

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Reprodukce ryby *Anoptichthys jordani*

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

Autor diplomové práce: Bc. Alena Bardounová

České Budějovice, 2014

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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 22. 4. 2014

Podpis:

Chtěla bych poděkovat svému školiteli, panu doc. RNDr. Ing. Josefu Rajchardovi, Ph.D., a panu Václavu Němcovi za pomoc při zpracování této práce.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena BARDOUNOVÁ**  
Osobní číslo: **Z12640**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**  
Název tématu: **Reprodukce ryby *Anoptichthys jordani***  
Zadávající katedra: **Katedra biologických disciplin**

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

1. Rešeršní zpracování dosavadních poznatků o biologii a chovu ryby *Anoptichthys jordani*.
2. Experimentální práce, spočívající v ověření základních typů světelného režimu na výtěr a odchov potěru vybraného druhu v průběhu výtěru, líhnutí a odchovu.
3. Vyhodnocení získaných výsledků z hlediska optimálního světelného režimu pro výtěr a odchov *Anoptichthys jordani*, s doporučením pro akvaristickou praxi.

Rozsah grafických prací: min. 15 stran grafy a tabulky

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu

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.

Koukkari W.L., R.B. Sothorn. 2006. Introducing biological rhythms. Springer.


Refinetti R. 2006. Circadian physiology. CRC Press. Taylor & Francis.

Dunlap, J.C., Loros, J.J., DeCoursey, P.J. 2009. Chronobiology: Biological Timekeeping. Sinauer Associates, Inc.

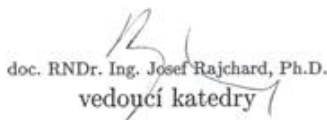
Aktuální publikace ve vědeckých časopisech, vztahující se k zadanému tématu (www.sci a Zoological Records).

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

Datum zadání diplomové práce: 8. února 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2014

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní obor  
Suchbátka 13  
370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 11. února 2013

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>SOUHRN</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>SUMMARY</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>1. ÚVOD</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>2. CÍL PRÁCE</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....                                  | <b>10</b> |
| 3. 1 Taxonomické zařazení .....                                    | 10        |
| 3. 1. 1 Čeleď: Characidae.....                                     | 10        |
| 3. 1. 2 Rod: <i>Anoptichthys</i> a <i>Astyanax</i> .....           | 11        |
| 3. 2 Ohrožení.....   | 12        |
| 3. 3 Výskyt.....   | 12        |
| 3. 4 Charakteristika druhu.....                                    | 13        |
| 3. 5 Nároky na chov .....  | 16        |
| 3. 6 Rozmnožování .....  | 16        |
| 3. 7 Potrava .....   | 17        |
| 3. 8 Světelné podmínky ovlivňující odchov.....                     | 18        |
| <b>4. METODIKA</b> .....   | <b>20</b> |
| 4. 1 Akvarijní místnost.....                                       | 21        |
| 4. 2 Temná komora .....  | 22        |
| <b>5. VÝSLEDKY</b> .....   | <b>25</b> |
| 5. 1 Výsledky ve světelných podmínkách.....                        | 25        |
| 5. 1. 1 Parametry vody v akvarijní místnosti (chov na světle)..... | 30        |
| 5. 2 Výsledky experimentů v podmínkách trvalé tmy .....            | 38        |
| 5. 2. 1 Parametry vody v podmínkách trvalé tmy .....               | 40        |
| <b>6. DISKUZE</b> .....  | <b>47</b> |
| <b>7. ZÁVĚR</b> .....  | <b>49</b> |
| <b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....                          | <b>50</b> |

## SOUHRN

Tetra slepá (*Anoptichthys jordani*, dnes uváděná jako *Astyanax jordani*) je slepou formou tetry pruhované mexické (*Astyanax fasciatus mexicanus*). Obývá podzemní jeskynní vody severního Mexika. V podmínkách naprosté tmy jim po čase zanikly oči a zbarvení. Samice jsou oproti samcům větší a objemnější v břišní části těla. Jsou to všežravci, živí se živočišnou i rostlinnou potravou.

Cílem práce bylo ověření vlivu základních typů světelného režimu na výtěr a odchov *Anoptichthys jordani*. Z výsledků práce vyplývá, že pro úspěšný výtěr a odchov těchto ryb se osvědčily podmínky střídajícího se světla a tmy. Optimální teplota pro chov *Anoptichthys jordani* byla v rozmezí 23-24 °C a pro výtěr v rozmezí 25-26 °C, pH 7-8, měrná elektrická vodivost cca 230 µS/cm a obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě kolem 8,00 mg.l<sup>-1</sup>.

Potřebná sledování pro vypracování experimentální práce probíhala v akvarijní místnosti katedry biologických disciplín od února 2013 do března 2014. K rozmnožování byly použity přibližně 1-3 roky staré ryby. Oddělení samci a samice byli v pravidelných termínech odloveni do vytíracích nádrží, vždy po jednom páru. Stejný experiment probíhal zároveň v podmínkách na světle a v naprosté tmě. K měření hodnot vody byl použit WTW měřič.

Klíčová slova: rozmnožování, světelné podmínky, temné podmínky, *Anoptichthys jordani*

## SUMMARY

The cave tetra (*Anoptichthys jordani*, now reclassified as *Astyanax jordani*) is a blind form of the Mexican banded tetra (*Astyanax fasciatus mexicanus*). It lives in the waters of underground caves in northern Mexico. In the conditions of complete darkness there, the cave tetra has gradually lost the need for eyes and colouring. The females are larger than the males and have a bulkier abdominal section. They are omnivorous, feeding on animal and plant matter.

The aim of this research was to determine the influence of basic types of lighting system on the spawning and rearing of *Anoptichthys jordani*. The findings reveal that alternating light and dark are best used for successful spawning and rearing of this species. The ideal temperature for *Anoptichthys jordani* ranged from 23-24 °C for breeding and from 25-26 °C for spawning, with pH levels of 7-8 and a specific electrical conductivity of approx. 230 µS/cm, and with dissolved oxygen levels in the water of approx. 8.00 mg/L.

The monitoring required for compilation of the research project was performed in the aquarium room at the Department of Biological Sciences from February 2013 to March 2014. Fish aged approximately 1-3 years were used for the reproduction. The separated males and females were placed in spawning tanks at regular intervals, always in single pairs. The same experiment was conducted in parallel in conditions of light and absolute darkness. A WTW meter was used for measurement of the water values.

Keywords: reproduction, lighting conditions, dark conditions, *Anoptichthys jordani*



## 1. ÚVOD

*Astyanax fasciatus mexicanus* je poměrně obyčejnou a zřídka chovanou rybou v akvaristice oproti její populárnější a kurióznější slepé formě *Anoptichthys jordani*. Dříve byla chována častěji než dnes.

Podzemní forma se z povrchové vyvinula poměrně nedávno, v posledních 10 000 let. Během tohoto období došlo k zakrnění očí a k vymizení kožního pigmentu, ale zároveň k posílení jiných smyslových orgánů. Ztráta těchto zbytečných a energicky náročných aspektů umožnila organismu věnovat více energie např. do zvýšení počtu a citlivosti chuťových receptorů na hlavě.

*Anoptichthys jordani* je v současnosti chována pro obchod na rybích farmách východní Asie. Zajímavostí u ryb je navrácení pigmentu stříbřitého lesku, což může představovat začátek uměle vyvolaného přizpůsobení na podmínky mimo podzemní prostředí trvalé tmy.

## 2. CÍL PRÁCE

1. Rešeršní zpracování dosavadních poznatků o biologii a chovu ryby *Anoptichthys jordani*.
2. Experimentální práce, spočívající v ověření základních typů světelného režimu na výtěr vybraného druhu.
3. Vyhodnocení získaných výsledků z hlediska optimálního světelného režimu pro výtěr *Anoptichthys jordani*, s doporučením pro akvaristickou praxi.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3. 1 Taxonomické zařazení

Tetra slepá (*Anoptichthys jordani*) se řadí do říše živočichové (Animalia), kmene strunatci (Chordata), podkmene obratlovci (Vertebrata), třídy paprskoploutví (Actinopterygii), podtřídy Ostariophysii, nadřádu kostnatí (Teleostei), řádu trnobříšů (Characiformes) a čeledi tetrovití (Characidae) (Contreras-Balderas, Almada-Villela, 1996).

Dnes je tetra slepá (*Anoptichthys jordani*) určena jako tetra jeskynní (*Astyanax jordani*), dříve byla klasifikována jako jediný příslušník rodu *Anoptichthys* (Hofmann a Novák, 1996), či jako *A. hubbsi* a *A. antrobius* (Zukal, 1984). *Anoptichthys jordani* poprvé popsal Carl Leavitt Hubbs a William Thornton Innes v roce 1936 (Hanel a Novák, 2004). *Anoptichthys jordani* je nevidomou jeskynní formou tetry pruhované mexické (*Astyanax fasciatus mexicanus*) (Hofmann a Novák, 1996). Z jiných jeskyní byly popsány ještě další druhy rodu *Anoptichthys*. Všechny se však plodně kříží s výchozím poddruhem *Astyanax fasciatus mexicanus*. Toto je závažným důvodem považovat je za pouhé slepé formy zmíněného poddruhu *A. f. mexicanus*, a ne za samostatné druhy (Frank, 1984). V roce 1949 byl druh *Anoptichthys jordani* dovezen do Evropy (Král, 1977).

#### 3. 1. 1 Čeleď: Characidae

(tetrovití = američtí trnobřichovití (Hanel a Novák, 2004))

Tetrovití se vyznačují tzv. Weberovým ústrojím, tj. kostěným spojením sluchové kapsuly s plynovým měchýřem a trvalým spojením trávicí trubice úzkým kanálem (*ductus pneumaticus*) s plynovým měchýřem. Jejich břišní ploutve jsou umístěny kaudálně daleko za prsními, vzadu na břiše. Ploutevní paprsky jsou článkované a rozvětvené, jenom začátek ploutví podpírá jeden až několik tvrdých paprsků, jež nejsou větvené a mohou být přeměněny v trn. Před ocasní ploutví je na hřbetní straně malá tuková ploutvička bez podpůrných ploutevních paprsků. Hřbetní ploutev leží většinou uprostřed hřbetu (Frank, 1984).

Vývojově jsou characidy primitivní skupinou ryb zahrnující jak tvarově, tak způsobem života značně rozdílné formy. Patří k nim ryby protáhlé i vysokotělé, ryby planktonožravé, ale i rostlinožravé, popřípadě dravci. Mají většinou dobře ozubené

čelisti s jednou až čtyřmi řadami zubů, ústa pevná, nevysunovatelná, bezvousá. Obývají sladké vody Střední a Jižní Ameriky. Většina druhů nepřesahuje velikostí 10 cm délky.

Pro své pestré zbarvení jsou ideálními chovanci pro společenská akvária. Většina dospělých characid výborně snáší v akváriu běžnou vodovodní vodu s celkovou tvrdostí do 15° dGH. Vývoj jiker a plůdku je však obvykle zdařilý pouze ve vodě velmi měkké s přísadou rašelinného extraktu nebo Toruminu. Eleuterembrya (volné zárodky) se líhnou v závislosti na druhu ryb a na teplotě vody nedokonale vyvinutá už za 18—36 hodin. Po strávení žlutkového vaku, což trvá u většiny druhů asi pět dní, se protopterygiolarvy rozplavou po předchozím naplnění plynového měchýře plynem (poněkud odlišné složení plynů, než má vzduch). Vyvíjející se zárodky jsou obvykle citlivější vůči alkalitě, popřípadě uhličitánové tvrdosti než tvrdosti neuhličitánové či síranové. Zvláště nízkou hodnotu pH nebo značný obsah uhličitánů snáší jen malý počet characid.

Systematické řazení characid je dosud značně obtížné a nejasné, neboť chybějí nálezy vymřelých (fosilních) forem, na něž by současně žijící (recentní) druhy přímo navazovaly. I rozšíření dnes žijících characid je známo jen částečně, často pouze z jednotlivých, značně od sebe vzdálených lokalit, a celkový areál zeměpisného rozšíření je ve vodách nepřístupných pralesních oblastí předpokládán jen rámcově (Frank, 1984).

### **3. 1. 2 Rod: *Anoptichthys* a *Astyanax***

Rod *Anoptichthys* byl před lety odvozen a oddělen jako samostatný, zahrnující slepé zástupce rodu *Astyanax*. V současné době je naopak tendence mnoha ichthyologů slepé podzemní, jeskynním životem žijící odchylky považovat za pouhé formy původního, v povrchových vodách značně rozšířeného rodu *Astyanax*. Základní charakteristika obou rodů je v podstatě stejná, pouze zástupci rodu *Anoptichthys* mají redukované oči a ztratili tělní pigmentaci. Z rodu *Astyanax* je známo na 75 druhů, rozšířených od Nového Mexika a Arizony na jih až po Patagonii. Jsou to vesměs ryby čilé, odolné a dorůstají 5—20 cm. Většina druhů je mírumilovná a snadno se v akváriu chová i rozmnožuje.

Rodiče odkládají jikry volně ve vodě nebo do spleti rostlin. Plůdek se líhne za 24—36 hodin a asi po pěti dnech se rozplave. Všechny druhy jsou značně plodné.

Mladé rybky lze snadno odchovat jemnou živou prachovou potravou (vířníci, nauplie buchaneč a žábřonožky solné). Většímu rozšíření mezi akvaristy brání bohužel nenápadné stříbřité zbarvení rybek. Oblíbenější v chovu je *Astyanax fasciatus mexicanus*, rozšířená od Texasu po Panamu. Dorůstá asi jen 9 cm délky a obývá tekoucí vody, především menší potoky s vodou teplou 18—24 °C, popřípadě v některých oblastech i chladnější, až do 14 °C (Frank, 1984).

### 3. 2 Ohrožení

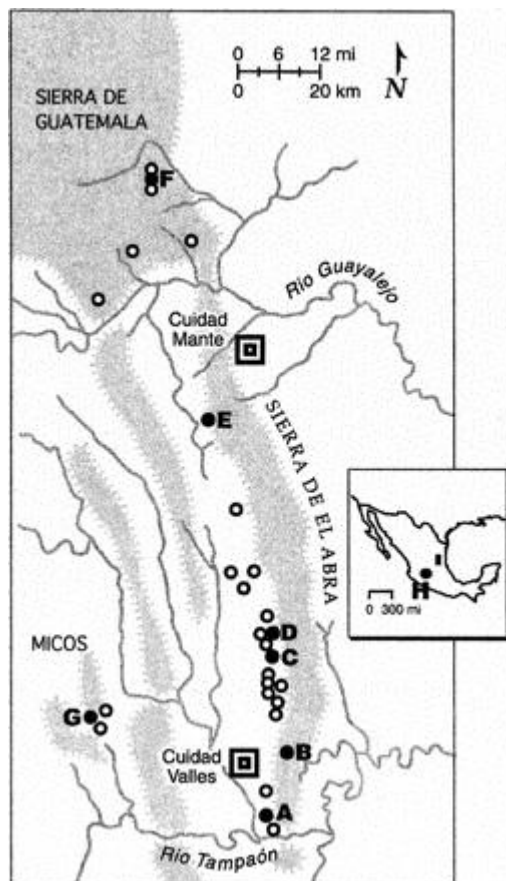
V roce 1990 byla *Anoptichthys jordani* v červeném seznamu IUCN klasifikována jako vzácná, v roce 1996 jako zranitelná (Contreras-Balderas a Almada-Villela, 1996).

### 3. 3 Výskyt

Domovem této characidy je severní Mexiko, kde žije v podzemních říčkách a potocích (Král, 1977). Rybky jsou od přírody přizpůsobeny k životu v jeskyních, kde stále vládne tma (Wilkens a Burns, 1972, Mitchell *et al.*, 1977). Žijí ve vodách s teplotou okolo 15-26 °C, populace více na severu dokonce ve 13 °C vodě (Hubbs *et al.*, 1936). *Anoptichthys jordani* obývá v Mexiku krasové, vápencové, značně tvrdé vody s vysokou alkalitou a hodnotou pH nad neutrální hodnotu a za dlouhá tisíciletí se jim přizpůsobila (Wilkens a Burns, 1972, Mitchell *et al.*, 1977).

Obr. č. 1 zobrazuje mapu oblasti Sierra de El Abra v severovýchodním Mexiku. Hlavní oblast slepých populací druhu *Astyanax mexicanus* (resp. *Anoptichthys jordani*) jsou pohoří Sierra de El Abra, Sierra de Guatemala, region Micos a údolí ležící mezi těmito vápencovými hřebeny ve státech Tamaulipas a San Luis Potosi (Wilkens a Burns, 1972, Mitchell *et al.*, 1977). Odlehlé jeskynní populace byly také objeveny ve státě Guerrerro na jihu středního Mexika (Espinasa *et al.*, 2001).

Obr. č. 1: Mapa výskytu slepých teter *Anoptichthys jordani* (Jeffery *et al.*, 2003)



Prázdné a plné kruhy na mapě představují přibližné umístění 30 jeskyní s výskytem slepých teter. Plné kruhy označené písmenem, představují jednotlivé jeskyně s výskytem slepých populací *Anoptichthys jordani*:

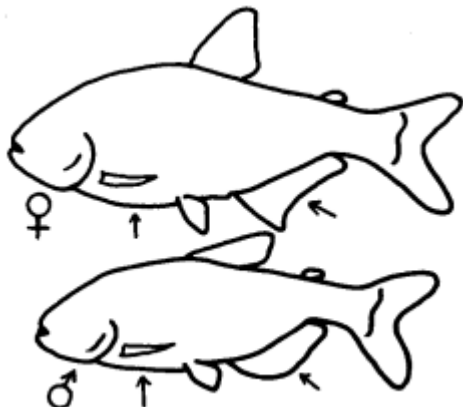
- A Chica
- B Curva
- C Tinaja
- D Los Sabinos
- E Pachón
- F Molino
- G Subterráneo
- H Guerrero

### 3. 4 Charakteristika druhu

*Anoptichthys jordani* má tělo u konce elipsoidně protažené a z boku mírně stlačené. Jeho základní barva je masově žltorůžová, která při dopadu světla dostává stříbrný lesk, který dosahuje větší intenzity u starších rybek. Na hřbetu přechází zbarvení do žltavě hnědé a na břišní partii do žltostříbrné. Hřbetní ploutev je uprostřed hřbetu a má tvar trojúhelníku. U konce je hřbet zdoben malou tukovou ploutvičkou. Prsní ploutve jsou vějířovitého tvaru. Také břišní ploutve mají podobný tvar. Řitní ploutev je u samice předními paprsky mírně protažena do špičky a postupně se zužuje v místě pod tukovou ploutvičkou. Všechny ploutve jsou průhledné, bezbarvé se slabě růžovým nádechem. U samce je vypouklá bez bílého předního lemu (Jeffery a Martasian, 1998). Samice jsou větší než samci, dorůstají až 12 cm délky (Frank, 1984). Samec je obvykle štíhlejší a menší, samice je silnější v břišní části těla (Zukal, 1984). Tvar těla a základní zbarvení potěru se téměř podobá dospělým rybkám s výjimkou, že potěr po krátký čas zdobí tmavá

kosočtverečná skvrna na základně ocasní ploutvičky (Kráal, 1977). Rozdíly v pohlaví této ryby jsou zobrazeny na obr. č. 2.

**Obr. č. 2: Pohlavní dimorfismus *Anoptichthys jordani* (Frank, 1984)**



Jedinci *Anoptichthys jordani*, kteří byli dovezeni z přírody, byli masově růžoví. Po mnoha generacích chovu v zajetí se jejich zbarvení změnilo na bělavé stříbřité, neboť v kůži se jim vytvářejí buňky (iridocyty) hromadící krystalky guaninu. Ty odrážejí dopadající světelné paprsky a chrání vnitřní orgány ryby před nadměrným osvětlením. Krystalky způsobují typicky charakteristický, stříbřitý lesk nejen u *Anoptichthys jordani*, ale u všech ryb vůbec (Frank, 1984). Morfologie těla ryby je na obr. č. 3.

Na rozplavaných rybkách jsou pouhým okem patrné černé oči, ale později pozvolna mizí. Růst očí totiž ustrne na velikosti asi 0,2 mm (Frank, 1984). Zůstávají uloženy na dně zvětšující se očníce a jsou překryty tukovým polštářem. Z bělimy se vytvoří chrupavčitá schránka pevně uzavírající celé oko (Novák, 1984). Ryby jsou po celý život slepé (Frank, 1984). Očima nevidí ani malé rybky v době, kdy ještě oči mají (Polák, 1986). Na plovoucích rybách není vidět, že by nějak postrádaly zrakové orgány. Ve shánce za potravou se plně vyrovnají ostatním dobře vidícím rybám v akváriu, mnohdy je i předčí (Frank, 1984). Nedostatek zraku je kompenzován výborným čichem, hmatem a dobře vyvinutou postranní čarou (Frank, 1984). Sluch u ryb zahrnuje dvě složky: vnímání zvuků vnitřním uchem a vnímání vlnění prostředí postranní čarou. Základem vnímání kmitů prostředí (sluchu) jsou buňky s vlákny. Jsou citlivé na tlak a ve vodě tedy zaznamenávají i proudění a vibrace (zvukové vlny). Citlivé buňky jsou umístěny jednak volně na těle, jednak jsou koncentrovány

do shluků, které jsou základem postranní čáry. Nahloučené bičíky jednotlivých buněk jsou chráněny slizovým obalem. Postranní čára je tvořena systémem kanálků na hlavě a bocích těla, které reagují na okolní vodu póry (Drahotušský a Novák, 2000). Je to vlastně daleko-hmatný orgán sloužící rybám k bezpečné orientaci, bezproblémovému pohybu a přijímání potravy v prostoru (Král, 1977).

**Obr. č. 3: Morfologické znaky *Anoptichthys jordani* (Myers *et al.*, 2013)**



Jsou to ryby mírumilovné, všežravé a vhodné do společného akvária (Zukal, 1984). Postrádají agresivní chování řady druhů ryb žijících v povrchových vodách a zároveň se rozvinulo specifické vyhledávání potravy pomocí ostatních smyslů, výhodné v jeskynních podmínkách (Elipot *et al.*, 2013). Rybky plavou předkloněné hlavou dolů neklidně po dně a neustále hledají potravu. Zdržují se hlavně ve střední a dolní části nádrže (Zukal, 1984).

Podle studie, vydané v časopisu *Current Biology*, tyto ryby spí mnohem méně než jejich příbuzné formy na povrchu. Absence potřeby spát není stoprocentní, neboť i tato ryba spí, ovšem jen po velmi krátkou dobu. Vědci zkoumali tři rozdílné populace *Astyanax mexicanus*, které jsou dle nich pro podobné výzkumy ideální: kromě populací žijících v temnotách i populace povrchové s vyvinutým zrakem. Zástupci obou dvou populací se chovají velmi rozdílně. Zatímco povrchoví jedinci v noci většinou spí, jejich jeskynní příbuzní, kteří se od nich liší částečně i v genetické výbavě, jsou aktivní.

Konstatovat, že slepé ryby potřebují spánku méně, by nejspíš nebylo správné. Bližší pravdě zřejmě bude domněnka, že život v temnotách je mnohem náročnější než na povrchu, a proto tyto populace pro svoje přežití musely maximalizovat svoji schopnost získat potravu. Žijí v prostředí, kde je potravy obecně hodně málo, popř. se objevuje sporadicky (Duboué *et al.*, 2011).



### 3. 5 Nároky na chov

Rybám je vhodné poskytnout nádrž střední velikosti, tj. minimálně o obsahu 50-80 litrů, umístěnou na tmavém místě. Nádrž nemusí být osázena rostlinami, je ale nutné rybám zajistit dobře okysličenou vodu jemným vzduchováním. Na reakci vody nejsou náročné, teplota pro chov by měla být okolo 20-22 °C. Nejlepší je tento druh ryb chovat samostatně. Na dno se osvědčilo použití propraného říčního písku, boční a zadní stěnu obložit vhodnými plochými a hladkými kameny (Král, 1977). Dobře se rybám daří s písčítým a kamenitým dnem (Frank, 1984). Tyto ryby dávají ve své domovině přednost vodě o hodnotě pH 6,0-7,8 a tvrdosti až 30 dGH (Wikipedia, 2013). Na kvalitu vody nejsou náročné, vhodnější je voda s reakcí mírně nad neutrálem, slabě alkalická a se střední tvrdostí 8-10 °dGH (Polák, 1977). Podle Millse (1995) je obtížnost chovu snadná, zatímco odchov středně obtížný.

### 3. 6 Rozmnožování

Ve volné přírodě se obvykle vytírají od konce dubna do září. Samičky se zaplňují jikrami obvykle na jaře, vlivem zvyšující se teploty. *Anoptichthys jordani* se rychle vyvíjejí a rostou, což souvisí s jejich krátkým životem. Ty, které se rodí na jaře, se rozmnožují již na podzim a jen málokdy se dožijí déle než dva roky (Encyclopedia of life, 2009).

Pro výtěr je vhodné použít větší celoskleněnou nebo lepenou nádrž o obsahu 30-50 litrů (Frank, 1984). Ryby je zapotřebí přelovit k výtěru včas, aby nedošlo k zatvrdnutí nebo zvodnatění jiker v těle samičky. Vhodné je odlovit samečka do vytírací nádrže odpoledne nebo večer a samičku druhý den ráno. Obvykle ještě téhož dne dochází k výtěru (Polák, 1986). Optimální teplota pro výtěr je podle Poláka (1986) 18-20 °C, zatímco Král (1977) doporučuje teplotu nejméně 24 °C. Při rozmnožování se rybky k sobě z boku přitisknou a vypuzené jikry jsou samečkem oplozeny (Král, 1977). Chovný pár klade jikry často ve volné vodě nebo nad trsem, popřípadě uvnitř spleti jemnolistých rostlin (Frank, 1984). Záměrně se vytírají na podklad s trhlinami, aby se zabránilo požíráání jiker před predátory (Encyclopedia of life, 2009). Po výtěru však požírá jikry i samotný pár, proto je vhodné ihned párek odlovit zpět do chovné nádrže (Král, 1977).

Jikry jsou malé, 1 až 1,5 mm v průměru. Vyuvíjející se zárodky jsou obvykle velmi citlivé na kvalitu vody. Reakce vody by měla být v době vývoje jiker a plůdku neutrální až slabě kyselá (pH = 6 až 7). Optimální tvrdost vody, pro dosažení správného vývinu plůdku, je 15 až 20° dGH. V měkké vodě trpí značné procento plůdku fyziologickými potížemi, jež vedou ke vzniku konstituční vodnatelnosti. Plůdek pak ještě před rozplaváním hyne, protože není schopen naplnit plynový měchýř (Frank, 1984).

Teplota vody během zárodečného vývoje musí být dostatečně vysoká, tj. 26-27 °C. Pak může být z jednoho výtěru 500 až 1000 mladých i více. Z oplozených jiker se líhnou eleuterembrya za 18 až 24 hodiny. Mají velký žloutkový váček a na temeni hlavy skupinu buněk vylučujících lepivý sekret. Shluk těchto buněk tvoří žláznatý útvar. Lepivým sekretem se uchycují k podkladu. Přichycují se na rostliny, kameny, kusy dřeva, ale i na stěny akvária, ba dokonce i na blanku vodní hladiny. Už po dalších dvou dnech (Drahotušský, 1979) protopterygiolarvy naplní plynový měchýř a vodorovně se rozplavou (Frank, 1984). Přijímají každou živou prachovou potravu, nejen nauplie buchaneč, ale i malé hrotnatky rodu *Bosmina*, kterými všechny ostatní characidy vysloveně opovrhují. Plůdek velmi rychle roste (Drahotušský, 1979) a dospívá asi ve věku 1 roku (Polák, 1986).

Ihned po rozplavání je vhodné začít s každodenním přiléváním malého množství tvrdé vody do vytírací nádrže, jednak aby si rybky pomalu a postupně přivykaly na vyšší obsah solí, jednak má tvrdší voda, obsahující především uhličitany, lepší pufraciční schopnost, tj. chrání plůdek před náhlým, nežádoucím poklesem hodnoty pH. Větší pokles pH se současným hromaděním dusíkatých látek v podobě dusičnanů, popřípadě dusitanů působí na plůdek brzy nepříznivě. Zprvu podporuje vývin různých onemocnění, především bakteriálních a plísňových, později rybky přímo hynou na otravu (Frank, 1984).

### **3. 7 Potrava**

*Anoptichthys jordani* se živí nejen živočišnou, ale i rostlinnou potravou (Frank, 1984). V přírodě jsou masožravé, požírají vodní hmyz, koryše, červy, plže a menší ryby, někdy se také živí rostlinnou hmotou a zelenými řasami. V době rozmnožování rostliny nejen okusují, ale dokonce ničí celé porosty rostlin. Citelně zraňují i menší ryby, mohou je dokonce ukousat až k smrti (Frank, 1984).

### 3. 8 Světelné podmínky ovlivňující odchov

Většině tropických a subtropických ryb vyhovuje délka dne či délka osvětlení 12-14 hodin (Frank, 2000). Dokoupil (1981) uvádí optimální dobu osvitu 12 hodin, maximální 16 hodin denně. Některé druhy ryb vyhledávají sluneční svit, při kterém se ochotně vytírají. Jiné druhy preferují přitímní a vytírají se za večerního šera, nebo v noci. Vztah mezi intenzitou světla a délkou dne či osvitu akvária je záležitostí velmi složitou. Na délce osvitu a množství světla závisí i tvorba hormonů, jejich celkový zdravotní stav, možnost včas a dokonale dospět i schopnost se rozmnožovat (Frank, 2000). Rozhodující jsou tři faktory: délka osvětlení, jeho intenzita a spektrální složení (Dokoupil, 1981).

Osvětlování akvária výlučně zářivkovou trubicí, především jasným bílým světlem, mnohdy zapříčiňuje změny v chování ryb. Projevuje se zvýšenou plachostí spojenou se ztrátou barev, nechutenstvím a nízkou plodností. Příčinou toho jsou reakce na chvějivé světlo zářivek. Kmitání světla lze zabránit zapojením dvou trubic s fázovým posuvem (Dokoupil, 1981).

V uměle nastaveném prostředí bez působení vnějších synchronizátorů (ve stálé tmě nebo trvalém neměnicím se osvětlení a teplotě, s vyloučením dalších rytmicky se opakujících jevů) probíhají endogenní rytmy s periodou blízkou 24 hodinové. Rytmicita organismů žijících trvale v prostředí přirozeně afotickém a navíc stálém i z dalších hledisek (podzemní vody, jeskyně, mořské hlubiny) je stále otázkou.

Endogenní rytmy musí být poháněny vnitřním oscilátorem, „vnitřními hodinami“, nazývanými pacemaker. Ten může být nastaven již krátkými světelnými podněty, od 250 milisekund (msec) do 1 hod. Světelný impuls, působící v první polovině subjektivní noci, vyvolá zpoždění pacemakeru („vnitřní biologické hodiny“) a tím zpoždění nástupu nočních fází rytmu. Naopak impuls v druhé polovině subjektivní noci vyvolá předběhnutí pacemakeru. Přenašečem informace o fotoperiodě je melatoninový signál, tj. výše hladiny specifického hormonu melatoninu v krevní plasmě. Je produkován především epifýzou, nadvěskem mozkovým, u různých organismů také např. retinou, popř. specifickými buňkami v trávicím traktu. Podstatou jeho řídicí funkce je vylučování pouze v tmavé části denního cyklu, kdy je jeho hladina vysoká a naopak výrazně menší je v průběhu fotofáze. Hladina cirkulujícího melatoninu je tedy základní informací o denní fázi pro buňky, které mají na melatonin receptory, dokáží jej tedy registrovat a podle síly

signálu spouštět další biochemické reakce (Rajchard *et al.*, 2002). U ryb je epifýza přímý fotoreceptor, který je součástí centrálního nervového systému. V přirozených podmínkách epifýza rytmicky uvolňuje melatonin, který poskytuje denní a sezonní fotoperiodické informace, ovlivňuje termoregulaci, imunitu, růst, metabolismus a rozmnožování (Koukkari a Sothorn, 2006).

Ačkoli jsou tyto ryby slepé, jsou schopné vnímat světlo. Tato smyslová schopnost je přisuzována zbytkům očí, tzv. optickým cystám, které jsou silně zakrnělé a hluboko uložené uvnitř tkáně v orbitální oblasti. Nicméně stejně přesvědčivé vnímání světla bylo i u extraokulárních fotoreceptorů. Experimentem bylo zjištěno, že ryby *Anoptichthys jordani* reagovaly na světelné podněty extraokulárními fotoreceptory, zcela nezávisle na zakrnělých očích.

Extraokulární fotoreceptory zatím u *Anoptichthys jordani* nebyly identifikovány, avšak jejich umístění lze odvodit ze studií na jiných rybách. Nacházejí se v blízkosti epifýzy nebo hlouběji v mozku, v hypotalamu. Fotoreceptory v pineálním orgánu jsou pravděpodobně citlivé na změny v intenzitě i vlnové délce světla (Teyke a Schaerer, 1994).

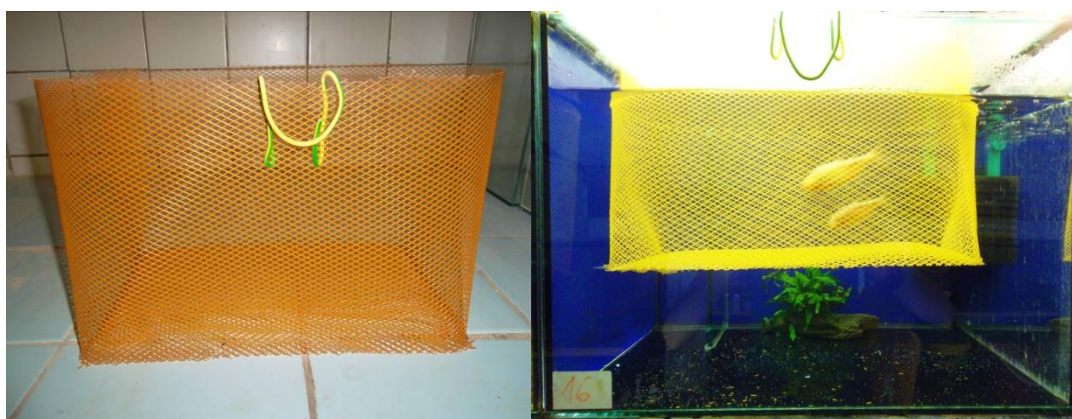
#### 4. METODIKA

Zkoumání reprodukce ryb *Anoptichthys jordani* probíhalo současně v akvarijní místnosti a v temné komoře na Katedře biologických disciplín Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Experimentální práce byly zahájeny v únoru 2013 a ukončeny v březnu 2014.

Při zahájení experimentu byla nejprve všechna akvária vydesinfikována a ponechána bez substrátu pro snazší údržbu. Do chovu byly zařazeny přibližně 1-3 roky staré ryby. Do každého experimentu bylo zařazeno 10 samic a pouze 3 samci z důvodu jejich menšího počtu v dispozičním materiálu. Později byli získáni ještě 4 noví samci. Chovné ryby nebyly nijak značeny. Ryby byly chovány v nádržích o rozměrech 60 x 35 x 35, tj. o objemu přibližně 70 litrů. Vytírací nádrže měly rozměry 40 x 35 x 35, objem 50 litrů. Každé akvárium bylo číselně označeno a vybaveno filtrem, topným tělískem, teploměrem a posuvnými krycími skly.

Klíčovým monitorovaným faktorem pro sledování vlivu na rozmnožování ryb *Anoptichthys jordani* bylo světlo. Chovné ryby byly rozděleny podle pohlaví. Každá vytírací nádrž byla opatřena vytírací síťovou vaničkou o rozměrech 40 x 20 x 20 (obr. č. 4), která zabraňovala požívání jiker rodičovským párem.

**Obr. č. 4: Vytírací vanička**



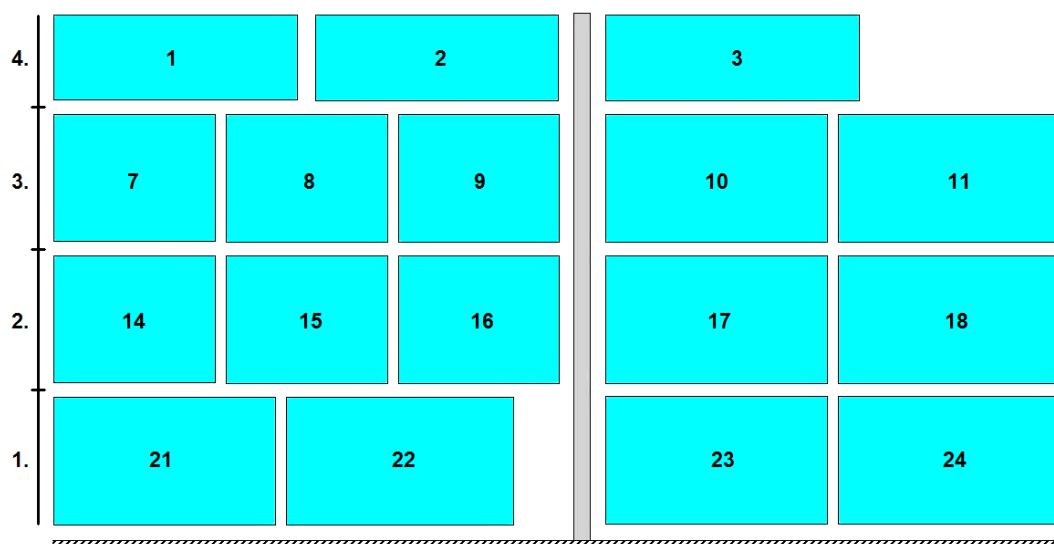
Jednotlivé pokusy o výtěr probíhaly vždy za 3 týdny od posledního pokusu. Čtrnáctidenní mezidoba zajišťovala dostatečné posílení samců a zaplňování samic. Po dobu pobytu ve vytíracích vaničkách ryby nebyly krmeny záměrně, neboť by se nedostaly k potravě spadlé na dno akvária, jak je jejich přirozeným zvykem,

a tím by docházelo k zakalování vody. Ryby určené k výtěru byly krmeny pouze před pokusem, ostatní ryby obvyklým způsobem.

#### 4. 1 Akvariijní místnost

Světelné a tedy nepřírozené podmínky pro rozmnožování těchto ryb byly k dispozici v hlavní akvariijní místnosti. Denní světlo zde dopadalo z menšího okna a současně se svítilo 12 hodin denně trubicovými zářivkami SUN-GLO s výkonem 40 W. Nad jednotlivými akvárii byly umístěny vždy dvě tyto zářivky, tzn., že se tímto svítivost zdvojnásobila na 80W. Akvária byla na kovových stojanech uspořádána ve čtyřech patrech nad sebou (obr. č. 5). V prvním patře byla umístěna 3 chovná akvária (č. 21-23) a ve druhém patře se nacházely 3 vytírací nádrže (č. 14-16). Pro zachování nejnižších teplotních podmínek byla záměrně založena chovná akvária ve spodním patře stojanu. Nejnižší teplota se pohybovala okolo 23 °C. Kromě základního vybavení bylo každé akvárium navíc opatřeno rostlinou *Microsorium sp.*, přichycenou ke kamenu nebo ke kořenu. U každého výtěru byla zaevidována délka slunečního svitu, tedy čas východu a západu Slunce. K délce slunečního svitu bylo případně připočteno umělé svícení, pro výpočet celkového osvětlení akvária.

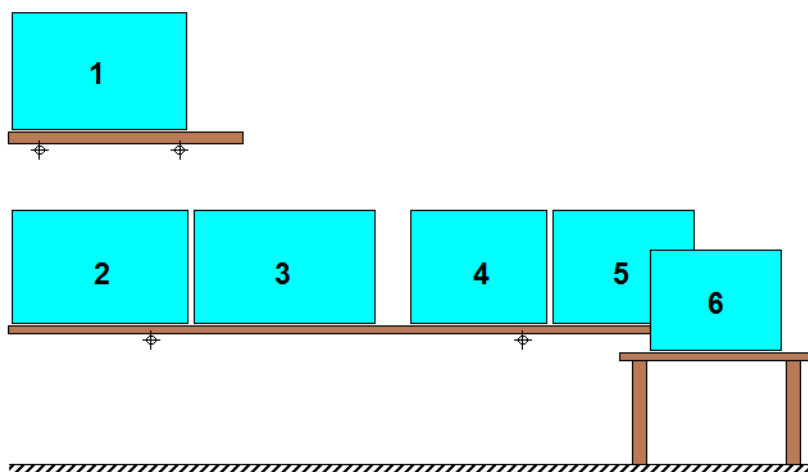
Obr. č. 5: Schéma rozvržení nádrží v akvariijní místnosti



## 4. 2 Temná komora

V temné komoře se nenacházelo žádné okno a akvária nebyla vybavena osvětlením. Před dveře byl zavěšen tmavý neprůsvitný závěs, který zabraňoval pronikání světla při vstupu do místnosti. Místo světlé žárovky v osvětlení byla použita temně červená žárovka, kterou se svítilo při běžných pracích (údržba akvárií, krmení ryb apod.). Naopak při práci vyžadující více přesnosti, byla navíc používána baterka s červeným světlem. Pro dosažení shodných teplotních podmínek vody s experimentem při osvětlení byla do všech nádrží nainstalována topná tělíska s termostatem. Teplota vody v chovných nádržích byla udržována na 23 °C a ve vytíracích nádržích na 25 °C. Na topítku byl přelepen světelný indikátor provozu černou izolačkou. Obr. č. 6 znázorňuje umístění chovných akvárií (č. 2, 3) a vytíracích nádrží (č. 1, 4-6).

Obr. č. 6: Schéma rozvržení nádrží v temné komoře



Ryby byly krmeny 1krát až 2krát denně vločkovým krmivem TetraMin. Každé 3 týdny byly ryby nasazeny do vytíracích nádrží k výtěru. Jednotliví samci a samice byli rozděleni po párech do vytíracích nádrží, kde byli ponecháni 4-5 dní k výtěru. K výtěru byly chovné páry rozděleny vždy v obou experimentech současně. Před každým výtěrem byla provedena částečná výměna vody za čerstvou, aby změna vody ryby stimulovala. Pokud se pár vytřel dříve, byl odloven zpět do původních nádrží. Jikry pak byly spočítány, zvlášť oplozené a neoplozené. Počítání bylo provedeno ihned po zjištění výtěru. U početnějších výtěrů byl výtěr vyfocen a znovu spočítán.

Rozplavaný potěr byl krměn nadrobno drceným TetraMinem a naupliemi žábřonožky solné.

Odkalování a čištění skel v akváriích bylo prováděno 1krát týdně, současně s výměnou 1/3 vody. Filtry byly čištěny 1krát za 1-2 týdny. Při výměně vody u dospělých ryb byla použita voda z vodovodu, naopak u mladého potěru byla voda po čištění dopouštěna vodou z rezervního akvária, ve kterém byla několik dní ponechána k odstátí voda z vodovodu.

**Tab. č. 1: Naměřené hodnoty vody odstáté a z vodovodu**

| Teplota [°C]              | pH   | Vodivost [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] | O <sub>2</sub> [mg. l <sup>-1</sup> ] | Tvrdość [°dGH] |
|---------------------------|------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| <i>voda z vodovodu</i>    |      |                                      |                                       |                |
| 23,4                      | 7,73 | 238                                  | 8,16                                  | 7              |
| <i>čistá odstátá voda</i> |      |                                      |                                       |                |
| 24,4                      | 7,83 | 232                                  | 8,10                                  | 7              |

V tabulce č. 1 jsou pro porovnání změřeny hodnoty vody čisté odstáté a vody z vodovodu. Akvárium s čistou vodou bylo vybaveno filtrem a vzduchováním a rostlinou *Microsorium sp.* Hodnoty pH, teploty, vodivosti a O<sub>2</sub> byly měřeny WTW přístrojem, zatímco tvrdość testem celkové tvrdości vody.

### **Složení použitého krmiva TetraMin**

Ryby a vedlejší produkt z ryb, obilí, sušené krmné kvasnice, rostlinné bílkovinné extrakty, měkkýši a korýši, oleje a tuky, řasy, cukr, minerální látky.

Obsah živin: dusíkaté látky 47 %, tuk 10 %, vláknina 3 %, popel 11 %, vlhkost 6 %.

Příspěvy: vitamín A 37600 m. j. /kg, vitamín D<sub>3</sub> 2000 m. j. /kg, vitamín E (alfatokoferol) 125 mg/kg, L-askorbyl-2-polyfosforečnan 265 mg/kg, lecitin.

### **WTW měřič - MultiLine 3430 (Vitrum, spol. s. r. o.)**

Měřicí přístroj umožňuje měřit současně pH, rozpuštěný kyslík, konduktivitu a teplotu. Prostřednictvím funkce ukládání dat lze provádět záznam měření dat po dlouhé časové období. Naměřené hodnoty lze přečíst na displeji nebo je pomocí USB rozhraní přenést do PC, kde jsou data zpracována a archivována. Přímou



k přístroji lze připojit USB tiskárnu (Vitrum, spol. s. r. o., 2012). Technické parametry přístroje jsou zaznamenány v tabulce č. 2.

**Tab. č. 2: Technické parametry WTW měřiče (Vitrum, spol. s. r. o., 2012)**

|                      |                 |  |
|----------------------|-----------------|--|
| <i>pH</i>            | Rozsah:         | -2,0... 20,0/-2,00... 20,00/-2,000... 20,000 |
|                      | Potenciál:      | -2 000...2 000, -1 250...1 250               |
|                      | Teplota:        | +5,0... 105,0 °C                             |
| <i>O<sub>2</sub></i> | Koncentrace:    | 0,00... 20,00 mg. l <sup>-1</sup>            |
|                      | Nasycení:       | 0,0... 200,0 %                               |
|                      | Parciální tlak: | 0... 400,0 hPa                               |
|                      | Teplota:        | 0,0... 50,0 °C                               |
| <i>konduktivita</i>  | Rozsah:         | 0,0... 2 000 μS/cm                           |
|                      | Doplňkově:      | 0,00... 19,99 μS/cm, K = 0,1-1               |
|                      | Specif. odpor:  | 0,00... 20 MΩ                                |
|                      | Konstanta cely: | automaticky                                  |
|                      | Salinita:       | 0,0... 70,0 (dle IOT)                        |
|                      | TDS:            | 0... 1 999 mg. l <sup>-1</sup>               |
|                      | Teplota:        | -5,0... 105,0 °C                             |

### **Topítko Newatt Visi-Therm**

K udržení stálé teploty vody byla používána topná tělíska s termostatem Newatt Visi-Therm 75 W a 100 W. Topítko je ponorný, automatický ohříváč, určený výhradně pro ohřívání vody ve sladkovodních a mořských akváriích. Regulace teploty je možná od 18 do 32 °C po 0,25 stupni. Zkumavka je vyrobena z plastového polymeru a hliníku a zaručuje odolnost vůči nárazu a prudkým teplotním výkyvům. Uvnitř se nachází atestovaný termostat. Jednoduché nastavení požadované teploty se provádí pomocí regulačního kolíku na vnějšku víčka.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Výsledky ve světelných podmínkách

Během experimentu ve světelných podmínkách bylo provedeno 21 pokusů o výtěr. Z toho bylo zaznamenáno celkem 13 výtěrů. Jednotlivé výtěry se velmi lišily v množství jiker. Nejméně početný byl výtěr z 8. 11. 2013, ze kterého bylo pouze 24 jiker, naopak nejpočetnější byl ze 14. 2. 2014, který obsahoval více než 2 600 jiker. Četnost jiker byla ovlivněna nejen zaplněním, ale i velikostí samičky. U nejpočetnějších výtěrů byly samice starší a přibližně 10 cm dlouhé, ostatní 7-8 cm.

**Tab. č. 3: Datum výtěru a počet jiker (ks)**

| Datum výtěru | Oplozené jikry | Neoplozené jikry | Celkový počet jiker | Doba osvětlování [h] |
|--------------|----------------|------------------|---------------------|----------------------|
| 21. 2. 2013  | 23             | 4                | 27                  | 12:00                |
| 3. 4. 2013   | 110            | 32               | 142                 | 13:03                |
| 22. 5. 2013  | 1 636          | 22               | 1 658               | 15:45                |
| 14. 6. 2013  | 55             | 182              | 237                 | 16:21                |
| 8. 11. 2013  | 110            | 416              | 526                 | 12:00                |
| 8. 11. 2013  | 7              | 17               | 24                  | 12:00                |
| 15. 1. 2014  | 2 347          | 27               | 2 374               | 12:00                |
| 12. 2. 2014  | 709            | 276              | 985                 | 12:00                |
| 14. 2. 2014  | 1 022          | 1 621            | 2 643               | 12:00                |
| 4. 3. 2014   | 212            | 991              | 1 203               | 12:20                |
| 4. 3. 2014   | 1345           | 425              | 1 770               | 12:20                |
| 5. 3. 2014   | 1 486          | 893              | 2 379               | 12:22                |
| 26. 3. 2014  | 1 526          | 152              | 1 678               | 13:07                |

V tabulce č. 3 je datum, množství jiker oplozených, neoplozených, celkový počet z jednotlivých výtěrů a časová doba osvětlování akvárií. Osvětlování akvárií bylo zabezpečeno denním světlem a umělým zářivkovým přisvětlováním. Oplozené jikry byly průhledné s viditelným zárodkem. Neoplozené a odumřelé jikry do několika hodin zbělaly a začaly plesnivět.

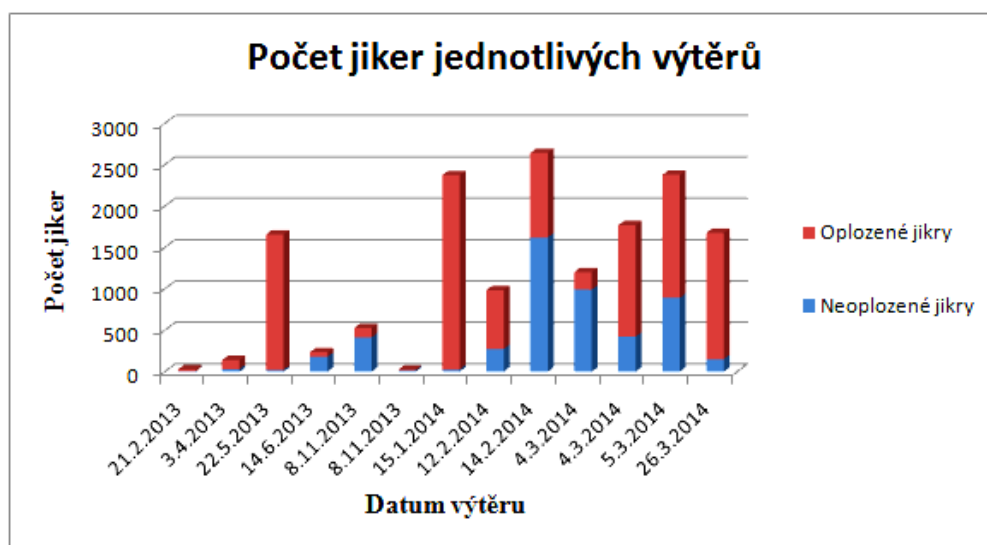
Problémem bylo hynutí i zdravých, oplozených jiker. Důvodem zaplísnění mohla být částečná výměna vody za vodovodní těsně před výtěrem. Později byla proto voda z vodovodu nahrazována vodou odstátou, přesto však problém neustal. Čerstvě rozplavaný potěr byl velmi citlivý na kvalitu vody, proto i z nepatrného

znečištění vody krmivem rychle hynul. U drobného potěru bylo zapotřebí provádět odkalování častěji.

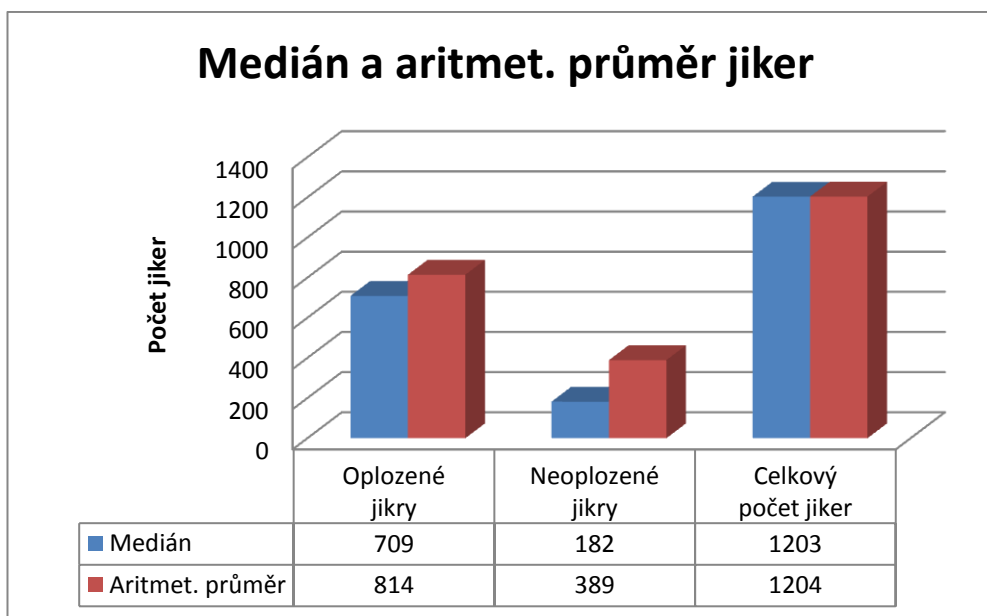
Po 8,5 měsících, dne 14. 10. 2013 byly všechny chovné ryby vyměněny s rybami z druhého experimentu. Za necelý měsíc, dne 8. 11. 2013 došlo vzápětí ke 2 výtěrům. Následně se tyto ryby opětovně 7krát vytřely.

Na grafu č. 1 je vidět počet oplozených, neoplozených a celkový počet jiker z každého výtěru.

**Graf č. 1: Množství jiker z výtěrů**



**Graf č. 2: Aritmetický průměr a medián jiker**



Na grafu č. 2 je aritmetický průměr a medián z celkového počtu jiker, množství jiker neoplozených a oplozených.

**Tab. č. 4: Časový sled výtěrů**

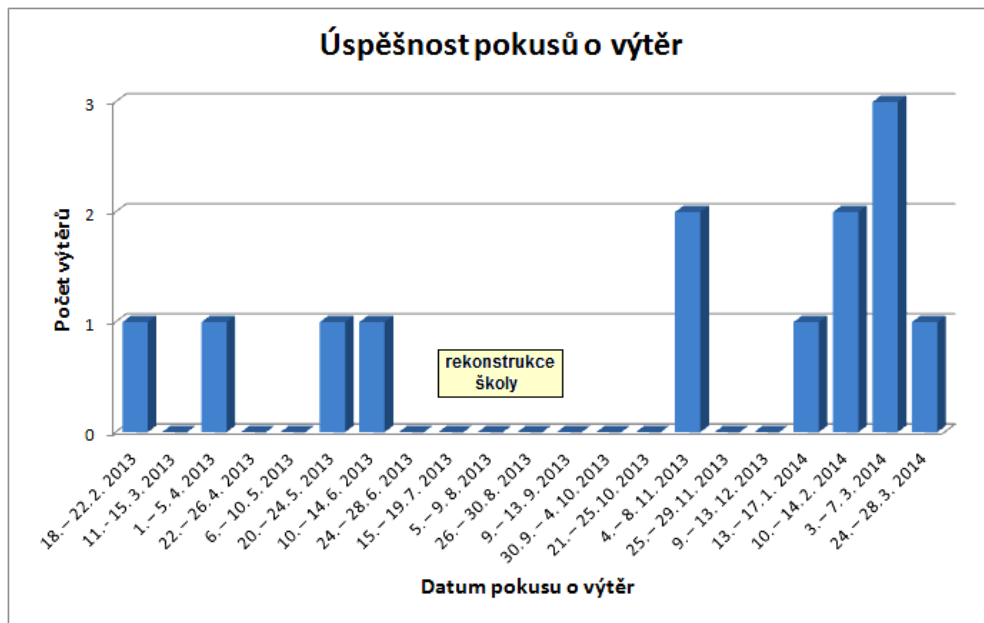
| Datum pokusu o výtěr | Výtěr   |
|----------------------|---------|
| 18. – 22. 2. 2013    | ✓       |
| 11. - 15. 3. 2013    | ✗       |
| 1. – 5. 4. 2013      | ✓       |
| 22. – 26. 4. 2013    | ✗       |
| 6. – 10. 5. 2013     | ✗       |
| 20. – 24. 5. 2013    | ✓       |
| 10. – 14. 6. 2013    | ✓       |
| 24. – 28. 6. 2013    | ✗       |
| 15. – 19. 7. 2013    | ✗       |
| 5. – 9. 8. 2013      | ✗       |
| 26. – 30. 8. 2013    | ✗       |
| 9. – 13. 9. 2013     | ✗       |
| 30. 9. – 4. 10. 2013 | ✗       |
| 21. – 25. 10. 2013   | ✗       |
| 4. – 8. 11. 2013     | 2krát ✓ |
| 25. – 29. 11. 2013   | ✗       |
| 9. – 13. 12. 2013    | ✗       |
| 13. – 17. 1. 2014    | ✓       |
| 10. – 14. 2. 2014    | 2krát ✓ |
| 3. – 7. 3. 2014      | 3krát ✓ |
| 24. – 28. 3. 2014    | ✓       |

Tabulka č. 4 ukazuje časové pořadí a úspěšnost jednotlivých výtěrů. V tabulce je vidět několikaměsíční absence výtěrů od konce června do konce října. Jednou z příčin mohl být pravděpodobně stres při rekonstrukci suterénu budovy, kde se nachází akvarijní místnost, a to v období červenec - srpen. Ryby se většinou vytíraly v podvečer a v noci, během dne bylo vytírání ryb zjištěno pouze jednou, dne 26. 3. 2014 v dopoledních hodinách.

Pokud se pár vytřel záhy po umístění do vytírací vaničky, byla samice odlovena zpět mezi ostatní samice a samec byl přendán do jiné vytíračky k plné samici. Znovu se již samec s novou samicí nevytřel.

Počet výtěrů a celkovou úspěšnost pokusů o výtěr vyobrazuje graf č. 3.

**Graf č. 3: Celková úspěšnost pokusů o výtěr**



Na obrázku č. 7 je přibližně 3 roky stará chovná samice, která byla vyfocena živá. Dosahovala téměř 10 cm délky. Fotografie byla pořízena dne 12. 2. 2014.

**Obr. č. 7: Chovná samice**



Na obrázku č. 8 je výtěr ze dne 22. 5. 2013. Výtěr, obsahující 1658 jiker, byl od větší a starší samice.

**Obr. č. 8: Jikry z výtěru ve světelných podmínkách**



### 5. 1. 1 Parametry vody v akvariijní místnosti (chov na světle)

Tab. č. 5: Naměřené hodnoty vody 1

| Datum měření       | Teplota [°C] | pH   | Vodivost [μS/cm] | O <sub>2</sub> [mg. l <sup>-1</sup> ] |
|--------------------|--------------|------|------------------|---------------------------------------|
| <b>nádrž č. 14</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 25,7         | 7,82 | 203              | 7,87                                  |
| 26. 4. 2013        | 26,1         | 7,88 | 196              | 8,12                                  |
| 15. 5. 2013        | 25,1         | 8,00 | 194              | 8,10                                  |
| 24. 6. 2013        | 25,6         | 7,88 | 207              | 8,56                                  |
| 26. 7. 2013        | 26,5         | 7,58 | 273              | 8,01                                  |
| 14. 8. 2013        | 24,9         | 7,86 | 223              | 7,97                                  |
| 20. 9. 2013        | 25,2         | 8,03 | 256              | 7,85                                  |
| 16. 10. 2013       | 25,8         | 7,97 | 248              | 8,04                                  |
| 7. 11. 2013        | 26,1         | 7,65 | 258              | 7,68                                  |
| 11. 12. 2013       | 26,4         | 7,84 | 191              | 8,15                                  |
| 16. 1. 2014        | 26,4         | 7,72 | 238              | 7,69                                  |
| 11. 2. 2014        | 25,3         | 7,82 | 273              | 7,56                                  |
| 26. 3. 2014        | 26,2         | 7,84 | 239              | 7,89                                  |
| <b>nádrž č. 15</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 25,3         | 7,86 | 199              | 8,21                                  |
| 26. 4. 2013        | 26,2         | 8,01 | 192              | 7,59                                  |
| 15. 5. 2013        | 25,0         | 7,99 | 194              | 8,23                                  |
| 24. 6. 2013        | 25,8         | 7,80 | 204              | 7,96                                  |
| 26. 7. 2013        | 26,1         | 7,78 | 226              | 7,93                                  |
| 14. 8. 2013        | 24,9         | 8,02 | 204              | 7,89                                  |
| 20. 9. 2013        | 25,4         | 7,85 | 213              | 8,13                                  |
| 16. 10. 2013       | 25,8         | 8,00 | 246              | 8,47                                  |
| 7. 11. 2013        | 26,0         | 7,60 | 221              | 7,51                                  |
| 11. 12. 2013       | 26,2         | 7,62 | 201              | 8,32                                  |
| 16. 1. 2014        | 26,4         | 7,70 | 438              | 7,70                                  |
| 11. 2. 2014        | 25,4         | 7,74 | 409              | 7,56                                  |
| 26. 3. 2014        | 26,1         | 7,75 | 206              | 8,04                                  |

**Tab. č. 6: Naměřené hodnoty vody 2**

| Datum měření       | Teplota [°C] | pH   | Vodivost [μS/cm] | O <sub>2</sub> [mg. l <sup>-1</sup> ] |
|--------------------|--------------|------|------------------|---------------------------------------|
| <b>nádrž č. 16</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 25,5         | 7,72 | 199              | 7,68                                  |
| 26. 4. 2013        | 26,0         | 7,83 | 190              | 7,59                                  |
| 15. 5. 2013        | 25,1         | 7,97 | 199              | 8,42                                  |
| 24. 6. 2013        | 25,5         | 7,42 | 201              | 8,59                                  |
| 26. 7. 2013        | 26,4         | 8,01 | 254              | 7,92                                  |
| 14. 8. 2013        | 25,0         | 7,68 | 238              | 7,85                                  |
| 20. 9. 2013        | 25,7         | 8,01 | 215              | 7,96                                  |
| 16. 10. 2013       | 25,6         | 7,82 | 218              | 8,12                                  |
| 7. 11. 2013        | 26,2         | 7,70 | 278              | 7,81                                  |
| 11. 12. 2013       | 26,1         | 7,92 | 245              | 8,17                                  |
| 16. 1. 2014        | 26,2         | 7,71 | 214              | 7,74                                  |
| 11. 2. 2014        | 25,4         | 7,83 | 211              | 7,76                                  |
| 26. 3. 2014        | 26,2         | 7,66 | 216              | 7,51                                  |
| <b>nádrž č. 21</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 23,3         | 7,57 | 240              | 8,26                                  |
| 26. 4. 2013        | 24,1         | 7,03 | 291              | 7,88                                  |
| 15. 5. 2013        | 22,9         | 7,89 | 252              | 8,02                                  |
| 24. 6. 2013        | 23,7         | 7,47 | 228              | 8,51                                  |
| 26. 7. 2013        | 24,0         | 7,96 | 263              | 7,91                                  |
| 14. 8. 2013        | 23,1         | 7,58 | 273              | 8,33                                  |
| 20. 9. 2013        | 23,2         | 7,13 | 264              | 7,42                                  |
| 16. 10. 2013       | 23,3         | 7,66 | 207              | 7,57                                  |
| 7. 11. 2013        | 23,9         | 7,84 | 316              | 7,87                                  |
| 11. 12. 2013       | 23,8         | 7,83 | 226              | 7,83                                  |
| 16. 1. 2014        | 23,2         | 7,17 | 294              | 7,48                                  |
| 11. 2. 2014        | 22,3         | 7,28 | 294              | 7,51                                  |
| 26. 3. 2014        | 23,1         | 7,30 | 257              | 7,61                                  |



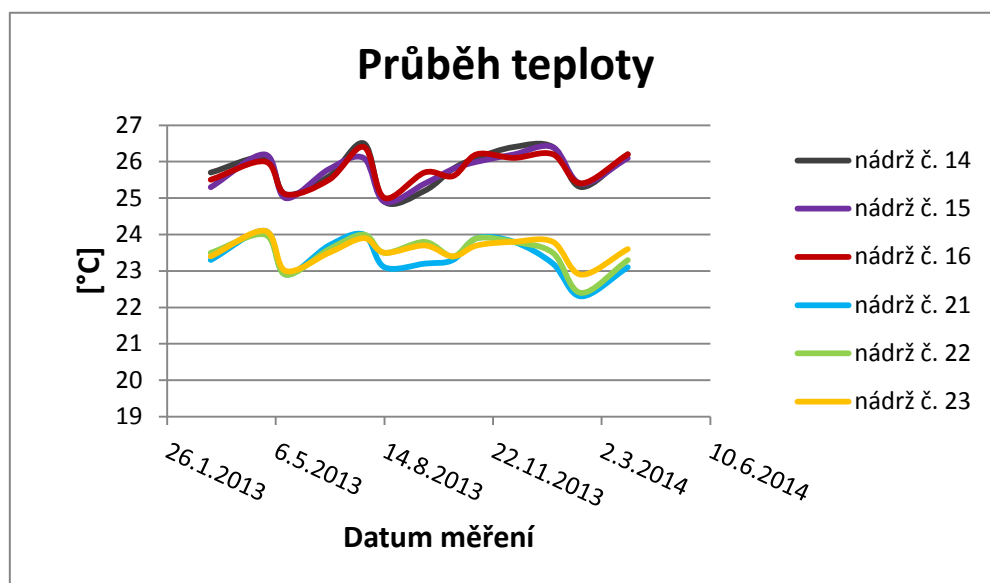
**Tab. č. 7: Naměřené hodnoty vody 3**

| Datum měření       | Teplota [°C] | pH   | Vodivost [μS/cm] | O <sub>2</sub> [mg. l <sup>-1</sup> ] |
|--------------------|--------------|------|------------------|---------------------------------------|
| <b>nádrž č. 22</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 23,5         | 7,32 | 301              | 7,75                                  |
| 26. 4. 2013        | 24,0         | 7,83 | 222              | 7,86                                  |
| 15. 5. 2013        | 22,9         | 7,65 | 255              | 7,51                                  |
| 24. 6. 2013        | 23,6         | 7,11 | 261              | 8,28                                  |
| 26. 7. 2013        | 24,0         | 7,02 | 295              | 8,20                                  |
| 14. 8. 2013        | 23,5         | 7,49 | 267              | 8,29                                  |
| 20. 9. 2013        | 23,8         | 7,25 | 283              | 7,85                                  |
| 16. 10. 2013       | 23,4         | 7,37 | 238              | 8,23                                  |
| 7. 11. 2013        | 23,9         | 7,75 | 247              | 7,97                                  |
| 11. 12. 2013       | 23,8         | 7,92 | 221              | 7,76                                  |
| 16. 1. 2014        | 23,5         | 7,06 | 253              | 7,51                                  |
| 11. 2. 2014        | 22,4         | 7,37 | 228              | 7,35                                  |
| 26. 3. 2014        | 23,3         | 7,27 | 232              | 7,20                                  |
| <b>nádrž č. 23</b> |              |      |                  |                                       |
| 7. 3. 2013         | 23,4         | 7,38 | 261              | 7,72                                  |
| 26. 4. 2013        | 24,1         | 7,53 | 226              | 8,25                                  |
| 15. 5. 2013        | 23,0         | 7,66 | 216              | 7,64                                  |
| 24. 6. 2013        | 23,5         | 7,53 | 217              | 8,31                                  |
| 26. 7. 2013        | 23,9         | 7,91 | 238              | 8,10                                  |
| 14. 8. 2013        | 23,5         | 7,40 | 234              | 7,65                                  |
| 20. 9. 2013        | 23,7         | 7,54 | 302              | 7,87                                  |
| 16. 10. 2013       | 23,4         | 7,16 | 297              | 7,69                                  |
| 7. 11. 2013        | 23,7         | 7,57 | 259              | 7,63                                  |
| 11. 12. 2013       | 23,8         | 7,83 | 221              | 8,24                                  |
| 16. 1. 2014        | 23,8         | 7,16 | 255              | 7,66                                  |
| 11. 2. 2014        | 22,9         | 7,43 | 278              | 7,00                                  |
| 26. 3. 2014        | 23,6         | 7,22 | 250              | 7,49                                  |

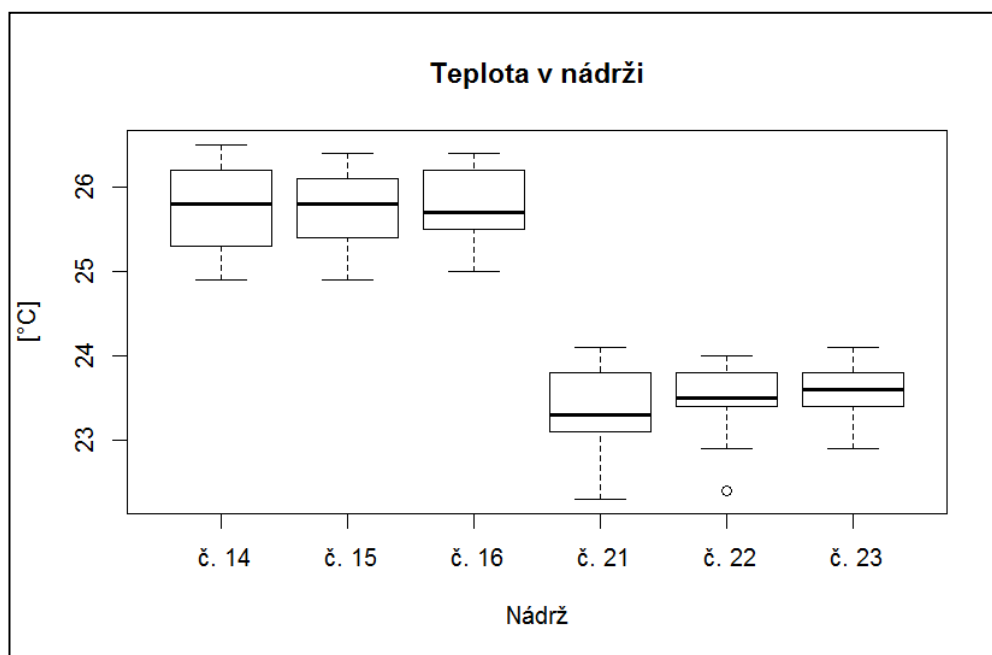
V tabulce č. 5-7 jsou poskytnuty parametry vody v nádržích číslo 15-17 a 21-23, pravidelně měřené v průběhu experimentu. Při měření byla zaznamenávána teplota, pH, vodivost a rozpuštěný kyslík ve vodě.

Kolísání jednotlivých hodnot vody ve sledovaných nádržích lépe znázorňují grafy č. 4-11. Ke každému vytvořenému grafu (č. 4, 6, 8, 10) v programu Excel byl zároveň zpracován graf (č. 5, 7, 9, 11) ve statistickém programu R. V posledně zmiňovaném programu byly zhotoveny grafy typu Boxplot, ze kterých je dobře zřetelné rozmezí hodnot měřené veličiny. Na grafech je znázorněna střední „krabicová“ část, ohraničená dolním a horním kvantilem, mezi kterými je vyznačen medián. Z grafů je také patrná minimální a maximální hodnota a odlehle hodnoty, tzv. outliery.

**Graf č. 4: Naměřené hodnoty teploty vody**

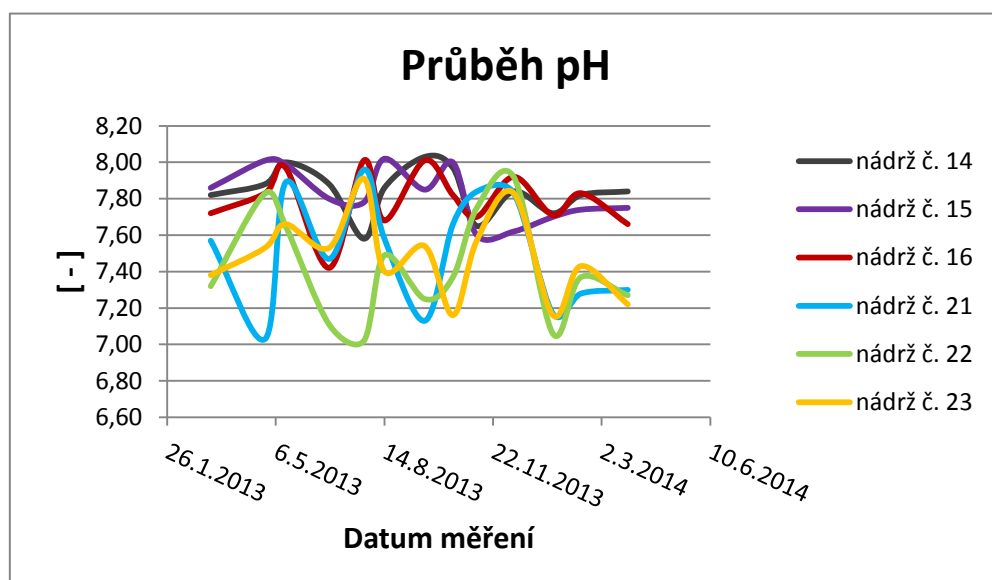


**Graf č. 5: Naměřené hodnoty teploty vody 2**

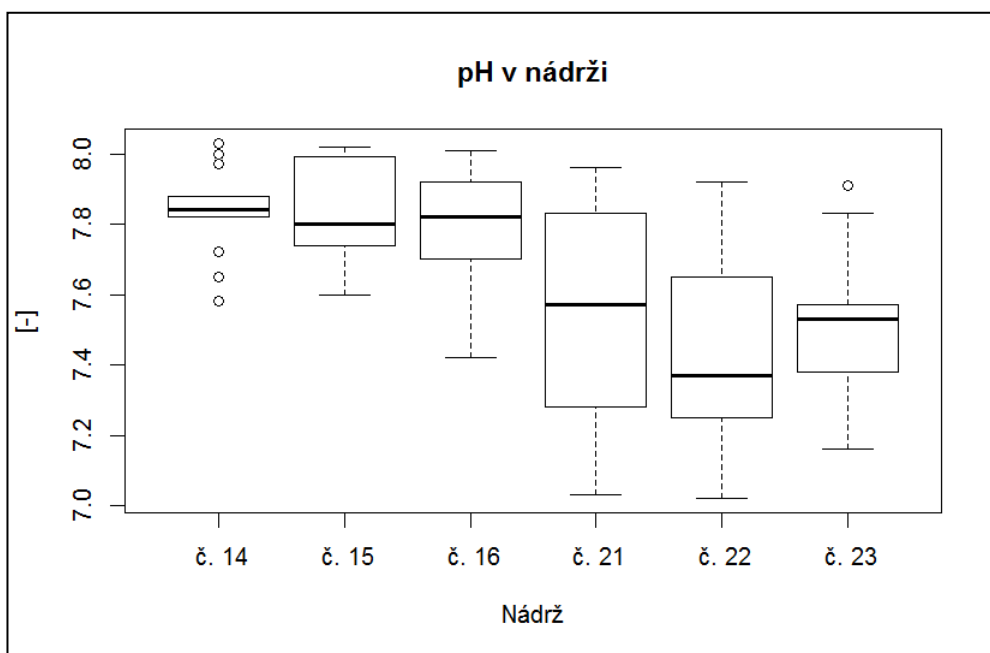


Z hodnot na grafu č. 4 je zřetelné kolísání teplot ve dvou teplotních rozpětích, důsledkem umístění nádrží do dvou pater. Také ze statistického hlediska vyplývá určitý teplotní rozdíl jako z grafu č. 4.

**Graf č. 6: Naměřené hodnoty pH**

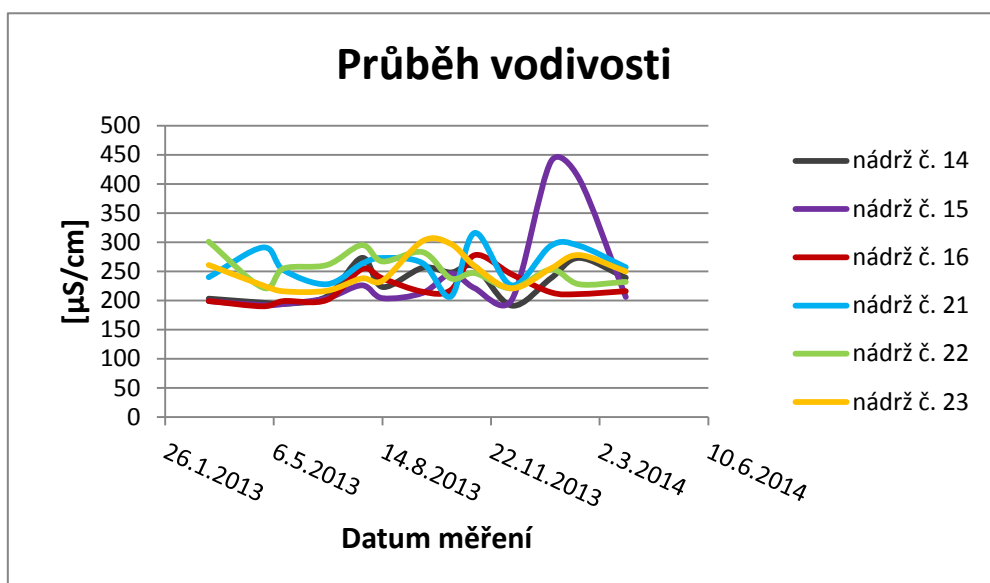


**Graf č. 7: Naměřené hodnoty pH 2**

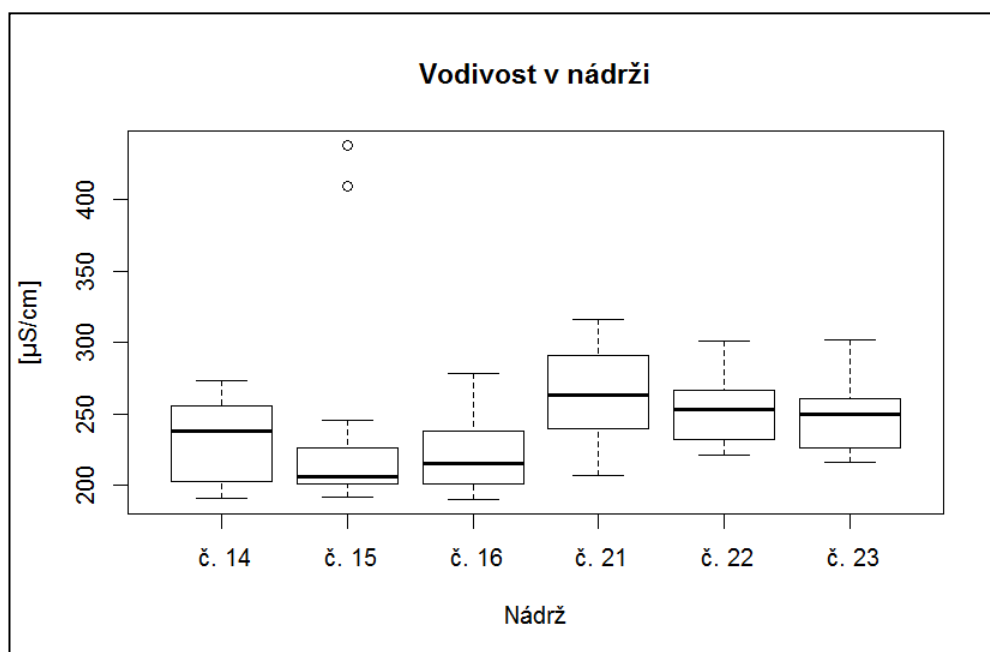


Fluktuace hodnot pH se pohybovala okolo 7-8. Ze statistického hlediska bylo rozmezí naměřených hodnot pH v nádrži č. 14-16 celkem úzké, zatímco kolísání hodnot v nádržích č. 21-23 bylo výraznější. Nádrže č. 14-16 byly používány pouze jako vytírací, kdežto č. 21-23 byla chovná akvária, což byl pravděpodobný důvod vyšší fluktuace pH.

**Graf č. 8: Naměřené hodnoty měrné elektrické vodivosti**

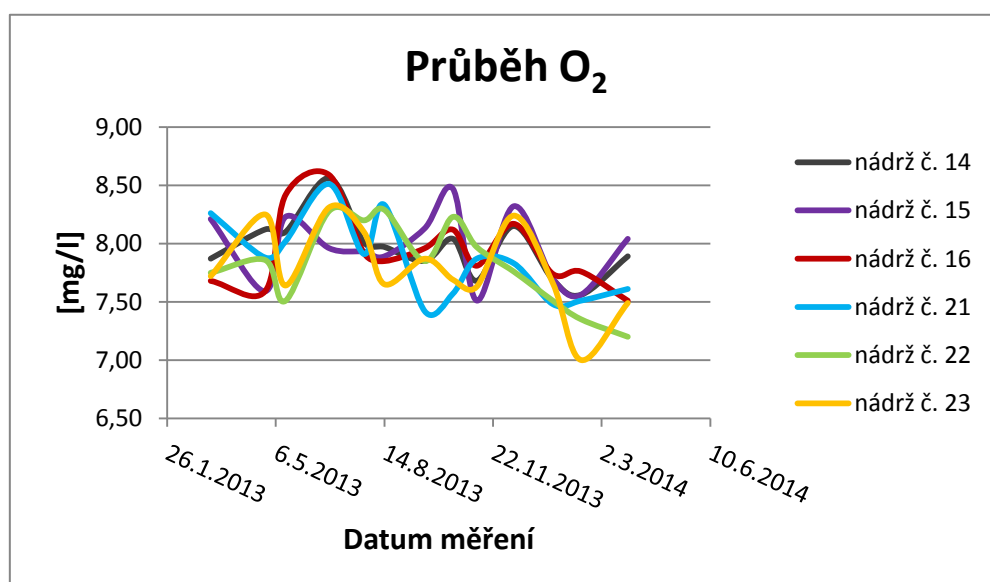


**Graf č. 9: Naměřené hodnoty měrné elektrické vodivosti 2**

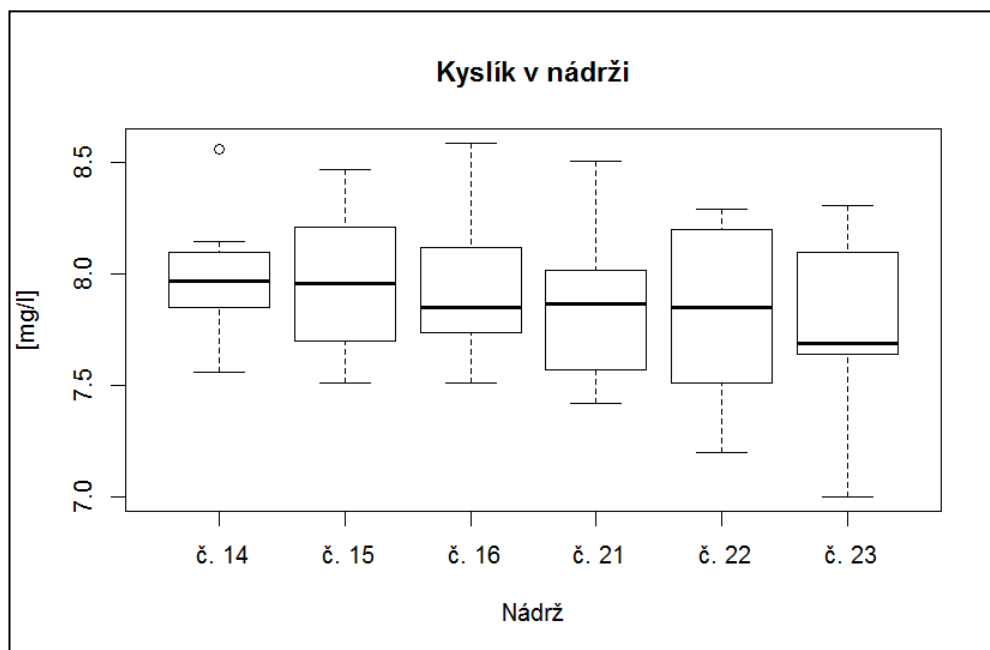


Průběh měrné elektrické vodivosti kolísá okolo 200-300  $\mu\text{S/cm}$ . Odchylna v nádrži č. 15 byla způsobena přiléváním solného roztoku s naupliemi žábřonožky solné při krmění mladého potěru.

**Graf č. 10: Naměřené hodnoty obsahu kyslíku rozpuštěného ve vodě**



**Graf č. 11: Naměřené hodnoty obsahu kyslíku rozpuštěného ve vodě 2**



Rozpuštěný obsah kyslíku ve vodě byl kolem 7-8,6 mg.l<sup>-1</sup>. Z grafu č. 11 je patrné, že se tyto hodnoty ve všech nádržích pohybovaly v podobném rozmezí.

## 5. 2 Výsledky experimentů v podmínkách trvalé tmy

Po celou dobu tohoto experimentu se chovné páry vytřely pouze jednou, dne 5. 3. 2014 s celkovým počtem jiker 517 ks, viz tab. č. 8. Bylo provedeno 21 pokusů o výtěr. Pokusy byly prováděny ve stejné termíny jako v předchozím experimentu, viz tab. č. 4.

**Tab. č. 8: Datum výtěru a počet jiker (ks)**

| Datum výtěru | Oplozené jikry | Neoplozené jikry | Celkový počet jiker |
|--------------|----------------|------------------|---------------------|
| 5. 3. 2014   | 488            | 29               | 517                 |

Do chovu byl zařazen pár, který se již v minulosti na světle ochotně vytíral. Samice byly i přes pravidelné příkrmování silně zaplněny, k výtěru přesto nedocházelo.

Pro neustálou absenci rozmnožování byla ze všech nádrží odebrána topná tělíska po 11 měsících probíhajícího pokusu. Bylo zapotřebí ověřit, zda by se ryby nevytíraly při nižších teplotách. Po dobu 3 měsíců byly 1krát až 2krát týdně zaznamenávány hodnoty teploty vody v nádržích. Analogický experiment s odlišnými teplotními podmínkami nebyl bohužel proveditelný, neboť nebyla k dispozici místnost s nižší teplotou.

**Tab. č. 9: Kolísání teploty v chovných nádržích**

| Datum měření      | Teplota [°C] |          |
|-------------------|--------------|----------|
|                   | Nádrž ♂♂     | Nádrž ♀♀ |
| 6. – 10. 1. 2014  | 21,8         | 22,0     |
| 13. – 17. 1. 2014 | 20,5         | 20,6     |
| 20. – 24. 1. 2014 | 20,3         | 20,5     |
| 27. – 31. 1. 2014 | 20,3         | 20,5     |
| 3. – 7. 2. 2014   | 20,2         | 20,4     |
| 10. – 14. 2. 2014 | 20,2         | 20,4     |
| 17. – 21. 2. 2014 | 20,3         | 20,5     |
| 24. – 28. 2. 2014 | 20,1         | 20,3     |
| 3. – 7. 3. 2014   | 20,4         | 20,7     |
| 10. – 14. 3. 2014 | 20,5         | 20,9     |
| 17. – 21. 3. 2014 | 20,4         | 21,0     |
| 24. – 28. 3. 2014 | 20,9         | 20,9     |

Tabulka č. 9 poskytuje kolísání teplot v nádrži u samců a samic. Po odebrání topných tělísek v období mezi 6. – 10. 1. 2014 teplota vody klesala pomalu na téměř konstantních 20 °C.

K větším samcům byly 3krát přidány do vytíračky 2 samice pro možnost výběru samcem. K menším samcům byla přidána vždy pouze jedna samice.

Před vytíráním byla ponechána odstátá voda ve vytíračkách. Po neúspěchu byla nahrazována čerstvou vodou z vodovodu stejné teploty.

Dle literatury bylo 3krát ozkoušeno odlovení samce v odpoledních až večerních hodinách do vytírací nádrže, samice byla přidána následující ráno. Tento způsob se však neosvědčil, k výtěru nedošlo.

Z důvodu pravidelného výtěru ve světelných podmínkách bylo vyzkoušeno 12 hodinové rozsvícení světla ve fotokomoře, zda tento světelný impuls nepřispěje ke stimulaci výtěru. Osvětlováno bylo hned první den po odlovení ryb do vytíraček. Po zhasnutí světla byly ryby ponechány do konce týdne ve vytíracích nádržích. Ryby to však k výtěru nepřimělo, proto byl při příštím pokusu o výtěr světelný impuls prodloužen na 24 hodin. Rozsvícení světla proběhlo stejně jako v předchozím pokusu, v době 13:30 odpoledne. Zhasnuto bylo příští den v tuto dobu. Hned následující den byl nalezen výtěr s počtem 1 356 jiker. Chovný pár tvořila tříletá samice a rok starý samec. Mladý samec byl nově zařazen do chovu 2 týdny před výtěrem. Otázkou je, zda tento samec po téměř krátké době působení ve tmě nezaznamenal 24 hodinový světelný impuls citlivěji a ve větší míře než ostatní ryby, a nepřiměl tak samici k výtěru.

Pro ověření byl 24 hodinový světelný impuls znovu zopakován dne 24. 3. 2014. Doba rozsvícení a zhasnutí byla stejná, jako při prvním pokusu. Do výtěru byli kromě starších samců znovu zařazeni i mladí. K opětovnému výtěru však již u žádného páru nedošlo.



## 5. 2. 1 Parametry vody v podmínkách trvalé tmy

Tab. č. 10: Naměřené hodnoty vody 4

| Datum měření      | Teplota [°C] | pH   | Vodivost [μS/cm] | O <sub>2</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ] |
|-------------------|--------------|------|------------------|--------------------------------------|
| <b>nádrž č. 1</b> |              |      |                  |                                      |
| 7. 3. 2013        | 25,2         | 7,51 | 202              | 8,24                                 |
| 26. 4. 2013       | 25,1         | 7,96 | 181              | 8,12                                 |
| 15. 5. 2013       | 25,2         | 7,93 | 186              | 7,79                                 |
| 24. 6. 2013       | 25,1         | 7,95 | 191              | 7,88                                 |
| 26. 7. 2013       | 25,5         | 7,75 | 224              | 8,29                                 |
| 14. 8. 2013       | 25,4         | 7,97 | 208              | 7,51                                 |
| 20. 9. 2013       | 25,1         | 7,68 | 213              | 7,71                                 |
| 16. 10. 2013      | 25,3         | 7,93 | 205              | 7,86                                 |
| 7. 11. 2013       | 25,5         | 7,57 | 218              | 8,42                                 |
| 11. 12. 2013      | 25,2         | 7,32 | 200              | 7,54                                 |
| 16. 1. 2014       | 20,8         | 7,76 | 221              | 8,30                                 |
| 11. 2. 2014       | 20,7         | 7,33 | 209              | 8,53                                 |
| 26. 3. 2014       | 21,2         | 7,75 | 208              | 8,25                                 |
| <b>nádrž č. 2</b> |              |      |                  |                                      |
| 7. 3. 2013        | 23,1         | 7,37 | 294              | 7,76                                 |
| 26. 4. 2013       | 23,4         | 7,70 | 188              | 8,10                                 |
| 15. 5. 2013       | 22,9         | 7,53 | 194              | 7,96                                 |
| 24. 6. 2013       | 23,1         | 7,91 | 201              | 7,52                                 |
| 26. 7. 2013       | 23,3         | 7,73 | 231              | 8,37                                 |
| 14. 8. 2013       | 23,2         | 7,30 | 282              | 7,59                                 |
| 20. 9. 2013       | 23,3         | 7,78 | 186              | 7,58                                 |
| 16. 10. 2013      | 23,2         | 7,56 | 258              | 7,62                                 |
| 7. 11. 2013       | 22,9         | 7,93 | 263              | 7,93                                 |
| 11. 12. 2013      | 23,0         | 7,84 | 209              | 7,76                                 |
| 16. 1. 2014       | 20,6         | 7,38 | 247              | 7,85                                 |
| 11. 2. 2014       | 20,2         | 7,42 | 213              | 8,25                                 |
| 26. 3. 2014       | 20,9         | 7,59 | 203              | 8,64                                 |

**Tab. č. 11: Naměřené hodnoty vody 5**

| <b>Datum měření</b> | <b>Teplota [°C]</b> | <b>pH</b> | <b>Vodivost [μS/cm]</b> | <b>O<sub>2</sub> [mg.l<sup>-1</sup>]</b> |
|---------------------|---------------------|-----------|-------------------------|--|
| <b>nádrž č. 3</b>   |                     |           |                         |  |
| 7. 3. 2013          | 23,2                | 7,69      | 299                     | 7,63                                     |
| 26. 4. 2013         | 23,6                | 7,57      | 190                     | 8,17                                     |
| 15. 5. 2013         | 22,9                | 7,46      | 192                     | 7,94                                     |
| 24. 6. 2013         | 23,3                | 7,78      | 197                     | 7,31                                     |
| 26. 7. 2013         | 23,3                | 7,39      | 232                     | 8,49                                     |
| 14. 8. 2013         | 23,1                | 7,65      | 295                     | 7,44                                     |
| 20. 9. 2013         | 23,1                | 8,05      | 260                     | 8,10                                     |
| 16. 10. 2013        | 23,2                | 7,14      | 292                     | 8,34                                     |
| 7. 11. 2013         | 22,8                | 7,16      | 228                     | 8,32                                     |
| 11. 12. 2013        | 23,1                | 7,98      | 275                     | 8,24                                     |
| 16. 1. 2014         | 20,5                | 7,69      | 220                     | 8,44                                     |
| 11. 2. 2014         | 20,4                | 7,81      | 237                     | 7,74                                     |
| 26. 3. 2014         | 20,9                | 7,27      | 221                     | 8,67                                     |
| <b>nádrž č. 4</b>   |                     |           |                         |  |
| 7. 3. 2013          | 25,2                | 7,40      | 285                     | 7,93                                     |
| 26. 4. 2013         | 25,3                | 7,81      | 182                     | 8,48                                     |
| 15. 5. 2013         | 25,0                | 7,94      | 182                     | 7,93                                     |
| 24. 6. 2013         | 25,2                | 7,62      | 184                     | 7,74                                     |
| 26. 7. 2013         | 25,4                | 7,63      | 214                     | 8,51                                     |
| 14. 8. 2013         | 25,2                | 8,00      | 210                     | 7,36                                     |
| 20. 9. 2013         | 25,3                | 7,66      | 268                     | 7,40                                     |
| 16. 10. 2013        | 25,1                | 7,36      | 291                     | 7,48                                     |
| 7. 11. 2013         | 25,0                | 7,54      | 220                     | 8,52                                     |
| 11. 12. 2013        | 25,1                | 7,74      | 295                     | 8,34                                     |
| 16. 1. 2014         | 20,7                | 7,85      | 216                     | 8,33                                     |
| 11. 2. 2014         | 20,3                | 7,80      | 225                     | 8,40                                     |
| 26. 3. 2014         | 20,9                | 7,53      | 202                     | 8,71                                     |

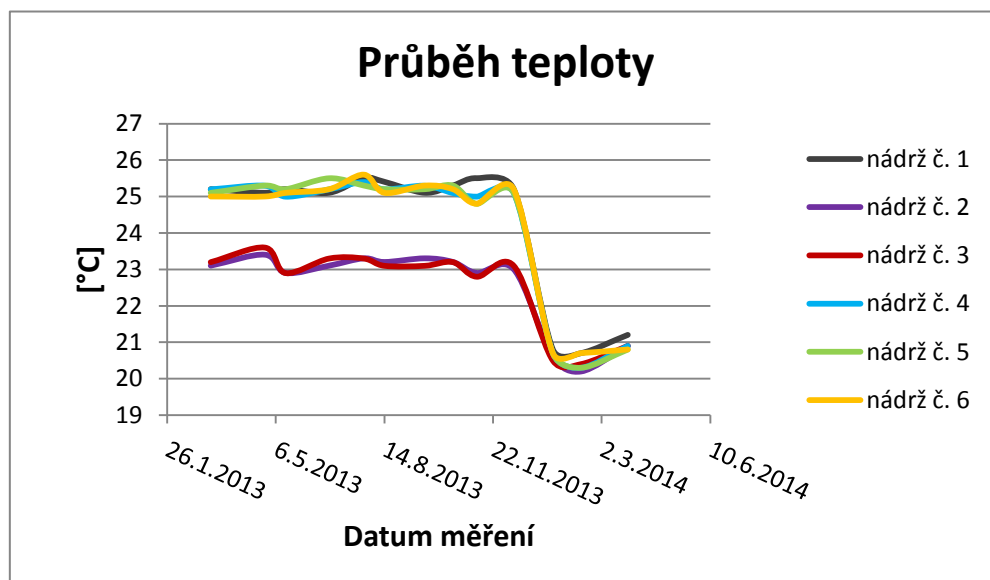
**Tab. č. 12: Naměřené hodnoty vody 6**

| Datum měření      | Teplota [°C] | pH   | Vodivost [μS/cm] | O <sub>2</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ] |
|-------------------|--------------|------|------------------|--------------------------------------|
| <b>nádrž č. 5</b> |              |      |                  |                                      |
| 7. 3. 2013        | 25,1         | 7,38 | 277              | 7,83                                 |
| 26. 4. 2013       | 25,3         | 7,83 | 179              | 8,36                                 |
| 15. 5. 2013       | 25,2         | 7,91 | 179              | 7,57                                 |
| 24. 6. 2013       | 25,5         | 7,54 | 189              | 7,86                                 |
| 26. 7. 2013       | 25,3         | 7,82 | 218              | 8,29                                 |
| 14. 8. 2013       | 25,2         | 7,23 | 234              | 8,15                                 |
| 20. 9. 2013       | 25,2         | 7,55 | 220              | 7,85                                 |
| 16. 10. 2013      | 25,3         | 7,76 | 272              | 8,12                                 |
| 7. 11. 2013       | 24,8         | 7,65 | 216              | 8,49                                 |
| 11. 12. 2013      | 25,1         | 8,01 | 194              | 7,61                                 |
| 16. 1. 2014       | 20,7         | 7,84 | 224              | 8,55                                 |
| 11. 2. 2014       | 20,3         | 7,79 | 216              | 8,45                                 |
| 26. 3. 2014       | 20,8         | 7,49 | 415              | 8,67                                 |
| <b>nádrž č. 6</b> |              |      |                  |                                      |
| 7. 3. 2013        | 25,0         | 7,75 | 266              | 7,65                                 |
| 26. 4. 2013       | 25,0         | 7,84 | 179              | 7,79                                 |
| 15. 5. 2013       | 25,1         | 7,89 | 184              | 8,56                                 |
| 24. 6. 2013       | 25,2         | 7,62 | 188              | 7,88                                 |
| 26. 7. 2013       | 25,6         | 7,86 | 222              | 8,27                                 |
| 14. 8. 2013       | 25,1         | 8,03 | 283              | 7,56                                 |
| 20. 9. 2013       | 25,3         | 7,45 | 291              | 7,88                                 |
| 16. 10. 2013      | 25,2         | 7,73 | 216              | 8,33                                 |
| 7. 11. 2013       | 24,8         | 7,69 | 223              | 8,53                                 |
| 11. 12. 2013      | 25,2         | 7,22 | 272              | 8,25                                 |
| 16. 1. 2014       | 20,7         | 7,58 | 203              | 8,24                                 |
| 11. 2. 2014       | 20,7         | 7,68 | 204              | 8,15                                 |
| 26. 3. 2014       | 20,8         | 7,55 | 206              | 8,63                                 |

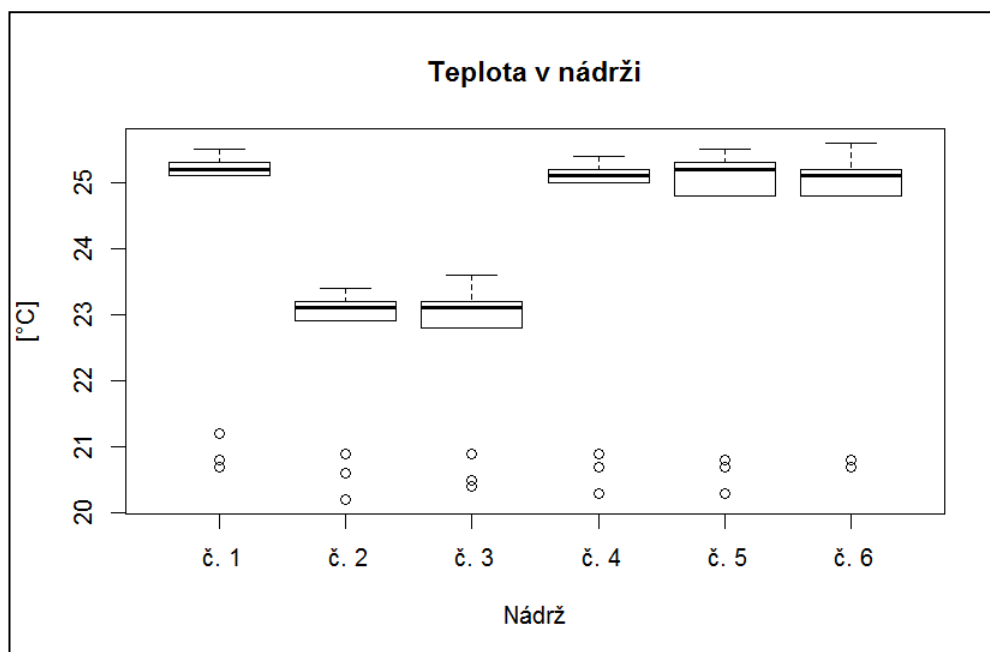
V tabulce č. 10-12 je naměřená teplota, pH, vodivost a rozpuštěný kyslík ve vodě v podmínkách trvalé tmy. Parametry vody byly měřeny ve všech nádržích,

tedy v čísle 1-6. Termíny měření se shodují s měřením v předchozím experimentu. Kolísání hodnot znázorňují jednotlivé grafy č. 12-19, též vytvořené v Excelu a statistickém programu R.

**Graf č. 12: Naměřené hodnoty teploty vody**



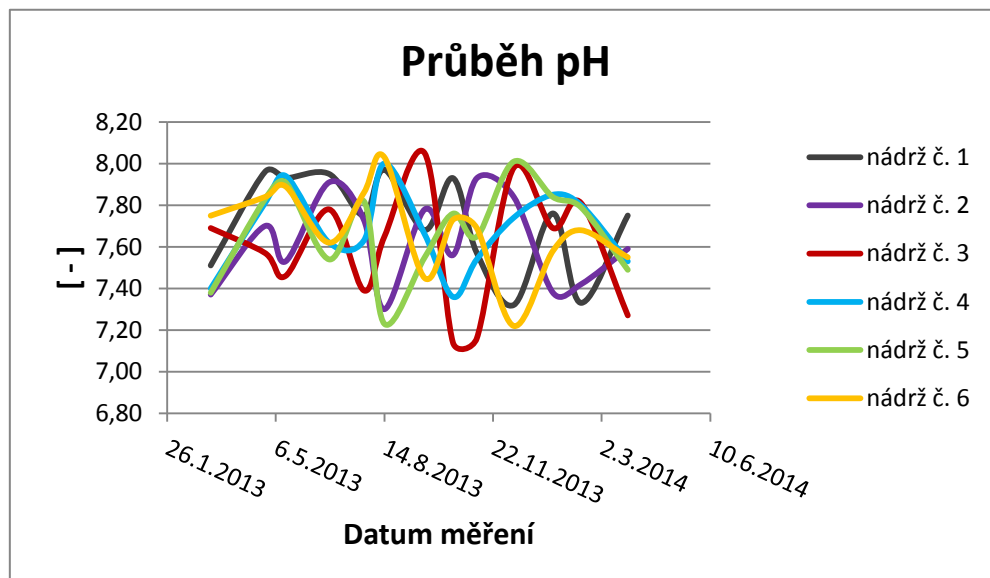
**Graf č. 13: Naměřené hodnoty teploty vody 2**



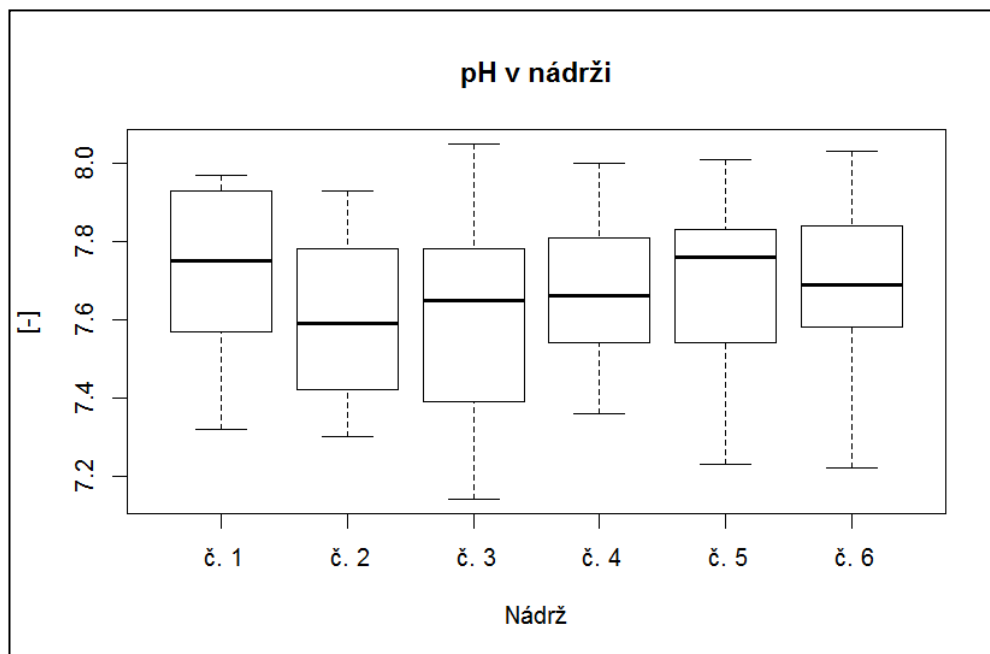
Na grafu č. 12 a 13 je dobře patrné snížení teploty vody. Tento výrazný pokles byl způsoben záměrným vypnutím topných tělísek původně nastavených na 23 °C

v chovných nádržích a 25 °C ve vytíračkách. Po odebrání topítek se teplota pohybovala okolo 20 °C.

**Graf č. 14: Naměřené hodnoty pH**

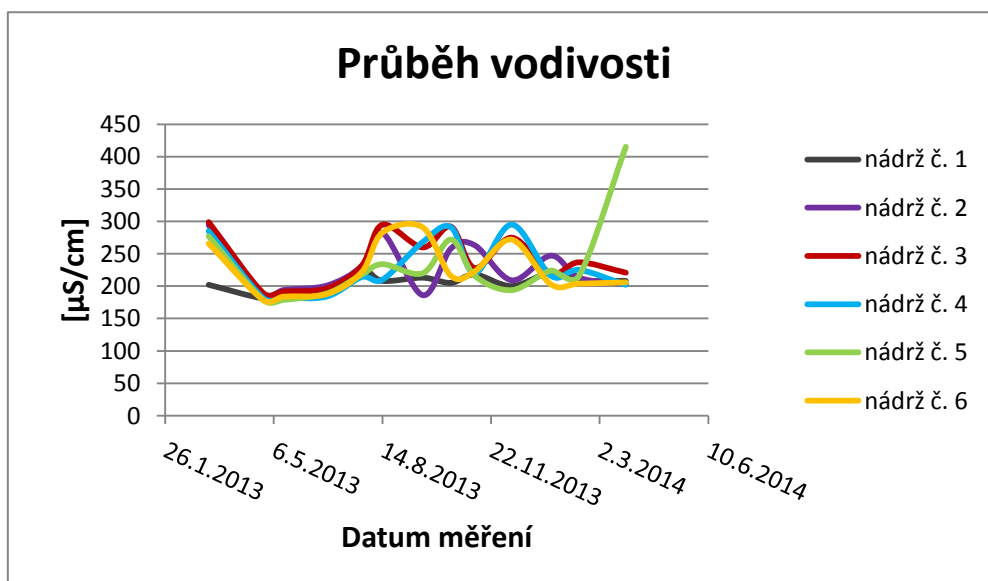


**Graf č. 15: Naměřené hodnoty pH 2**

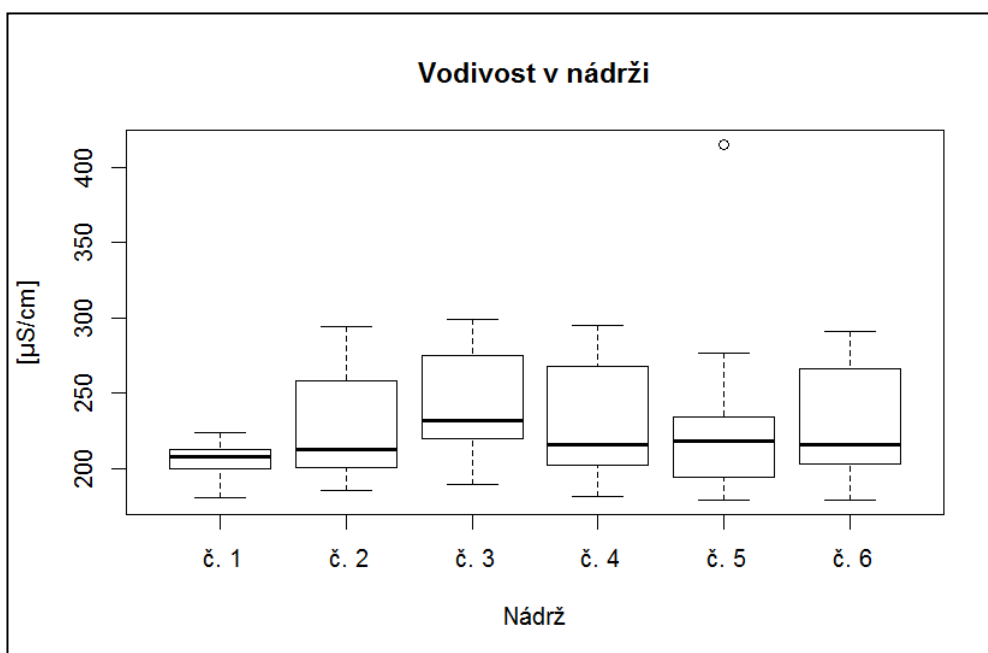


Hodnoty pH byly téměř konstantní, pohybovaly se kolem 7-8, graf č. 14-15. Nejvýraznější minimální a maximální hodnotu pH ze všech sledovaných nádrží vykazovalo akvárium č. 3, kde bylo chováno větší množství pozorovaných samic.

**Graf č. 16: Naměřené hodnoty měrné elektrické vodivosti**

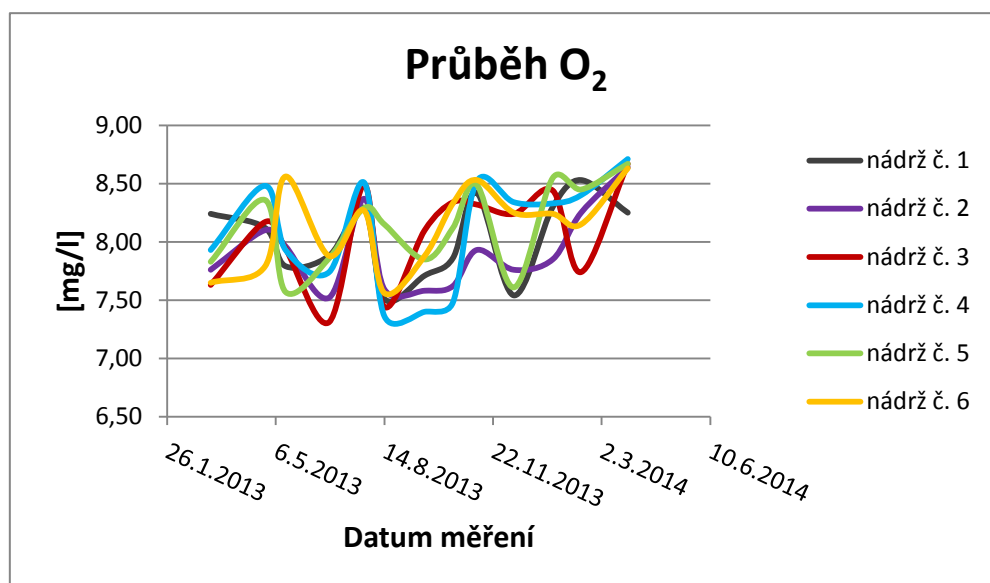


**Graf č. 17: Naměřené hodnoty měrné elektrické vodivosti 2**

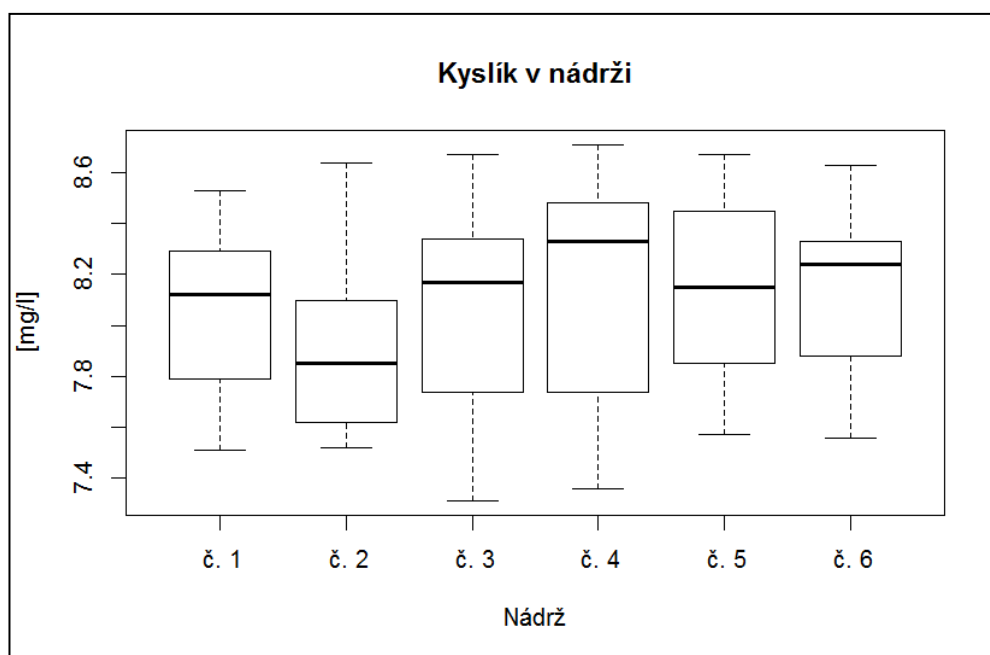


Měrná elektrická vodivost byla okolo 200-300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Odchylna v nádrži č. 5 byla také způsobena přiléváním solného roztoku s naupliemi žábronožky solné.

**Graf č. 18: Naměřené hodnoty obsahu kyslíku rozpuštěného ve vodě**



**Graf č. 19: Naměřené hodnoty obsahu kyslíku rozpuštěného ve vodě 2**



Obsah kyslíku ve vodě byl v rozmezí 7,3–8,7 mg.l<sup>-1</sup> (graf č. 18), medián se pohyboval okolo 8 mg.l<sup>-1</sup> (graf č. 19).

## 6. DISKUZE

Pro úspěšný odchov těchto ryb je podle Krále (1977) zapotřebí umístit vytírací nádrž na tmavém místě a zajistit dobře okysličenou vodu jemným vzduchováním. Ze zjištěných výsledků se ryby vytíraly v podvečer či v noci, ale prokazatelně úspěšnější chovné podmínky na reprodukci byly ve světle, nikoli ve tmě. Poznatky o dostatečně okysličené vodě se shodují, při nefunkčním vzduchování nebyl výtěr nikdy zaznamenán.

Ryby byly chovány v teplotách okolo 23-26 °C. Ke stimulaci výtěru bylo osvědčeno přelovit páry do vody o 1-2 °C teplejší. Teplota pro chov by měla být okolo 20-22 °C (Král, 1977). Optimální teplota pro výtěr je podle Poláka (1986) 18-20 °C, zatímco Král (1977) doporučuje teplotu nejméně 24 °C. Při chovu v teplotě okolo 20 °C byl zaznamenán pouze jeden výtěr.

Polák (1986) uvádí, že je vhodné odlovit samečka do vytírací nádrže odpoledne nebo večer a samičku druhý den ráno, přičemž obvykle ještě téhož dne dochází k výtěru. Přes opakovaný pokus toto však nebylo potvrzeno.

Podle Franka (1984) se ryby v akváriu snadno chovají i rozmnožují. Poznatky o obtížnosti chovu a odchovu se v experimentu shodovaly podle Millse (1995), který uvádí obtížnost chovu jako snadnou a odchov středně obtížný.

Výsledky o značné plodnosti ryb se shodovaly s Frankem (1984). Nejpočetnější výtěr obsahoval až 2 374 jiker, průměrně bylo 1 100-1 200 jiker. U nejpočetnějších výtěrů byly samice starší a přibližně 10 cm dlouhé, ostatní 7-8 cm.

Vyvíjející se zárodky často velmi hynuly, což se shoduje s tvrzením Franka (1984), že jsou obvykle velmi citlivé na kvalitu vody. Teplota vody během zárodečného vývoje musí být dostatečně vysoká, tj. 26-27 °C. Reakce vody by měla být v době vývoje jiker a plůdku neutrální až slabě kyselá (pH = 6 až 7). Teplota vody se pohybovala okolo 25-27 °C a pH okolo 7-8 v době zárodečného vývoje.



Tvrzení, že plůdek velmi rychle roste dle Drahotušského (1978) a dospívá asi ve věku 1 roku (Polák, 1986) se shodovalo. Plůdek po rozplavání rychle rostl obzvláště po krmení naupliemi žábronožky solné. Do chovu byly zařazeny přibližně 1 rok staré ryby, které se pravidelně vytíraly.

Podle Teykeho a Schaerera (1994) jsou fotoreceptory v pineálním orgánu pravděpodobně citlivé na změny v intenzitě i vlnové délce světla. Po rozsvícení světla ve fotokomoře začaly ryby vždy plavat rychleji a u dna nádrže.

Uvedené informace o závislosti střídání světla a tmy na hladinu melatoninu v krvi (Rajchard et al., 2002), ovlivňujícího činnost pohlavních žláz (Koukkari a Sothorn, 2006), byly pravděpodobně potvrzeny výtěrem ryb v temných podmínkách po rozsvícení světla na 24 hodin. V temných podmínkách se díky tomuto stimulu ryby vytřely pouze jednou, zatímco ve světle došlo k 13 výtěrům.

V porovnání s potěrem chovaným ve světelných podmínkách rostl potěr ve tmě znatelně pomaleji. Během dvou týdnů od rozplavání byl potěr ve světle téměř o třetinu délky těla větší. Dle Koukkariho a Southerna (2006) ovlivňuje hladina melatoninu v krvi i růst.

## 7. ZÁVĚR

Z výsledků experimentální práce vyplývají následující skutečnosti:

1. K výtěru ryb docházelo při podmínkách střídajícího se světla a tmy.
2. Optimální teplota pro chov *Anoptichthys jordani* byla v rozmezí 23-24 °C a pro výtěr v rozmezí 25-26 °C.
3. Ryby se úspěšně vytíraly při hodnotách pH 7-8, měrné elektrické vodivosti cca 230  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a o obsahu ve vodě rozpuštěného kyslíku kolem 8,00  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ .
4. Získané výsledky naznačují, že slepá forma *Anoptichthys jordani*, vzniklá z poddruhu *Astyanax fasciatus mexicanus*, zřejmě není ještě dostatečně adaptována pro život v trvalé tmě, a proto by se v případě chovu na světle pravděpodobně navracela po řadu generací zpět k iniciaci výtěru obvyklé u původní formy. Experiment byl proveden na rybách, odchovaných po několik generací ve světelných podmínkách.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Contreras-Balderas, Almada-Villela, S. & P.** (1996): IUCN Red List of Threatened Species. [online] *Astyanax mexicanus ssp. jordani*. [cit. 2013-09-10] Dostupné z: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
- Drahotušký, Z.** (1979): Krmení plůdku jikernatých rybek, *Akvárium terárium* 21, (1), 3-5.
- Drahotušký, Z., Novák, J.** (2000): *Akvaristika*, Brno, Nakladatelství Jota, 298 s.
- Dokoupil, N.** (1981): *Živorodky: technika chovu, biologie druhů, standardy*. Praha, SZN, 264 s.
- Duboué, E. R., Keene, A. C., Borowsky, R. L.** (2011): Evolutionary convergence on sleep loss in cavefish populations, *Current Biology* 21, (8), 671-676.
- Elipot, Y., Hinaux, H., Callebert J., Rétaux S.** (2013): Evolutionary shift from fighting to foraging in blind cavefish through changes in the serotonin network, *Current Biology* 23, (1), 1-10.
- Encyclopedia of Life** (2009): [online] *Astyanax jordani*. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <<http://www.eol.org>>.
- Espinasa, L., Rivas-Manzano, P., Espinosa Pérez, H.** (2001): A new blind cave fish population of the genus *Astyanax*: Geography, morphology and behavior. *Environmental Biology of Fishes* 62, (1), 339-344.
- Frank, S.** (1984): *Akvaristika*. Praha, Práce, 368 s.
- Frank, S.** (2000): *Sladkovodní akvaristika*. Praha, Ottovo nakladatelství, 250 s.
- Hanel, L., Novák, J.** (2004): *České názvy živočichů V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces)* Praha, Národní muzeum, 172 s.

- Hofmann, J., Novák, J.** (1996): Akvaristika: Jak chovat tropické ryby jinak a lépe. Praha, X-Egem – Nova, 197 s.
- Hubbs, C. L., Innes, W. T.** (1936): The first known blind fish of the family Characidae: A new genus from Mexico. Occasional papers of the Museum of Zoology university of Michigan 342, (2), 1–7.
- Jeffery, W. R., Martasian, D. P.** (1998): Evolution of eye regression in the cavefish *Astyanax*: Apoptosis and the *Pax-6* gene. American Zoologist 38, (1), 685-696.
- Jeffery, W. R., Strickler, A. G., Yamamoto, Y.** (2003): To see or not to see: Evolution of eye degeneration in mexican blind cavefish. Integrative and Comparative Biology 43, (1), 531-541.
- Král, J.** (1977): *Anoptichthys jordani*, Akvárium terárium 10, (2), 43-44.
- Koukkari, W. L., Sothorn, R., B.** (2006): Introducing biological rhythms. USA, Springer, 655.
- Mills, D.** (1997): Vaše akvárium. Prúdy, RETAAS – KORPRINT, 287 s.
- Mitchell, R. W., Russell, W. H., Elliot, W. R.** (1977): Mexican eyeless characin fishes, genus *Astyanax*: Environment, distribution, and evolution. Special publications of the Museum of Texas Tech University 12, (9), 1-89.
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T. Hammond, G. S., Dewey, T. A.** (2013): The Animal Diversity Web. [online] *Astyanax jordani*. [cit. 2013-07-10]. Dostupné z: < <http://animaldiversity.org>.>.
- Novák, J.** (1984): Smyslové orgány ryb, Akvárium terárium 27, (1), 19-22.
- Polák, K.** (1986): Akvaristika. Praha, SZN, 228 s.

- Rajchard, J., Balounová, Z., Vysloužil, D.** (2002): Ekologie I., KOPP, 121 s.
- Teyke, T., Schaerer, S.** (1994): Blind Mexican cave fish (*Astyanax hubbsi*) respond to moving visual stimuli. *Journal of experimental biology* 188, (1), 89-101.
- Vitrum, spol. s. r. o.** (2012): Laboratorní vybavení, potřeby, technika a chemikálie. [online]. Multimetr 3410, 3420, 3430 MultiLine IDS. [cit. 2012-01-07]. Dostupné z: < [http://www.vitrum.cz/multimetr-3410-3420-3430-multiline-ids\\_k770\\_p3320.html?query=Multi+3430](http://www.vitrum.cz/multimetr-3410-3420-3430-multiline-ids_k770_p3320.html?query=Multi+3430) >
- Wikipedia,** (2013): [online] *Astyanax jordani*. [cit. 2013-02-10] Dostupné z: <[http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Astyanax\\_jordani&oldid=547650808](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Astyanax_jordani&oldid=547650808)>
- Wilkens, H., Burns, R. L.** (1972): A new *Anoptichthys* cave population (*Characidae*, Pisces). *Ann. Spéléol* 27, (2), 263-270.
- Zukal, R.** (1976): Akvariijní ryby. Praha, SVÉPOMOC, 229 s.