

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv teploty a světelných podmínek na reprodukci akvarijní
ryby *Anoptichthys jordani*

Autor: Pavel Šablatura

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra biologických disciplin
Akademický rok: 2006/2007

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

Jméno a příjmení: **Pavel ŠABLATURA**

Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Rybářství**

Název tématu: **Vliv teploty a světelných podmínek na reprodukci
akvarijské ryby *Anoptichthys jordani***

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

1. Zpracování dosavadních poznatků o dané problematice.
2. Experimentální práce, spočívající v ověření teplotních a světelných podmínek včetně kombinace různých hodnot obou faktorů pro výtěr a odchov potěru vybraného druhu v průběhu výtěru, líhnutí a odchovu.
3. Vyhodnocení získaných výsledků, optimální kombinace teploty vody a světelného režimu pro výtěr a odchov *Anoptichthys jordani*.
4. Zpracování metodiky výtěru a odchovu *Anoptichthys jordani* z hlediska sledovaných fyzikálních faktorů prostředí.

Rozsah grafických prací: 20
Rozsah pracovní zprávy: min. 30
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Hofmann, J., Novák, J. (1996): Akvaristika. X-Egem - nova 200 pp.


Frank, S. (2002): Akvaristika. Ottovo nakl.

Aktuální publikace ve vědeckých časopisech, vztahující se k zadanému tématu (www.sci).

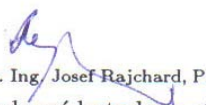
Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
Katedra biologických disciplin

Datum zadání diplomové práce: 29. ledna 2007
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
v ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
379 02 České Budějovice


prof. Ing. Martin Křížek, CSc.
děkan

Ľ.S.


doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. ledna 2007

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU (viz. opatření rektora R 83). Zveřejnění je elektronickou formou v databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 31. března 2010

.....
Pavel Šablatura

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Doc. RNDr. Ing. Josefu Rajchardovi Ph.D. za odborné vedení, konzultace a cenné rady, které mi poskytl během zpracování diplomové práce.

Dále děkuji Radkovi Winklerovi za poskytnuté ryby *Anoptichhys jordani* k experimentům.

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Literární přehled	10
3.1. Charakteristika druhu <i>Anoptichthys jordani</i>	10
3.2. Hejnové chování characid <i>Astyanax fasciatus</i>	11
3.3. Zrak u ryb.....	12
3.4. Vliv světla na ryby.....	12
3.4.1 Světlo a melatonin.....	13
3.4.2 Funkce epifýzy u <i>Anoptichthys jordani</i>	14
3.4.3 Odezva na zastínění <i>Anoptichthys jordani</i>	15
3.4.4 Vliv fotoperiody u různých druhů ryb.....	16
3.5. Teplota.....	19
3.5.1 Vhodné výtěrové teploty.....	20
3.6. Hodnota pH.....	21
3.7. Vodivost vody.....	21
3.8. Celková tvrdost vody.....	22
4. Materiál a metodika	24
4.1. Materiál.....	24
4.2. Metodika chovu.....	24
4.3. Statistické vyhodnocení výsledků.....	27
5. Výsledky	29
5.1. Vliv teploty a světla u skupinových výtěrů.....	29
5.1.1 Skupinový výtěr za světla.....	29
5.1.2 Skupinový výtěr za tmy.....	31
5.1.3 Srovnání líhnivosti plůdku při skupinových výtěrech.....	32
5.2. Vliv teploty a světla u párových výtěrů.....	33
5.2.1 Párové výtěry za světla.....	33
5.2.2 Párové výtěry za tmy.....	37
5.2.3 Srovnání líhnivosti při skupinových výtěrech.....	41
5.2.4 Srovnání líhnivosti plůdku při výtěrech za tmy.....	43
5.2.5 Srovnání líhnivosti plůdku při výtěrech za světla.....	44
6. Diskuse	45

7. Závěr	47
8. Summary	48
9. Přehled použité literatury	49
10. Příloha	53

1. Úvod

Akvaristika je zálibou širokého okruhu lidí po celém světě. Díky této zálibě došlo k řadě poznatkům z biologie ryb. V současnosti se akvaristika stává nástrojem vědeckého zkoumání a pomáhá odkrývat stále nové druhy ryb a způsob jejich rozmnožování. Akvaristika má v budoucnosti před sebou velký ochranný úkol. Může pomoci zachovat četné druhy ryb, které v přírodě vymírají nebo se stávají tak vzácnými, že jejich lov je nebo může být zakázán.

Život ryb v přírodě i v akváriu je podmíněn nejen jejich životním prostředím, ale i vzájemnými vztahy a způsobem výživy. K nejdůležitějším fyzikálně chemickým faktorům ovlivňujícím ryby patří světlo, teplota, proudění, vodivost, obsah solí rozpuštěných ve vodě, hodnota pH, obsah kyslíku a oxidu uhličitého, obsah dusíkatých látek a barva vody.

V této práci byl zkoumán vliv teploty vody a světelných podmínek na reprodukci akvarijské ryby *Anoptichthys jordani*. Experimenty ukázaly zajímavé výsledky při reprodukci tohoto druhu. Výsledky práce mohou být dále využity při reprodukci studovaného druhu, který patří mezi velice zajímavé druhy ryb, ale bohužel zřídka chované.

2. Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit vliv teploty vody a světelných podmínek na reprodukci akvariijní ryby *Anoptichthys jordani*.

Návrh optimální kombinace teploty vody a světelných podmínek pro výtěr a odchov této ryby.

3. Literární přehled

3.1. Charakteristika druhu *Anoptichthys jordani*

Synonyma: *Astyanax jordani*

Astynax fasciatus

Astyanax f. jordani

Astyanax f. mexicanus

Slepá tetra, *Anoptichthys jordani*, patří do řádu trnobříši (*Characiformes*), který sdružuje několik čeledí. Jedná se o čeleď patetrovití (*Citharinidae*) s nejčastěji chovaným druhem patetra stříbrná (*Distichodus affinis*), poměrně malá čeleď jihoamerických ryb polozubkovití (*Hemiodontidae*) se zástupcem polozubka něžná (*Hemiodus gracilis*), dále středoamerické a jihoamerické druhy ryb čeledi hlavostojkovití (*Curimatidae*) například se zástupcem kurimata zelenavá (*Semaprochilodus taeniurus*), další čeledi středo- a jihoamerických pestře zbarvených druhů je čeleď úzkotlamkovití (*Anostomidae*) se zástupci jako úzkotlamka nádherná (*Anostomus anostomus*) či úzkotlamka ternetzova (*Anostomus ternetzi*), další je malá čeleď s asi 50 druhy štíhlotělovití (*Lebiasinidae*) s nejznámějšími zástupci jako tetra stříkavá (*Copella arnoldi*), drobnoústka pruhovaná (*Nannostomus beckfordi*), drobnoústka černopruhá (*Nannostomus eques*), dále jihoamerická čeleď dravých ryb štikovkovití (*Ctenoluciidae*) se zástupcem štikovka šikmotlamá (*Ctenolucius hujeta*), čeleď štičkovití (*Hepsetidae*) se známou tetrou štikovitou (*Hepsetus odoe*), mezi středoamerické a jihoamerické druhy se řadí i čeleď sekernatkovití (*Gasteropelecidae*) s ojedinělým příkladem aktivně létajících ryb se zástupci sekernatka mramorovaná (*Carnegiella strigata*) nebo sekernatka drobná (*Carnegiella marthae*) a velmi oblíbená čeleď tetrovití (*Characidae*) s druhy vyskytujícími se v Americe, zejména Jižní a v Africe. Mezi africké zástupce se řadí tetra konžská (*Phenacogrammus interruptus*), tetra červenooká (*Arnoldichthys spilopterus*) mezi jihoamerické druhy například tetra černá (*Gymnocorymbus*

ternetzi), neonka obecná (*Paracheirodon innesi*) ale i piraña Nattererova (*Pygocentrus nattereri*), do středoamerických čeledi tetrovitých se řadí druh tetra pruhovaná mexická (*Astyanax fasciatus mexicanus*) se slepou formou formou řazenou do rodu *Anoptichthys* (Hanel, 2004).

Slepá forma tetry pruhované mexické obývá podzemní vody, např. jeskyni Cueva Chica v provincii San Luis Potosi. Dorůstá do velikosti 12 cm. Jedinci dovezení z přírody jsou masově růžový, ale po mnoha generacích v chovu se jejich zbarvení změnilo na bělavě stříbřité, neboť se v kůži vytvářejí iridocyty. Ty odrážejí dopadající světelné paprsky a chrání vnitřní orgány ryby před nadměrným osvětlením. Tato tetra potřebuje prostornější nádrže s písčitým a kamenitým dnem. Samice jsou větší než samci. Řitní ploutev samců je mírně vypouklá, u samic mírně vykrojená. Pro tření je vhodná nádrž o objemu alespoň 30 – 50 litrů. Voda musí mít celkovou tvrdost 15 – 20 °dGH, pH 6,8 – 7,0. V měkké vodě trpí plůdek fyziologickými potížemi a často hyne. Teplota vody během zárodečného vývoje musí mít 26 – 27 °C. Do tření nasazujeme jeden pár. Z jednoho tření může být 500 – 1000 mladých. Z oplozených jiker se líhnou eleuterembrya za 18 – 24 hodin a po dalších dvou dnech se rozplavávají. Na rozplavaných rybkách jsou patrné černé oči, které později mizí. Růst očí přestává na velikosti asi 0,2 mm, po té zůstávají uloženy na dně zvětšující se očníce a jsou překryty tukovým polštářem. Z bělimy se vytvoří chrupavčitá schránka pevně uzavírající celé oko. Ryby jsou tak celý život slepé. Tento nedostatek je kompenzován výborným čichem, hmatem a dobře vyvinutou postranní čarou (Frank, 2000).

3.2. Hejnové chování characid *Astyanax fasciatus*

Jeskynní ryby nemají sice žádný přístup k vizuálním podnětům, ale mohou tušit detaily okolí používáním orgánu smyslové postranní čáry. Tento orgán je přítomný ve všech rybách, ale je často citlivější v těch, které žijí v jeskynních (Montgomery et al., 2001). Slepá tetra může využívat orgán postranní čáry k efektivní orientaci v prostoru (Teyke, 1989). Povrchové ryby *Astyanax fasciatus* opatřené očima a slepá forma ukázaly různé hejnové chování za podmínek tmy; ryby

opatřené očima vytvářely více soudržná hejna. Z toho vyplývá, že hejnové chování je v tomto druhu vizuálně zprostředkované, nebo že ekologické tlaky vedoucí k utváření hejn (potravní chování a nebezpečí predace) jsou redukovány ve tmě. Je pravděpodobné, že funkce hejn u povrchových ryb *Astyanax fasciatus* snižuje riziko predace od několika druhů ptáků, kterému čelí v jejich přirozené lokalitě. Tito dravci jsou malé riziko v noci a z tohoto důvodu jsou výhody hejna menší, to má tedy za následek rozptýlení těchto ryb ve tmě. Jeskynní ryby podléhají mnohem menší predaci než povrchová forma a následkem toho hejna poskytují jen omezené výhody z důvodu malého nebezpečí predace (Parzefall, 1983).

3.3. Zrak u ryb

Ryby z mělkých vod a povrchových vrstev mají průměr oka rovný 10 – 20 % délky hlavy, z hloubek kolem 200 m (rod *Pristigenys*) dokonce 40 – 60 %. Od 300 – 500 m se oči ryb naopak zmenšují, v 6000 – 8000 m mizí úplně. U jeskynních ryb oči rovněž atrofují, a to v různých stupních. Například u ryb rodu *Troglichthys* jsou oči zcela redukovány, u rodů *Amblyopsis* a *Typlichthys* silně zakrňují a jsou prakticky nefunkční. U slepých jeskynních ryb *Anoptichthys jordani* se zakládá normálně oko během embryonálního vývoje, je patrné ještě u čerstvě rozplavaných mláďat, potom ale zarůstá tukem a chrupavkou. Slepé ryby nalezneme i u dalších čeledí: kaprovití (*Cyprinidae*), kandirovití (*Trichomycteridae*), anténovcovití (*Pimelodidae*), krunýřovcovití (*Loricariidae*), hrdlořidkovití (*Amblyopsidae*) (Hanel, 2002).

3.4. Vliv světla na ryby

Pokud chceme vytvořit akvarijním rybkám příznivé životní podmínky, musíme vždy vycházet z podmínek, v nichž ryby po tisíciletí žijí v přírodě. Dá se říci, že většině tropických a subtropických ryb vyhovuje délka osvětlení či délka dne 12 – 14 hodin. Musíme si ale uvědomit, že intenzita a spektrální složení slunečního

světla pronikajícího do vody není všude na světě stejné a i na lokalitách, které nejsou od sebe moc vzdálené. Některé druhy mají rády sluneční jas, při něm jsou spokojené a vytírají se, jiné milují přitímí a třou se za šera či v noci. Vztah mezi množstvím světla a délkou dne je poměrně složitý. Na délce a intenzitě světla závisí tvorba hormonů v těle ryb, a tedy i jejich celkový zdravotní stav, možnost včas a úplně dospět a i ochota či neochota k rozmnožování. Spektrální složení světla (vlnová délka světelných paprsků) není ve všech vodách stejné a je často závislé nejen na zdroji ale i na barvě vody (Frank, 2000).

Byl proveden pokus s mečovkami (*Xiphophorus helleri*), dvě velikostně rozdílné nádrže osvětlené zářivkami Tesla, nad větší nádrží byla umístěna 25 W a nad menší 20 W zářivka. Výsledky byly u obou nádrží stejné, samičky se přestaly během 3 až 4 měsíců plnit. Rybky byly plaché a snažily se vyskočit z nádrží. Po půl roce byly zářivky vyměněny za původní žárovky 3 x 25 W u větší a 2 x 25 W u menší nádrže. Trvalo další 4 měsíce než se samičky začaly opět plnit (Polák, 1989).

3.4.1 Světlo a melatonin

Podněty jako fotoperioda, resp. působení světla ovlivňují život organismů regulací mnoha endogenních rytmických funkcí. Většina zvířat žijících v přirozeném nebo laboratorním prostředí je vystavená dennímu cyklu světla a tmy (Brainard et al., 1984).

Epifýza vzniká jako vychlípenina mezimozku a odpovídá pineálnímu orgánu mihulí, který má funkci nepárového oka. Epifýza je citlivá na světlo a má vliv na řízení biorytmů. Existuje značný rozdíl mezi regulací epifyzární sekrece světlem mezi savci a některými jinými obratlovci. Proto je v některých nižších obratlovcích produkce melatoninu přímo spojená se světelnými podněty, vnímanými přímo fotoreceptory v epifýze. V savcích ztratila úplně fotoreceptivní schopnosti (Korf, 1999).

V rybách jsou systémy generující tvorbu melatoninu umístěné ve fotoreceptorových buňkách v epifýze a sítnici. V obou světlo řídí denní změny melatoninové sekrece řízením aktivity arylalkylamin N– acetyltransferazy (AANAT).

Epifýza se sestává ze dvou částí, jedna funkce je v zjišťování světla a další věnovaná neurosekreci, včetně produkce melatoninu. Sítnice také produkuje melatonin, ale ten je využitý lokálně, zatímco melatonin z mozkové epifýzy je uvolněný do krve. Situace v sítnici je méně jasná. Ačkoli melatoninová syntéza v sítnici vyšších obratlovců se zdá být zvětšená v noci, toto není pravidlem v rybách, kde melatoninová syntéza v některých případech je vysoká během dne nebo pozdě odpoledne (Falcón, 1999).

Světelná závislost nad syntézou a produkcí melatoninu v obratlovcích byla nedávno předmětem četných studií (Cassone, 1998; Herzog, Block, 1999).

Melatonin řídí denní změny lokomoční aktivity, spánek, distribuci kožního pigmentu (který chybí jeskynním rybám), růst a reprodukci (Zachmann et al., 1992a). U všech živočichů je melatonin vylučován během tmavé fáze fotoperiody epifýzou (šišinkou, corpus pineale); je zapojen do regulace několika důležitých fyziologických funkcí prostřednictvím cirkadiálního rytmu a imunitních funkcí (Moore, Siopes, 2003).

Melatonin a dopamin mají protichůdnou funkci v regulaci žlutého sítnicového pigmentu (Green, Besharse, 2004). Dopamin působí jako humorální signál pro světlo, na druhé straně melatonin má účinky přizpůsobení tmě. V mnoha druzích je syntéza a uvolnění melatoninu a dopaminu pod denní kontrolou, s tím že melatonin se uvolňuje v noci a dopamin během dne. Melatonin zabraňuje uvolňování dopaminu působením na melatoninové receptory. Dopamin zabraňuje syntéze a uvolnění melatoninu z fotoreceptorových buněk působením na dopaminové receptory. Studia fotoreceptorů v žabách rodu *Xenopus* prokázaly, že dopamin působící na fotoreceptorové buňky, hraje důležitou roli na denní rytmy žlutého sítnicového pigmentu (Tosini, Dirden, 2000).

3.4.2 Funkce epifýzy u *Anoptichthys jordani*

Pro vyvolání odezvy na zastínění musí být přinejmenším dvě vlastnosti udržené během vývoje slepých jeskynních ryb: citlivost epifýzy na světlo a nervové spojení mezi epifýzou a motorikou zahrnující reakce při plavání. Periodické aktivity jako sezónní růst a reprodukce jsou zvláště důležité v jeskynním prostředí,

kde se může vyskytovat příliv z nových potravních zdrojů jen jednou za rok při sezónních záplavách (Mitchell et al., 1977). Za nepřítomnosti světla může být závislá sekrece melatoninu na teplotě vody, jenž bylo zdokumentované v kontrolní sekreci epifýzy v dalších druzích z nadřádu kostnatých ryb (Falcon et al., 1994).

Neurosekreční funkce mozkové epifýzy může být nutná pro přežití jeskynních ryb. Vývojové procesy odpovědné za formaci epifýzy možná společně souvisely. Je-li tomu tak, fotosenzitivní část epifýzy, ačkoli zdánlivě zbytečná v jeskynním prostředí, byla zachovaná. Tento názor je podporován tím, že geny pro opsin jsou ještě v savčí mozkové epifýze, navzdory skutečnosti, že postrádají citlivost na světlo (Blackshaw, Snyder, 1997). Geny pro opsin, mohou také řídit expresi melatoninu syntézou *N*-acetyltransferazy (NAT) a hydroxyindole -*O*-methyltransferasy (HIOMT) během vývoje epifýzy. Detekce světla larvální mozkovou epifýzou může být tedy zachovaná (Asaoka et al., 2002).

3.4.3 Odezva na zastínění *Anoptichhys jordani*

Navzdory nepřítomnosti funkčních očí u dospělých jeskynních ryb jsou u embryí vyvinuty prvotní oči, ale postupně se zastaví jejich vývoj, atrofují a klesají do očního důlku. Ačkoli je sítnice vytvořená u embryí jeskynních ryb, má nedostatek fotoreceptorových buněk. Navzdory nepřítomnosti světla v jeskynním prostředí si jeskynní ryby udržely základní strukturu oka. V rozporu s vizuální degenerací očí si epifýza jeskynních ryb uchovala schopnost vnímat světlo. Larvy jeskynních ryb *Astyanax* a povrchová forma této ryby podobně reaguje na světlo a tmu. Jako reakce na tmu plavou larvy jeskynních ryb kolmo nahoru. Toto chování se podobá pulcům obojživelníků spíše než larvám jiných druhů ryb z nadřádu ryb kostnatých, které reagují na zastínění plaváním směřujícím dolů. Odezva na zastínění je nejvyšší v 1,5 dni, postupně klesá, až je prakticky nezjistitelná. Odezva na zastínění byla podstatně redukována po chirurgickém odstranění epifýzy z povrchové ryby nebo z larev jeskynních ryb (Yoshizawa, Jeffery, 2008).

3.4.4 Vliv fotoperiody u různých druhů ryb

Ligo, Aida (2007) zkoumali efekty ročního období, teploty a fotoperiody na koncentracích melatoninu v karasu stříbřitém (*Carassius auratus*). Ukázalo se, že sezónní změny v melatoninových úrovních karase stříbřitého byly regulovány fotoperiodou, ale i teplotou.

Chaube, Joy (2002) zjišťovali u jikrnaček sumečka *Heteropneustes fossilis* vliv různé fotoperiody na gonadosomatický index. Gonadosomatický index (GSI) byl významně zvýšený v dlouhých fotoperiodách (16h světlo: 8h tma) a při vysokých teplotách a významně snížený při zkrácené fotoperiodě (16h tma: 8h světlo) a při úplné tmě. Fotoperioda a teplota ovlivnila reprodukci tohoto sumečka.

Garg (2007) zjistil, že funkce epifýzy v reprodukci sumečka *Heteropneustes fossilis* je proměnná a závisí na fotoperiodě, které jsou vystaveni, stejně jako na období v roce a stupni reprodukčního cyklu. Žlutý sítnicový pigment a epifýza fotoreceptorů byly zapojeny také do ovlivnění sezónní reprodukce.

Porter et al. (2001) studovali vliv změny světelné intenzity na produkci melatoninu v lososovi atlantském (*Salmo salar*). Losos atlantský reagoval na mírné zvýšení světelné intenzity v tmavé fázi měnící se produkcí melatoninu. Byly zjištěny průkazné rozdíly mezi světlou a tmavou fází v úrovních melatoninu.

Villarreal (2006) zkoumal vliv fotoperiody na růst mladého lososa atlantského, který během prvních 6 měsíců vyrostl do větší velikosti pod stálým světlem než pod přirozenou fotoperiodou. Velikost ryb souvisela přímo s celkovou dobou trvání denního světla u tohoto druhu.

Rahman et al. (2004) zjišťovali vliv světla a tmy na melatonin v podmořské chiméře hlavaté (*Siganus canaliculatus*). Pod přirozeným 24 hodinovým cyklem světla – tmy (12:12), byly úrovně melatoninu nízké během denních hodin. Úrovně se významně zvýšily během poloviny tmavé fáze a potom poklesly brzy ráno kolem 6:00 hodiny. Tyto rytmy zmizely za podmínek stálého světla nebo stálé tmy. Úrovně melatoninu zůstaly nízké za stálého světla ve srovnání se stálou tmou.

Rajchard et al. (2000) zkoumali produkci melatoninu u živorodky duhové (*Poecilia reticulata*) za světelných podmínek (L – světlo, D – tma) LD 12:12, 16:8, 20:4, při LL (trvalém osvětlení) a DD (trvalé tmě). K experimentům použili původní

formu a 2 akvarijní populace lišící se stupněm pigmentace, linii blízkou přirozenému zbarvení (standard) a linii melanistickou. Porovnávali obsah melatoninu v mozku, očích a střevě. Zjistili charakteristickou křivku průběhu produkce melatoninu s výrazným maximem ve skotofázi a minimem ve fotofázi v podmínkách světelného režimu LD 12:12. Pouze při světelném režimu LD 12:12 našli vyšší hodnoty melatoninu u standardně zbarvené linie oproti melanistické. Rozdíl hladin melatoninu mezi pohlavími zjistili pouze u ryb vystavených trvalému osvětlení. Mezi obsahem melatoninu v mozku, očích a střevě našli pozitivní korelace.

Rajchard et al. (2000) sledovali denní průběh hladin melatoninu u mečovky (*Xiphophorus helleri*) ve světelných podmínkách LD 12:12, 16:8, 20:4, při LL (trvalém osvětlení) a DD (trvalé tmě). K experimentům použili ryby původní formy linii berlínskou, stejného druhu. V podmínkách světelného režimu LD 12:12 zjistili existenci cirkadiálního rytmu produkce melatoninu. V případě synchronizace k modifikovaným světelným režimům byl zřejmý vliv délky fotoperiody. V případě stálých podmínek byla naznačena možnost existence endogenního biorytmu. Při světelném režimu LD 20:4 zjistili vyšší hladinu melatoninu u samců než u samic, při světelných podmínkách LD 12:12 zjistili vyšší hodnoty hladiny melatoninu u linie berlínské než u ryb původní formy. Mezi obsahem melatoninu v mozku, očích a střevě našli pozitivní korelace.

Paniqua (1995) studoval vliv různé fotoperiody na spermatogenezi živorodky komáří (*Gambusia affinis holbrooki*). Vystavil vidící a oslepené samečky třem různým fotoperiodám při stálé teplotě (20 °C). Fotoperiodické účinky na tvorbu a vývoj spermií byly podobné v oslepených a neoslepených samečcích vystavených stejným fotoperiodickým podmínkám. Tudíž fotorecepce byla zapojena do fotoperiodických účinků na reprodukci a přítomnost očí není požadovaná pro tvorbu a vývoj spermií tohoto druhu.

Zhdanova et al. (2001) uvádějí jako vynikající model pro studování cirkadiálních rytmů dánío pruhované (*Brachydanio rerio*), protože tento denní živočich je aktivní během dne, odpočívá v noci a ukazuje jasně cirkadiální zákonitosti sekrece melatoninu. Melatoninové rytmy jsou také závislé u tohoto druhu na teplotě a fotoperiodě. Za podmínek stálé tmy byly melatoninové úrovně zvýšené, ale za podmínek stálého světla byly nízké.

Munro (1989) zkoumal vliv různých kombinací denního světelného režimu (LD 3:21, 8:16, 12:12, 16:8, 24:0) na délku období mezi jednotlivými porody u domestikované a původní linie pavích ok (*Poecilia reticulata*). Různé kombinace světelného režimu neměly vliv na délku období mezi jednotlivými porody. Úroveň melatoninu nevyšetřoval.

Sánchez-Vázquez et al. (1997) zkoumali úroveň melatoninu v plazmě a očích v kanici (*Dicentrarchus labrax*). Kanic byl držení při stálé teplotě vody a slanosti a vystavený světelnému režimu LD 12:12. Melatoninové úrovně v plazmě dosáhly vrcholu uprostřed tmavé fáze. Úroveň melatoninu v očích byla naopak s vysokými úrovněmi během dne a nízkými úrovněmi v noci.

Bubenik, Pang (1997) studovali melatoninovou sekreci ve střevním traktu a sítnici jesetera *Acipenser fulvescens*, pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) a kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Denní melatoninová úroveň ve střevě byla podobná v sítnici. Byly značné mezidruhové rozdíly mezi úrovněmi melatoninu ve střevním traktu.

Závislost rytmicity v melatoninové sekreci na cyklu světla-tmy byla demonstrována na in vitro izolované epifýze pstruha duhového: zvýšení sekrece ve tmě a snížení na světle. Zároveň byl prozkoumáný vliv teploty: vyšší teplota zvyšuje melatoninovou sekreci ve tmě a pozitivně ovlivňuje citlivost ke světlu (Max a Menaker, 1992).

Plazmové melatoninové úrovně byly objevené v pstruhovi duhovém (*Oncorhynchus mykiss*) držení pod fotoperiodou LD 8:16 a přijímající světelné impulzy během pozdní skotofáze. V dalších experimentech byly plazmové melatoninové úrovně měřené v hodinových intervalech v pstruhovi duhovém, držení pod třemi různými fotoperiodami: 8L:2D:2L:12D, 8L:7D:2L:7D a 8L:12D:2L:2D. Výsledky navrhuji, že melatoninová sekrece není pod endogenní denní kontrolou jako v dalších druzích patřících k obratlovcům: světelné pulzy během skotofáze snížily melatoninovou úroveň. Tato úroveň byla zvětšená po začátku skotofáze, po 90 minutách dosahovala hodnot z poslední skotofáze (Alvarino et al., 1993).

Sekrece melatoninu in vitro v epifýze byla měřena u devíti sladkovodních a šesti mořských druhů kostnatých ryb při konstantní teplotě a pod různými

světelnými podmínkami. Výsledky těchto experimentů ukazují, že většina ryb má endogenní oscilátory řízení rytmu melatoninové produkce, s výjimkou pstruha duhového. Světlý/tmavý cyklus ovlivňuje rytmickou produkci melatoninu v epifýze pstruha duhového přes modulaci činnosti serotonin N - acetyltransferázy (Bolliet et al., 1996).

3.5. Teplota

Teplota má podobnou úlohu v životě ryb jako světlo. Teplota vody ovlivňuje především dozrávání pohlavních produktů a nástup výtěrového období jednotlivých druhů ryb. Teplota vody i zásadním způsobem ovlivňuje průběh inkubace jiker, tedy i vývoj zárodka v jikře. Má bezprostřední vliv na délku inkubační doby, tj. doby, která uplyne od oplození jiker až do vykolení plůdku (Dubský et al, 2003).

Kolísání teploty mezi horní a dolní hranicí optimální teploty působí stimulačně na růst, tak i na celkovou aktivitu, látkovou přeměnu a odolnost (Hofmann, Novák, 1996).

Hofmann, Novák (1996) uvádí u pancéřníků rodu *Corydoras* využití metody tzv. teplotního šoku. Podstata této metody je, že ryby se chovají několik měsíců při vyšší teplotě a krmí se potravou s malým obsahem balastních látek. Po zaplnění samic jikrami, se sníží množství podávaného krmiva a po několika týdnech se sníží teplota vody o několik stupňů. Teplotní rozdíly mohou být přirozenou překážkou pro rozšíření některých ryb.

Například sladké vody deštného pralesa, které často v denním a ročním průměru, vykazují změny jen několik desetin stupně, maximálně 1 – 2 °C, s většími rozdíly teploty se setkáme v monzunových oblastech. Teplota vody v přírodních lokalitách závisí také na rozdělení dešťových srážek během roku. U většiny ryb dochází k výtěru na začátku období dešťů za snižujícího se tlaku vzduchu a přetrvávající vysoké teplotě. Jsou ale známy ryby u nichž je tomu naopak, u kterých dochází k výtěru při poklesu teploty, než je průměrná roční teplota. Teplota rybiho těla je proměnlivá a tedy přímo závislá na teplotě vody. Každý druh vyžaduje jinou, pro něj optimální teplotu. Prudký výkyv teploty nebo výkyv trvající příliš dlouho

od optimální teploty je pro ryby velice nebezpečný. Například tetra neonová (*Paracheiroidon innesi*) se cítí dobře při teplotě 21 – 22 °C. Pro tření je optimální teplota 24 °C. Pokud je ale chováme při teplotě vyšší než 24 °C, tak se tvoří u samic množství přezrálých jiker. Brzy na to chřadnou a nejsou schopné rozmnožování. Nevhodné je také ale otužovat ryby z tropických oblastí. Pokud přežijí nízkou teplotu, tak dochází u nich k blednutí barev, zpomaluje se růst a potomstvo má malou životaschopnost. Změna teploty během zárodečného vývoje proti optimální teplotě vede i ke změně některých druhových znaků, například ploutevních paprsků nebo počtu šupin v postranní čáře. Působením odlišné teploty, nebo teplotními šoky je možné v čerstvě oplozené zygotě vyvolat tvorbu mutací (Frank, 2000).

Na teplotě vody rovněž závisí obsah kyslíku. Čím je vyšší teplota, tím je nižší nasycenost vody kyslíkem. Teplota vody bezprostředně ovlivňuje příjem potravy a látkovou výměnu. Při nízkých a příliš vysokých teplotách dochází většinou ke značnému omezení nebo úplnému zastavení příjmu potravy, a tím i celkové látkové výměny. Úroveň látkové výměny závisí také na druhu a stáří ryby (Dubský et al, 2003).

3.5.1. Vhodné výtěrové teploty

Polák (1989) uvádí pro výtěr slepé tetry (*Anoptichthys jordani*) jako vhodnou výtěrovou teplotu 18 – 20 °C.

Frank (2000) uvádí ale jako vhodnou výtěrovou teplotu 26 – 27 °C. Do stejné čeledi tetrovitých ryb se řadí rovněž řada zástupců z Jižní Ameriky, například neonka obecná (*Paracheiroidon innesi*), která vyžaduje vhodnou výtěrovou teplotu 23 – 24 °C, neonka červená (*Paracheiroidon axelrodi*) 27 – 28 °C, neonka zelená (*Hemigrammus hyanuary*) 25 °C, tetra černá (*Gymnocorymbus ternetzi*) 26 °C.

3.6. Hodnota pH

Hodnota pH je definována jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů. Reakce vody je závislá na množství vodíkových iontů (H^+). Neutralita ve vodě nastává, jestliže koncentrace H^+ a OH^- iontů je stejná. Hodnota pH se udává v číslech většinou od 0 do 14. Kyselá voda má pH 0 – 6, zásaditá voda 8 – 14, neutrální voda má pH 7. Hodnota pH hraje v životě ryb významnou úlohu. Hodnota pH musí být udržována v rozmezí, které vyhovuje konkrétnímu druhu ryb. Orientačně se stanoví pH pomocí indikátorových papírků. Pro přesné stanovení se používá elektrometrických přístrojů. Tak jako tvrdost vody i pH má značné biologické účinky. Tyto hodnoty nepůsobí odděleně, nýbrž ve vzájemné závislosti. Po mnohých pokusech, jež byly provedeny u různých druhů akvarijních ryb, bylo zjištěno, že pH ovlivňuje značnou měrou určitá vývojová stádia jiker a embryí. Působí na spermie samečků a na jejich aktivitu při oplodňování jiker. Nevhodná tvrdost a hodnota pH může ještě před oplodněním poškodit, utlumit jejich pohyblivost, takže k oplodnění vůbec nedojde. Poměr stálé a uhličitanové tvrdosti za spolupůsobení hodnoty pH má rozhodující vliv na úspěšné rozmnožování zvláště „problémových ryb“. Pro vývoj embryí slepých teter (*Anoptichthys jordani*) je vhodné pH 6,8 – 7. Pro neonku obecnou (*Paracheirodon innesi*) je vhodné pH 6,6, pro neonku zelenou (*Hemigrammus hyanuary*) již pH 6,5, pro neonku červenou (*Paracheirodon axelrodi*) pH 5 (Drahotušský, Novák, 2000).

3.7. Vodivost vody

Vodivost (konduktivita) je převrácená hodnota odporu a měříme ji konduktometry v jednotkách mikrosiemens (μS). Vodivost vody je dána obsahem všech vodivých látek obsažených ve vodě. Jsou to především kyseliny, zásady a jejich soli, ze kterých štěpením (disociací) vznikají elektricky nabitě částice – ionty. Vodivost úzce souvisí s osmotickým tlakem, to znamená obsahem elektrolytů ve vodě. Velmi zjednodušeně řečeno, osmotický tlak je tendence vody přecházet skrze polopropustnou membránu do roztoku. Osmotický tlak má velký vliv na vývoj jiker a zárodků. Účinek osmotického tlaku lze vysvětlit i takto: jestliže se zárodek

budoucí ryby nachází ve vodě chudé na soli (v hypotonickém roztoku), má snahu čerpat vodu ze svého okolí do svého těla, které je relativně "slanější". Zárodek neúměrně zvětšuje svůj objem, jeho životní funkce jsou narušeny a nakonec hyne. Obráceně, nachází-li se rybí zárodek ve vodě s vysokým obsahem soli (v hypertonickém roztoku), je svým okolím "odvodňován", nežádoucím způsobem zmenšuje svůj objem a rovněž hyne. Čím vyšší je koncentrace rozpuštěných solí ve vodě, tím vyšší je osmotický tlak. Potíž je v tom, že nároky jednotlivých druhů a jejich regulační schopnosti jsou různé. Ryby žijící trvale v měkkých vodách nebo tvrdých vodách jsou stenohalinní, neboť snášejí jen nepatrné výkyvy v obsahu rozpuštěných solí ve vodě. Stenohalinnost není tedy vázána jen na vody téměř bez tvrdosti (Frank, 2000).

3.8. Celková tvrdost vody

S vodivostí úzce souvisí i tzv. celková tvrdost vody. Ta je dána obsahem všech solí, které mají ve své vazbě kationt vápníku (Ca^{2+}) a kationt hořčíku (Mg^{2+}). Celkovou tvrdost vody tvoří sírany, uhličitany, chloridy, dusitany, dusičnany. V praxi se měří chelatometricky tak, že se stanoví ve vzorku vody množství kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} buď titrací roztokem chelatonu, nebo jednoduchými testy různých značek. V akvaristické literatuře se udává nejčastěji v ° dGH. Voda s hodnotou tvrdosti 0 – 4° dGH je velmi měkká (sněhová, destilovaná, demineralizovaná), voda s hodnotou tvrdosti 4 – 8° dGH je měkká (dešťová, z tůňek na málo rozpustném podloží), voda s hodnotou tvrdosti 8 – 12° dGH je polotvrdá (vodovodní, říční, rybníční) voda s hodnotou tvrdosti 12 – 18° dGH je tvrdá (například studniční), voda s hodnotou tvrdosti 18-30° dGH i více je velmi tvrdá (například studniční, pramenitá z krasových či vápencových útvarů či oblastí apod.) (Frank, 2000).

Polák (1989) uvádí jako vhodnou tvrdost vody při vývoji oplozených jiker *Anoptichthys jordani* 8 – 10° dGH.

Frank (2000) uvádí ještě vyšší vhodnou hodnotu tvrdosti a to 15 – 20° dGH.

Drahotušský, Novák (2000) provedli testy u neonky červené (*Paracheirodon axelrodi*) s různou hodnotou tvrdosti výtěrové vody 1 – 6° dGH . Z těchto testů

se ukázalo, že nejvhodnější hodnota tvrdosti vody při vývoji jiker červené neonky je 2° dGH, při níž se téměř všechny zárodky rozplavaly. U neonky obecné (*Paracheiroidon innesi*) uvádějí jako vhodnou tvrdost výtěrové vody 3° dGH, pro neonku zelenou (*Hemigrammus hyanuary*) již 4° dGH. Frank (2000) uvádí vhodnou celkovou tvrdost vody pro vývoj jiker tetry černé (*Gymnocorymbus ternetzi*) do 8° dGH.

4. Materiál a metodika

4.1. Materiál

K pokusům byla použita slepá tetra (*Anoptichthys jordani*). Stáří ryb bylo přibližně jeden rok. Počet jedinců byl 24 a poměr pohlaví byl určen 2:1 ve prospěch samců. Ryby byly rozděleny podle pohlaví do připravených chovných nádrží do místnosti bez přístupu světla a do místnosti se světlem. Akvárium v každé místnosti bylo o objemu 200 litrů a rozměrech 100 x 50 x 40 cm rozdělené na dvě 100 litrové nádrže pro každé pohlaví. V obou místnostech byla teplota vody v akváriích 21 °C, která byla udržována v chovných nádržích po celou dobu trvání pokusů. Filtrace byla zajištěna molitanovými filtry poháněnými vzduchem. Rozdělení dle pohlaví bylo provedeno z důvodu zábrany předčasných výtěrů v chovné nádrži. Ryby byly ponechány na přivyknutí světelným podmínkám jeden měsíc.

4.2. Metodika chovu

Párový výtěr

Ryby byly umísťovány do výtěrových nádrží v 18 denních intervalech. K výtěru ryb bylo použito v každé místnosti akvárium o objemu 200 litrů a rozměrech 100 x 50 x 40 cm, rozdělené na čtyři stejné části o objemu 50 litrů. Voda do výtěrových akvárií byla připravena na požadovanou hodnotu tvrdosti vývojové vody, která byla zvolena pro všechny výtěry stejná. Ve vytíracích akváriích byl umístěn rošt pro zamezení požíráání jiker dospělými rybami. Vytírací nádrže byly opatřeny vzduchováním. Chovné ryby byly přeloveny do vytíracích nádrží večer. Den před tím nebyly krmeny. Do akvárií byly rozděleny v poměru pohlaví 1 : 1.

U vytíracích nádrží byl během výtěru v místnosti se světlem zachován stejný světelný režim jako nad chovnou nádrž, místnosti bez přístupu světla nebyly vytírací nádrže osvětleny.

Po skončení výtěru byly ryby přeloveny zpět do chovných nádrží. Z nádrží s vyvíjejícími se oplozenými jikrami byly odstraněny výtěrové rošty a v místnosti se světlem byl vypnut světelný zdroj z důvodu omezení světelných šoků během vývoje jiker. Chovná a výtěrová nádrž v místnosti se světlem byla oddělena od sebe neprůhlednou clonou zamezující pronikání světla.

Kontrola byla prováděna pomocí slabého přenosného 7 W světelného zdroje, který byl postačující pro kontrolu.

Skupinový výtěr

Počet ryb byl 12 kusů a poměr pohlaví 2:1, resp. 8 samců a 4 samice. Ryby byly dávány do výtěrových nádrží v 18 denních intervalech. Ke tření ryb bylo použito v každé místnosti akvárium o objemu 200 litrů a rozměrech 100 x 50 x 40 cm. Voda do výtěrových akvárií byla připravena na požadovanou hodnotu tvrdosti vývojové vody, která byla zvolena pro všechny výtěry stejná. Ve výtěrovém akváriu byl umístěn rošt pro zamezení požíráání jiker dospělými rybami. Výtěrová nádrž byla opatřena vzduchováním. Chovné ryby byly přeloveny do výtěrové nádrže vždy večer po celodenním půstu. Do výtěrové nádrže byly umístěny všechny ryby z chovných nádrží v dané místnosti. U výtěrové nádrže byl v místnosti se světlem zachován stejný světelný režim jako nad chovnou nádrží, v místnosti bez přístupu světla nebyla výtěrová nádrž osvětlena.

Po skončení výtěru byly ryby přeloveny zpět do chovných nádrží podle pohlaví. Z nádrží s vyvíjejícími se oplozenými jikrami byl odstraněn výtěrový rošt a v místnosti se světlem byl vypnut světelný zdroj z důvodu omezení světelných šoků během vývoje jiker. Chovná a výtěrová nádrž v místnosti se světlem byla oddělena od sebe neprůhlednou clonou zamezující pronikání světla.

Kontrola v obou místnostech byla prováděna pomocí slabého přenosného 7 W světelného zdroje, který byl postačující pro kontrolu.

Krmení ryb a údržba akvárií

Ryby byly krmeny třikrát denně v intervalech po 4 hodinách. Krmeno bylo vločkovým krmivem Sera vipan, mraženými či živými patentkami *Chironomus sp.*, mraženými perloočkami *Daphnia*.

Částečná výměna vody byla prováděna dvakrát týdně vždy 10 % z celkového objemu akvária

Stanovení pH, vodivosti a celkové tvrdosti vody

Při měření vodivosti a pH vody bylo použito digitálního konduktometru a pH metru značky Metrex. Parametry pH metru: rozsah měření 2 – 12 pH , nejmenší změřitelná změna 0,01 pH. Parametry konduktometru: rozsah měření 0 – 1999 uS, nejmenší změřitelná změna 1 uS.

Hodnoty pH a vodivosti (konduktivity) byly měřeny při přípravě vývojové vody.

Celková tvrdost vody byla stanovena testem na stanovení celkové tvrdosti vody od firmy Sera.

Teplota vody

Teplota byla měřena skleněným teploměrem s přesností $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ každý den od zahájení pokusů. Její úprava byla prováděna nastavením příslušné teploty na ponorném topení s termostatem na příslušnou hodnotu během daného pokusu.

Osvětlení akvárií

Akvária s rybami určenými k pokusům na světle byla umístěna zvlášť v místnosti a byla osvětlena 30 W (700 Luxů) zářivkou po dobu 12 hodin denně s automatickým spínáním v 8:00 a vypnutím v 20:00. Ryby, které byly určeny k pokusům ve tmě, byly umístěny v místnosti bez oken a nádrže byly osvětleny každý den 7W

světelným zdrojem na 15 minut pro kontrolu zdraví ryb a nutnou údržbu, další krmení bylo provedeno bez osvětlení.

Vyhodnocení počtu jiker

Pod každou výtěrovou nádrž byla umístěna deska s mřížkou 2 x 2 cm pro snadnější spočítání jiker.

Stanovení počtu rozplavaného plůdku

Plůdek byl po rozplavání spočten postupným odebíráním pomocí malé sítě z monofilu.

Stanovení procenta líhivosti

Líhivost byla spočítána jako podíl počtu rozplavaného plůdku a počtu jiker.

4.3. Statistické vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení bylo použito programu Statistica 6.0 a programu Microsoft Excel k vytvoření grafů. Při porovnávání párových výtěrů za stejných teplot za tmy a světla byl použit T – Test – nezávisle dle proměnných, jelikož se jednalo po každé o jiné ryby. První proměnná byly ryby umístěné v místnosti se světlem při dané teplotě, druhá proměnná byly ryby umístěné v tmavé místnosti při stejné teplotě. Test byl proveden s pravděpodobností 95 % a vyhodnocení proběhlo podle P value, Pokud byly rozptyly rozdílné, bylo P value zvýrazněno červeně, když shodné bylo P value černé.

Při porovnávání teplot od 19 °C do 27 °C za světla bylo použito Levenova testu, alternativní hypotéza H_A byla zvolena, že rozptyly byly různé a nulová hypotéza H_0 , že rozptyly byly stejné. Jelikož byly rozptyly stejné, byla provedena dále analýza rozptylu, byly zvoleny opět hypotézy H_A – různé rozptyly a H_0 stejné rozptyly. Rozptyly byly různé, byl tedy proveden Tukeyův HSD test, který srovnává jednotlivé skupiny mezi sebou. Červeně byly zvýrazněny různé a černě shodné rozptyly. Tento stejný postup byl zvolen při porovnávání teplot za tmy.

U hromadných výtěrů byly srovnány rozdíly líhnivosti mezi jednotlivými teplotami zvlášť za světla, za tmy a po té byly srovnány za světla a tmy. Pro malý počet hodnot nebylo provedeno statistické porovnání.

5. Výsledky

5.1. Vliv teploty a světla u skupinových výtěrů

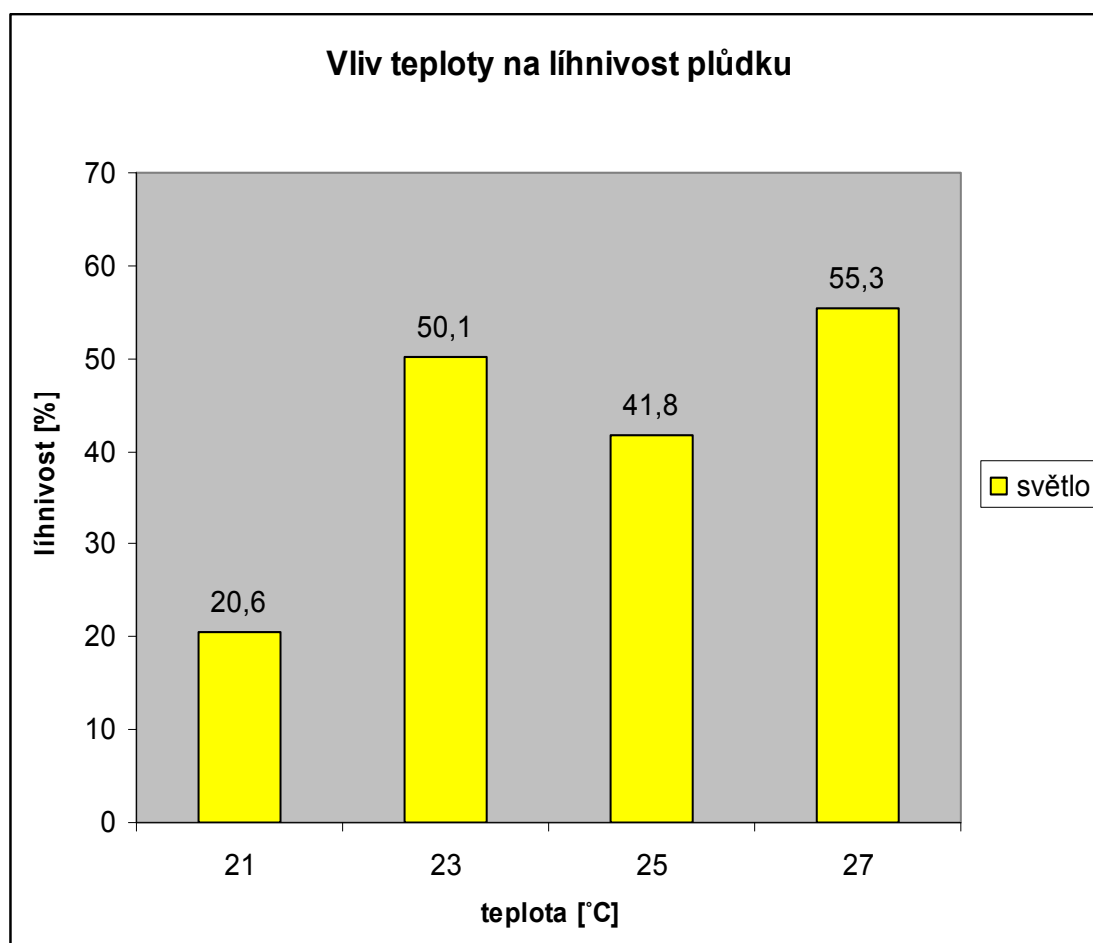
Při všech pokusech byla použita voda o pH 6,8 a tvrdosti vody 7° dGH

5.1.1 Skupinové výtěry za světla

Tabulka č.1 Skupinové výtěry za světla

teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
27	Ano	1680	929	55,3
25	Ano	1554	649	41,8
23	Ano	1420	712	50,1
21	Ano	1856	382	20,6

Graf č. 1 Vliv teploty na líhnivost plůdku při chovu ryb za světla



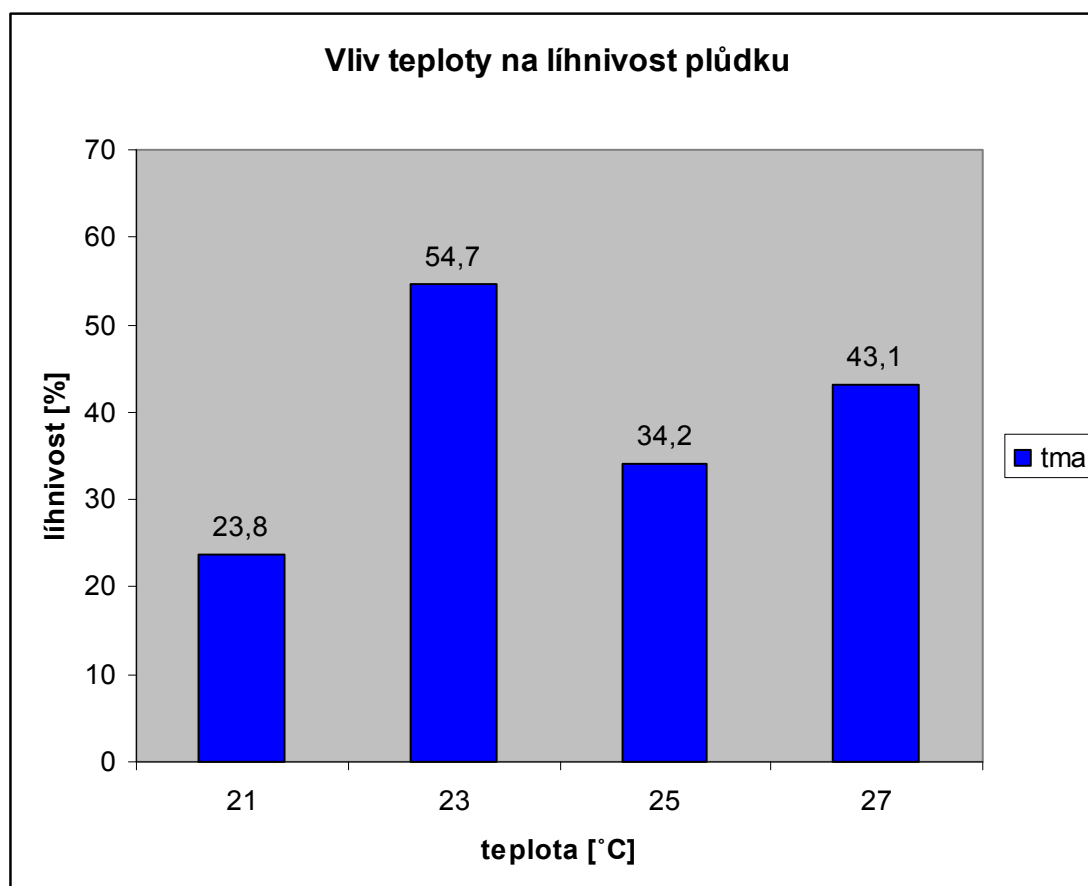
Největší líhnivost plůdku byla 55,3 % u ryb chovaných za světelných podmínek 12 hodin světla a 12 hodin tmy při teplotě 27 °C. Nejmenší líhnivost byla 20,6 % při 21 °C.

5.1.2 Skupinové výtěry za tmy

Tabulka č.2 Skupinové výtěry za tmy

teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdka	líhivost [%]
27	Ano	1900	820	43,1
25	Ano	1977	678	34,2
23	Ano	1296	709	54,7
21	Ano	1752	417	23,8

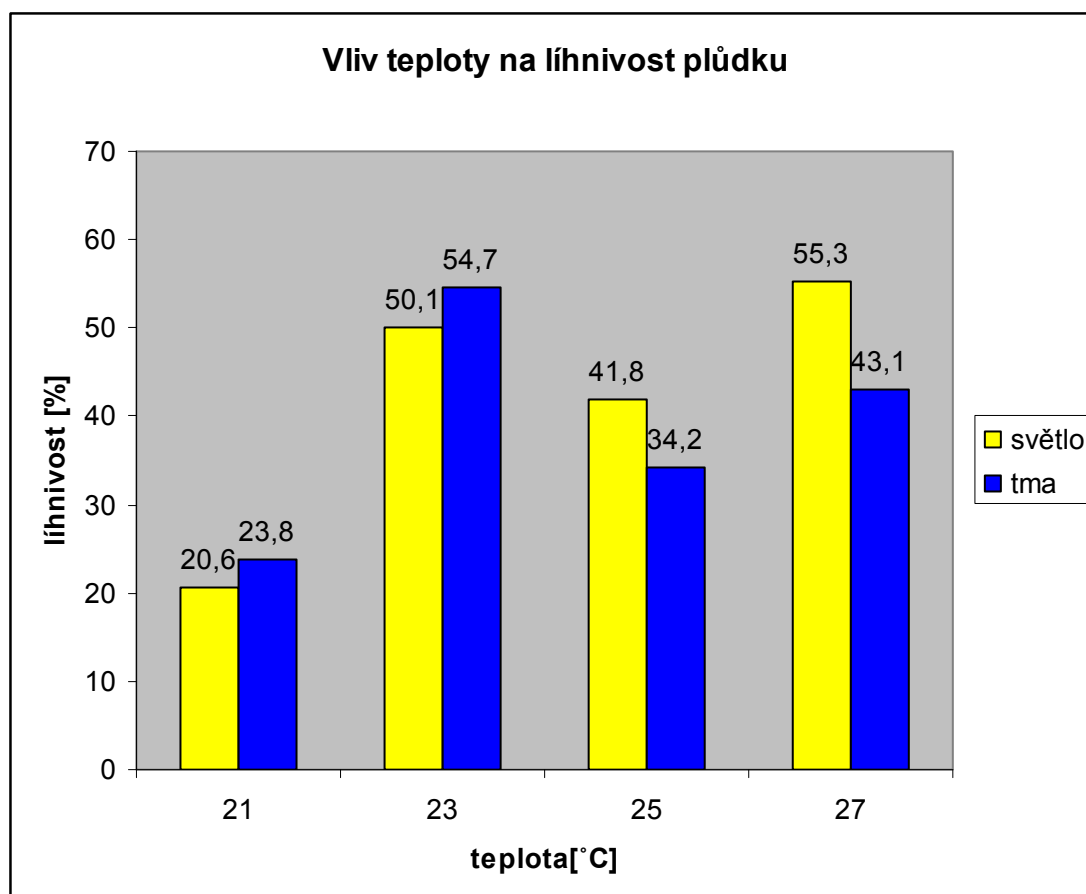
Graf č. 2 Vliv teploty na líhivost plůdka při chovu ryb ve tmě



Největší líhivost plůdka byla 54,7 % při teplotě 23 °C. Nejmenší líhivost byla při 21 °C a to 23,8 %.

5.1.3 Srovnání líhnivosti plůdku při skupinových výtěrech za světla a tmy

Graf č. 3 Vliv teploty na líhnivost plůdku při chovu ryb na světle a ve tmě



Při teplotě 21°C, 23 °C byla líhnivost plůdku vyšší u ryb chovaných ve tmě. Naopak při teplotě 25 °C a 27 °C byla vyšší líhnivost plůdku u ryb chovaných na světle.

5.2. Vliv teploty a světla u párových výtěrů

5.2.1 Párové výtěry za světla

Tabulka č. 3 Párové výtěry při 19 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	19	Ano	524	118	22,5
2. pár	19	Ne	0	0	0
3. pár	19	Ne	0	0	0
4. pár	19	Ano	776	139	17,9

Tabulka č. 4 Párové výtěry při 20 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	20	Ano	642	206	32,1
2. pár	20	Ne	0	0	0
3. pár	20	Ano	498	138	27,7
4. pár	20	Ano	580	184	31,7

Tabulka č. 5 Párové výtěry při 21 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	21	Ano	578	225	38,9
2. pár	21	Ano	787	416	52,9
3. pár	21	Ano	591	272	46
4. pár	21	Ne	0	0	0

Tabulka č. 6 Párové výtěry při 22 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	22	Ano	755	412	54,6
2. pár	22	Ano	536	388	72,4
3. pár	22	Ano	466	294	63,1
4. pár	22	Ano	558	320	57,3

Tabulka č. 7 Párové výtěry při 23 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	23	Ne	0	0	0
2. pár	23	Ano	428	266	62,1
3. pár	23	Ano	602	419	69,6
4. pár	23	Ano	525	259	49,3

Tabulka č. 8 Párové výtěry při 24 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	24	Ano	620	444	71,6
2. pár	24	Ano	455	297	65,3
3. pár	24	Ne	0	0	0
4. pár	24	Ano	702	405	57,6

Tabulka č. 9 Párové výtěry při 25 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	25	Ano	502	265	52,8
2. pár	25	Ne	0	0	0
3. pár	25	Ano	652	377	57,8
4. pár	25	Ne	0	0	0

Tabulka č. 10 Párové výtěry při 26 °C

Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	26	Ano	520	268	51,6
2. pár	26	Ne	0	0	0
3. pár	26	Ano	498	247	49,6
4. pár	26	Ne	0	0	0

Tabulka č. 11 Párové výtěry při 27 °C

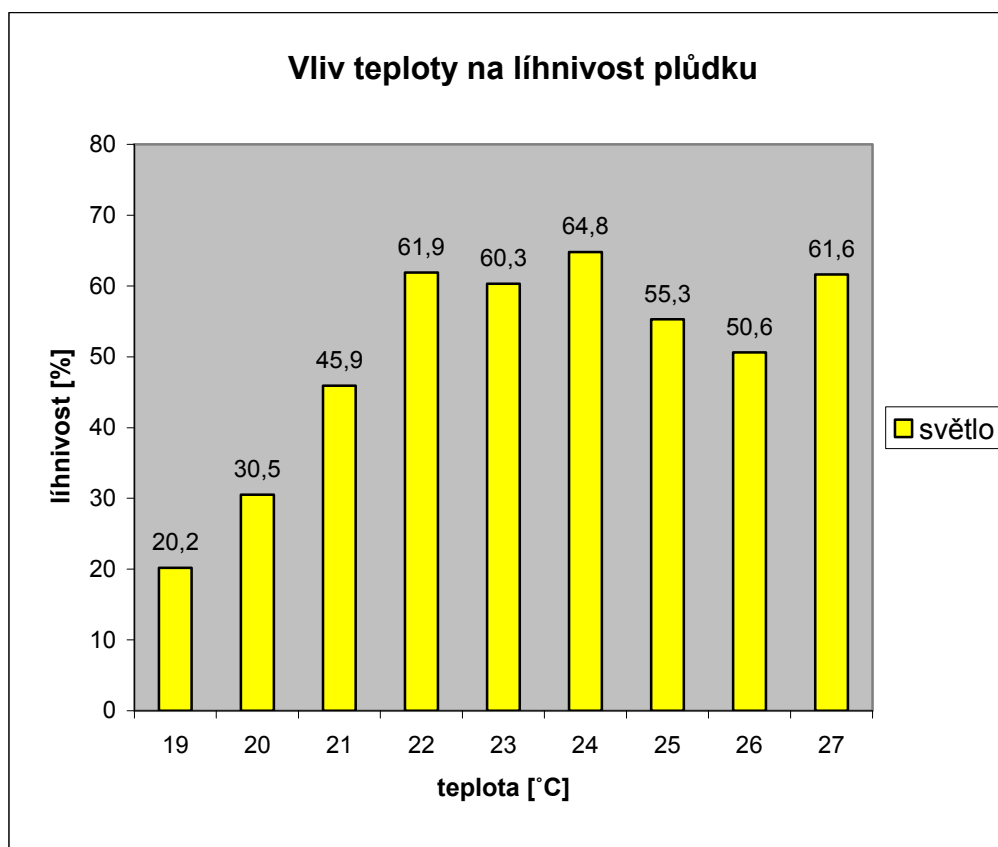
Světlo	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	27	Ano	647	448	69,2
2. pár	27	Ano	481	270	56,1
3. pár	27	Ne	0	0	0
4. pár	27	Ano	400	238	59,5

Statistické vyhodnocení

Při porovnávání teplot od 19 °C do 27 °C za světla bylo použito Levenova testu, alternativní hypotéza H_A byla zvolena, že rozptyly byly různé a nulová hypotéza H_0 , že rozptyly byly stejné. Jelikož byly rozptyly stejné, byla provedena dále analýza rozptylu, byly zvoleny opět hypotézy H_A – různé rozptyly a H_0 stejné rozptyly. Rozptyly byly různé, byl tedy proveden Tukeyův HSD test, který srovnává jednotlivé skupiny mezi sebou. Červeně byly zvýrazněny různé a černě shodné rozptyly.

Bylo zjištěno, že líhivost plůdku u ryb chovaných na světle při teplotě 27 °C byla rozdílná s teplotami 19 a 20 °C. Při teplotách 26, 25, 24, 23 a 22 °C byly také rozdíly v líhivosti pouze s teplotami 19 a 20 °C. Líhivost při teplotě 21 °C byla odlišná pouze s teplotou 19 °C. Při teplotě 19 °C byla rozdílná s teplotami 21 – 27 °C.

Graf č. 4 Vliv teploty na líhnivost plůdku při párových výtěrech u ryb chovaných na světle



Největší průměrná líhnivost plůdku při chovu ryb na světle byla při teplotě 24 °C a to 64,8 %. Nejmenší byla 20,2 % při teplotě 19°C.

5.2.2 Párové výtěry za tmy

Tabulka č. 12 Párové výtěry při 19 °C

Tma	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	19	Ano	622	161	25,8
2. pár	19	Ne	0	0	0
3. pár	19	Ne	0	0	0
4. pár	19	Ne	0	0	0

Tabulka č. 13 Párové výtěry při 20 °C

Tma	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	20	Ano	659	267	40,5
2. pár	20	Ano	754	201	26,7
3. pár	20	Ano	487	182	37,4
4. pár	20	Ne	0	0	0

Tabulka č. 14 Párové výtěry při 21 °C

Tma	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	21	Ne	0	0	0
2. pár	21	Ne	0	0	0
3. pár	21	Ano	767	365	47,5
4. pár	21	Ano	612	311	50,8

Tabulka č. 15 Párové výtěry při 22 °C

T _{ma}	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	22	Ano	676	450	66,6
2. pár	22	Ne	0	0	0
3. pár	22	Ano	657	392	59,6
4. pár	22	Ano	424	285	67,2

Tabulka č. 16 Párové výtěry při 23 °C

T _{ma}	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	23	Ne	0	0	0
2. pár	23	Ano	477	325	68,1
3. pár	23	Ano	562	418	74,4
4. pár	23	Ano	498	317	63,6

Tabulka č. 17 Párové výtěry při 24 °C

T _{ma}	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	24	Ne	0	0	0
2. pár	24	Ano	489	247	50,5
3. pár	24	Ano	578	396	68,5
4. pár	24	Ne	0	0	0

Tabulka č. 18 Párové výtěry při 25 °C

T _{ma}	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	25	Ano	448	276	61,6
2. pár	25	Ano	598	329	55
3. pár	25	Ne	0	0	0
4. pár	25	Ne	0	0	0

Tabulka č. 19 Párové výtěry při 26 °C

Tma	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	26	Ne	0	0	0
2. pár	26	Ano	412	156	37,9
3. pár	26	Ne	0	0	0
4. pár	26	Ano	480	245	51

Tabulka č. 20 Párové výtěry při 27 °C

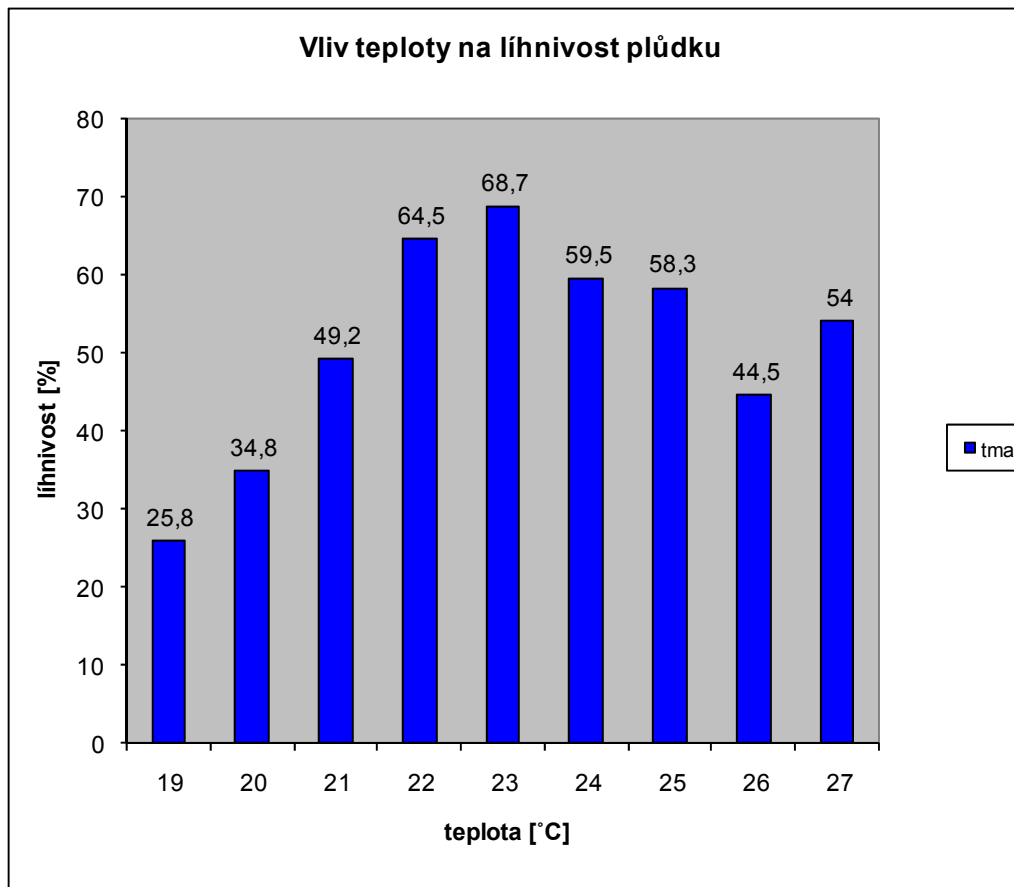
Tma	teplota [°C]	Výtěr	Počet jiker	Počet rozplavaného plůdku	líhivost [%]
1. pár	27	Ano	364	221	60,7
2. pár	27	Ano	625	295	47,2
3. pár	27	Ne	0	0	0
4. pár	27	Ne	0	0	0

Statistické vyhodnocení

Při porovnávání teplot od 19 °C do 27 °C za tmy bylo použito Levenova testu, alternativní hypotéza H_A byla zvolena, že rozptyly byly různé a nulová hypotéza H_0 , že rozptyly byly stejné. Jelikož byly rozptyly stejné, byla provedena dále analýza rozptylu, byly zvoleny opět hypotézy H_A – různé rozptyly a H_0 stejné rozptyly. Rozptyly byly různé, byl tedy proveden Tukeyův HSD test, který srovnává jednotlivé skupiny mezi sebou. Červeně byly zvýrazněny různé a černě shodné rozptyly.

Statisticky bylo zjištěno, že líhivost při teplotách 22, 23 a 24 °C byla rozdílná s teplotami 19 a 20 °C.

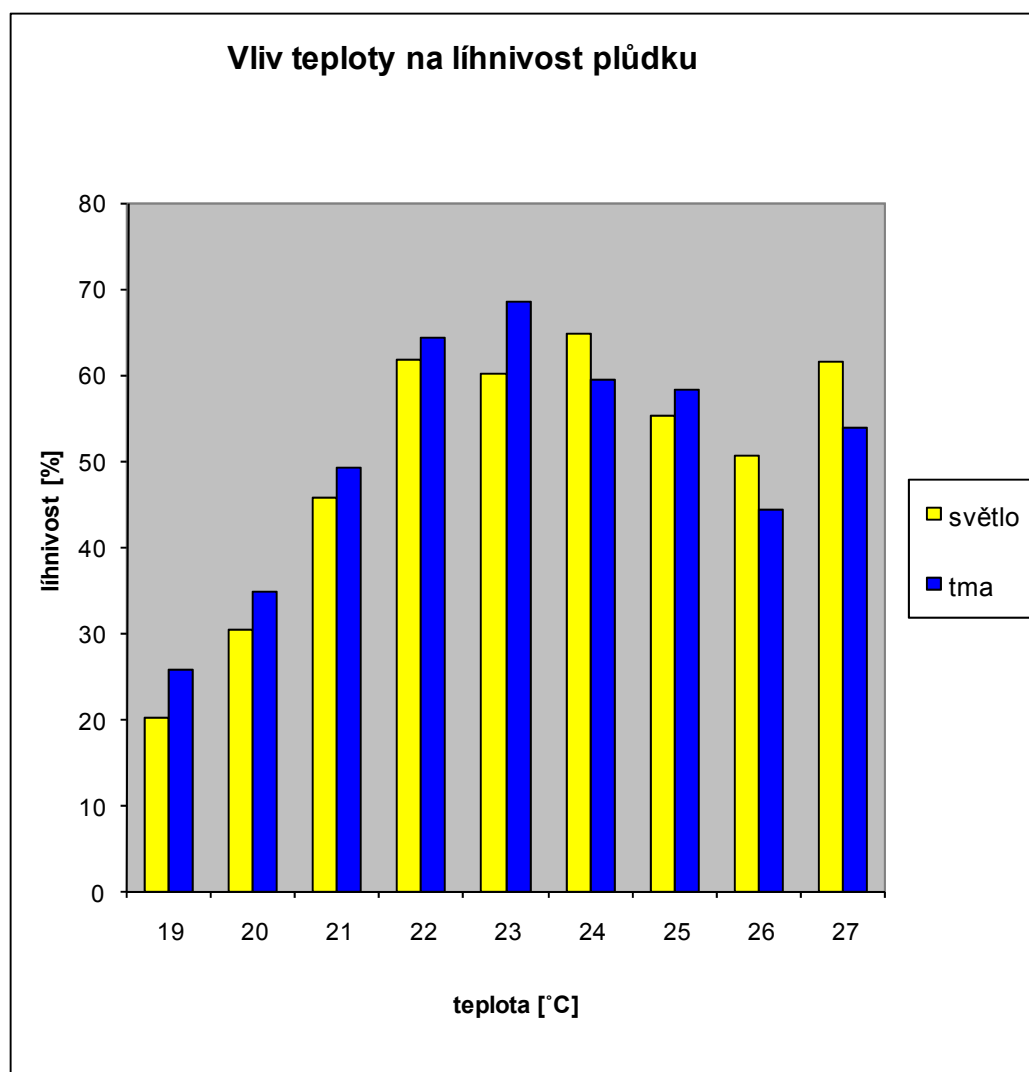
Graf č. 5 Vliv teploty na líhnivost plůdku při párových výtěrech při chovu ryb ve tmě



Největší průměrná líhnivost plůdku u ryb chovaných ve tmě byla zjištěna při teplotě 23 °C a to 68,7 %. Nejnižší průměrná líhnivost plůdku byla 25,8 % při teplotě 19 °C.

5.2.3 Srovnání líhnivosti při skupinových výtěrech

Graf č. 6 Vliv teploty na líhnivost plůdku při párových výtěrech u ryb chovaných ve tmě a na světle



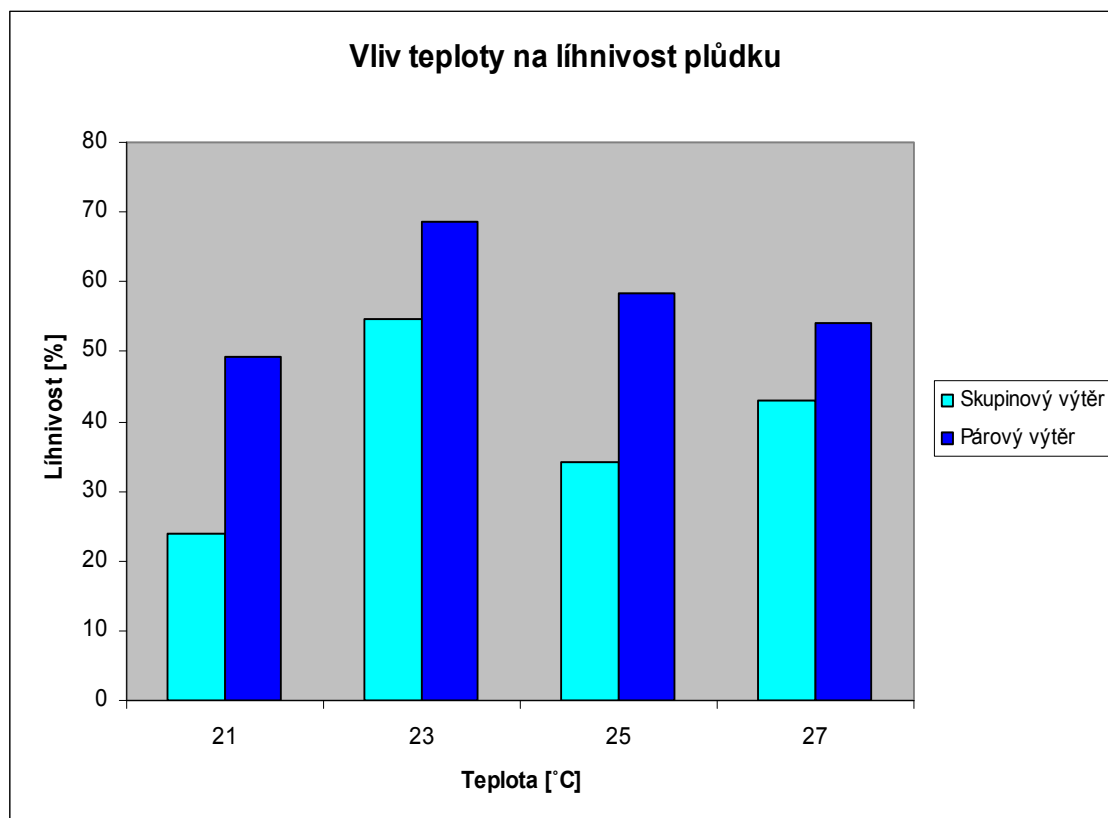
Největší průměrná líhnivost plůdku u ryb chovaných ve tmě byla při teplotě 23 °C a to 68,7 %. Nejnižší líhnivost plůdku byla 20,8 % u ryb chovaných na světle, vytíraných při teplotě 19 °C. Líhnivost plůdku u ryb chovaných na světle a ve tmě nebyla výrazně odlišná.

Statistické vyhodnocení

Při porovnávání párových výtěrů za stejných teplot za tmy a světla byl použit T-Test – nezávisle dle proměnných, jelikož se jedná po každé o jiné ryby. První proměnná byly ryby umístěné v místnosti se světlem při dané teplotě, druhá proměnná byly ryby umístěné v tmavé místnosti při stejné teplotě. Test byl proveden s pravděpodobností 95 % a vyhodnocení proběhlo podle P value, Pokud byly rozptyly rozdílné, bylo P value zvýrazněno červeně, když shodné bylo P value černé.

5.2.4 Srovnání líhnivosti plůdku při výtěrech za tmy

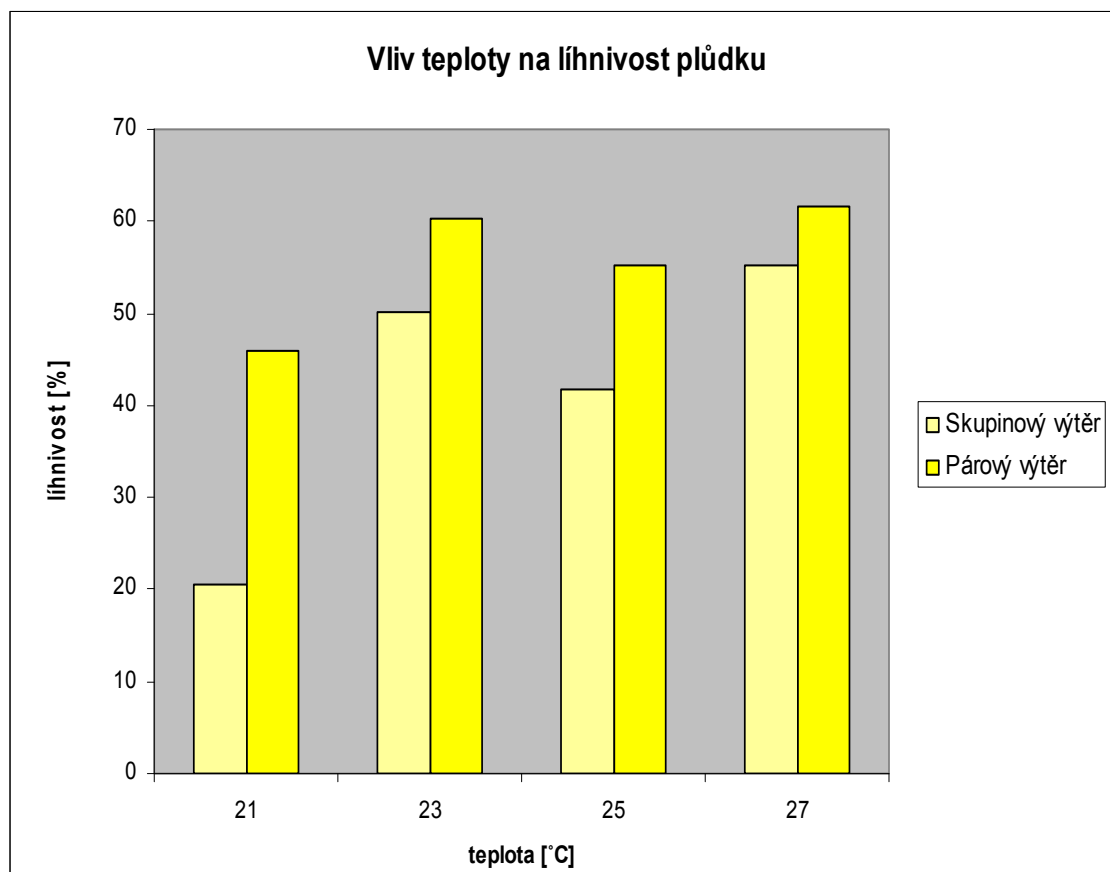
Graf č. 7 Vliv teploty na líhnivost plůdku při párových a skupinových výtěrech u ryb chovaných ve tmě



Nejvyšší průměrná líhnivost plůdku u ryb chovaných ve tmě byla při párových výtěrech při teplotě 23 °C a to 68,7 %. Nejnižší líhnivost plůdku 23,8 % byla při skupinových výtěrech při teplotě 21 °C. Líhnivost plůdku u ryb vytíraných metodou párového výtěru byla vyšší než u ryb vytíraných metodou skupinového výtěru.

5.2.5 Srovnání líhnivosti plůdku při výtěrech za světla

Graf č. 7 Vliv teploty na líhnivost plůdku při párových a skupinových výtěrech u ryb chovaných na světle



Největší průměrná líhnivost plůdku u ryb chovaných na světle byla při párových výtěrech při teplotě 27 °C a to 61,6 %. Nejnižší líhnivost plůdku byla při skupinových výtěrech u ryb chovaných při teplotě 21 °C a to 20,6 %. Líhnivost plůdku u ryb vytíraných metodou párového výtěru byla vyšší než u ryb vytíraných metodou skupinového výtěru.

6. Diskuse

Ze získaných výsledků se dá souhlasit s údajem zjištěným Frankem (2000), který udává jako vhodnou výtěrovou teplotu 26 – 27 °C.

Nižší teploty 18 – 20 °C uváděné Polákem (1989) se zdají být méně vhodné.

Z vlastních pokusů a z nich vyhodnocených výsledků lze doporučit jako vhodnou teplotu pro výtěr v rozmezí od 22 do 27 °C. Při vyšších teplotách je vývoj jiker podstatně rychlejší. Pro produkční účely je tedy vhodnější vyšší teplota.

Fotoperioda má velký vliv na reprodukci u ryb, jak uvádí řada citovaných autorů. Je otázkou, jaký vliv má na reprodukci *Anoptichthys jordani*, která žije v přírodě trvale bez přístupu světla.

Yoshizawa, Jeffery (2008) uvádějí, že je citlivost epifýzy na světlo zachována i přes oční degeneraci u dospělců, sice z mých výsledků není patrný vliv různé fotoperiody (světla) na reprodukci, ale to může být způsobeno faktem, že u ryb chovaných při stálé tmě bylo zapínáno každý den na 15 minut slabé světlo pro nezbytnou kontrolu ryb. I tato krátká doba mohla ovlivnit ryby chované jinak při stálé tmě.

Světlo má vliv na produkci melatoninu. Bylo by zajímavé sledovat produkci melatoninu při různých fotoperiodách u tetry slepé, tak by se dal lépe zjistit vliv různé fotoperiody na tuto rybu.

U většiny druhů tetrovitých je důležitá při vývoji jiker tvrdost vody, která je specifická pro každý druh. Oplozené jikry některých druhů tetrovitých ryb se vyvíjejí pouze při velmi nízké tvrdosti vody a u některých druhů, například jako tetra slepá se oplozené jikry vyvíjejí zase při vyšší tvrdosti vody.

Polák (1989) uvádí jako vhodnou tvrdost vody při vývoji oplozených jiker 8 – 10° dGH, Frank (2000) uvádí ještě vyšší hodnotu tvrdosti vody 15 – 20° dGH. S oběma autory se dá souhlasit, použitá voda o tvrdosti 7° dGH, byla na hranici vhodné tvrdosti vody pro zdárný vývoj jiker.

Na vývoj jiker má také vliv hodnota pH. Drahotušský, Novák (2000) uvádějí vhodné pH pro vývoj jiker mezi 6,8 – 7, při pokusech jsem použil pH 6,8, s uvedeným údajem autorů lze tedy souhlasit.

Na reprodukci *Anoptichthys jordani* má kromě uvedených faktorů jako teplota, světlo, tvrdost vody, pH vliv také kvalita předkládané potravy a způsob výtěrů.(párový či skupinový). Lepších výsledků jsem dosáhl při párových výtěrech, kde nedochází k vzájemnému rozptylování mezi samci a tudíž i k lepšímu oplození.

7. Závěr

Z vlastních pokusů a z nich získaných a vyhodnocených výsledků je zřejmé, že u druhu *Anoptichthys jordani* je nejvhodnější pro výtěr a vývoj jiker teplota od 22 do 27 °C. Vyšší teploty jsou vhodnější pro rychlejší růst mladých ryb.

Nejlepších výsledků bylo dosaženo při párových výtěrech u ryb chovaných za tmy při teplotě 23 °C, kde průměrná líhnivost dosáhla 68,7 %.

Nepodařilo se prokázat vliv světla na reprodukci této characidy.

Nejvhodnější je pro výtěr použít metodu párového výtěru. Vyšší rozdíl v líhnivosti plůdku mezi párovými a skupinovými výtěry byl při nižších teplotách. Při párových výtěrech na světle byla líhnivost plůdku vyšší než u skupinových výtěrů o 6,3 % při 27 °C a nejvyšší rozdíl byl při 21 °C a to 25,3 %. Obdobných výsledků bylo dosaženo i při párových výtěrech za tmy, při kterých byla líhnivost plůdku vyšší o 6,9 % při 27 °C a při 21 °C byl rozdíl nejvyšší a to 25,4 %.

Pro zdárný vývoj jiker je vhodná voda o minimální tvrdosti 7° dGH a pH 6,8.

8. Summary

The aim of this work was to find the influence of the temperature and light on reproduction of „Blind Tetra“ *Anoptichthys jordani* , which lives in the nature permanently in caves without access of light. Total number of the fish for experiments was 24. One group of fish was kept in light conditions 12:12 and the other was kept in permanent dark. Both groups were kept at the temperature of 21 °C for the whole period before spawning . For fish spawning were used methods of pair and group spawning. For spawning in pairs were used temperatures from 19 to 27 °C. The hatching rate of embryos was fixed. We did not manage to prove statistically the influence of light conditions on reproduction of „Blind Tetra“ *Anoptichthys jordani*. Statistically were found evident differences in hatching rate of embryos between individual temperatures in light conditions 12:12 at temperatures of 27, 26, 25, 24, 23 and 22 °C to the temperatures 19 and 20 °C. At fish that were kept in permanent dark at the temperatures of 22, 23 and 24 °C was the hatching rate different ($P < 0,05$) to the temperatures 19 and 20 °C. There were found differences in the hatching rate of embryos that was in light conditions 12:12 highest at 24 °C and lowest at 19 °C. The hatching rate at fish kept in permanent dark was highest at 23 °C and lowest at 19 °C.

Keywords: Blind Tetra, temperature, light

9. Přehled použité literatury

- Alvarino JMR, Randal CF, Bromage NR (1993): Effects of skeleton photoperiods on melatonin secretion in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), broodstock management and egg and larval duality. *Aquacult. Fish. Manager*, 24: 157-162.
- Asaoka Y, Mano H, Kojima D, Fukada Y (2002): Pineal expression-promoting element (PIPE), a cis-acting element, directs pineal-specific gene expression in zebrafish. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99,15456 -15461.
- Blackshaw S, Snyder SH (1997): Developmental expression pattern of phototransduction components in mammalian pineal implies a light-sensing function. *J. Neurosci.* 17,8074 -8082.
- Bolliet GA, Ali MA, Lapointe FJ, Falcón J (1996): Rhythmic melatonin secretion in different teleost species. *J. Comp. Physiol. B*, 165: 677-683.
- Brainard GC, Richardson BA, King TS (1984): The influence of different light spectra on the suppression of pineal melatonin content in the Syrian hamster. *Brain Res*, 294:333–339.
- Bubenik GA, Pang SF (1997): Melatonin levels in the gastrointestinal tissues of fish, amphibians and reptiles. *Gen. Comp. Endocr.*, 106, 415-419.
- Cassone VM (1998): Melatonin's role in vertebrate circadian rhythms. *Chronobiol Int* , 15:457–473.
- Drahotušský Z, Novák J (2000): *Akvaristika*, Brno, Nakladatelství Jota, 298s.
- Dubský K, Kouřil J, Šrámek V (2003): *Obecné rybářství*, Praha, Nakladatelství Informatorium, 308s.
- Falcón J (1999): Cellular circadian clocks in the pineal. *Prog Neurobiol*, 58:121–162.
- Falcón J, Bolliet V, Ravault JP, Chesneau D, Ali MA, Collin JP (1994): Rhythmic secretion of melatonin by the superfused pike pineal organ: thermoperiod and photoperiod interaction. *Neuroendocrinology* 60, 535 -543.
- Frank S (2000): *Sladkovodní akvaristika*. Ottovo nakladatelství s.r.o., divize cesty, Praha.
- Garg KS (2007): Effect of Pinealectomy, Eye Enucleation, and Melatonin Treatment on Ovarian Activity and Vitellogenin Levels in the Catfish Exposed to Short Photoperiod or Long Photoperiod. *Journal of Pineal Research*, 91 -104.

- Green CB, Besharse JC (2004): Retinal Circadian Clocks and Control of Retinal Physiology. *Journal of Biological Rhythms*, Vol. 19, No. 2, 91-102.
- Hanel L (2002): *Biologie a chov vodních živočichů, I. Obecná část*, Praha, Nakladatelství Karolinum, 226s.
- Hanel L (2004): *Biologie a chov vodních živočichů, II. Speciální část*, Praha, Nakladatelství Karolinum, 259s.
- Herzog ED, Block GD (1999): Keeping an eye on retinal clocks. *Chronobiol Int*, 16:229–247.
- Hofmann J, Novák J (1996): *Akvaristika: Jak chovat tropické ryby jinak a lépe*, Praha, X-EGEM – NOVA, 197s.
- Chaube R, Joy PK (2002): Effects of altered photoperiod and temperature, serotonin-affecting drugs, and melatonin on brain tyrosine hydroxylase activity in female catfish, *Heteropneustes fossilis*: A study correlating ovarian activity changes. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 585 – 593.
- Korf HW (1999): Evolution of melatonin-producing pinealocytes. *Adv Exp Med*, 460:17–30.
- Ligo M, Aida K (2007): Effects of season, temperature, and photoperiod on plasma melatonin rhythms in the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Pineal Research*, 62 – 68.
- Max M, Menaker M (1992): Regulation of melatonin production by lights, darkness and temperature in the trout pineal. *J. Comp. Physiol. A*, 170: 479-489.
- Mitchell RW, Russell WH, Elliot WR (1977): Mexican eyeless characin fishes, genus *Astyanax*: environment, distribution, and evolution. *Spec. Publ. Mus. Tex. Tech. Univ.* 12,1 -89.
- Montgomery JC, Coombs S, Baker CF (2001): The mechanosensory lateral line system of the hypogean form of *Astyanax fasciatus*. *Environmental Biology of Fishes* 62, 87–96.
- Moore CB, Siopes TD (2003): Melatonin enhances cellular and humoral immune responses in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) via an opiate mechanism. *Gen Comp Endocrinol*, 131:258–263.
- Munro AD (1989): Lack of influence of fotoperiod on the brood interval of the guppy (*Poecilia reticulata*), *Zool. Sci.*, 6: 191-194.

- Paniagua R, Miguel MP, Fraile B, Sáez JF, Vicentini AC (1995): Influence of ocular and extraocular photoreception on spermatogenesis in *Gambusia affinis holbrooki* (Teleostei: Poeciliidae). *Journal of Experimental Zoology*, 367 – 372.
- Parzefall J (1983): Field observation in epigeal and cave populations of the Mexican characid *Astyanax mexicanus* (Pisces, Characidae). *Memoires de Biospeologie* 10, 171–176.
- Polák K (1989): *Akvaristika*, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 228s.
- Porter RJM, Duncan N, Handeland OS, Stefansson OS, Bromage RN (2001): Temperature, light intensity and plasma melatonin levels in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 58, 431–438.
- Rahman S, Kim B, Takemura A, Park Ch, Lee Y (2004): Influence of light-dark and lunar cycles on the ocular melatonin rhythms in the seagrass rabbitfish, a lunar-synchronized spawner. *Journal of Pineal Research*, 37:122-128.
- Rajchard J, Hájek I, Šerý M (2000): Circadian biorhythm of melatonin level in swordtail (*Xiphophorus helleri*), *Czech J. Anim. SCI.*, 45: 153-160.
- Rajchard J, Hájek I, Šerý M (2000): Melatonin level in guppy (*Poecilia reticulata* – *Osteichthyes*, *Poeciliidae*), *Czech J. Anim. SCI.*, 45: 105-111.
- Sánchez-Vázquez FJ, Iigo M, Madrid JA, Zamora S, Tabata M (1997): Daily cycles in plasma and ocular melatonin in demand-fed sea bass, *Dicentrarchus labrax L.*, *J. Comp. Physiol. B*, 167:409-415.
- Teyke T (1989): Learning and remembering the environment in blind cave fish *Anoptichthys jordani*. *Journal of Comparative Physiology A* 164, 655–662.
- Tosini G, Dirden JC (2000): Dopamin Inhibic Melatonin repase in the Mammalian Retina. *Neuroscience Lett* 286: 119-122.
- Villarreal AC, Thorp EJ, Miles SM (2006): Influence of photoperiod on growth changes in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar L.* *Journal of Fish Biology*, 15 – 30.
- Yoshizawa M, Jeffery WR (2008): Shadow response in the blind cavefish *Astyanax* reveals conservation of a functional pineal eye *Journal of Experimental Biology* 211, 292 – 299.
- Zachmann A, Ali MA, Falcón (1992): J. Melatonin and its effects in fishes: an overview. In *Rhythms in Fishes*. New York: Plenum Press, 149 -165.

Zhdanova VI, Wurtman JR, Regan MM, Taylor AJ, Ping Shi J, Leclair UO (2001):
Melatonin Treatment for Age-Related Insomnia. The Journal of Clinical
Endocrinology & Metabolism Vol. 86, No. 10 4727-4730.

10. Příloha:

Fotografie č.1 Nahoře samice, dole samec *Anoptichthys jordani*



Fotografie č.2 Dospělé ryby *Anoptichthys jordani* a odrostlá rybka



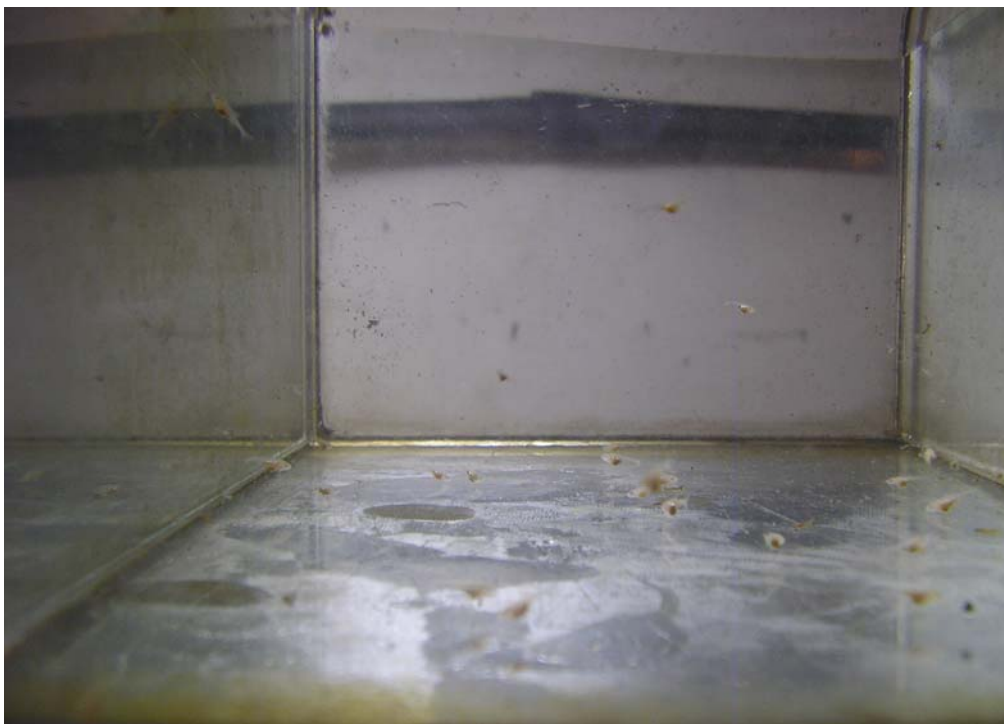
Fotografie č.3 Používaná mříž při výtěrech



Fotografie č.4 Plůdek *Anoptichthys jordani* živící se artemií



Fotografie č.5 Plůdek *Anoptichthys jordani*



Fotografie č.6 Použité měřicí přístroje

