha duhového 14 až 17°C. Baruš, Oliva *et al.* (1995) popisují příjem potravy u sivena amerického v závislosti na teplotě takto: optimální teplota pro sivena amerického je 13°C (7-18), maximální činnost nastupuje okolo 10°C, příjem potravy se zdvojnásobuje při posunu teploty o 3°C nahoru - až do 13°C, při teplotě nad 17°C se příjem potravy zpomaluje a při teplotě vody 1 - 4°C siven zastavuje téměř úplně příjem potravy. Nebezpečný je pokles kyslíku po silném nakrmení. Byly zaznamenány případy, kdy ve stejné vodě nakrmené obsádky uhynuly a hladové nebo jen mírně nakrmené obsádky

přežili. Pro pstruha duhového platí minimální hranice kyslíku pro přežití u nakrmených ryb 5mg.l^{-1} , u nenakrmených ryb $3,5\text{mg.l}^{-1}$. K dokonalému přírůstku a maximálnímu využití krmiva nemá obsah kyslíku klesnout pod 7mg.l^{-1} (Pokorný *et al.*, 1998).

2.6.3 Vliv kvality krmiva na produkční ukazatele u pstruha duhového

Při chovu pstruhů je vedle požadované kvality vody nejdůležitějším produkčním faktorem plnohodnotná výživa. Při absenci přirozené potravy se stupňují požadavky na nutriční hodnotu používaných krmiv a vyváženost živin potřebných ke krytí potřeb plastického a energetického metabolismu. Za těchto podmínek je efektivnost a ekonomika chovu pstruha duhového určovaná především intenzitou růstu a konverzí krmiva ovlivňujících výšku krmných nákladů na jednotku přírůstku. Proto je nezbytné minimalizovat krmné náklady na základě poznatků o potřebě živin pro rychlý růst pstruhů. Obecně platí, že se zvyšováním intenzity chovu se stupňuje potřeba informací o nutričních nárocích jednotlivých druhů ryb, jejich schopnost trávit a absorbovat živiny obsažené v krmivu. Proto je nutné nahradit nejasné představy vědecky zdůvodněnými poznatky v oblasti výživy a krmení ryb. V tomto směru je úroveň znalostí u lososovitých ryb podstatně vyšší než u kaprovitých.

Je prokázáno, že nedostatečné množství energie v krmné dávce zapříčiňuje, že část proteinu je pstruhy využita k energetickým účelům. Ukázalo se, že zvýšení obsahu proteinů ve směsi se projeví efektivně tehdy, když se současně zvýší i energetická hodnota krmiva. Proto je třeba při složení kompletní krmné směsi pro pstruha přihlížet vedle zastoupení jednotlivých živin i k poměru stravitelné energie k proteinu (Jirásek *et al.*, 1989). Pro lososovité ryby je také typické, že přibližně 35-40% přijatých dusíkatých látek využijí pro vlastní růst, přibližně 50% je rozloženo a vyloučeno jako rozpuštěné odpadní látky, zatímco asi 10 -15% vyloučí ve výkalech (Talbot a Hole, 1994).

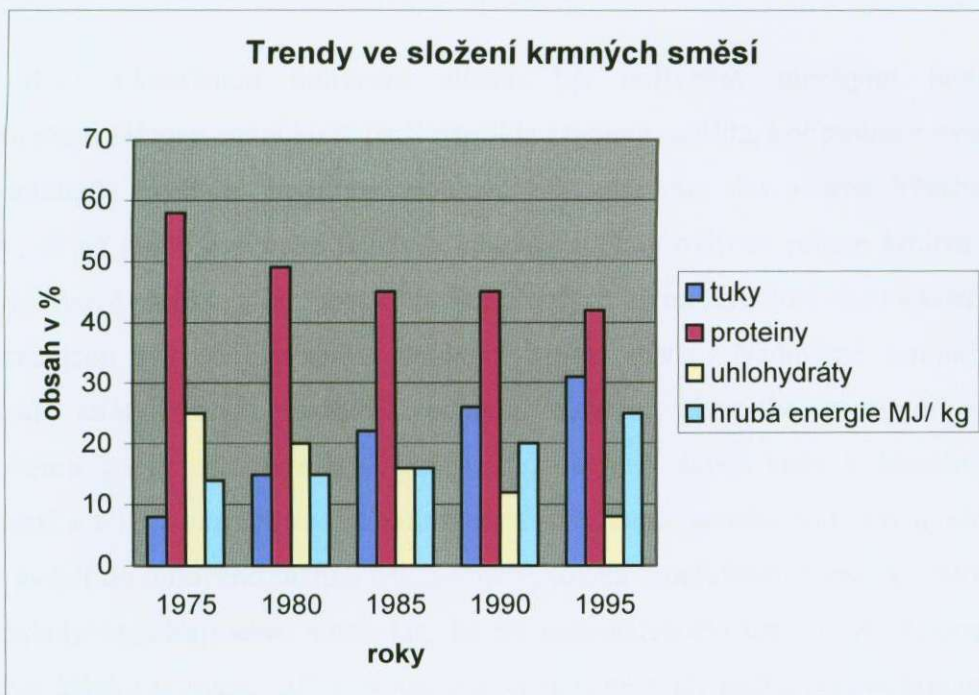
Lososovité ryby snášejí poměrně dobře vysoký podíl tuku v krmivě a zjistilo se, že při stejném zastoupení proteinu v krmivě zlepšit přísávek tuku do krmiva růst ryb. Někteří autoři považují za optimální podíl 35% proteinů a 18% lipidů. Tuhé živočišné tuky nejsou vhodné z hlediska stravitelnosti a mohou u plůdku vyvolat ucpání střev a úhyn (Spurný, 1984). Mnozí autoři došli k závěru, že produkční účinnost krmiv pro pstruha duhového se zvyšuje s přísávkem energie ve formě lipidů, zatímco glycidy (tepelně upravený škrob) mohou ovlivnit především energetické rezervy v těle pstruhů.

Nutriční hodnotu krmiva pro ryby je třeba posuzovat komplexně i podle fyziologických, hematologických a biologických ukazatelů. Vyplývá to ze skutečnosti, že u ryb nemusí nutriční nevyváženost krmiv vyvolat bezprostředně zjevné dietetické problémy anebo patologické symptomy, ale ovlivní nepříznivě produkční ukazatele (Jirásek *et al.*, 1989).

Talbot a Hole (1994) uvádějí, že vhodným složením krmné směsi pro lososovité ryby lze snížit množství spotřebovaného krmiva na jednotku rybí biomasy:

- snížením obsahu nestravitelných složek v krmivu obsahujícím uhlohydráty, pojiva, a popeloviny, pro zvýšení obsahu esenciálních živin a snížení odpadu z výkalů
- zvýšením stravitelnosti živin, zejména proteinů a uhlohydrátů, výběrem lépe stravitelných přírodních surovin a použitím vhodné krmné techniky
- zvýšením obsahu stravitelné energie a optimalizace obsahu stravitelného proteinu: využitelného energetického koeficientu
- vysoký obsah neproteinových zdrojů energie, obvykle tuků, jako náhrady za proteiny, které by jinak byli rozloženy a nevyužity pro růst
- optimalizací rovnováhy nepostradatelných živin jako aminokyselin, mastných kyselin, minerálních látek a vitamínů k zajištění minimálních nutričních nároků pro dosažení maximálního růstu
- kontrolou krmných dávek tak, aby se zamezilo překrmování nebo nedokrmování a minimalizoval se odpad z krmení.

Mnoho z těchto faktorů může být využito při výrobě krmných směsí a při kontrole krmných dávek. Přes 20 let trvalo, než se vyvinuly krmné směsi s vysokým obsahem energie (Graf.:1.). Z počátku se tradovalo, že obsah tuků nesmí přesáhnout 9%, protože docházelo k rozpadu granulí. Používaly se často tuky z teplokrevných zvířat, zejména kafilerní tuk. Tuky nebyly stabilizované, rychle žlukly a způsobovaly zdravotní problémy. Dále se přehánělo množství bílkovin v krmivu (nad 50%), to mělo za následek předražení krmiv (Příhoda, 2006). V současnosti je vysoký obsah energie způsoben hlavně vysokým obsahem tuků, které ve směsi nahrazují sacharidy.



Graf 1.: Trendy ve složení krmných směsí

Tyto změny ve složení krmiva velkou měrou vyplynuly z technologického rozvoje, zejména použitím technologie extruze na začátku 80. let (Talbot a Hole 1994). Extrudací složitých cukrů dochází ke změně v jejich struktuře a může dojít k navázání tuků. Dále se do krmiva začaly přidávat antioxidanty proti žluknutí tuků (Příhoda, 2006). Přestože jsou obvykle dražší, mají extrudovaná krmiva v porovnání s peletami mnoho výhod. Mají sníženou rozpadavost ve vodě, menší prašnost, pomaleji klesají ve vodě, želatinace škrobu zvyšuje jejich stravitelnost a mají větší obsah lipidů. Dále je při výrobě krmných směsí kladen důraz na kvalitu vstupních surovin, zejména s ohledem na proteinové složení a specificky výživné látky, jako například aminokyseliny, mastné kyseliny, vitamíny a minerální látky. Původ a druh přísad ovlivňují stravitelnost proteinů, stejně tak jako metoda zpracování jednotlivé suroviny v krmné směsi. Stravitelnost proteinů se všeobecně zvětšuje, obsah nestravitelných sacharidů klesá a obsah lipidů stoupá (Talbot a Hole 1994).

2.6.4 Růstové a krmné modely a jejich aplikace

Růst a koeficient konverze mohou být ovlivněny mnohými biotickými a abiotickými faktory, mezi které patří například teplota, salinita, koncentrace kyslíku ve vodě, intenzita osvětlení, hmotnost, pohlaví, věk, zdravotní stav a stres. Všechny tyto faktory, ať už jednotlivě nebo jejich kombinace mohou ovlivnit příjem krmiva u ryb, jejich výživové nároky, schopnost konverze přijatých živin. Rychlost růstu a koeficientu konverze jsou závislé hlavně na velikosti krmné dávky. Nadměrné krmné dávky způsobují ztráty krmiva, zvyšují odpadní zatížení životního prostředí a vedou k vysokému koeficientu konverze. Příliš nízká krmná dávka vede k částečné ztrátě hmotnosti, a tak i k nárůstu koeficientu konverze. Krmení na nebo pod úrovní udržovací dávky vyústí do nulového růstu a nekonečně vysokého koeficientu konverze. Modelové předpoklady vyjadřují tento vztah tak, že při nedostatečném krmení utvoří koeficient konverze křivku do tvaru „U“ rostoucí exponenciálně a při nadbytečném krmení roste tato křivka lineárně.

Zjistit příčinu příliš vysokého krmného koeficientu je pro chovatele velmi důležité. Chovatel se může mylně domnívat, že snížením denních dávek dojde ke zlepšení koeficientu konverze krmiva. Ve skutečnosti může být vysoký krmný koeficient zapříčiněn nedostatečným krmením. Často se slabý přírůstek a vysoký koeficient konverze připisuje biologickým, enviromentálním nebo výživným důvodům. Ve skutečnosti mohou být tyto výsledky zapříčiněny chybami, které udělal chovatel při posuzování správné denní krmné dávky (Talbot, Hole, 1994).

Prvním krokem při vývoji všech přírůstkových a krmných modelů je analýza produkčních údajů. Pro odhalení nedostatečného krmení (nízký přírůstek, vysoký koeficient konverze) nebo nadbytečného překrmování (dobrý přírůstek, vysoký koeficient konverze) je analýza přírůstku a denní krmné dávky. Analýza dává objektivní nástroje na zjištění významné příčiny nízkého přírůstku nebo vysokého krmného koeficientu. Analýza zahrnuje výpočty denní dávky krmiva pro každou chovanou jednotku v době (obvykle následující jeden měsíc). Když specifická rychlost růstu v chovných jednotkách vzroste s rostoucí denní dávkou a koeficient konverze klesne, potom jsou ryby krmené nedostatečně. Naopak, jak specifická rychlost růstu zůstane nezměněna s rostoucí denní krmnou dávkou a koeficient konverze vzroste, potom byly ryby krmené příliš vysokými krmnými dávkami. Bod ideální denní krmné dávky je obvykle zřejmý, nebo se může vydedukovat z vrcholů křivky Talbot a Hole, (1994).

3. MATERIÁL A METODIKA

Vlastní krmný pokus probíhal od 2.11.2005 do 25.1.2006 v experimentální hale Výzkumného ústavu rybářství a hydrobiologie ve Vodňanech. Ryby byly v průběhu pokusu umístěny v průtočných laminátových nádržích o objemu 700l (Obr. 1.).



Obr. 1.: *Experimentální hala VÚRH s průtočnými nádržemi*

Nádrže byly napájeny vodou o přirozené teplotě. Do každé nádrže byl nastavený stejný přítok. Sedimentační rybník byl napájen říční vodou. Z něho odebíraná voda byla mechanicky filtrovaná pomocí bubnového rotačního filtru. Rychlost výměny vody v nádržích byla přibližně 0,5 – 1krát za hodinu. Období pokusu bylo rozdělené na kratší třítydenní období, kdy 20 dní probíhalo krmení ryb třikrát denně (7, 10, 14). V den nasazení, resp. přelovení nebyly ryby krmeny.

Pokusné ryby pocházely ze pstruhové farmy Annín podniku Klatovského rybářství a.s. (Obr. 2).



Obr. 2.: *Siven americký*

Ryby byly týden před zahájením pokusu odchovávány ve VÚRH JU Vodňany. Ke krmení bylo po dobu adaptace i celého pokusu použité krmivo ECOTEX 22 pro pstruhu od firmy Dibaq - velikost granulí 3,5mm.

Složení krmiva:

Rybí moučka LT	45,2%
Sojová mouka	22,3%
Pšenice	15%
Rybí olej	9,9%
Sojový olej	6,6%
Minerální látky	0,5%
Ovesná mouka	0,5%

Nutriční složení:

protein	43%
tuk	22%
uhlovodany (NFE)	11%
sušinu	10%
vlhkost	10%
vlákninu	2,5%
fosfor (P)	1,5%

Energetický obsah:

Energie brutto:	5527Kcal / 23,1MJ
Stravitelná energie:	4645Kcal / 19,4MJ
Metabolizovatelná energie:	3970Kcal / 16,6MJ
Proteinová stravitelnost:	88 %

Obsah vitamínu na kilogram:

Vitamin A	10000 U.I.
Vitamin D ₃	1700 U.I.
Vitamin E (alfa tokoferol)	200mg

Použité relativní denní krmné dávky byly odvozené od doporučovaných denních dávek uvedeného krmiva pro pstruha odpovídající hmotnostní kategorii a teplotě vody (Katalog krmiv, Dibaq). Denní dávky krmiva se každý týden zvyšovaly na základě vypočítaného předpokládaného přírůstku (změny hmotnosti ryb v jednotlivých nádržích) při zohlednění aktuální teploty vody. Vlastní krmení probíhalo ručně ve třech částečných denních dávkách. Teplota vody a obsah rozpuštěného kyslíku na odtocích z jednotlivých odchovných nádrží byly měřeny dvakrát denně oximetrem WTW 3301.

Do každé nádrže bylo nasazeno 90ks sivena. Rozdíl mezi nejtěžší a nejlehčí nádrží byl 80g. U 33 náhodně vybraných kusů ryb byla měřena celková délka, délka těla a hmotnost. Krmné dávky byly odvozeny podle tabulek firmy Dibaq. Bylo nutné zohlednit potřebu krmiva, kterou byly ryby schopné sežrat, na základě pozorování ryb v předchozích dnech.

Nádrže byly označené čísly od 13 do 17. Nádrž číslo 16 byla krmená 100% krmnou dávkou pro aktuální biomasu a teplotu vody. Pro nádrže 17, 15, 14, 13 byla krmná dávka upravena. Nádrž č. 17 byla krmena o 20% větší krmnou dávkou než nádrž č. 16. Nádrž č. 15 byla krmena 80% krmnou dávkou, nádrž číslo 14 jen 60% krmnou dávkou a nádrž č. 13 byla krmena pouze 40% krmnou dávkou vzhledem k aktuální biomase a teplotě vody (Obr. 3).



Obr. 3.: Příprava krmných dávek

V tabulkách firmy Dibaq jsou doporučené krmné dávky pro teploty vody 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 a 20°C. Pro teploty 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11°C byly doporučené krmné dávky dopočítány. Některé hodnoty byly spočítány jako aritmetický průměr dvou teplot a ostatní hodnoty byly určeny na základě zkušeností dle dřívějšího pokusu s krmivem od firmy Biomar.

Na začátku pokusu a vždy na konci jednotlivého dílčího období byly ryby z každé nádrže vyloveny, přepočítány, zváženy a vráceny zpět (Obr. 4.). Při vážení se postupovalo tak, že do vaničky s vodou, která byla na váze, bylo odpočítáno po 30 kusech ryb z kádě. Ryby byly opatrně přendány podběrákem, který jsme s rybami nechali odkapat tak, abychom zabránili větším nepřesnostem.

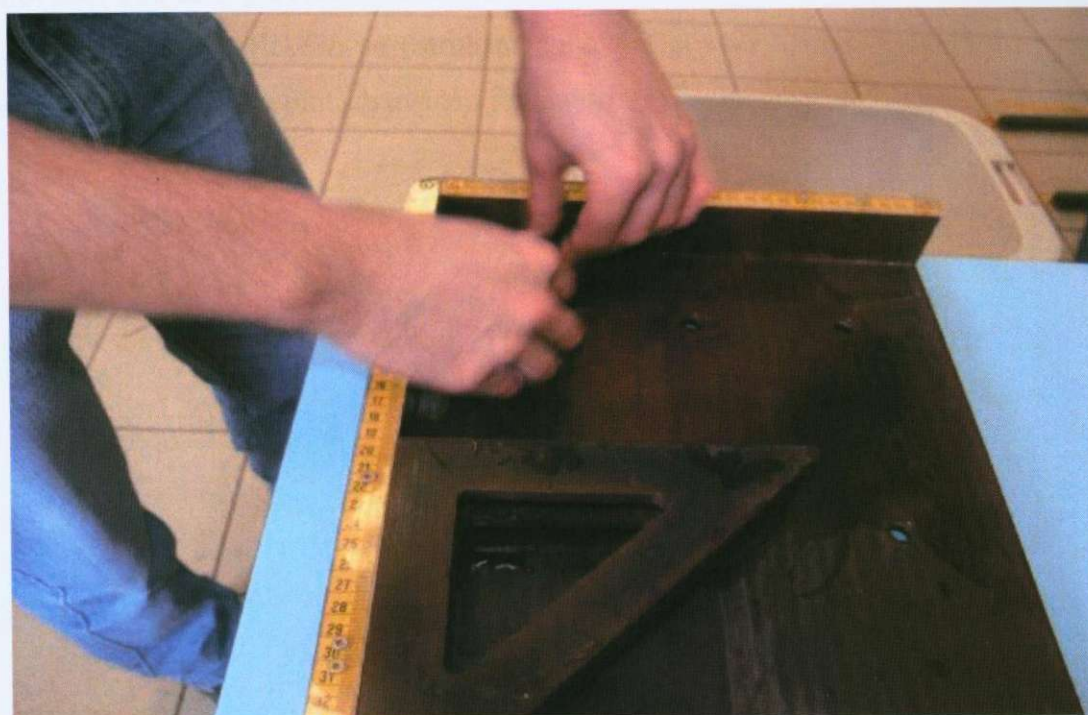


Obr. 4. : Přelovení ryb

Zvážené ryby byly přendávány do druhé kádě. Dále bylo do vaničky s vodou náhodným výběrem odloveno 33 kusů ryb. Vybrané ryby byly postupně přemísťovány do vaničky s anestetikem. Přemísťovali jsme vždy tolik ryb, aby ryby, které dosahovaly klidové fáze a ležely na boku, byly co nejrychleji změřené a vrácené do druhé vaničky s čistou vodou. Jako anestetikum jsme používali hřebíčkový olej. Koncentrace anestetika byla 0,3ml na deset litrů vody. U těchto ryb byla provedena biometrická měření pomocí posuvného měřítka, kde byla měřena celková délka [mm], délka těla [mm] (Obr. 5.,6.). Dále byla zjištěna hmotnost [g] vážením na analytických vahách s přesností na 0,01gramu. Krmné dávky byly vždy po skončení jednoho krmného období přepočítané a upravené podle hmotnosti ryb.



Obr. 5.: Posuvné měřítko



Obr. 6.: Měření celkové délky a délky těla

Dále byly na základě výsledků vypočteny koeficienty konverze (FCR) a specifické rychlosti růstu (SGR) za dílčí období. Pro výpočet **koeficientu konverze** byl použit vzorec:

$$FCR = \frac{W_f}{(W_t - W_o)}$$

W_f = hmotnost zkrmeného krmiva v g

W_t = počáteční hmotnost v g

W_o = konečná hmotnost v g

Pro výpočet **specifické rychlosti růstu** byl použit následující vzorec:

$$SGR = \left[EXP. \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} - 1 \right] \cdot 100$$

\ln = přirozený logaritmus

W_o = počáteční hmotnost v g

W_t = konečná hmotnost v g

t = počet dnů

4. Součástí našeho pokusu bylo původně i provedení stejného experimentu pstruha duhového. Ten se z provozních důvodů nemohl uskutečnit, a proto jsme pro srovnání výsledků sivena amerického se pstruhem duhovým použili výsledky, které u pstruha duhového při nízkých teplotách uvádějí jiní autoři.

Vodivost σ byla měřena jako funkce teploty T v rozsahu 10–15 °C. Měření byla provedena v 10 srovnávacích případech, které byly rozděleny do dvou skupin: 1) pstruha duhového (7, 10, 14) a 2) sivena amerického (8, 11, 15). V obou skupinách byly použity stejné podmínky měření.

Nadmořská výška měření byla 150 m n. m. Měření byla provedena v 10 srovnávacích případech, které byly rozděleny do dvou skupin: 1) pstruha duhového (7, 10, 14) a 2) sivena amerického (8, 11, 15). V obou skupinách byly použity stejné podmínky měření. Měření byla provedena v 10 srovnávacích případech, které byly rozděleny do dvou skupin: 1) pstruha duhového (7, 10, 14) a 2) sivena amerického (8, 11, 15). V obou skupinách byly použity stejné podmínky měření.

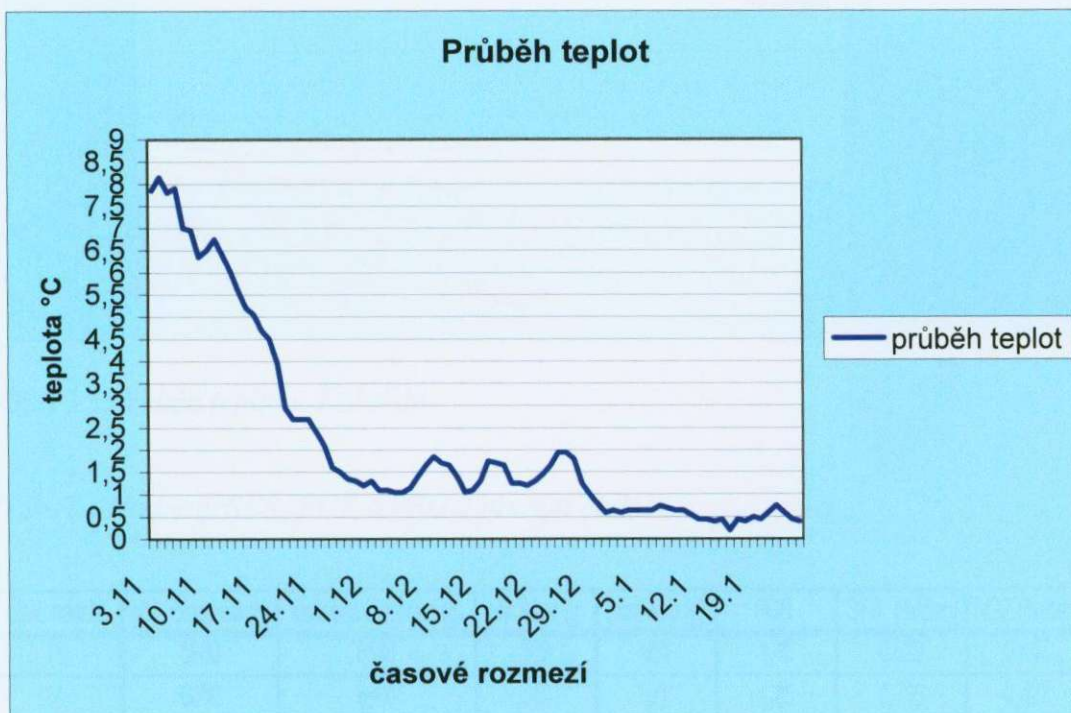


Gráf 3. Příklad měření σ a T u sivena amerického

4. VÝSLEDKY

Vlastní krmný pokus probíhal od 2.11.2005 do 25.1.2006 v experimentální hale Výzkumného ústavu rybářství a hydrobiologie ve Vodňanech. Do každé nádrže bylo nasazeno 90ks sivena. Rozdíl hmotnosti mezi nejtěžší a nejlehčí nádrží byl 80g. U 33 náhodně vybraných kusů ryb byla měřena celková délka, délka těla a hmotnost. Pokus byl rozdělen na kratší třítýdenní období, kdy 20 dní probíhalo krmení ryb třikrát denně (7, 10, 14). V den nasazení, resp. přelovení nebyly ryby krmeny.

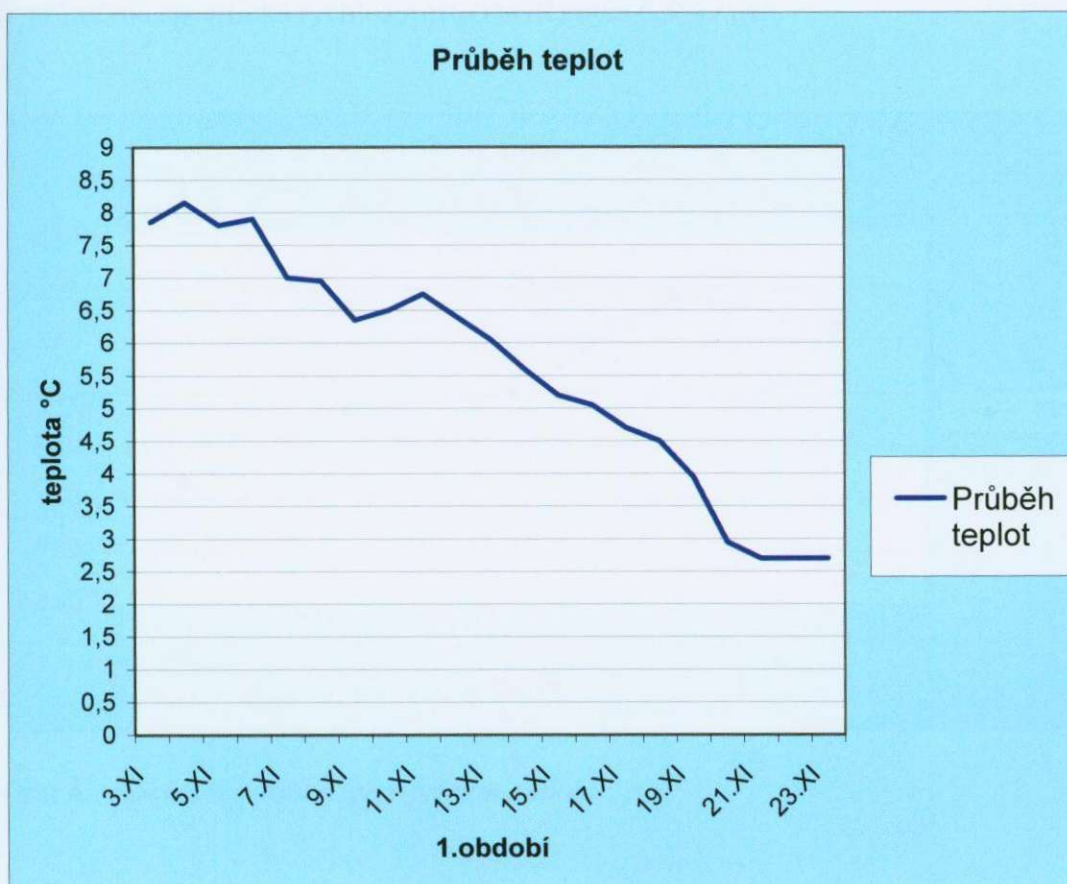
Nádrže byly označeny čísly od 13 do 17. Nádrž číslo 16 byla krmená 100% krmnou dávkou pro aktuální biomasu a teplotu vody. Pro nádrže 17, 15, 14, 13 byla krmná dávka upravena. Nádrž č. 17 byla krmena o 20% větší krmnou dávkou než nádrž č. 16. Nádrž č. 15 byla krmena 80% krmnou dávkou, nádrž číslo 14 jen 60% krmnou dávkou a nádrž č. 13 byla krmena pouze 40% krmnou dávkou vzhledem k aktuální biomase a teplotě vody. Teplota vody během experimentu téměř neustále klesala (Graf 2.). Průměrná teplota vody byla 2,2°C. Maximální teplota 8,15°C byla naměřena na začátku experimentu, minimální teplota 0,2°C byla naměřena v posledním dílčím období, kdy se venkovní teploty vzduchu pohybovaly trvale pod bodem mrazu.



Graf 2.: Průběh teplot během krmného experimentu

4.1 První období:

První období trvalo od 3. do 23.11.2005. V tomto období došlo k největšímu poklesu teploty. Na začátku tohoto období byla teplota kolem 7°C, na konci období se pohybovala jen kolem 3°C. Průměrná teplota v tomto období byla 5,61°C. Maximální teplota byla 8,15°C, což je nejvyšší naměřená teplota během pokusu. Minimální teplota v tomto období byla 2,7°C. Průběh teplot uvádí graf 3.

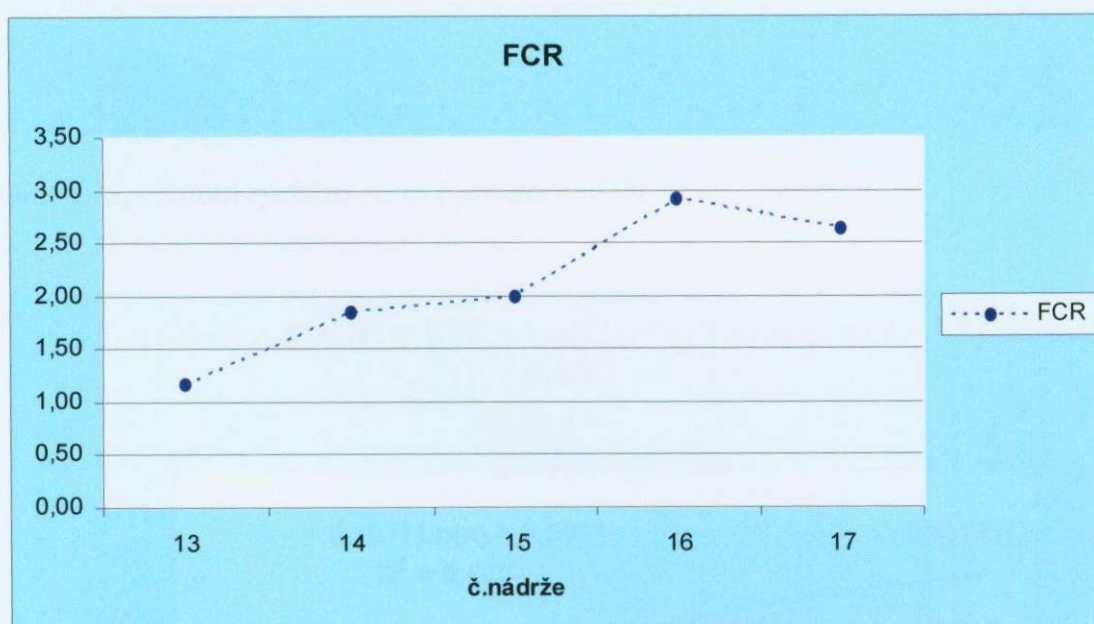


Graf 3.: Průběh teplot v 1. období

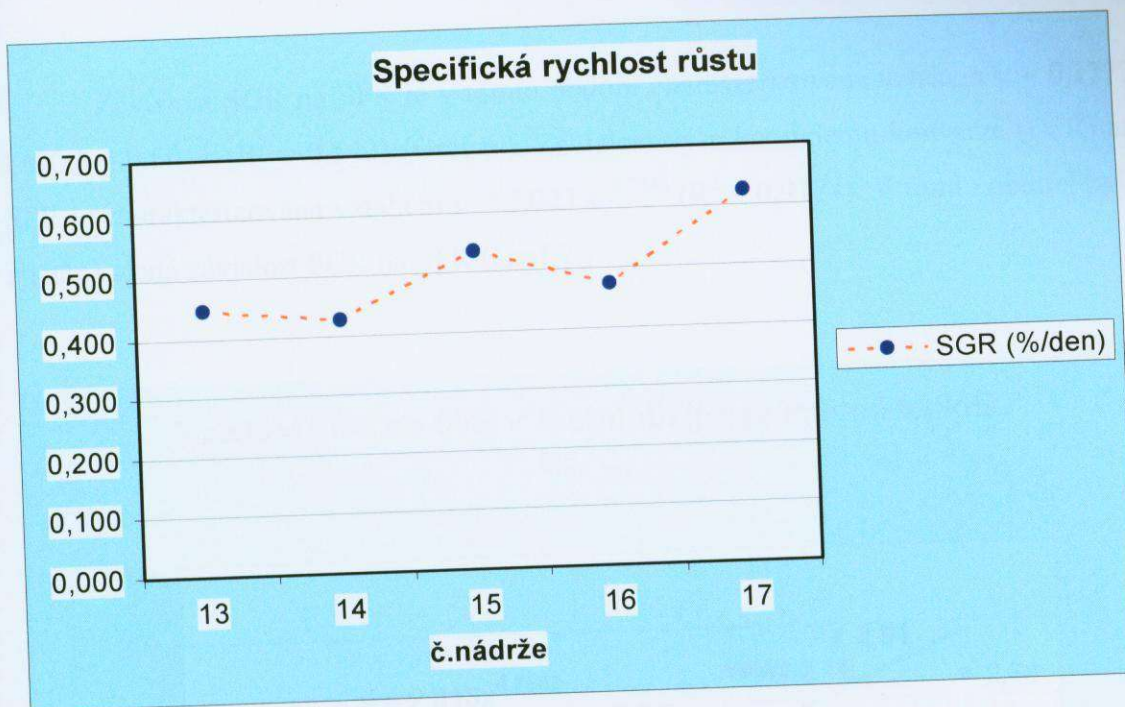
Tab. 2.: Hodnoty SFR, FCR a SRG v prvním období

číslo nádrže	poč. biomasa (g)	konečná biomasa (g)	přírůstek (g)	zkrmeno (g)	FCR	SFR (%/den)	SGR (%/den)
13	5980	6540	560	651	1,16	0,520	0,447
14	6060	6600	540	1001	1,85	0,790	0,427
15	6020	6700	680	1363	2,00	1,072	0,535
16	6040	6640	600	1744	2,91	1,375	0,473
17	6020	6820	800	2114	2,64	1,646	0,623

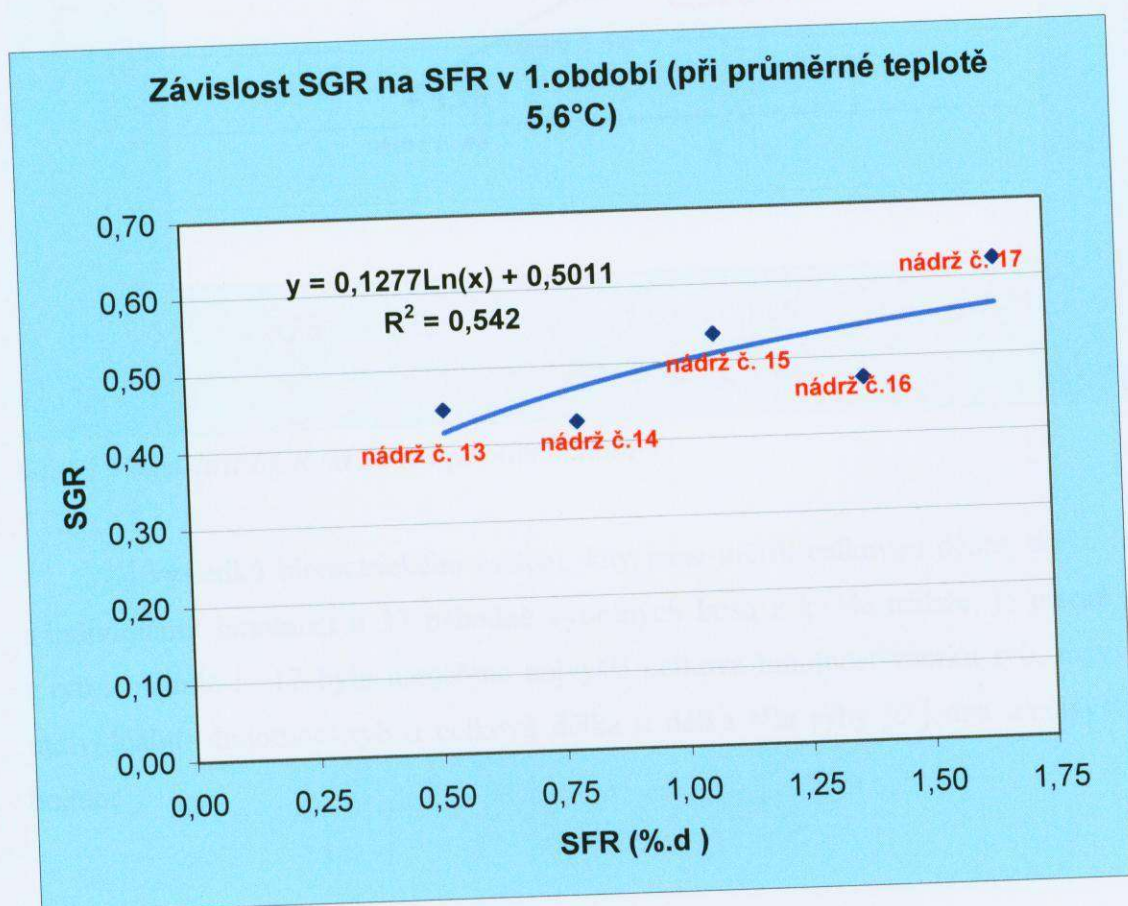
Nejnižší krmný koeficientu 1,16 byl v tomto období zjištěn v nádrži č. 13, kde byla relativní denní krmná dávka (SFR) 0,520% / den a specifická rychlost růstu (SGR) 0,447% / den. Nejvyšší FCR 2,91 byl v nádrži č.16, kde byla specifická rychlost růstu (SGR) 0,473% / den. Koeficienty konverze (FCR) v prvním období uvádí graf 4. Nejvyšší specifická rychlost růstu (SGR) 0,535% / den, při krmném koeficientu (FCR) 2,00 a relativní denní krmné dávce 1,072% / den, byl zjištěn v nádrži č. 15 (Tab. 2). Nejnižší specifická rychlost růstu (SGR) byla zjištěna v nádrži č. 14 (Graf 5.).V tomto období byl průměrný krmný koeficient (FCR) spočítaný z hodnot ze všech nádrží 2,11 a průměrná specifická rychlost růstu (SGR) byla 0,5% / den.



Graf 4.: Koeficienty konverze v prvním období

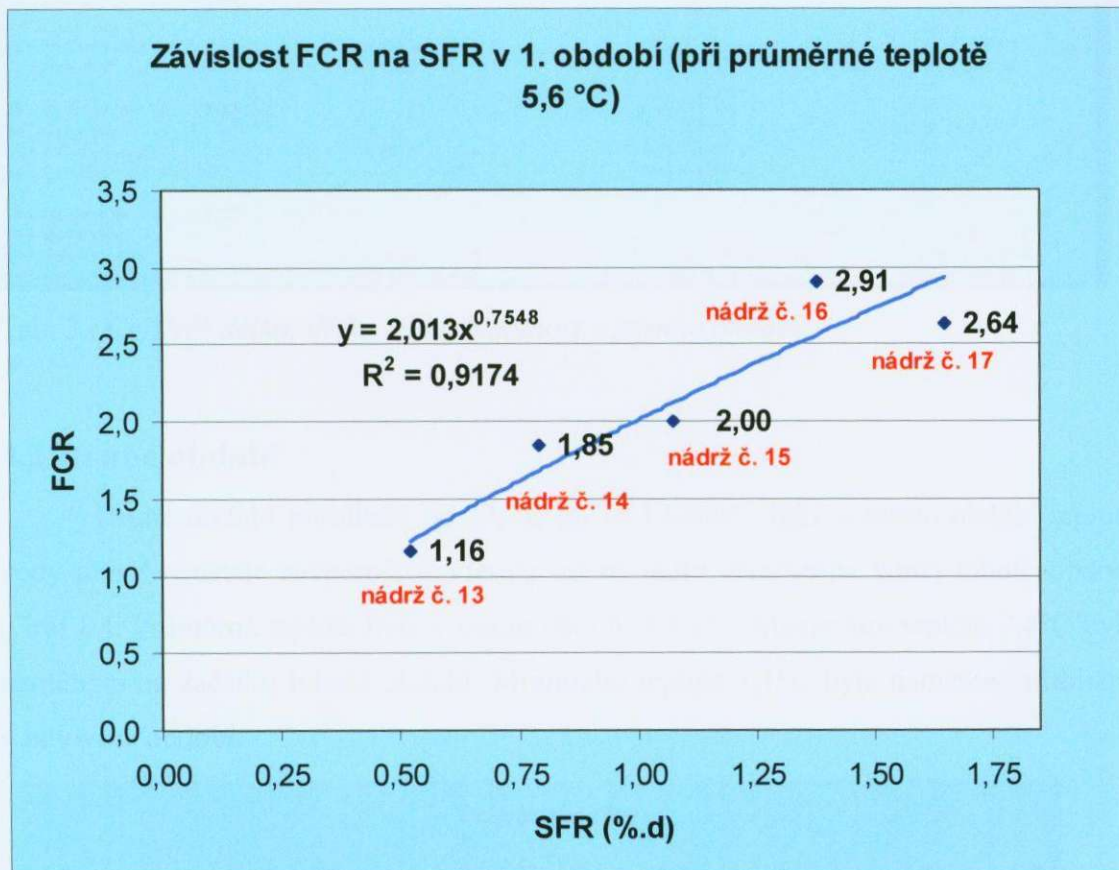


Graf 5.: Specifická rychlost růstu v prvním období



Graf 6.: Závislost SGR na SFR v prvním období

Závislost SGR na SFR je v tomto období charakterizována vztahem $y = 0,1277 \ln(x) + 0,5011$ ($R^2 = 0,542$) (Graf 6.). Závislost výše koeficientu konverze (FCR) na SFR je charakterizována vztahem $y = 2,023 e^{0,7543x}$ ($R^2 = 0,9174$). V tomto období byla zjištěna těsná závislost FCR na SFR (Graf 7.).



Graf 7.: Závislost FCR na SGR v prvním období

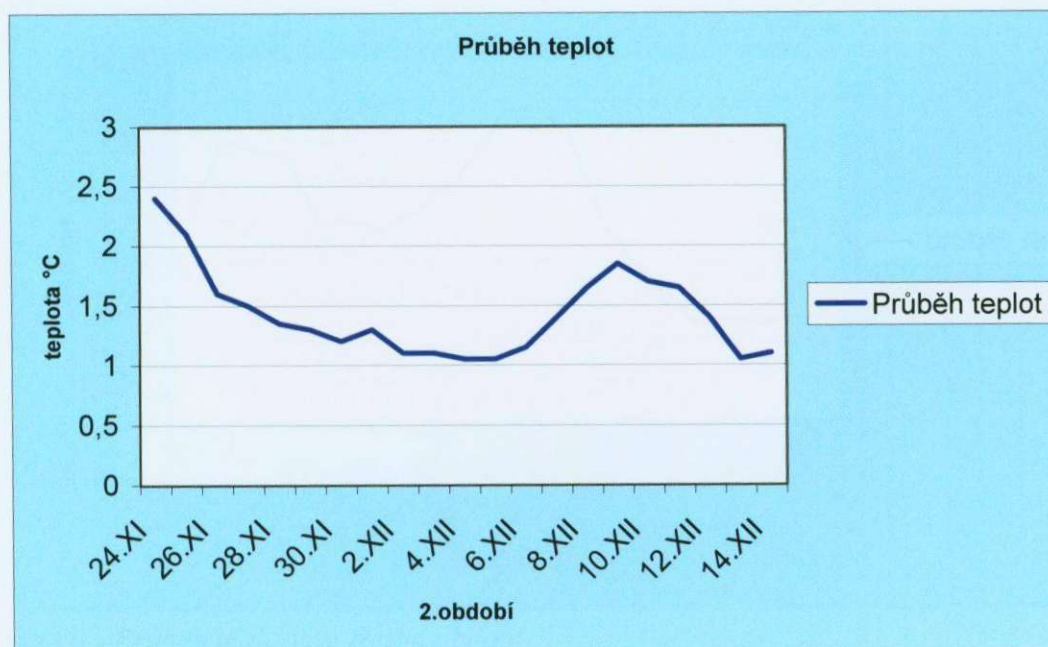
Z výsledků biometrického měření, kdy jsme měřili celkovou délku, délku těla a individuální hmotnost u 33 náhodně vybraných kusů z každé nádrže, je patrné, že u ryb z nádrže č. 17 byla naměřena nejvyšší celková hmotnost vzorku ryb, nejvyšší individuální hmotnost ryb a celková délka a délka těla ryby je jedna z nejvyšších hodnot.

1.období			
Nádrž č. 13	CD	DT	Hmotnost (g)
Suma			2241
Průměr	179,52	161,7	67,91
Směr.odch.	19,55	18,45	20,47
Nádrž č. 14			
Suma			2416
Průměr	184,21	166,52	73,21
Směr.odch.	18,42	16,84	23,54
Nádrž č. 15			
Suma			2423
Průměr	185,55	167,94	73,42
Směr.odch.	19,4	17,9	22,79
Nádrž č. 16			
Suma			2383
Průměr	185,03	167,67	72,21
Směr.odch.	20,93	20,33	24,2
Nádrž č. 17			
Suma			2523
Průměr	185,12	168,36	76,45
Směr.odch.	19,56	18,11	23,71

Tab. 3.: Celková délka, délka těla a hmotnost v prvním období

4.2 Druhé období

Druhé období probíhalo od 23.11. do 15.12.2005. Také v tomto období teplota vody téměř neustále rovnoměrně klesala, až na malý vzestup na konci tohoto období (Graf 8.). Průměrná teplota byla v tomto období 1,43°C. Maximální teplota 2,4°C byla naměřena na začátku tohoto období. Minimální teplota 1,1°C byla naměřena přibližně v polovině období.



Graf 8.: Průběh teploty ve druhém období

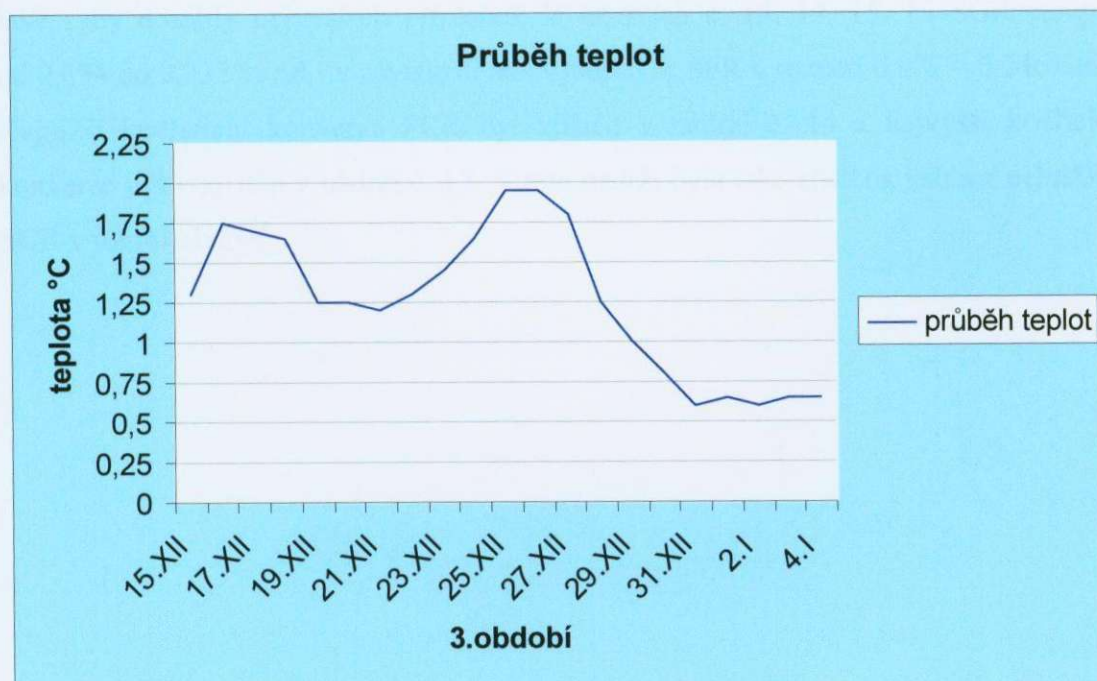
V tomto období došlo k omylu - ryby nebyly krmeny určenou směsí (Ecotex 22 - 3,5 mm). Byl jim podáván Ecotex 46 - 5mm. Ryby nebyly schopny tak velkou granuly zkonsumovat, a proto ztratily na hmotnosti. Výsledky z tohoto období jsou tím velmi ovlivněné, a proto nejsou zpracovány a zahrnuty do celkových výsledků.

Tab. 4.: Úbytek hmotnosti ve druhém období

číslo nádrže	poč. biomasa (g)	konečná biomasa (g)	přírůstek (g)	zkrmeno (g)
13	6540	6480	-60	413
14	6600	6580	-20	658
15	6700	6660	-40	910
16	6640	6300	-240	1148
17	6820	6580	-240	1435

4.3 Třetí období

Třetí období probíhalo od 15.12.2005 do 4.1.2006. Teplota v tomto období poměrně kolísala (Graf 9). Průměrná teplota v tomto období byla 1,26°C. Maximální teplota 1,95°C byla naměřena přibližně v polovině období. Na konci období byla naměřena minimální teplota 0,6°C.



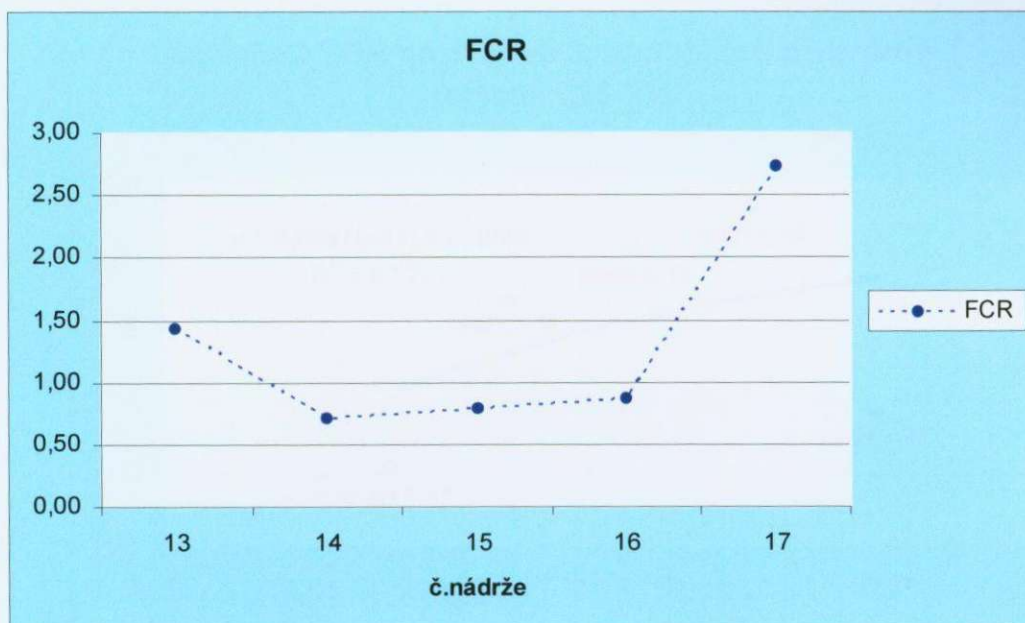
Graf 9.: Průběh teploty ve třetím období

Specifická rychlost růstu (SGR) se ve třetím období zvyšovala v rozpětí 0,054 - 0,232% / d⁻¹. Nejvyšší specifické rychlosti růstu SGR bylo dosaženo v nádrži č. 16. Denní krmná dávka (SFR) byla v rozpětí 0,52 - 1,64% / d⁻¹. Koeficient konverze (FCR) se v jednotlivých nádržích v tomto období zvyšoval v rozpětí 0,7- 2,73. Nejnižšího koeficientu konverze bylo dosaženo v nádrži č. 14. Nejvyššího pak v nádrži č. 17 (Tab. 5). Průměrná hodnota koeficientu konverze FCR byla v tomto období 1,30 a průměrná specifická rychlost růstu SGR byla 0,150% / d⁻¹.

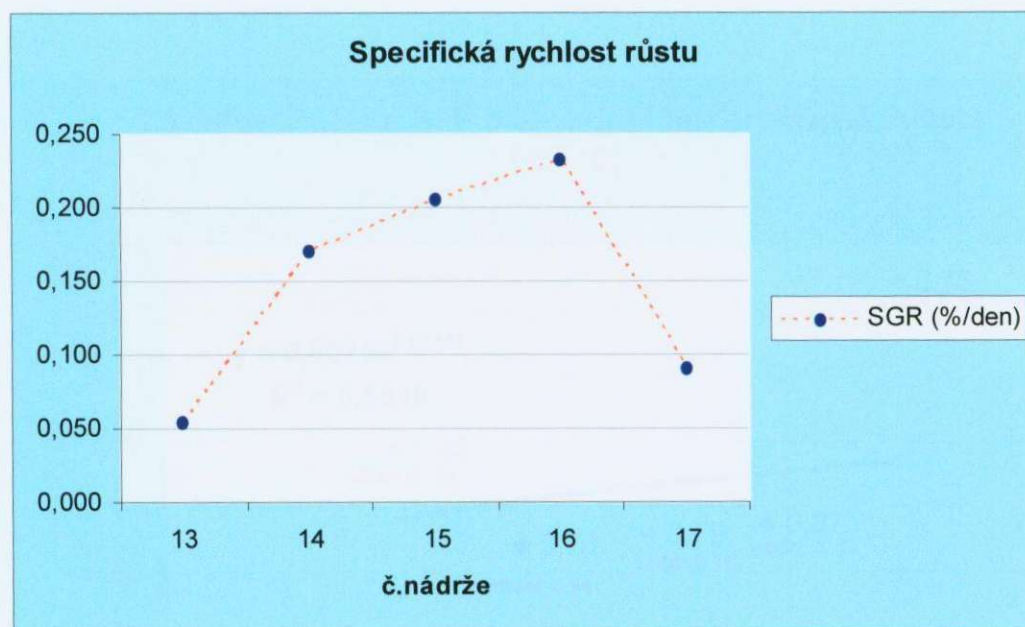
Tab.5. : Výsledky FCR, SFR, FCR ve třetím období

číslo nádrže	poč. biomasa (g)	konečná biomasa (g)	přírůstek (g)	zkrmeno (g)	FCR	SFR (%/den)	SGR (%/den)
13	6480	6550	70	100	1,43	0,077	0,054
14	6580	6810	230	160	0,70	0,119	0,170
15	6660	6940	280	220	0,79	0,162	0,205
16	6300	6600	300	260	0,87	0,202	0,232
17	6580	6700	120	327	2,73	0,246	0,090

Z výsledků je zřejmé, že nejnižších krmných koeficientů a nejvyšší specifická rychlost růstu byla zjištěna v nádržích č. 14, 15, 16 (Graf 10., 11.). V těchto nádržích také ryby dosáhly nejvyšších přírůstků. V nádržích č. 13, 14, 15, 16 SGR stoupala od 0,054 do 0,232 % / d⁻¹ v závislosti na zvyšující se SFR v rozpětí 0,077 – 0,246%/d⁻¹. Nejnižší koeficient konverze FCR byl zjištěn v nádrži č. 14 a nejvyšší koeficient konverze byl v zjištěn v nádrži č. 17. V této nádrži byla také zjištěna jedna z nejnižších SGR v tomto období.

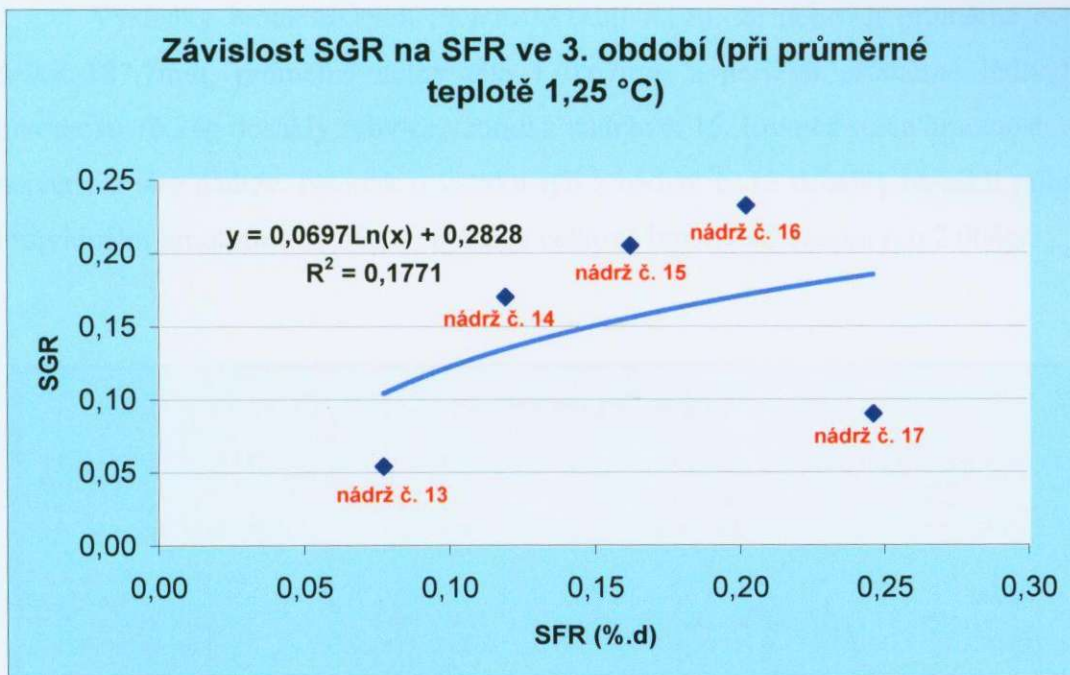


Graf 10.: Koefficienty konverze ve třetím období

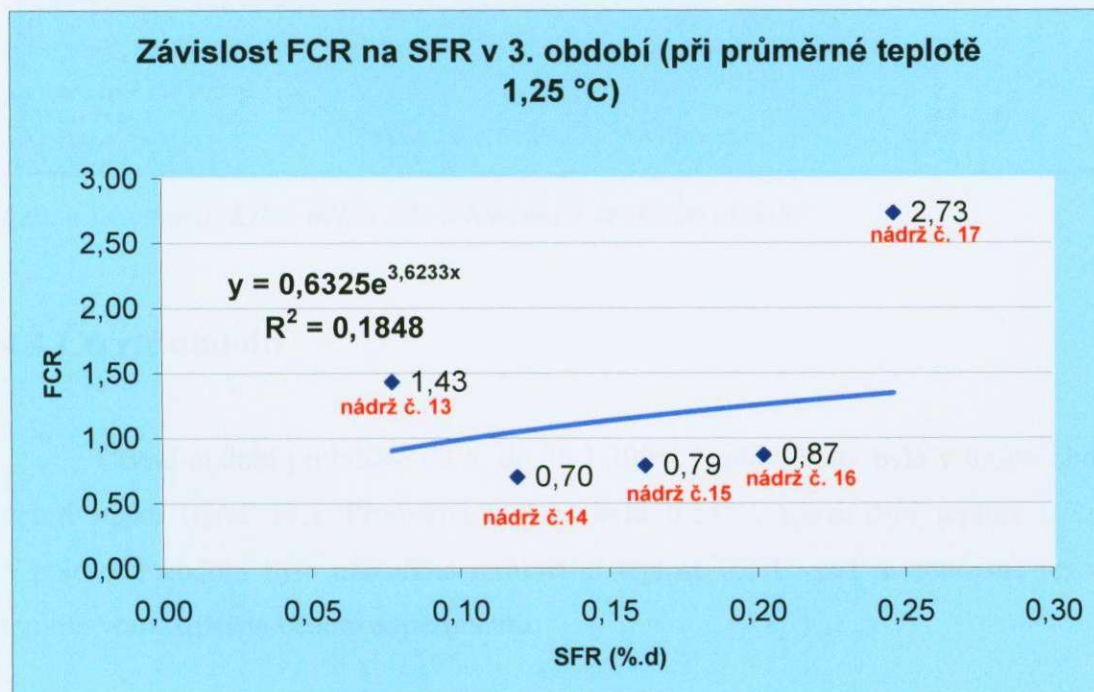


Graf 11.: Specifická rychlost růstu ve třetím období

Závislost výše specifické rychlosti růstu (SGR) na výši SFR je v tomto období charakterizována vztahem $y = 0,0697 \ln(x) + 0,2828$ ($R^2 = 0,1771$) (Graf 12.). V tomto období nebyla zjištěna závislost SGR na SFR. Závislost výše koeficientu konverze FCR na SFR je charakterizována vztahem $y = 0,632 e^{3,6233 x}$ ($R^2 = 0,1848$). Tuto závislost popisuje graf 13. Rovněž se nepotvrdila závislost FCR na SFR.



Graf 12.: Závislost SGR na SFR ve třetím období



Graf 13.: Závislost FCR na SFR ve třetím období

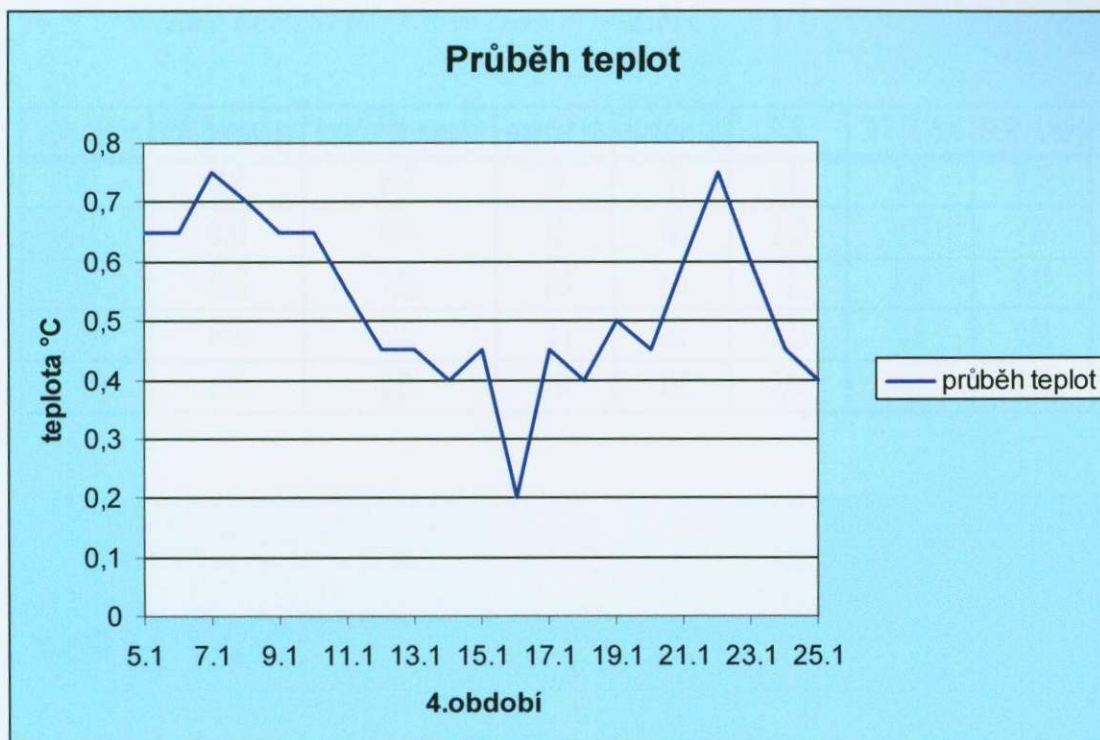
Výsledky biometrických měření ukazují na to, že nejvyšší průměrné celkové délky 187,7mm, průměrné délky těla 170,67mm a největší průměrné individuální hmotnosti 76,24g dosáhly ryby ze vzorku z nádrže č. 15. Rovněž suma hmotnosti ryb je největší u této nádrže. Naopak u vzorku ryb z nádrže č. 13 dosáhly nejnižší průměrné individuální hmotnosti 65,55g a nejmenší celkové hmotnosti vzorku ryb 2 064g.

3.období			
Nádrž č. 13	CD	DT	Hmotnost (g)
Suma			2063
Průměr	182,97	165,16	65,55
Směr.odch.	14,27	13,96	16,67
Nádrž č. 14			
Suma			2426
Průměr	187,67	170,36	73,52
Směr.odch.	16,28	15,24	19,29
Nádrž č. 15			
Suma			2516
Průměr	187,7	170,67	76,24
Směr.odch.	16,52	15,36	20,55
Nádrž č. 16			
Suma			2367
Průměr	184,3	166,55	71,73
Směr.odch.	19,77	19,23	21,3
Nádrž č. 17			
Suma			2328
Průměr	182,91	165,52	70,55
Směr.odch.	20,33	19,2	24,31

Tab. 6.: Celková délka, délka těla a hmotnost ve třetím období

4.4 Čtvrté období

Čtvrté období probíhalo od 5. do 25.1.2005. Teplota vody byla v tomto období velmi nízká (Graf 14.). Průměrná teplota byla 0,53°C, maximální teplota 0,75°C. V polovině období byla naměřena minimální teplota 0,2°C, což je současně nejnižší teplota vody zjištěná během experimentu.

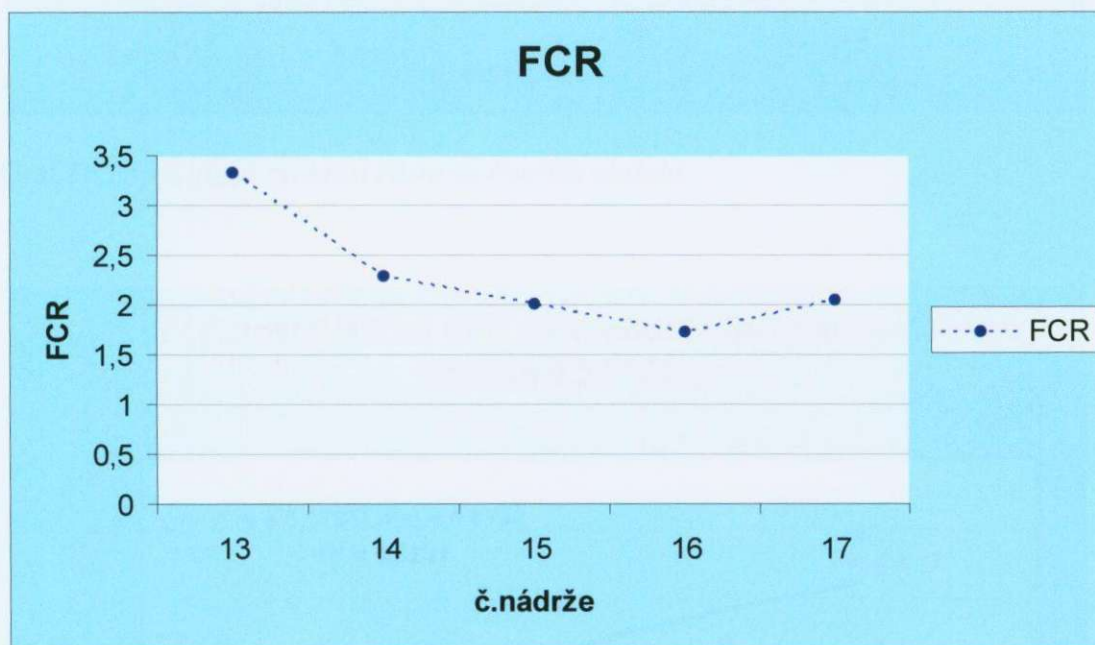


Graf 14.: Průběh teplot ve čtvrtém období

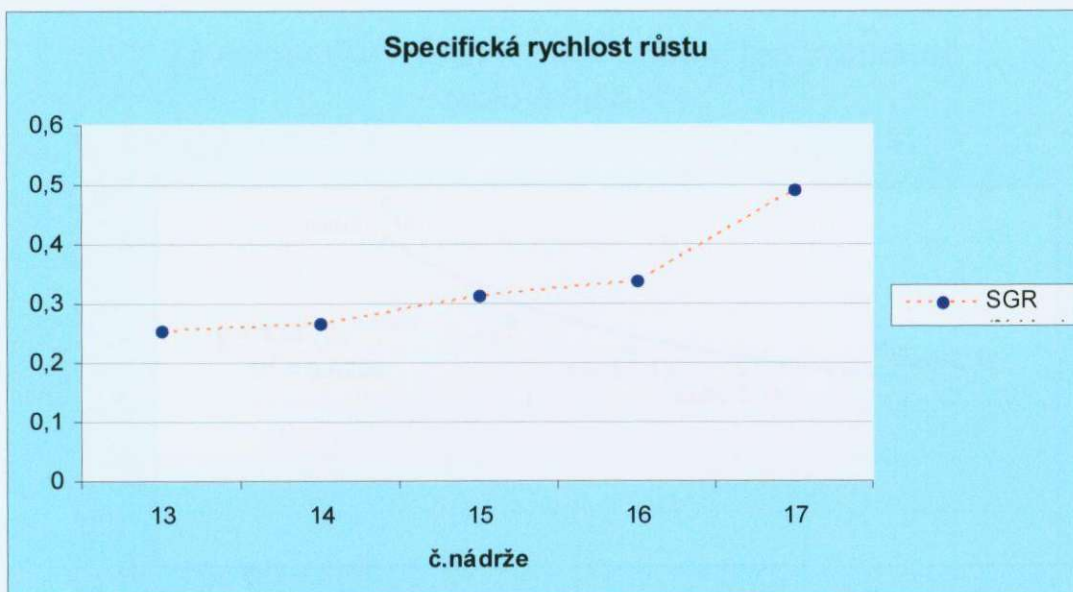
Specifická rychlost růstu (SGR) se ve čtvrtém pokusném období zvyšovala v rozpětí 0,25 - 0,49% d⁻¹ v závislosti na zvyšující se denní krmné dávce (SFR) v rozpětí 0,08 - 0,24% d⁻¹. Nejvyšší specifická rychlost růstu byla zjištěna v nádrži č.17. Nejnižší pak v nádrži č. 13. Krmný koeficient (FCR) se v jednotlivých nádržích v tomto období pohyboval v rozpětí 1,73- 3,33. Nejnižšího krmného koeficientu FCR bylo dosaženo v nádrži č. 16 a nejvyššího v nádrži č. 13 (Tab. 7). Průměrná hodnota koeficientu konverze FCR byla v tomto období 2,28 a průměrná specifická rychlost růstu SGR byla 0,33% / d⁻¹. V tomto období je závislost výše SGR na výši SFR charakterizována vztahem $y = 0,1784 \ln(x) + 0,6758$ ($R^2 = 0,7231$) (Graf 16.). Závislost výše koeficientu konverze FCR na SFR je dokumentována vztahem $y = 3,5703^{-3,0303 x}$ ($R^2 = 0,6236$) (Graf 17).

Tab. 7.: Výsledky FCR, SFR, FCR ve čtvrtém období

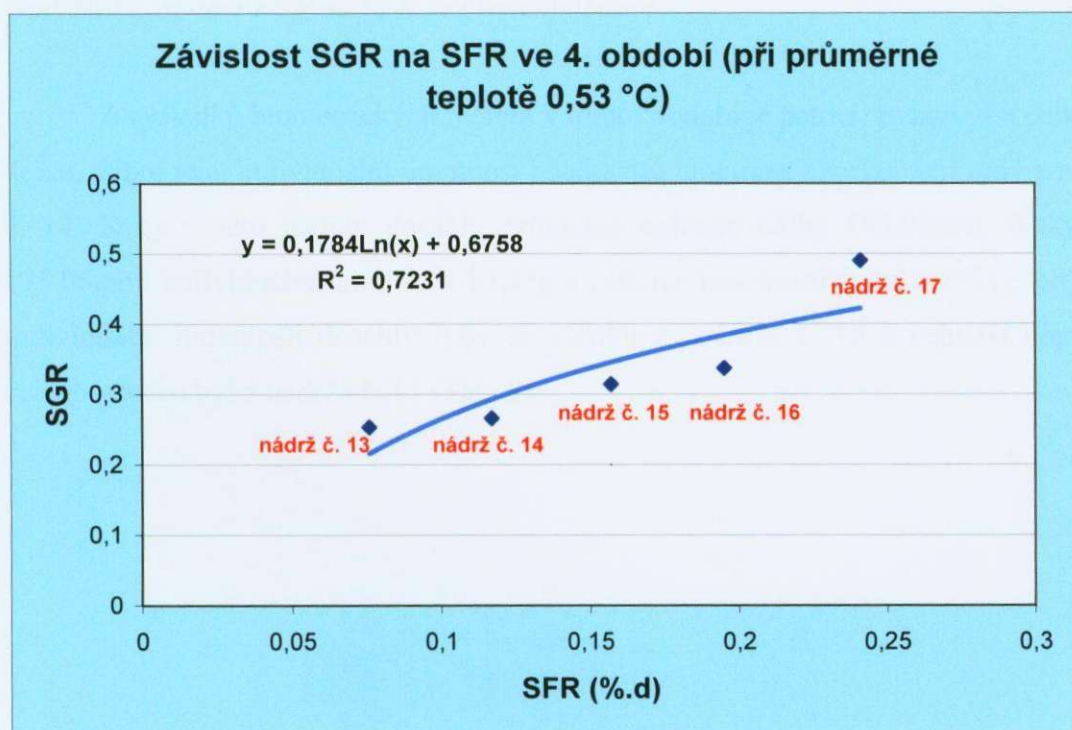
číslo nádrže	poč. biomasa (g)	konečná biomasa (g)	přírůstek (g)	zkrmeno (g)	FCR	SFR (%/den)	SGR (%/den)
13	6550	6590	30	100	3,33	0,08	0,25
14	6810	6900	70	160	2,28	0,12	0,27
15	6940	7050	110	220	2	0,16	0,31
16	6600	6750	150	260	1,73	0,2	0,34
17	6700	6860	160	327	2,04	0,24	0,49



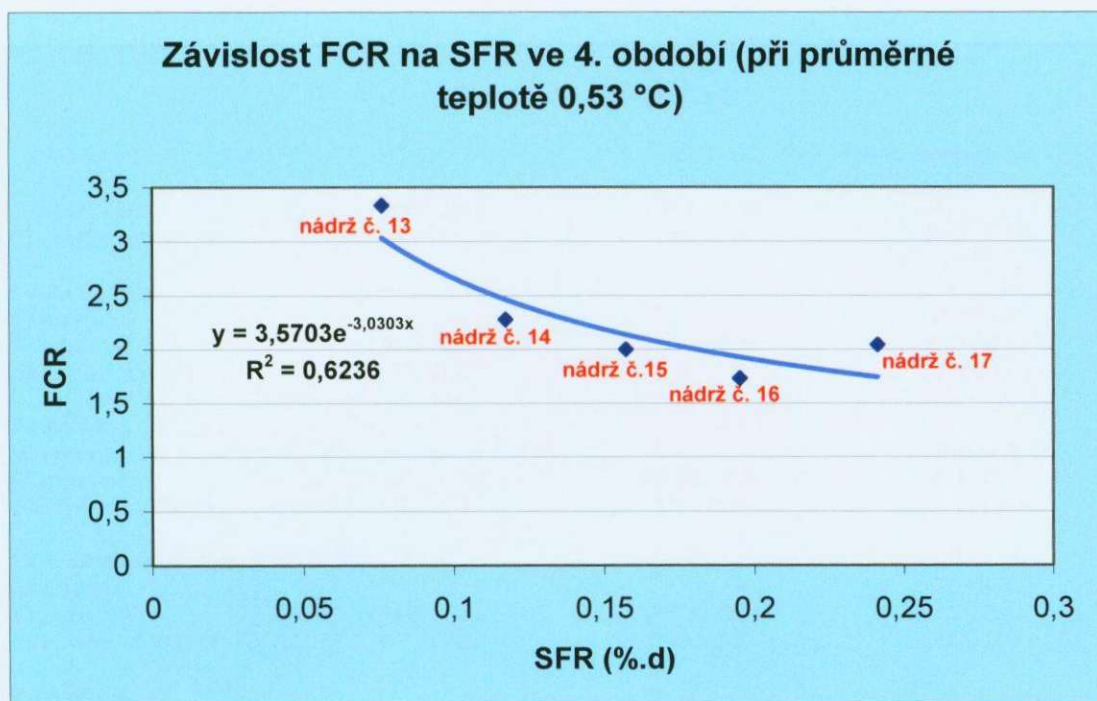
Graf 15.: Koefficienty konverze ve čtvrtém období



Graf 16.: *Specifická rychlost růstu ve čtvrtém období*



Graf 17.: *Závislost SGR na SFR ve 4. období*



Graf 18.: Závislost FCR na SFR ve čtvrtém období

Z výsledků biometrických měření v tomto období je patrné, že nejvyšší celkovou délkou, délkou těla, individuální hmotností i celkovou hmotností vzorku mají ryby z nádrže č. 14. Ryby z této nádrže dosáhly průměrné celkové délky 193,06mm, délky těla 175,06mm, individuální hmotnosti 83,45g a celkové hmotnosti vzorku 2754g. Nejnižší individuální hmotnosti dosáhly ryby ze vzorku z nádrže č. 16 a nejnižší hmotnost celého vzorku byl z nádrže č. 13 (Tab. 8).

4.období			
Nádrž č. 13	CD	DT	Hmotnost (g)
Suma			2282
Průměr	188,26	171,42	73,61
Směr.odch.	17,71	15,47	20,62
Nádrž č. 14			
Suma			2754
Průměr	193,06	175,06	83,45
Směr.odch.	17,32	16,98	25,4
Nádrž č. 15			
Suma			2443
Průměr	187,48	168,73	74,03
Směr.odch.	18,14	16,85	21,04
Nádrž č. 16			
Suma			2394
Průměr	186,39	167,03	72,55
Směr.odch.	17,52	16,31	20,23
Nádrž č. 17			
Suma			2590
Průměr	189,06	169,45	78,48
Směr.odch.	20,92	19,79	23,78

Tab. 8.: Celková délka, délka těla a hmotnost ve čtvrtém období

5. DISKUZE

Cílem našeho pokusu bylo zjistit závislost rychlosti růstu a konverze kompletní krmné směsi na výši denních krmných dávek a teplotě vody u sivena amerického. Pro správné určení optimálních krmných dávek nám sloužily hlavně koeficient konverze a specifická rychlost růstu. Ty se měnily v závislosti na velikosti denní krmné dávky, kterou jsme vypočítali podle aktuální hmotnosti ryb a teploty vody. Předpokládali jsme, že závislost koeficientu konverze se bude s relativní denní dávkou takto měnit. Při krmení nízkými dávkami krmiva bude koeficient konverze mírně zvýšený, s postupným zvyšováním krmné dávky bude jeho hodnota klesat až dosáhne minimálních hodnot. Při dalším zvyšování krmné dávky koeficient konverze začne znovu stoupat. To je způsobeno tím, že ryby již nedokážou využít tak velké množství krmiva pro svůj růst a krmivo se stane pro ryby zátěží, která může negativně ovlivnit i jejich životní podmínky. Předpokládali jsme, že koeficient konverze utvoří křivku do tvaru „U“, přičemž levá strana bude mít nižší hodnoty a pravá strana křivky bude nekonečně stoupat.

Dále jsme předpokládali, že při nižších krmných dávkách bude dosahovat specifická rychlost růstu nižších hodnot, s rostoucí denní dávkou se bude zvyšovat i rychlost růstu. Při dosažení určité hodnoty krmné dávky se specifická rychlost zastaví, protože již bylo dosaženo takzvaného genetického stropu u ryb a ryby dále nemohou zvyšovat tempo růstu s dalším zvyšováním krmné dávky. V tomto bodě se stává krmení zbytečné a neekonomické. Při dalším zvýšení krmné dávky by se dalo předpokládat zhoršení životního prostředí ryb a mohl by nastat takzvaný krmný šok. Rychlost růstu by mohla mírně klesnout. Všechny tyto ukazatele jsou závislé na abiotických faktorech jako je teplota a nasycení kyslíkem.

Krmivo firmy Biomar má stejný obsah NL (42 %) i tuku (22 %) jako námi použité krmivo firmy Dibaq, a tak můžeme použít výsledky s testováním tohoto krmiva pro srovnání našich výsledků u sivena.

První období

V prvním období došlo k největšímu poklesu teploty. Na začátku tohoto období byla teplota kolem 7°C, na konci období se pohybovala jen kolem 3°C. Průměrná teplota v tomto období byla 5,61°C. Maximální teplota byla 8,15°C. Naše předpoklady

se sice splnili, ale v méně markantnějším měřítku. V tomto období bylo dosaženo nejlepších výsledků, tzn. nejvyšší specifické rychlosti růstu, největšího přírůstku při co nejmenším koeficientu konverze dosaženo v nádrži č. 15. V této nádrži byla relativní krmná dávka (SFR) ve výši 1,074% / d⁻¹. Poměrně vysoký koeficient konverze 2,00 je možno vysvětlit tím, že během tohoto období došlo poměrně rychlému a velkému poklesu teploty vody. Ryby se nestihly dostatečně rychle přizpůsobit nízké teplotě, rychle se snížila jejich intenzita metabolismu a tím pádem nedokázaly optimálně využít krmivo.

V tomto období se s rostoucí denní dávkou zvyšovala i rychlost růstu, což splnilo naše předpoklady. Závislost SGR na SFR je v tomto období charakterizována vztahem $y = 0,1277 \ln(x) + 0,5011$ ($R^2 = 0,542$). Dále můžeme říci, že se s rostoucí krmnou dávkou zvyšoval koeficient konverze. To může být způsobeno tím, že ryby byly tímto obdobím nadbytečně krmeny a nedokázaly již dalšího krmiva využít. Závislost výše koeficientu konverze (FCR) na SFR je charakterizována vztahem $y = 2,023 e^{0,7543}$ ($R^2 = 0,9174$). V tomto období byla zjištěna těsná závislost FCR na SFR.

Z výsledků biometrického měření je patrné, že u ryb z nádrže č. 17 byla naměřena nejvyšší celková hmotnost vzorku ryb, nejvyšší individuální hmotnost ryb. Také celková délka a délka těla ryby je jedna z nejvyšších. V této nádrži byla také zjištěna nejvyšší relativní rychlost růstu a bylo zde dosaženo nejvyššího přírůstku.

Druhé období

V tomto období došlo k omylu – pokusné ryby nebyly krmeny určenou směsí (Ecotex 22 - 3,5mm). Byl jim podáván Ecotex 46 - 5mm. Ryby nebyly schopny tak velkou granuly zkonsumovat, a proto ztratily na hmotnosti. Výsledky z tohoto období jsou tímto velmi ovlivněné, a proto nejsou zpracovány a zahrnuty do celkových výsledků.

Třetí období

Teplota v tomto období poměrně kolísala. Průměrná teplota v tomto období byla 1,26°C. Maximální teplota 1,95°C byla naměřena přibližně v polovině období. Na konci období byla naměřena minimální teplota 0,6°C. V tomto období se potvrdily naše

předpoklady, že při krmení nízkých dávek krmiva bude koeficient konverze mírně zvýšený a s postupným zvyšováním krmné dávky bude jeho hodnota klesat, až dosáhne minimálních hodnot. Při dalším zvyšování krmné dávky koeficient konverze začne znovu stoupat. Křivka koeficientu konverze tak vytvořila tvar písmene U.

Z výsledků je zřejmé, že nejnižších krmných koeficientů, nejvyšších přírůstků a nejvyšší specifická rychlost růstu byla zjištěna v nádržích č. 14, 15, 16. Koeficienty konverze byly v těchto nádržích poměrně nízké 0,70 - 0,87. Jedním z důvodů může být to, že ryby již aklimatizovaly na nízké teploty a začaly dokonaleji využívat krmiva. Nejlepších výsledků bylo dosaženo v nádrži č. 16. V této nádrži byla zjištěna specifická rychlost růstu (SGR) $0,232\% / d^{-1}$, při relativní denní krmné dávce ve výši $0,202\% / d^{-1}$, a bylo dosaženo koeficientu konverze (FCR) 0,87. Můžeme tedy usuzovat, že pro průměrnou teplotu $1,23^{\circ}C$ je optimální krmná dávka $0,202\% / d^{-1}$. Specifická rychlost růstu SGR stoupala od 0,054 do $0,232\% / d^{-1}$ v závislosti na zvyšující se SFR v rozpětí $0,077 - 0,246\% / d^{-1}$.

Výsledky biometrických měření ukazují na to, že nejvyšší průměrné celkové délky 187,7mm, průměrné délky těla 170,67mm a největší průměrné individuální hmotnosti 76,24g dosáhly ryby ze vzorku z nádrže č. 15. Rovněž suma hmotnosti ryb je největší u této nádrže, což odpovídá tomu, že v těchto nádržích byly zjištěny největší přírůstky a nejvyšší specifické rychlosti růstu.

Čtvrté období

Čtvrté období probíhalo od 5. - 25.1.2005. Teplota vody byla v tomto období velmi nízká. Průměrná teplota byla $0,53^{\circ}C$. Maximální teplota $0,75^{\circ}C$ V polovině období byla naměřena minimální teplota $0,2^{\circ}C$. Křivka závislosti koeficientu konverze na výši relativní denní dávky je v tomto období mírně pozměněna. Tvoří tvar široce rozevřeného písmene U, ale je mírně pozměněna. Nejvyšší hodnota koeficientu konverze je na levé straně křivky, poté koeficient klesá a u poslední nádrže opět stoupá. To znamená, že u nádrže č. 13, kde byla nejnižší relativní denní krmná dávka, byl nejvyšší koeficient konverze. Koeficient se se zvyšující krmnou dávkou snižoval a zvýšil se až u poslední nádrže. Nejnižší krmný koeficient a nejvyšší specifická rychlost růstu byla zjištěna v nádrži č. 16. Z čehož můžeme usoudit, že pro průměrnou teplotu $0,53^{\circ}C$ je optimální krmná dávka ve výši $0,20\% / d^{-1}$. Průměrná hodnota koeficientu konverze FCR byla v tomto období 2,28 a průměrná specifická rychlost

růstu SGR byla $0,33\% / d^{-1}$. Závislost výše koeficientu konverze FCR na SFR je dokumentována vztahem $y = 3,5703^{-3,0303 \times x}$ ($R^2 = 0,6236$). V tomto období byla zjištěna závislost FCR na SFR.

Specifická rychlost růstu SGR stoupala od $0,25$ do $0,49\% / d^{-1}$ v závislosti na zvyšující se SFR v rozpětí $0,08 - 0,24\% / d^{-1}$. V tomto období je závislost výše SGR na výši SFR charakterizována vztahem $y = 0,1784 \ln(x) + 0,6758$ ($R^2 = 0,7231$). Byla zjištěna těsná závislost FCR na SFR.

Z celkového shrnutí výsledků srovnání sivena a pstruha vyplývá závěr, že při teplotách od $5^\circ C$ do $1^\circ C$ jsou výsledky obou druhů ryb téměř vyrovnané. Siven i pstruh přijímají a dokáží využít podávaného krmiva. Při těchto teplotách se ukázala velice důležitá energetická složka krmiva. Při extrémně nízkých teplotách - pod $1^\circ C$ přestává pstruh duhový přijímat a optimálně využívat krmiva, siven americký však i při těchto nízkých teplotách žere a dokáže krmiva využít.

6. ZÁVĚR

Výsledky našeho pokusu přispěly k přesnění závislosti SGR a koeficientu konverze na výši denních krmných dávek při nízkých teplotách. Dále byla potvrzena dobrá produkční účinnost a vhodnost použití krmiva Dibaq Ecotex 22 pro sivena amerického při nízkých teplotách vody.

Bylo potvrzeno, že specifická rychlost růstu (SGR) stoupá v závislosti na zvyšující se denní krmné dávce (SFR). Koeficient konverze za celé období pokusu činil 1,89 a specifická rychlost růstu dosáhla 0,327% d⁻¹. V 1. a 4. období byla zjištěna závislost FCR na SFR. Závislost výše koeficientu konverze (FCR) na SFR je charakterizována vztahem $y = 2,023 e^{0,7543}$ ($R^2 = 0,9174$). V prvním období závislost výše koeficientu konverze (FCR) na SFR charakterizuje vztah $y = 2,023 e^{0,7543}$ ($R^2 = 0,9174$). Ve čtvrtém období je závislost výše koeficientu konverze FCR na SFR dokumentována vztahem $y = 3,5703^{-3,0303 \times}$ ($R^2 = 0,6236$).

Ze srovnání našich výsledků u sivena amerického a publikovaných výsledků u pstruha duhového můžeme vyvodit závěr, že při teplotách od 5°C do 1°C jsou výsledky obou druhů ryb téměř vyrovnané. Siven i pstruh přijímají a dokáží využít podávaného krmiva. Při těchto teplotách se ukázala velice důležitá energetická složka krmiva. Při extrémně nízkých teplotách - pod 1°C - přestává pstruh duhový přijímat a optimálně využívat krmiva, siven americký však i při těchto nízkých teplotách žere a dokáže krmiva využít.

7. SUMMARY LITERATURE

Dependence on speed growth and conversion complete feeding mixtures on height daily feeding doses and water temperature in market-size rainbow trout and brook trout.

Abstract: Feeding experiment was performed in flow-through 700 l tanks at 8,15 °C - 0,2 °C, at lasting for 84 days divided into four 21 days partial periods. Five groups of brook trout was divided and reared at stocking density of 90 ind. per tank. Complete feed Dibaq ECOTEX 22 (contens 43 % protein and 22 %, 3, 5 mm size) was supplied in three daily partial doses (at 7 a.m., 10 a.m. and 14 p.m.). Specific growth rate (SGR) at the first period (average temperature 5,6 °C) rose up the range 0,447-0,623 % d⁻¹ and specific feed rate (SFR) was from 0,52 to 1,64 % d⁻¹. Specific growth rate (SGR) at the last period (average temperature 0,75 °C, minimal temperature 0,2°C) rose up the range 0,253-0,490 % d⁻¹ and specific feed rate (SFR) was from 0,076 to 2,41 % d⁻¹. Feed conversion ratio (FCR) at the first period (average temperature 5,6 °C) rose up the range 1,16 – 2,64. Feed conversion rate (FCR) at the last period (average temperature 0,75 °C) rose up the range 1,73 – 3,33. Was found very close relationships between FCR and SFR at low temperatures.

Key words: brook trout, low temperatures, specific growth rate, feed conversion ratio, specific feed rate

8. POUŽITÁ LITERATURA

1. BARUŠ, V., OLIVA, O. a kol.: Mihulovci a ryby 1. AV ČR Praha, 1995, s. 483 - 494.
2. ČIHAŘ, J., MALÝ, J.: Sladkovodní ryby. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1978, s. 76.
3. DUBSKÝ, K., KOUŘIL, J., ŠRÁMEK, V.: Obecné rybářství. Informatorium Praha, 2003, s.153 – 155.
4. HOKANSON, K.E.F., MCCORMICK, H.J., JONES, B.R., TRUCKER, J.H., 1973. Thermal requirements for maturation, spawning, and embryo survival of the brook trout, *Salvelinus fontinalis*. J. Fish Res. Board Can. 30: 975-984.
5. HOLČÍK, J., MIHÁLIK, J.: Sladkovodní ryby. ARTIA Praha 1971, s. 48.
6. HOSSAIN M. A. R., HAYLOR G. S., BEVERIDGE M. C. M. 2000. The influence of food particle size on gastric emptying and growth rates of fingerling African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell, 1892. Aquaculture Nutrition, 6:73-76.
7. JIRÁSEK, J., PALÁČKOVÁ, J., KOHÚT, J.: Vliv kvality krmiva na produkční ukazatele u pstruha duhového. Chov lososovitých ryb (sborník referátů z konference). ČSVTS při VÚRH a SRŠ Vodňany, 1989, s. 163 – 171.
8. KOMÍNEK, A., PŘÍHODA, J.: První zkušenosti z chovu sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) v klecovém zařízení na Dobšinské údolní nádrži. Bulletin VÚRH Vodňany. 4, 1976, s. 14 – 18.
9. KOZÁK, P., HAMÁČKOVÁ, J., KOUŘIL, J. 1999. Vliv nízké teploty na konverzi dvou různých krmiv u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). In: Kozák, P., Hamáčková, J. (Eds.): Sborník referátů z II. české ichtyologické konference, VÚRH JU, Vodňany, s. 188-194.
10. LUSK, S., BARUŠ, V., VOSTRADOVSKÝ, J.: Ryby v našich vodách. ČSAV Praha, 1992, s. 108 – 110.
11. POKORNÝ, J., ADÁMEK, Z., DVOŘÁK, J., ŠRÁMEK, V.: Pstruhařství. Informatorium Praha, 1998, 262 s.
12. POKORNÝ, J., ADÁMEK, Z., DVOŘÁK, J., ŠRÁMEK, V.: Pstruhařství.

Informatorium Praha, 2003, 264 s.

13. PŘÍHODA, J.: Chov lososovitých ryb. Style, 2006, s. 78 – 82.

14. SPURNÝ, P.: Problematika výživy a krmení pstruha duhového v podmínkách intenzivních chovů. Sborník referátů. Intenzifikace chovu lososovitých ryb. Brno, 1984, s. 60 – 64.

15. SPURNÝ, P.: Ichtyologie (systematická část). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 1998, s. 43 – 44.

16. STUPKA, Z., BOLHA, P., KOUŘIL, J., HAMÁČKOVÁ, J., LEPIČ, P. VALENTOVÁ, O. 2004. Předběžné výsledky růstu, konverze krmiva, spotřeby kyslíku a exkrece amoniaku u u sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*) při nízkých teplotách. In: Vykusová, B. (red.): Sb. VII. Česká ichtyologická konference, Vodňany, VÚRH JU, s. 239-244.

17. TALBOT, C., HOLE, R.: Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture. Journal of Applied Ichthyology. 10, 1994, s. 258 – 270.

9. PŘÍLOHY

Příloha č.1.: *Biometrika - nádrž č.13 - první část*

přelovení 23.11.2005				přelovení 14.12.2005			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	166	148	56	1	142	127	33
2	184	164	74	2	195	177	78
3	141	123	31	3	210	188	108
4	177	159	59	4	218	197	123
5	187	176	84	5	210	185	118
6	163	143	45	6	182	164	75
7	187	168	68	7	187	170	73
8	187	169	72	8	196	178	89
9	183	164	64	9	200	181	98
10	169	154	59	10	196	177	88
11	170	153	54	11	203	186	97
12	201	180	90	12	178	159	69
13	195	177	76	13	210	189	124
14	193	172	81	14	197	178	79
15	188	171	80	15	193	172	82
16	184	164	66	16	213	185	123
17	177	159	67	17	174	165	64
18	193	176	80	18	179	161	65
19	212	190	122	19	165	149	58
20	184	167	67	20	150	134	36
21	192	173	76	21	187	178	74
22	166	150	52	22	158	144	40
23	172	163	71	23	185	165	65
24	191	169	79	24	175	157	61
25	166	150	53	25	183	164	69
26	195	176	75	26	200	182	100
27	129	114	22	27	177	159	68
28	139	124	29	28	204	185	96
29	184	165	79	29	175	157	60
30	145	129	38	30	198	179	98
31	189	169	78	31	168	152	55
32	205	186	94	32	185	165	76
33	210	191	100	33	177	159	66
Suma			2241	Suma			2608
Průměr	179,5152	161,697	67,90909	Průměr	186,9697	168,7273	79,0303
Směr.odch.	19,54656	18,44974	20,47373	Směr.odch.	17,85545	15,99862	23,74547

Příloha č.2.: *Biometrika - nádrž č.13 - druhá část*

přelovení 4.1.2006				přelovení 25.1.2006			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	175	157	56	1	221	202	119
2	194	174	74	2	148	138	36
3	184	166	65	3	194	173	74
4	185	167	70	4	177	159	48
5	207	187	114	5	159	140	40
6	197	178	95	6	198	175	81
7	174	157	53	7	211	199	97
8	170	154	47	8	200	189	103
9	179	161	65	9	189	179	73
10	210	194	98	10	208	186	93
11	214	194	107	11	215	193	115
12	194	175	85	12	203	183	84
13	144	128	31	13	145	139	32
14	185	166	68	14	187	171	65
15	202	183	98	15	197	176	83
16	188	171	65	16	192	173	78
17	187	169	70	17	184	165	63
18	162	142	44	18	215	198	105
19	189	172	74	19	201	179	84
20	175	157	64	20	192	173	84
21	178	160	64	21	189	172	67
22	185	169	67	22	183	164	69
23	165	147	44	23	156	147	45
24	198	180	76	24	195	176	83
25	183	167	68	25	184	166	75
26	157	140	38	26	186	166	66
27	174	156	56	27	176	157	64
28	197	178	81	28	187	170	65
29	187	170	69	29	194	176	74
30	188	170	61	30	182	163	62
31	181	164	56	31	181	163	66
32	184	167	79	32	166	159	47
33	184	165	70	33	178	160	63
Suma			2272	Suma			2403
Průměr	184,121	166,212	68,8484	Průměr	187,666	170,575	72,81818
Směr.odch.	14,6095	14,1950	18,6663	Směr.odch.	17,9708	15,9507	20,84641

Příloha č.3.: *Biometrika - nádrž č.14 - první část*

přelovení 23.11.2005				přelovení 14.12.2005			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	197	179	109	1	190	171	85
2	192	174	76	2	208	189	90
3	223	204	140	3	203	184	96
4	184	166	66	4	203	183	97
5	171	156	61	5	207	188	99
6	207	188	98	6	194	172	80
7	179	161	62	7	194	172	81
8	149	135	37	8	194	171	82
9	178	160	62	9	168	149	54
10	196	178	85	10	175	155	59
11	189	173	82	11	165	146	53
12	212	185	115	12	204	183	96
13	197	180	94	13	184	166	68
14	189	168	75	14	194	175	85
15	146	131	31	15	188	170	69
16	153	140	45	16	198	176	87
17	208	188	90	17	182	163	66
18	165	149	60	18	197	177	94
19	204	185	95	19	178	159	62
20	191	173	80	20	197	177	85
21	184	166	68	21	189	168	75
22	177	157	54	22	177	159	61
23	169	152	54	23	198	176	87
24	177	159	61	24	187	167	72
25	187	170	75	25	186	167	76
26	193	176	89	26	177	160	61
27	187	170	68	27	177	161	61
28	192	173	80	28	165	146	55
29	195	177	85	29	157	142	46
30	156	141	38	30	147	131	33
31	152	136	35	31	183	161	73
32	194	175	81	32	184	167	74
33	186	170	65	33	166	147	58
Suma			2416	Suma			2420
Průměr	184,212	166,515	73,21212	Průměr	185,333	166	73,33333
Směr.odch.	18,4173	16,8435	23,54075	Směr.odch.	14,6239	13,6492	16,09379

Příloha č.4.: *Biometrika - nádrž č.14 - druhá část*

přelovení 4.1.2006				přelovení 25.1.2006			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	185	168	64	1	206	184	103
2	167	149	46	2	190	169	73
3	198	178	91	3	198	179	91
4	195	177	87	4	204	185	122
5	188	172	73	5	205	186	85
6	208	188	105	6	179	169	69
7	186	167	71	7	208	187	105
8	182	164	65	8	230	211	161
9	199	178	98	9	197	189	108
10	206	190	95	10	205	198	88
11	191	173	78	11	191	172	82
12	194	174	79	12	207	187	100
13	195	178	76	13	185	178	72
14	195	178	74	14	197	177	72
15	190	174	77	15	212	192	105
16	163	155	50	16	207	186	97
17	174	158	58	17	215	194	124
18	198	180	82	18	186	165	66
19	162	146	45	19	198	177	77
20	183	166	60	20	195	176	75
21	166	151	50	21	198	179	78
22	212	194	105	22	202	182	96
23	207	188	84	23	162	143	54
24	212	193	104	24	199	177	85
25	204	185	89	25	196	176	88
26	177	160	66	26	148	130	31
27	180	164	61	27	176	168	57
28	189	170	74	28	183	164	65
29	179	160	59	29	198	178	94
30	215	200	111	30	150	132	36
31	145	131	31	31	194	175	81
32	175	158	59	32	179	161	62
33	173	155	59	33	171	151	52
Suma			2426	Suma			2754
Průměr	187,666	170,363	73,5151	Průměr	193,060	175,060	83,4545
Směr.odch.	16,2754	15,2371	19,2890	Směr.odch.	17,3186	16,9811	25,3951

Příloha č.5.: *Biometrika - nádrž č.15 – první část*

přelovení 23.11.2005				přelovení 14.12.2005			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	199	180	95	1	206	188	98
2	203	184	88	2	193	172	85
3	185	169	74	3	197	180	86
4	182	163	64	4	173	158	62
5	160	144	43	5	210	190	110
6	212	186	114	6	226	202	134
7	191	173	70	7	217	198	116
8	205	187	91	8	182	165	65
9	159	144	40	9	172	155	64
10	193	172	84	10	185	167	75
11	142	127	35	11	188	168	69
12	184	166	65	12	187	167	65
13	191	171	76	13	186	166	63
14	167	155	64	14	193	172	85
15	182	165	69	15	182	163	66
16	205	187	94	16	184	165	65
17	176	159	60	17	202	186	95
18	186	169	63	18	217	198	119
19	196	178	78	19	147	128	34
20	202	183	90	20	187	166	65
21	201	184	100	21	184	162	63
22	165	149	48	22	196	174	88
23	186	168	74	23	167	148	54
24	161	145	45	24	187	166	65
25	196	179	83	25	197	176	79
26	169	154	55	26	146	127	39
27	173	156	51	27	184	162	67
28	173	158	53	28	158	139	42
29	209	189	94	29	193	173	82
30	216	197	113	30	188	168	70
31	143	127	34	31	181	159	66
32	195	176	100	32	191	167	76
33	216	198	116	33	163	144	48
Suma			2423	Suma			2460
Průměr	185,5455	167,9394	73,42424	Průměr	186,9394	167,2424	74,54545
Směr.odch.	19,40024	17,90368	22,78627	Směr.odch.	17,82055	17,4287	22,2943

Příloha č.6.: *Biometrika - nádrž č.15 – druhá část*

přelovení 4.1.2006				přelovení 25.1.2006			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	170	154	63	1	179	161	71
2	213	195	116	2	192	170	73
3	178	162	62	3	193	169	79
4	185	168	69	4	204	184	82
5	217	195	109	5	162	144	44
6	194	176	96	6	213	198	120
7	187	168	77	7	220	199	115
8	195	177	82	8	201	184	88
9	193	175	89	9	209	188	94
10	204	186	86	10	188	170	77
11	206	187	88	11	175	158	49
12	185	170	69	12	146	130	34
13	179	164	66	13	166	149	44
14	193	176	101	14	188	168	77
15	157	140	40	15	209	189	89
16	192	175	86	16	204	185	101
17	182	167	71	17	208	187	103
18	188	171	82	18	146	132	37
19	185	168	68	19	187	168	59
20	156	143	39	20	197	176	93
21	158	144	43	21	199	181	83
22	187	169	74	22	186	168	67
23	189	172	71	23	189	169	69
24	157	142	43	24	192	171	77
25	191	172	74	25	197	175	87
26	202	183	92	26	187	170	75
27	203	186	99	27	198	177	85
28	185	168	66	28	188	170	78
29	178	162	63	29	158	141	39
30	196	178	79	30	174	158	59
31	164	148	42	31	193	172	72
32	215	198	114	32	164	149	55
33	210	193	97	33	175	158	68
Suma			2516	Suma			2443
Průměr	187,697	170,6667	76,24242	Průměr	187,4848	168,7273	74,0303
Směr.odch.	16,51718	15,35571	20,54563	Směr.odch.	18,13605	16,84919	21,0389

Příloha č.7.: *Biometrika - nádrž č.16 . první část*

přelovení 23.11.2005				přelovení 14.12.2005			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	216	196	109	1	218	198	116
2	200	179	84	2	154	141	45
3	180	165	67	3	204	181	95
4	172	155	56	4	178	161	65
5	153	142	43	5	151	140	43
6	197	181	85	6	186	170	77
7	159	139	47	7	175	158	59
8	184	167	65	8	182	165	63
9	193	175	78	9	172	155	56
10	187	172	77	10	197	179	82
11	175	158	54	11	195	176	81
12	142	125	27	12	186	168	72
13	199	180	83	13	125	115	28
14	149	133	33	14	181	167	65
15	186	168	76	15	194	176	79
16	177	162	64	16	140	121	33
17	189	170	75	17	186	166	77
18	208	190	107	18	175	160	55
19	188	168	69	19	173	153	56
20	207	186	86	20	168	153	46
21	170	151	60	21	207	189	100
22	142	128	31	22	184	168	66
23	173	155	58	23	156	141	38
24	228	218	132	24	186	166	76
25	172	154	52	25	186	165	77
26	187	171	78	26	170	152	60
27	176	160	56	27	189	170	81
28	187	169	71	28	172	154	53
29	186	170	71	29	196	178	82
30	195	177	80	30	197	179	82
31	218	197	116	31	176	157	56
32	194	175	77	32	186	167	78
33	217	197	116	33	179	160	58
Suma			2383	Suma			2200
Průměr	185,0303	167,6667	72,21212	Průměr	179,5152	162,0909	66,66667
Směr.odch.	20,9306	20,33159	24,19837	Směr.odch.	18,68741	17,0496	19,02895

Příloha č.8.: *Biometrika - nádrž č.16 . druhá část*

přelovení 4.1.2006				přelovení 25.1.2006			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	175	158	54	1	202	178	101
2	193	174	86	2	175	169	53
3	197	178	90	3	177	155	55
4	127	108	17	4	178	156	54
5	195	176	74	5	200	178	95
6	189	171	73	6	187	165	78
7	206	189	95	7	190	170	73
8	187	168	73	8	218	195	112
9	176	159	61	9	199	181	87
10	178	163	70	10	186	168	67
11	180	164	62	11	204	183	90
12	197	176	84	12	152	133	39
13	219	197	112	13	198	167	73
14	153	139	43	14	183	164	57
15	170	153	47	15	215	196	104
16	185	163	74	16	188	170	73
17	188	170	73	17	207	188	100
18	182	165	63	18	205	185	101
19	184	167	76	19	194	175	78
20	180	161	71	20	193	175	75
21	194	177	79	21	189	170	86
22	142	124	27	22	188	165	66
23	178	162	62	23	180	163	62
24	200	182	98	24	172	153	64
25	147	133	37	25	200	179	88
26	198	182	89	26	171	153	57
27	169	152	63	27	173	155	52
28	208	189	93	28	207	188	95
29	188	173	72	29	171	154	55
30	200	182	84	30	160	142	51
31	175	159	63	31	154	139	44
32	207	188	90	32	189	170	77
33	215	194	112	33	146	130	32
Suma			2367	Suma			2394
Průměr	184,303	166,5455	71,72727	Průměr	186,3939	167,0303	72,54545
Směr.odch.	19,767	19,23238	21,30197	Směr.odch.	17,51699	16,30669	20,22613

Příloha č.9.: *Biometrika - nádrž č.17 – první část*

přelovení 23.11.2005				přelovení 14.12.2005			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	154	138	36	1	181	166	69
2	143	126	30	2	192	176	80
3	221	199	130	3	189	171	72
4	188	169	78	4	197	181	83
5	188	170	82	5	220	199	130
6	182	167	73	6	191	175	68
7	159	143	37	7	164	142	54
8	209	188	104	8	177	158	67
9	191	168	68	9	208	191	92
10	200	182	108	10	178	159	72
11	203	184	100	11	188	170	71
12	208	191	89	12	186	169	75
13	170	151	50	13	192	176	80
14	199	183	98	14	203	184	100
15	182	163	68	15	197	182	89
16	204	184	94	16	170	151	50
17	192	174	83	17	120	107	20
18	158	144	47	18	192	177	83
19	158	167	60	19	194	178	80
20	194	178	80	20	194	178	79
21	197	181	89	21	180	161	68
22	202	184	103	22	200	182	99
23	182	166	76	23	182	166	75
24	164	146	58	24	189	172	74
25	196	182	100	25	183	168	72
26	206	186	101	26	188	170	82
27	182	165	64	27	199	183	93
28	185	169	75	28	175	155	65
29	178	159	71	29	179	160	63
30	183	167	70	30	203	184	99
31	140	125	32	31	197	181	88
32	189	172	72	32	162	144	53
33	202	185	97	33	164	146	55
Suma			2523	Suma			2500
Průměr	185,1212	168,3636	76,45455	Průměr	185,8788	168,5455	75,75758
Směr.odch.	19,56304	18,10712	23,70538	Směr.odch.	17,22359	17,10589	18,65968

Příloha č.10.: *Biometrika - nádrž č.17 – druhá část*

přelovení 4.1.2006				přelovení 25.1.2006			
č.	CD	DT	HMOT (g)	č.	CD	DT	HMOT (g)
1	184	168	72	1	181	162	71
2	227	206	131	2	177	153	52
3	196	179	79	3	182	164	61
4	194	177	85	4	194	177	77
5	198	180	84	5	196	175	86
6	156	139	38	6	185	164	72
7	171	154	49	7	224	202	134
8	177	159	58	8	207	186	102
9	163	148	43	9	195	173	98
10	143	129	29	10	172	152	55
11	182	165	66	11	220	197	108
12	164	147	50	12	184	163	68
13	156	140	38	13	198	180	78
14	194	178	98	14	190	171	80
15	182	165	63	15	199	177	87
16	179	162	68	16	191	169	66
17	203	184	111	17	146	129	34
18	187	167	66	18	209	184	101
19	179	163	62	19	195	178	81
20	203	184	107	20	200	179	73
21	159	144	46	21	125	109	24
22	188	170	76	22	195	178	91
23	179	162	65	23	203	185	101
24	193	175	75	24	200	181	95
25	193	176	81	25	195	175	87
26	123	108	21	26	167	148	51
27	192	176	87	27	205	186	102
28	203	185	100	28	202	184	110
29	183	164	55	29	197	179	86
30	206	184	97	30	191	172	76
31	201	182	77	31	201	180	88
32	203	186	90	32	178	160	68
33	175	156	61	33	135	120	27
Suma			2328	Suma			2590
Průměr	182,9091	165,5152	70,54545	Průměr	189,0606	169,4545	78,48485
Směr.odch.	20,32816	19,19615	24,30874	Směr.odch.	20,91967	19,79454	23,77817