

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Úspěšnost odchovu v závislosti na výživě
u ryb *Amatitlania nigrofasciata***

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Denisa Rektoříková

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabc, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Úspěšnost odchovu v závislosti na výživě u ryb *Amatitlania nigrofasciata*" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.7.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své práce Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D., za odborné vedení při psaní diplomové práce. Dále za dobré rady a pomoc při realizaci vlastního ověřovacího experimentu.

Úspěšnost odchovu v závislosti na výživě u ryb *Amatitlania nigrofasciata*

Souhrn

Práce představuje druh okrasné akvarijní ryby kančíka příčnopruhého – *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867). Jedná se o velmi zajímavý a chovatelsky atraktivní druh, a to pro jeho snadný chov, velikost, vzhled, ale hlavně sociální způsob života. Středem pozornosti je způsob, jakým si jedinci tohoto druhu volí partnera, s kterým se následně společně starají o potomstvo. Pár tvoří vždy menší samice a o něco větší samec. Na odchov potomstva může mít vliv velikost rodičů, ale i prostředí. Značně ho ovlivňuje míra predace a dále dostupnost potravy.

Kančík příčnopruhý se živí spíše masožravě, ve volné přírodě přijímá rozmanité druhy organismů dle dostupnosti, mezi hlavní patří vodní larvy, korýši, dále také měkkýši a hmyz. V zajetí je jeho potrava omezena pouze na krmivo předložené chovatelem. Různé druhy krmiv mají své klady a zápory. Rizika plynoucí ze složení a možné kontaminace potravy jsou rozebrána podrobně.

Cílem práce bylo provedení vlastního pozorování preferencí samic při volbě partnera s tukovým hrbolem na hlavě či bez něho. Potvrdilo se, že samice upřednostňovaly samce s tukovým hrbolem na hlavě a to ze 71,6 %. Z informací z literatury jsou potvrzeny snahy samic získat větší samce, kvůli snížení investic páru do obrany teritoria. Lze soudit, že samci s tukovým hrbolem na hlavě jsou atraktivnější vzhledem k jejich mohutnějším tělesným proporcím.

Druhý realizovaný experiment spočíval ve sledování možného rozdílného vlivu umělých (granulovaných) a přirozených (živých organismů) krmiv na úspěšnost rozmnožování. Chovní jedinci byli rozděleni do dvou skupin dle druhu krmiva. U generace F2, která žila kompletně na přiděleném krmivu, byl zaznamenán počet potomků. Zjištěný výsledný rozdíl byl, že ryby odchované na přirozené stravě měly průměrně o 0,65 potomka více. Následná statistická analýza však ukázala, že u pozorovaných skupin rybek nebyl významný rozdíl. Testovaná hypotéza: „Je rozdíl v počtu odchovaných mláďat mezi skupinami kmenými komerčním (umělým) a přirozeným (živým) krmivem“ tedy musela být zamítnuta.

Klíčová slova: kančík příčnopruhý, chov, odchov, potrava, krmivo

The success of rearing in relation to fish nutrition

Amatitlania nigrofasciata

Summary

The thesis introduces a species of ornamental aquarium fish, Convict cichlid – *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867). It is a very interesting and attractive breeding species, for its easy breeding, size, appearance, but mainly its social way of life. The focus is on the way in which individuals of this species choose a partner with whom they then take care of the offspring together. The pair always consists of smaller female and a slightly larger male. Offspring breeding can be affected by the size of the parents, but also the environment. It is significantly influenced by the degree of predation and also the availability of food.

Convict cichlid feeds rather carnivorously, in the wild it ingests various species of organisms according to availability, the main ones include water larvae, crustaceans, as well as molluscs and insects. In captivity, its food is limited to feed submitted by the breeder. Different types of feed have their pros and cons. The risks arising from the composition and possible contamination of food are discussed in detail.

The aim of the thesis was to make proper observation of the preferences of females when choosing a partner with or without a fatty lump on his head. It was confirmed that females preferred males with a fatty lump on the head from 71.6 %. The information from the literature confirms the efforts of females to get larger males, due to the reduction of the couple's investments in the defense of the territory. It can be judged that males with a fatty lump on the head are more attractive due to their more powerful body proportions.

The second experiment consisted in observing the possible different influence of artificial (granular) and natural (living organisms) feeds on reproduction success. Breeding individuals were divided into two groups according to the type of feed. In the F2 generation, which lived completely on the assigned feed, the number of offspring was recorded. The resulting difference was that fish bred on a natural diet had an average of 0.65 offspring more. However, subsequent statistical analysis showed that there was no significant difference in the observed groups of fish. The tested hypothesis: "There is a difference in the number of reared young between groups fed commercial (artificial) and natural (live) feed" had to be rejected.

Keywords: convict cichlid, breeding, rearing, food, feed

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	3
3 Literární přehled.....	4
3.1 Charakteristika druhu <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Günther, 1867).....	4
3.1.1 Vzhled	4
3.1.2 Chov a technické vybavení	5
3.2 Výživa <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Günther, 1867).....	6
3.2.1 Anatomie trávicího traktu	6
3.2.2 Potrava	7
3.2.2.1 Skladba potravy v přírodě.....	7
3.2.2.2 Přirozená – živá potrava v chovu	7
3.2.2.3 Preference živých krmiv	9
3.2.2.4 Rizika živých krmiv	9
3.2.3 Příklady komerčních granulovaných krmiv.....	11
3.2.4 Komponenty krmiv a kvalita krmiv	12
3.2.4.1 Rostlinné komponenty krmiv.....	12
3.2.4.2 Antinutriční látky v rostlinných krmných komponentech	13
3.2.4.3 Další rostlinné komponenty	14
3.2.4.4 Výskyt mykotoxinů v komerčních krmivech.....	15
3.2.5 Potřeba živin	16
3.2.5.1 Bílkoviny	16
3.2.5.2 Tuky.....	17
3.2.5.3 Sacharidy	17
3.2.6 Karotenoidy ve výživě cichlid.....	17
3.2.6.1 Karotenoidy ve výživě samic.....	18
3.2.6.2 Karotenoidy ve výživě samců.....	18
3.2.7 Minerální látky a vitaminy ve výživě ryb	20
3.2.7.1 Vitaminy.....	20
3.2.7.2 Minerální látky.....	21
3.2.7.3 Možnosti doplňkových komponentů	23
3.2.8 Možná onemocnění trávicího traktu.....	23
3.2.9 Závislost rozmnožování na dostupnosti potravy	24
3.2.10 Rodičovská péče v souvislosti s potravou	26
3.3 Partnerské chování	28
3.3.1 Výběr partnera	28

3.3.2	Namlouvání samců a samic	28
3.3.3	Preference při výběru partnera	28
3.3.3.1	Preference samic	29
3.3.3.2	Preference samců.....	31
3.4	Další faktory ovlivňující odchov potomstva	32
3.4.1	Velikost rodičů	32
3.4.2	Míra predace – stresové faktory	32
4	Metodika vlastního pozorování – ověřovací experiment.....	34
4.1	Použité vybavení.....	34
4.2	Podrobná metodika.....	35
4.2.1	Část první – sledování preference při výběru partnera	35
4.2.2	Část druhá – sledování vlivu výživy na početnost odchovu	37
4.3	Statistické vyhodnocení získaných dat	38
5	Výsledky	40
5.1	Partnerské preference	40
5.1.1	Část první – sledování výběru partnera.....	40
5.1.2	Procentuální zpracování výběru partnera.....	41
5.2	Početnost odchovů v závislosti na krmivu.....	42
5.2.1	Statistické vyhodnocení počtů potomků	42
5.2.1.1	Průměr	43
5.2.1.2	Rozptyl	43
5.2.1.3	F-test – porovnání rozptylů.....	44
6	Diskuze	46
6.1	Partnerské preference	46
6.2	Početnost odchovů v závislosti na krmivu.....	46
6.3	Možný vliv dalších faktorů ovlivňujících odchov potomstva.....	47
7	Závěr	49
8	Literatura	50

1 Úvod

Práce navazuje na bakalářskou práci. Zabývá se tematikou výživy, etologie, ekologie a chovu druhu kančíka příčnopruhého – *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867). Jedná se o velmi atraktivní druh akvarijní rybky. Na první pohled zaujme svým vzhledem, velikostí a pohlavním dimorfismem. Pozornosti se dále těší zejména díky svému sociálnímu způsobu života. Jeho typické etologické projevy fascinují akvaristy i chovatele z laické veřejnosti. Pro tuto práci bylo důležité, že se stal předmětem mnoha studií snažících se objasnit způsob života cichlid a jde tedy o vhodný experimentální druh.

Jak již bylo zmíněno, kančíci příčnopruzí vedou fascinující sociální život. Proto se mnoho autorů pokoušelo etologické projevy tohoto druhu popsat. Mezi ně patří v první řadě výběr partnera, dále rodičovské chování a obrana teritoria. Toto stěžejní chování bylo hlavním tématem bakalářské práce, kterou jsem již dříve obhájila. V nynějším zpracování, bude předchozí pozorování pouze připomenuto a doplněno o nové poznatky o partnerském chování. Důvodem je dokončení vlastního pozorování párování, doplnění většího počtu dat a jejich vyhodnocení. U rodičovské péče a obrany teritoria pouze naznačuji tematiku v souvislosti s odchovem potomků.

Odchov potomstva spolu s výživou je hlavním tématem této práce. Primárně je vyzdvihnuta oblast výživy a její dílčí aspekty. Mezi takové patří v první řadě druh potravy. Jinou potravou se živočichové živí ve volné přírodě a jinou v zajetí. V chovech jejich obživu představuje pouze předkládané krmivo. Taková krmiva se musí nutričně co nejvíce podobat pestré přirozené stravě.

Stejně jako u ostatních hospodářských a zájmových zvířat, existují i pro ryby různé druhy krmiv. Mezi ně patří rozmanité druhy živých organismů, které lze obstarat ve specializovaných prodejnách, vlastním chovem, nebo sběrem ve volné přírodě. Nejznámější a akvaristy oblíbené jsou například žábřonážka solná – *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), nitěnka obecná – *Tubifex tubifex* (Müller, 1774), patentky – larvy pakomára kouřového – *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758) a řada dalších, které jsou v práci uvedeny a blíže popsány.

Odlišným druhem krmiva jsou kompletní granulované směsi, které by měly svým složením plně odpovídat nutričním požadavkům jedinců, pro které jsou určena. Konkrétní příklady jsou dále uvedeny, včetně jejich kompletního složení. Jedná se o běžná krmiva obstaraná v potřebách pro domácí zvířata. Problematikou složení komerčních granulovaných krmiv se také zabývalo mnoho autorů. Především z hlediska využití ekonomicky a ekologicky šetrných komponentů, mezi které se řadí obilniny a olejninu a výrobky z nich. Dále také odpadní produkty rostlinné výroby. A v neposlední řadě je sledován význam a účinky vitaminů a minerálních látek.

Důležitým parametrem při výběru krmiva je jeho kvalita. Především nesmí ohrožovat zdraví zvířat a nežádoucími jsou i účinky zhoršující růst (zejména jedná-li se o produkční chov). I touto problematikou se výzkumy zabývaly a sledovaly možná rizika obou typů krmiv. U přírodních krmiv byla věnována pozornost hlavně možnosti vlivu kontaminace prostředí. U kompletních granulovaných směsí je řešen možný výskyt mykotoxinů, vzhledem k používání rostlinných produktů coby komponentů. Rostlinné složky krmiv dále přirozeně obsahují látky známé svými antiutričními účinky na zvířata, které je třeba objasnit i v chovu ryb.

Vliv výživy na odchov potomků je řešen prakticky na vlastním fungujícím chovu, založeném již pro předchozí práci.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je popsat potravní specifika kančíka příčnopruhého. Nejprve čím se přirozeně živí ve volné přírodě, ale hlavně v chovech. Dále jsou sepsána komerční krmiva a uvedeny druhy přirozené potraviny, které jsou pro akvaristy dostupné. Také se zaměřuje na jednotlivé komponenty zvláště, aby mohly být zhodnoceny jejich pozitivní a negativní vlastnosti.

Studie navazuje na bakalářskou práci a doplňuje statistiky o párování kančíků příčnopruhých, a hlavně realizuje další pokus, který řeší problematiku vlivu výživy na počet odchovaných mláďat.

Testována je hypotéza: Je rozdíl v počtu odchovaných mláďat mezi skupinami krmenými komerčním (umělým) a přirozeným (živým) krmivem.

3 Literární přehled

V literární části práce je představen kančík příčnopruhý, který byl vybrán jako demonstrační druh pro vlastní pozorování jako nenáročná akvarijní rybka. Tento druh je pro tuto práci ideální pro typické etologické projevy, které jsou ve větší či menší míře charakteristické i pro ostatní cichlidy. Dalším důvodem pro zvolení tohoto druhu byl nepříliš dlouhý proces dospívání, párování, a odchovu mláďat.

V souvislosti s pozorováním vlivu výživy na početnost odchovu je dále popsán trávicí trakt, potravní nároky, nároky na živiny, a především je proveden soupis potravy, kterou se cichlidy živí, a to jak v chovech, tak i ve volné přírodě. Je zmíněna důležitost dostupnosti potravy v souvislosti s rozmnožováním a zajištěním potravy pro potomky.

3.1 Charakteristika druhu *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867)

V minulosti ho bylo možné zaznamenat pod názvy: *Cichlasoma nigrofasciatum*, *Cryptoheros nigrofasciatus*, *Heros nigrofasciatus*, *Archocentrus nigrofasciatus*. Anglický název je Convict cichlid.

Systematika: říše: Animalia, kmen: Chordata, třída: Actinopterygii, řád: Perciformes, čeleď: Cichlidae, podčeleď: Cichlasomatinae, rod: *Amatitlania*, druh: *A. nigrofasciata*.

Místo výskytu: Střední Amerika (Petrovický 2014).

V roce 1934 byl poprvé dovezen do Evropy (Petrovický 2014). První exotické rybky však byly dovezeny mnohem dříve. Konkrétněji se jedná o labyrintní druh – lezouna indického, který byl poprvé dovezen do Anglie, kde byl v roce 1870 poprvé vystavován (Sanfordová 1997).

3.1.1 Vzhled

Rybky chované v akváriích mají typický vzhled, a to příčné černé pruhování na šedém až šedomodrém podkladu. Vyskytuje se u nich výrazný pohlavní dimorfismus. Samci jsou větší, délka jejich těla může dosahovat 15 cm, ale jsou také mohutnější. I jejich ploutve jsou mohutnější a hřbetní ploutev může být výrazně prodloužená. Dalším typickým znakem pro samce je tukový hrbol na hlavě, který jim vyrostе v době námluv, nebo při obraně teritoria. Samice jsou menší, délka jejich těla dosahuje přibližně 8 cm. Od samců je často odlišuje zbarvení do oranžova v oblasti břicha. U výrazně vybarvených samic, může být do oranžova zbarvená i báze hřbetní ploutve. Dobře rozeznatelné je pohlaví během období tření. V této době je patrný pohlavní orgán a typické partnerské chování (čištění třetího místa, přenášení dna, odhánění dalších obyvatel nádrže). V době tření a odchovu potomstva jsou jejich barvy sytější a tmavší naopak, když se jim příliš nedaří, jejich barva je nevýrazná až vybledlá.

Přestože se jedná o exotický druh i náš národ k chovu poměrně významně přispěl. V roce 1966 v Československu se podařilo vyšlechtit xantorickou formu. Jedinci vyznačující se bílým zbarvením se zachovaným tmavým zbarvením očí a pruhováním, které je u těchto jedinců do žluta (Petrovický 2014).

3.1.2 Chov a technické vybavení

Kančík příčnopruhý je monogamní druh rybky, proto je nejčastěji chován v páru. Dalším důvodem pro chov pouze v páru je velká agresivita a teritorialita a to obzvláště v době tření, kdy je samec schopen napadnout protivníka, který je mnohem větší. Grant (2015) ve své studii zjistil, že samec je schopen bránit teritorium o velikosti až 95 cm. Proto je v menších nádržích nutný samostatný chov.

V akvariálním chovu je důležitá kontrola parametrů vody. Ideální prostředí pro kančíka příčnopruhého je ideální rozmezí pH 6,5 - 7 a tvrdost vody přibližně 2 °dKH. Tento druh rybky může prospívat i při malých odchylkách od ideálních hodnot (Petrovický 2014).

Teplota pro chov postačí pokojová, přesto je dobré pro kontrolu umístit do nádrže teploměr. Nejvhodnější teplota pro vývoj mláďat je 24 °C (Petrovický 2014). Je výhodné používat ve všech nádržích topítka z důvodů možnosti regulace teploty, ale především k zajištění stálosti teploty. Dále je potřeba vhodné osvětlení, které nasimuluje denní světlo.

Mezi základní a nejdůležitější technické vybavení akvária patří filtrační zařízení. Do malých akvárií lze použít malé vnitřní filtry, ale v případě velkých nádrží je výhodné použít vnější filtraci. Vnější filtrace mají několik výhod, v první řadě nezabírají prostor uvnitř nádrže, další předností je jejich výkonnost a umožňují použít různé filtrační materiály.

K přirozeným projevům kančíka příčnopruhého patří neustálé prohrabování a přenášení podloží. Proto je dobré při jeho chovu věnovat pozornost volbě dna. Ideální je písčité dno, nebo drobný neostrý štěrček.

Potravu kančici upřednostňují živočišnou, ale důležitá je i rostlinná složka (Petrovický 2014). Přirozená živočišná krmiva jsou běžně k dostání v živé či mražené podobě. Další možnou variantou jsou komerční granulovaná krmiva. Konkrétněji budou jednotlivá krmiva představena v dalších kapitolách.

Jak již bylo zmíněno, jedná se o monogamní rybky, proto je pro zdárný odchov nutné v první řadě zajistit chovný pár. Nejlepší je umožnit rybkám samovolné vytvoření páru, jelikož se starají o potomstvo společně a k tomu je třeba soulad mezi partnery. Rybky se

po spárování brzy třou. Samice klade jikry na předem očištěné místo. Jikry se líhnou přibližně za dva až čtyři dny a potěr se rozplavává přibližně za dalších pět až šest dní od tření (Santangelo 2015).

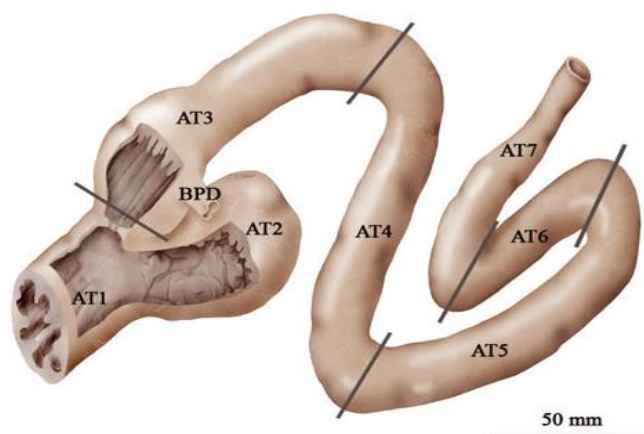
3.2 Výživa *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867)

V chovu každého živočicha, ať se jedná o zájmový či produkční chov, je nutné znát individuální nároky na výživu. V následující části jsou popsány jednotlivé aspekty výživy kančíka příčnopruhého, které platí i pro řadu dalších okrasných rybek. Je popsán jeho trávicí trakt a přirozeně přijímaná potrava v přírodě, druhy krmiv využívané v chovu. Dále pak funkce vitaminů a minerálů ve výživě ryb a technika krmení – důležitost dostupnosti potravy.

3.2.1 Anatomie trávicího traktu

Kančík příčnopruhý je všežravá ryбка. Ke skladbě přijímané potravy je přizpůsoben zažívací trakt. Jeho anatomie a fyziologie rybek byly zjišťovány pomocí pitvy a histologie (Hopperdietzel et al. 2014).

Obr. č. 1. Trávicí trakt kančíka příčnopruhého (Hopperdietzel et al. 2014). Během pitvy byl trávicí trakt vyjmut a popsán. Na obrázku je jeho schematické zobrazení, které umožňuje identifikovat jednotlivé části: AT1 – jícen, který tvoří krátká trubice rozdvoující se do žaludku a střeva, AT2 – žaludek, BPD – žlučovody a pankreatický kanál, AT3 – proximální segment střeva, AT4, AT5, AT6 – střední segment střeva, AT7 – distální segment střeva.



Jícen má po celé délce jednotnou strukturu s 8-12 záhyby, sliznice disponuje velkým počtem pohárkových buněk, jejichž póry produkují hlen. V jícnu jsou také náhodně rozptýleny chuťové pupeny. Žaludek představuje malý slepý vak s výraznými záhyby

epitelu. Po celém epitelu jsou rovnoměrně rozmístěny sekreční žlázy. Střevní sliznice je po celé délce homogenní s četnými záhyby. Povrchová struktura je mukózního charakteru. Epitel je sloupcovitý s rozptýlenými pohárkovými buňkami. Od kaudální části jícnu a po celé délce střeva je rozptýlena pankreatická tkáň (Hopperdietzel et al. 2014).

3.2.2 Potrava

Potrava a její skladba se u kančíka příčnopruhého významě liší v závislosti na životních podmínkách. Rozdílná je ve volné přírodě, kde její skladba závisí na lokalitě jeho výskytu. V chovu je možné zvolit přirozená akvaristická krmiva, nebo kompletní granulované směsi.

3.2.2.1 Skladba potravy v přírodě

Potravou cichlid se zabývala studie, pro kterou bylo třeba zajistit jedince kančíků příčnopruhých z různých lokalit o podobných klimatických podmínkách a provést rozbor jejich zažívacího traktu (Montaña & Winemiller 2013).

Analyzován byl žaludek a přední část střeva pomocí mikroskopu. V zažívacím traktu ryb byly identifikovány rozmanité druhy organismů: měchovci (*bryozoa*), mikrofauna (roztoci, červy), měkkýši (hlemýždi i mlži), mikrokorišši, krevety, raci. Dále mnoho druhů vodních larev hmyzu: larvy rodu: *Odonata*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Ephemeroptera*, *Collembola*, *Lepidoptera*. Také suchozemský hmyz: *Orthoptera*, *Hymenoptera* a jiné druhy suchozemského hmyzu v malém množství. Kančici běžně přijímají různé druhy ryb (dle velikosti). Jako součást potravy byly dále identifikovány řasy a písek (Montaña & Winemiller 2013).

3.2.2.2 Přirozená – živá potrava v chovu

Živá krmiva je možné získat sběrem v přírodě, domácím chovem, a také jsou dostupná ve specializovaných prodejnách.

Na rozdíl od granulovaných krmiv je u krmných organismů potřeba věnovat větší pozornost skladování. Toto krmivo lze uchovat zmražené a v případě krmení živými organismy se dá uchovávat v chladu ve speciálním roztoku několik dní. Některé druhy se dají chovat i v domácích podmínkách. V případě chovu krmných organismů je nutné zajistit potřebné podmínky (zejména vlhkost a přísun vhodné potravy).

Roupice bílá – *Enchytraeus albidus* (Henle 1837)

Dosahují délky okolo 2,5 cm. Při podmínkách v kultuře mohou této délky dorůst již za dva měsíce. Lze je chovat ve vrstvě vlhkého substrátu. Experimentálně bylo zjištěno,

že ideální teplota pro optimální růst a reprodukci se pohybuje v rozmezí 15-21 °C. Dále pak, že při teplotách více než 30 °C, nebo méně než 0 °C umírají (Memis et al. 2004).

Jedná se o hermafroditické kroužkovce. Přestože tvoří oba druhy pohlavních buněk je k rozmnožení potřeba páření s dalším jedincem, protože se vajíčka a spermie tvoří v různých časech. Během kopulace jsou oplozená vajíčka ukládána do průhledných kokonů, ze kterých se po dvanácti dnech líhnou mladé roupice. Množství vajíček v kokonu je variabilní dle věku, nejvyšší zjištěný počet je 35 (Memis et al. 2004).

Grindal – *Enchytraeus buchholzi* (Vejdovský, 1879)

Akvaristy oblíbené krmivo, zejména pro jeho snadný a nenáročný chov. Jde o menší druh roupice se snazším chovem. Postačí pro něj malá krabička se substrátem – lignocellem, nebo molitanem, který musí být vlhký. Jako krmení lze použít rozmočené mleté ovesné vločky, nebo piškoty.

Koretra – *Chaoborus flavicans* (Meigen, 1830)

Jsou to transparentní larvy s dobře viditelnými orgány. Vyskytují se především ve stojatých čistých vodách s minimálním výskytem ryb a migrují mezi vodou a sedimentem. Živí se dravě, loví další zooplankton (Xie et al. 1998).

Háďátko živorodé – *Panagrellus redivivus* (Linnaeus, 1767)

Akvaristé jej znají pod názvem mikry. Jedná se o gonochoristické červy a potomstvo se líhne již v děloze, proto druhový název živorodé (Hechler, 1970). Výživová hodnota: tuky 25 %, bílkoviny 51 %, do výživy háďátek těchto nutričních parametrů byl ale přidáván slunečnicový a rybí olej (Schlechtriem et al. 2004).

Žábronožka solná – *Artemia salina* (Linnaeus, 1758).

Jedná se o korýše s výbornou výživovou hodnotou – tuky 17 %, bílkoviny 66 % (Schlechtriem et al., 2004). Korýši kumulují karotenoidy, které přispívají k dobré kondici, vybarvení a růstu rybek (Gupta et al. 2007). Vedle dobrých výživových vlastností je výhodou možnost skladování vajíček a vlastního líhnutí podle potřeby krmiva.

Nitěnka obecná – *Tubifex tubifex* (Müller, 1774)

Vyskytuje se v bahně vodních ploch, může přežít i v akváriu. Spolu s patentkami – larvy pakomára kouřového – *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), nebo také červenými komářími larvami a koretami – bílými komářími larvami, patří k hojně využívaným akvaristickým krmivům, dobře dostupným i ve specializovaných prodejnách. Výhodou těchto krmiv je poměrně dlouhá doba přežití před zkrmením.

Hrotnatka velká – *Daphnia magna* (Latreille, 1829)

Zajímavá je strategie rozmnožování tohoto korýše. Jednotlivé generace střídají období sexuálního a asexuálního rozmnožování a produkují dva typy vajíček. Jeden typ je schopen před vylíhnutím přežít nepříznivé podmínky. Což je velmi výhodné pro

zachování populace. Vliv na jejich rozmnožování má aktuální stav prostředí – teplota, fotoperioda (Kleiven, Larsson & Hobæk 1992).

Dalšími využívanými organismy pro krmení akvarijních živočichů jsou například vířníci, háďátka octové, chvostoskoci, černé komáří larvy. Dobrý způsob, jak zpestřit a obohatit akvarijním živočichům krmivo je sběr drobných organismů z volné přírody, například z nádob na dešťovou vodu, potoků, smýkáný hmyz, či žížaly.

3.2.2.3 Preference živých krmiv

Přirozená živá krmiva představují v chovu okrasných rybek nejlepší zdroj živin. Chovanci na těchto krmivech vykazují vyšší míru přežití, lepší růst a větší odolnost vůči stresovým faktorům. Ačkoliv komerční granulovaná krmiva splňují nutriční požadavky, v živých krmných organismech jsou obsaženy všechny potřebné živiny v přirozené podobě a vzhled a možná i aktivní pohyb podněcují ryby k jejich příjmu. Živá krmiva by tedy mohla mít pozitivní dopady na chov a zdraví ryb (Davis & Raja 2019).

Pro sledování preferencí přirozených krmiv u ryb byly ke krmení zvoleny larvy komárů, žížaly a patentky. Pozorována byla preference krmiv především podle barvy a vůně. Sledovaní jedinci vykazovali afinitu k červené barvě patentek, žížaly přitahovaly rybky méně. To je připisováno jejich kalné barvě, zápachu, také jejich větší velikosti a především výskytu štětin na jejich těle. Středně atraktivní byly pro rybky komáří larvy, které by mohly být využity jako potrava přímo z přírody. V tom je velká výhoda z hlediska ekologie i ekonomiky. Navíc by jejich sběr napomáhal regulaci komářích populací. Tyto preference byly sledovány na více běžně chovaných druzích akvarijních rybek (Davis & Raja 2019).

3.2.2.4 Rizika živých krmiv

Důležitá je kvalita potravy i v případě zvolení živých krmných organismů. Vzhledem ke znečištění vod domácími i průmyslovými odpadními látkami hrozí kontaminace míst, která slouží ke sběru těchto organismů. Tak bylo provedeno zhodnocení kvality nitěnek, které jsou běžným akvaristickým krmivem. Nítěnky jsou skvělým krmným organismem, navíc mají krátkou generační dobu a jsou schopny přizpůsobit se široké škále biotopů a rozmnožovat se při širokém teplotním rozpětí a to od 0,5 °C až do 30 °C (Singh et al. 2007).

Nevýhodou těchto organismů je vysoká citlivost na těžké kovy, které se kumulují v jejich tkáních. Těžké kovy mají na organismus řadu negativních účinků. Ovlivňují funkci jater a ledvin (které se podílejí na odstraňování odpadních látek z těla). Dále se mohou vázat na buněčné membrány a tím negativně ovlivnit jejich propustnost pro důležité látky jako jsou například enzymy (Singh et al. 2007).

Na různých lokalitách, kde se nitěnky běžně sbírají pro akvaristické účely, byl zjištěn obsah těžkých kovů ve vodě. Z těchto lokalit byly odebrány vzorky nitěnek ke zjištění přítomnosti těžkých kovů v jejich tkáních. Detekované kovy byly kadmium v rozmezí 2,38 - 7,21 mg/kg, železo v koncentraci 671,9 - 5 738 mg/kg, olova bylo zjištěno 14,95 -33,49 mg/kg, zinek se pohyboval v množství 60,20 - 166,60 mg/kg a obsah mědi dosahoval 29,38 - 108,90 mg/kg. Krmení vysoce kontaminovanými nitěnkami může způsobovat fyziologické a metabolické poruchy chovanců. Autory je doporučováno vyhnout se krmení organismy, které pocházejí ze znečištěných lokalit (Singh et al. 2007).

Vedle kumulace běžných těžkých kovů, byla například sledována i možná kumulace nano částic stříbra v organismech, které jsou jako krmivo pro okrasné a produkční chovy ryb využívány. Důvodem ke sledování této problematiky se stalo vzrůstající používání nano částic stříbra ve výrobě. Příkladem je výroba oděvů, kosmetiky, lékařského vybavení, dále balení potravin a prací prostředky. Stříbro patří k nejtoxičtějším sloučeninám pro vodní organismy. Největší vliv byl sledován na řasách, u kterých se snížila schopnost fotosyntézy a produkce chlorofylu. U hrotnatek vystavených koncentraci nano částic stříbra 125 mg/l, došlo po uplynutí jednoho dne k 50 % mortalitě, u zbylých docházelo k hromadění ve štrevech (Yoo-Iam et al. 2014). Mezi projevy toxicity u ryb patří krevní acidóza, která může vést k selhání oběhového systému a následně k smrti. Nano částice stříbra, se mohou akumulovat v žábách, což snižuje schopnost ryb vyrovnat se s nízkými hladinami kyslíku, což následně vede k oxidačnímu stresu. V rané fázi života rybky vystavené působení nano částicím stříbra vykazovaly deformity míchy, srdeční arytmii a nižší procento přežití (Fabrega et al. 2011).

Jinde byla juvenilní stádia ve velko produkčních chovech okrasných rybek hojně krmena kaluženkou malou (*Moina micrura*, Kurz, 1875). Avšak po zjištění, že zdrojové vody jsou kontaminovány zemědělskými hnojivy, byla jako lepší krmivo opět zvolena artémie (Sales & Janssens 2003).

Krmení artémií má velkou výhodu, díky možnosti vlastního líhnutí ve zvoleném prostředí. Jak již bylo zmíněno, korýši mají schopnost kumulovat karotenoidy, které mohou fungovat jako provitaminy, vitaminu A. Během odchovu artémií je tedy možné je obohatit o tyto složky, které by mohly přispět ke zdraví chovaných jedinců. Avšak u vitaminu A je možná hypervitaminóza, z toho důvodu byla testována a stanovována bezpečná hladina obsahu vitaminu A v naupliích artémie (Dedi et al. 1995).

Hypervitaminóza vitaminem A způsobuje u vyvíjejících se mladých rybek kosterní deformace. Cílem bylo zjistit jeho ideální hladinu, aby nenarušoval zdravý růst, ale naopak ho vylepšil. Do živného média pro artémie byl jako zdroj vitaminu A přidán palmitát v různých množstvích, a sice 20, 40, 60, 80 nebo 100 mg na deset litrů. Poté byl zkontrolován obsah vitaminu A v artémiích z jednotlivých skupin. Jeho obsah stoupal se zvyšujícím se přidaným množstvím palmitátu do živného média artémií. Výsledné projevy (abnormalita kostí), byly hodnoceny po třiceti dnech krmení Artémiemi

obohacenými různým množstvím vitamínu A. V případě přídavku 80 a 100 mg palmitátu, se téměř u všech mladých rybek vyskytovaly kosterní abnormality. Tyto abnormality se ale často vyskytovaly i u jedinců krmených artémiemi obohacenými množstvím palmitátu již od 40 mg. Nejméně často se kosterní deformity objevovaly ve skupině s přídavkem 20 mg palmitátu do živného média krmných artémií, tato skupina také vykazovala nejlepší růst, a to jak tělesnou délkou, tak hmotností. Se zvyšujícím se výskytem kosterních abnormalit, klesala tělesná hmotnost a délka sledovaných jedinců. K tomuto testu byl zvolen druh platýse (*Paralichthys olivaceus*, Temminck & Schlegel, 1846), u kterého i přes podávání toxických koncentrací vitamínu A nedocházelo k mortalitě, jinak tomu však bylo u pstruha duhového, projev toxicity vitamínu A zprostředkovaného artémiemi tedy závisí na druhu ryby (Dedi et al. 1995).

3.2.3 Příklady komerčních granulovaných krmiv

Nejčastěji využívanými krmivy se v dnešní době stala granulovaná krmiva. Jejich výhodou je velmi dobrá dostupnost, dlouhá trvanlivost a bezproblémová skladovatelnost. Tato krmiva by měla představovat kompletní krmnou směs, proto jsou zde jako příklady uvedena některá z nich, včetně složení.

Obr. č. 2. Příklady běžně dostupných krmiv. Granule určené pro cichlidy (foto: autorka práce).

Krmivo značky Tetra – Cichlid Sticks určené přímo pro cichlidy. Složení: ryby a vedlejší výrobky z nich, vedlejší produkty rostlinného původu, rostlinné bílkovinné extrakty, kvasnice, obiloviny, oleje a tuky, minerální látky, řasy, cukry (oligofruktóza 1 %). Doplnkové látky: vitamin D₃, mangan, zinek, železo. Analytické složky: hrubý protein 46 %, hrubý tuk 8 %, hrubá vláknina 2 %, obsah vlhkosti 6 %.



Obr. č. 3. Kompletní vločkové krmivo pro ostatní druhy akvarijních rybek (foto: autorka práce).

Krmivo Tetra – Rubin Flakes s bioaktivní formulí pro zdravý růst ryb je kompletním krmivem vhodným pro všechny druhy akvarijních rybek. Složení: ryby a výrobky z ryb, obiloviny, kvasnice, měkkýši a korýši, rostlinné bílkovinné extrakty, oleje a tuky, řasy, cukry (oligofruktóza), minerální látky. Analytické složky: hrubý protein 46 %, hrubý



tuk 11 %, hrubá vláknina 2 %, vlhkost 6 %. Doplnkové látky: vitamin D, mangan, zinek, železo, barviva a konzervanty.

Obr. č. 4. Speciální vločkové krmivo (foto: autorka práce).

Krmivo Tetra Pro Energy jsou speciální vločky. Jedná se o krmivo s šetrným výrobním procesem, který zaručuje zachování vysoké nutriční hodnoty a stabilitu přidávaných vitaminů. Složení: ryby a výrobky z nich, obiloviny, rostlinné bílkovinné extráty, kvasnice, oleje a tuky, měkkýši a korýši, řasy. Analytické složky: hrubý protein 46 %, hrubé oleje a tuky 12 %, hrubá vláknina 2 %, vlhkost 9 %. Doplnkové látky: vitamin A, vitamin D₃, karnitin, sloučeniny manganu, zinku, železa. Barviva a konzervanty.



3.2.4 Komponenty krmiv a kvalita krmiv

Při kompletaci krmiv je důležitá volba komponentů. Dále pak jejich nutriční vlastnosti a možné ovlivnění zdraví chovanců. Zdravotní bezpečnost je důležité sledovat nejen u granulovaných krmiv, ale i u volně sbíraných organismů

3.2.4.1 Rostlinné komponenty krmiv

Možnost nahradit živočišné zdroje bílkovin rostlinnými v rybích krmivech byla sice zkoumána především v produkčních chovech, ale rostlinné bílkoviny jsou používány i v krmivech pro okrasné akvarijní rybky.

Vzhledem k velké produkci ryb bylo třeba nahradit rybí moučku jiným, dostupnějším zdrojem bílkovin. Mezi nově používané komponenty patří kukuřičný šrot, sójový šrot, extrudovaná pšenice, pšeničný škrob a řepkový šrot. Do krmiv s vysokým podílem rostlinné složky a nízkým podílem živočišné složky je ještě často přidáván L-lyzin. Při testování krmiv o různých poměrech těchto složek – od 52% zastoupení rybí moučky až po téměř její kompletní nahrazení zmíněnými rostlinnými komponenty, všechny ryby dosahovaly požadované velikosti. Při analyzování exkrementů byly zjištěny podobné obsahy energie i bílkovin. V případě použití krmiv s různými poměry rostlinných a živočišných zdrojů bílkovin, při analyzování rybích těl nebyl zjištěn rozdíl v zastoupení bílkovin, avšak jeden rozdíl zaznamenán byl. S rostoucím zastoupením rostlinných bílkovin jedinci vykazovali vyšší ukládání tělesného tuku (Kaushik et al. 2004).

Jedním z hlavních rostlinných zdrojů bílkovin v krmivech se stala sója. Díky jejím výhodným vlastnostem je široce využívána v krmivářství i potravinářství. Má vysokou nutriční hodnotu a je snadno dostupná za poměrně nízké náklady. Bylo zjištěno, že sójové proteiny zvyšují trvanlivost krmiva a také zlepšují jeho strukturu díky adhezivním vlastnostem. I u granulovaných krmiv pro ryby byly zjištěny její nutriční a fyzikální (strukturní) výhody (Sørensen et al. 2009). Avšak ve vysokých koncentracích v krmivu má estrogenní účinky projevující se zhoršeným růstem, k čemuž je třeba přihlédnout (Pietsch et al. 2013).

Dalším hojně využívaným komponentem v krmivech nejen pro ryby je kukuřičný gluten. Ten představuje velmi výhodnou náhradu živočišné složky krmiva díky jeho obsahu proteinů, který může být až 60 %. Sledování účinků kukuřičné náhražky bylo provedeno pomocí sestavení krmiv s jejím zakomponováním. Následně byla tato krmiva porovnána s ostatními komerčními krmivy. Z porovnání vyplynulo, že z hlediska růstových účinků mezi nimi není žádný významný rozdíl (Wu et al. 1995).

3.2.4.2 Antinutriční látky v rostlinných krmných komponentech

Rostlinné komponenty krmiv obsahují řadu antinutričních látek. Účinky některých z nich byly sledovány i u ryb. Jednalo se o inhibitory proteáz, fytáty, antigenní sloučeniny a alkaloidy. Tyto látky se běžně vyskytují v komerčních granulovaných krmivech pro ryby. Například sója obsahuje inhibitory proteáz, lektiny, kyselinu fytovou, saponiny, fytoestrogeny, antivitaminy a alergeny. Sójová krmiva obvykle obsahují inhibitory trypsinu, u kterých byla zjištěna mezidruhově rozdílná míra tolerance. Při překročení tolerované hladiny antinutričních látek mohou negativní působit na růst a zdraví (Francis et al. 2001).

Další antinutriční látkou je kyselina fytová, která tvoří minerální ionty. Tyto minerály se tím stávají organismu nedostupné. Dále tvoří komplexy fytát-protein, čímž snižují dostupnost proteinů. To má negativní dopady na růst. Během sledování účinků antinutričních látek byla kyselina fytová v komplexu s proteiny zjištěna jako hlavním důvodem pro vznik růstové deprese a dalších zdravotních komplikací. Jedinci krmení stravou s vyššími dávkami fytátů vykazovali abnormality na štítné žláze, ledvinách a zažívacím traktu. Po přidání vápníku a hořčiku se účinky kyseliny fytové ještě zhoršily. Neutralizovat ji však lze přidáním enzymu fytázy, který je produkován kvasinkami a bakteriemi mléčného kvašení (Francis et al. 2001).

Mezi hlavní antinutriční látky jsou řazeny glukosinoláty, které mají u živočichů řadu projevů. U ryb byly sledovány především změny na štítné žláze a její zvýšená činnost. Ve stravě obsažené saponiny nebyly zjištěny jako nebezpečné, ale rozpuštěné ve vodě jsou silně toxické, protože narušují epitel žaber. V rostlinných krmivech se dále nachází taniny, které mohou snižovat stravitelnost proteinů, minerálů a vitamínu B. Lektiny jsou málo toxické, ale mohou narušit metabolismus tenkého střeva. Řešenými látkami jsou

také fytoestrogeny, při jejich nadměře u ryb negativně ovlivňují játra. Důležité je ještě zmínit gossypol, který způsobuje růstovou depresi a abnormality na orgánech (Francis et al. 2001).

Vzhledem k možnosti kontaminace mykotoxiny a obsahu antinutričních látek je důležité, aby výrobci uváděli ve složení i procentuální zastoupení jednotlivých komponentů, což většina z nich odmítá (Pietsch et al. 2013).

3.2.4.3 Další rostlinné komponenty

V rámci úspory krmiv a potravin, byly snahy o kompletaci krmiv pro ryby s použitím různého množství odpadních částí z rostlinné výroby. Konkrétně byla snaha zakomponovat do krmiva slupky ze sladkých brambor. Slupky ze sladkých brambor byly zvoleny a zkoušeny z důvodu nejmenšího zjištěného obsahu již zmíněných antinutričních látek. Krmivy s různým obsahem slupek z batátů byly krmeny cichlidy, aby mohl být zhodnocen jejich účinek na růst a stravitelnost (Omoreige et al. 2009).

Batátové slupky byly nejprve usušeny a rozemlety na prášek. Dále proběhla kompletace krmiv s jejich různým obsahem. Použité zastoupení slupek bylo v množství 0 % pro kontrolní skupinu a dále v množství 5 %, 10 %, 15 %, 20 % a 25 % pro sledování vlivu různého zastoupení této potenciální složky. U všech vyrobených krmiv byl dodržován obsah bílkovin zhruba 31 %. Ke zjištění stravitelnosti krmiva, byly dvakrát denně odebírány výkaly, které byly následně upraveny k dalším analýzám sušením. Zhodnocení růstových účinků probíhalo pravidelným vážením, každé skupiny ryb (Omoreige et al. 2009).

Výsledné vážení dokázalo, že nejlepších hmotnostních přírůstků dosahovali jedinci z kontrolní skupiny. Šlo o jedince krmené potravou z rybí moučky a bez obsahu mouky z batátových slupek. Zároveň nejhorší váhové přírůstky vykazovaly rybky na krmivu s obsahem 25 % moučky z batátových slupek. Během zjišťování stravitelnosti nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými krmivy. Přesto kontrolní krmivo vykazovalo nejlepší stravitelnost a krmivo s 25 % zastoupením moučky z batátových slupek nejhorší. Naposledy byla analyzována rybí těla, u kterých byl zjištěn nedostatek bílkovin a nadměrné ukládání tuku u jedinců ze skupin na krmivu s obsahem 20 a 25 % batátových slupek (Omoreige et al. 2009).

Ze studie plyne, že živočišná složka v krmivech pro ryby, může být částečně nahrazena rostlinnými komponenty, aniž by měly negativní vliv na zdraví. Je však pravděpodobná možnost nižších hmotnostních přírůstků. Doporučená hranice pro nahrazení živočišné složky rostlinnou je 15 % (Omoreige et al. 2009).

3.2.4.4 Výskyt mykotoxinů v komerčních krmivech

Mykotoxiny jsou sekundární metabolity plísní, které se dobře vyvíjejí v aerobním prostředí s dostatečnou vlhkostí. Výborným substrátem pro jejich vývoj je škrob obilných zrn. Plísně jsou všudypřítomné organismy. Pro zabránění jejich napadení zemědělských plodin je potřeba dodržovat správné postupy při sklizni a skladování, zásadní vliv má udržování nízké vlhkosti (Manning 2001).

Mykotoxiny jsou kontrolovány zejména u potravin pro lidskou spotřebu. U savců se v případech kontaminace potravy těmito mykotoxiny projeví negativní zdravotní účinky, ale u ryb jejich projevy nejsou příliš objasněny. Zatím pozorované projevy jsou změny ve střevním traktu, zhoršená plodnost a zhoršený vývoj mláďat. V poslední době je kontaminace častější než dříve. Což pravděpodobně souvisí se vzrůstajícím začleňováním rostlinných složek do krmiv. Méně kontaminovanou plodinou je sója (Pietsch et al. 2013). Rozbory proběhly hlavně u krmiv pro užitkové ryby. Zjištění o nich mají jistě význam i pro okrasné, akvarijní rybky, vzhledem k používání obdobných krmných komponentů, které jsou náchylné ke kontaminaci plísněmi (Pietsch et al. 2013).

Krmiva pro ryby tedy mohou obsahovat mykotoxiny. Jedná se o zearalenon a deoxynivalenol (sekundární metabolity plísní rodu *Fusarium*), které se běžně vyskytují v obilovinách. Ty se nyní začaly častěji používat jako komponenty krmiv pro ryby. Krmiva obsahují různé zastoupení těchto komponentů, u býložravých ryb je to až 70 % a u cichlid, které jsou spíše masožravé je to kolem 15 %. Při testování komerčních granulovaných krmiv pro ryby. 80 % vzorků obsahovalo stopy deoxynivalenolu, které ale nepřesahovaly limitní hodnoty, podobně je tomu i u zearealenonu (Pietsch et al. 2013). Tyto látky mají estrogení účinky, které negativně ovlivňují růst, ale také rozmnožování. Negativní projevy na reprodukci a vývoj potěru byly sledovány na akvarijních rybkách *Danio rerio* (Hamilton, 1822) v laboratorních podmínkách (Pietsch et al. 2013). Dalším běžným druhem plísně jsou plísně rodu *Aspergillus*, které produkují aflatoxiny. Aflatoxin B1 patří mezi nejtoxičtější, působí jako silný jaterní karcinogen (Manning 2001).

Metabolity toxigenních plísní působí negativně na zdraví lidí a zvířat včetně ryb. Jejich negativní účinky byly testovány na produkčních druzích ryb. Nejtoxičtějším mykotoxinem je aflatoxin B1. U ryb byl testován jeho účinek po zaznamenání negativních zdravotních projevů ryb krmených krmivem kontaminovaným tímto toxinem. Zjištěným zdravotním problémem byly hepatocelulární karcinomy (nádory na játrech). Testování probíhalo u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) podáváním krmiva kontaminovaného aflatoxinem B1. Po osmi měsících byly nádory na játrech nalezeny u 58 % jedinců, po dvanácti měsících bylo už nemocných ryb 83 %. Dalšími příklady negativně působících mykotoxinů jsou ochratoxin, který má negativní vliv na funkci ledvin, fumonisin působí hepatotoxicky (Manning 2001).

3.2.5 Potřeba živin

Přestože je chov akvarijních rybek velmi populární a rozšířený, nejen díky dostupnosti technického vybavení, ale i samotných rybek mnoha druhů, jsou výživové nároky u mnoha chovanců na rozdíl od ostatních domácích zvířat známy poměrně okrajově. Potřeba krmiva byla odhadnuta pro malé druhy rybek, jako je například tetra neonová (*Paracheirodon innesi*, Myers, 1936) vážící přibližně 0,2 g na 4 mg, pro střední druhy okrasných rybek o přibližné váze 5 g na 45 mg na den (Earle 1995). Akvaristika má dlouholetou tradici, přesto je pozornost kompilaci specializovaných akvaristických krmiv věnována až v posledních letech. Při navrhování těchto krmiv byly využity především poznatky z výživy ryb v akvakulturách, avšak u okrasných rybek je kladen důraz spíše na požadavek dobrého prospívání chovanců, nad rychlost růstu. A navíc vzhledem k široké druhové rozmanitosti akvaristických rybek je třeba věnovat pozornost odlišným nárokům na energii a další živiny. Například pro již zmíněnou tetru neonovou jsou denní energetické nároky 0,068 kJ na rozdíl od čichavce drobnušupinného (*Trichopodus microlepis*, Günther, 1861), který má denní potřebu energie 0,51 kJ (Sales & Janssens 2003).

3.2.5.1 Bílkoviny

Jedná se o komplexní molekuly tvořené různými aminokyselinami, jsou to důležité složky podstatných tělních struktur a zajišťují fungování všech živých organismů (Sales & Janssens 2003).

U bílkovin je velmi důležitá jejich dobrá stravitelnost vzhledem k tomu, že akvárium je značně omezený prostor a odpadní látky z metabolismu proteinů přímo znečišťují životní prostředí chovanců. Odpadní amoniak je pro ryby toxický. Nitrifikační bakterie ho metabolizují na dusitan (NO_2), který je také toxický, a to už při koncentraci 1 ppm (0,0001%). Dusitan je potom metabolizován dalšími bakteriemi na dusičnan (NO_3), který je již méně toxický. K negativním účinkům dochází při koncentracích 100 ppm (0,01%). Odbourávat dusičnany pomáhají částečně řasy (Earle 1995). Podstatné tedy je každému chovanci dodat dostatek proteinů využitelných s nejvyšší účinností a zabránit tak jejich přebytečnému uvolňování do vody, které by mohlo vést ke zhoršení životních podmínek. K tomu může dojít v případě překrmování (Sales & Janssens 2003).

Při laboratorním zjišťování potřeby bílkovin, bylo zjištěno jako vyhovující zastoupení bílkovin v krmivu 30 % pro všežravé rybky a 50 % pro masožravé druhy. V případě cichlid, byla zjištěná potřeba proteinů v krmivu okolo 41 %. Proteinové požadavky juvenilních stádií odpovídají druhové příslušnosti jedinců (Sales & Janssens 2003).

3.2.5.2 Tuky

Ryby jsou živočichové s nízkou potřebou energie, proto je doporučováno, aby se podíl tuků v krmivu pohyboval do 15 %. Nízký obsah tuků v potravě předchází jejich nadměrnému ukládání ve tkáních. Na druhou stranu jsou nezbytnou součástí potravy pro jejich funkci nosičů důležitých látek, například lipofilních vitaminů. Z hlediska výživy jsou nejlepšími tuky kyselina linolenová a kyselina linolová. Ryby obecně vyžadují mastné kyseliny o delším řetězci a vyšším stupněm nasycení. Je to z důvodu jejich nižší tělesné teploty a takovéto kyseliny mají nižší stupeň tání. Při nedostatku esenciálních mastných kyselin v krmivu byla sledována vyšší úmrtnost, degradace ploutví a porucha nervového řízení svalstva (Earle 1995). Sales & Janssens (2003) uvádějí jako ideální zastoupení tuků v krmné dávce kolem 6 %.

3.2.5.3 Sacharidy

Na sacharidy nejsou u ryb zjištěny konkrétní požadavky. U ryb živících se rostlinnou stravou došlo k adaptaci na tento druh potravy (prodloužení střeva, mikrobiální trávení). Trávení sacharidů se u ryb velmi liší, někdy i v rámci jednoho druhu (Earle 1995). Sacharidové komponenty však představují levnější zdroje energie v krmivu. Krmiva s využitím sacharidových komponentů jsou stravitelnější pro rybky, které žijí v teplejších vodách (Sales & Janssens 2003).

3.2.6 Karotenoidy ve výživě cichlid

Ryby nejsou schopny si samy syntetizovat karotenoidy, a proto je musejí přijímat v potravě. Jedná se o přírodní látky nacházející se v rostlinách, které mají důležitou roli při fotosyntéze. Ve výživě ryb mají důležitou funkci, vedle vlivu na míru zbarvení fungují jako provitaminy A, antioxidanty, imunoregulátory, ovlivňují reprodukci. Ryby s vysokým podílem karotenoidů v potravě jsou odolnější vůči bakteriálním a houbovým chorobám (Gupta et al. 2007).

Rostlinným zdrojem karotenoidů může být kukuřice, afrikán, červená paprika, chlorela a další řasy. Například sladkovodní řasa *Haematococcus pluvialis* je hojně využívána v akvakultuře, kvůli rychlému růstu a vysokému obsahu astaxanthinu. Což je červený karotenoid, který je primárně zodpovědný za pestrou pigmentaci okrasných, exotických, akvarijních rybek i jiných organismů. Dobrým zdrojem karotenoidů jsou i živočichové, kteří je ve svém těle kumulují. Mezi takové živočichy patří zejména korýši. Například u raků krmených chlorelou bylo zjištěné množství 4000 mg/kg, u krabů krmených květy afrikanů dokonce 7000 mg/kg (Gupta et al. 2007).

Na cichlidě druhu *Microgeophagus ramirezi* (Myers & Harry, 1948) byla testována schopnost kumulace karotenoidů z potravy. Vybráni byli rostoucí jedinci a nejlépe byly karotenoidy asimilovány až ve fázi dospívání. Do potravy byla jako přídavek karotenoidů použita paprika. Ve skupině dostávající vysoký příděl karotenoidů – 240 mg/kg byla

zjištěna kumulace průměrně 59,34 µg/g a rybky vykazovaly lepší vybarvení, na rozdíl od kontrolní skupiny bez jejich přídatku v potravě, u které bylo zjištěné množství karotenoidů 29,18 µg/g (Harpaz & Padowicz 2007).

3.2.6.1 Karotenoidy ve výživě samic

Touto problematikou se zabýval experiment, provedený za účelem zjištění vlivu přídatku karotenoidů do krmiva na míru pigmentace samic kančičků příčnopruhých. Pozorování bylo zaměřeno na postranní žlutooranžové zbarvení, kterým se samice liší od samců a na ukládání karotenoidů ve vaječnicích (Brown et al. 2013).

Pozorování probíhalo dvanáct týdnů. Tato doba byla určena jako dostatečující pro projevení vlivu přídatku karotenoidů do stravy. Pro tento konkrétní pokus byl použit karotenoid z měsíčku lékařského, lutein, zeaxanthin a β-karoten. Rybky byly rozděleny do tří skupin s rozdílnou dietou – kontrolní (bez přídatku karotenoidů), skupina s průměrným obsahem karotenoidů a s vysokým obsahem karotenoidů (Brown et al. 2013).

Po celý průběh pokusu byly pozorovány změny frontálního zbarvení spektrofotometrem. Po dvanácti týdnech byly jedinci usmrčeni a proběhla analýza vaječniců. Dále byly extrahovány karotenoidy z frontálních barevných skvrn ke zjištění jejich množství (Brown et al. 2013).

Během spektrofotometrického měření bylo sledováno fialovo-oranžové a zeleno-oranžové spektrum. Odrazivost paprsků byla vyšší u obou skupin s přidanými karotenoidy do krmiva oproti skupině kontrolní. U obou skupin bylo také vyšší množství karotenoidů v tkáních, ale množství barviva v kůži a v tkáních spolu nesouviselo. Důležitým zjištěním ale bylo zvýšené množství karotenoidů ve vaječnicích, a to hlavně z důvodu teorie, že vyšší obsah karotenoidů ve vajíčkách zvyšuje fitness potomků. U kontrolní skupiny se vlivem karotenoidové deprivace typické žlutooranžové ventrální skvrny vytratily (Brown et al. 2013).

Na tato zjištění bylo navázáno pozorováním potomků samic krmených výživou bez karotenoidů či s jejich obsahem. U potomstva po čtrnáctém dni věku začaly být patrné velikostní rozdíly. Větších velikostí dosahovaly mláďata od matek krmených stravou s přídatkem karotenoidů. Provedené pozorování také vyvrátilo teorii, že potrava obohacená o karotenoidy ovlivňuje počet, nebo velikost nakladených jiker (Brown 2014).

3.2.6.2 Karotenoidy ve výživě samců

Pro zjištění důležitosti karotenoidů v potravě samců byl jako demonstrační druh zvolen kančík červenohrdlý (*Cichlasoma meeki*, Brind 1918). Tato rybka byla vybrána

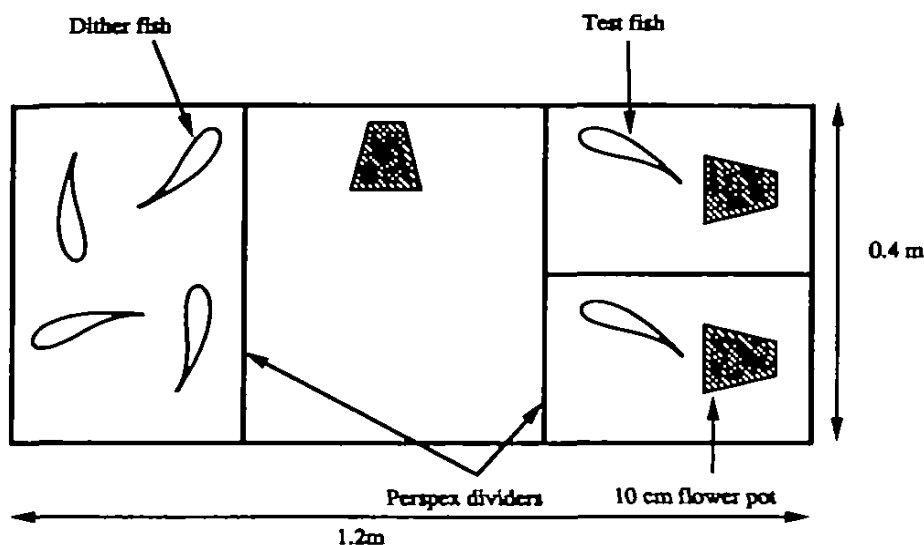
z důvodu výrazného červeného zbarvení v hrdelní až břišní partii těla (Evans & Norris 1996).

Pro samce cichlid je velmi důležitá schopnost uhájít teritorium a s tím spojené zajištění dostatku potravy. V neposlední řadě je klíčový výběr partnera. Tato skutečnost velmi souvisí s konkurenční schopností vůči ostatním samcům, což by mohlo být významně ovlivněno přidáním karotenoidů do potravy. Proto byl navržen experiment, který se tuto domněnku snažil potvrdit (Evans & Norris 1996).

Samci byli rozděleni do dvou sledovaných skupin. Do skupiny s vysokým obsahem karotenoidů a do skupiny s nízkým obsahem karotenoidů v krmivu. Těmito krmivy byly rybky pravidelně dvakrát denně krmeny po dobu tří měsíců. Následně bylo testováno jejich chování v pokusné nádrži (Evans & Norris 1996).

Obr. č. 5. Pozorovací nádrž (Evans & Norris 1996).

Nádrž byla rozdělena na čtyři oddíly. Oddíl nalevo, kam byly umístěny čtyři samci kvůli rozptýlení příliš agresivního chování a od něho oddělené dva oddíly napravo, které byly určeny jako pokusné. Ve dvou pokusných oddílech byli samci umístěni po jednom, aby nedošlo ke zraněním a bylo u nich sledováno teritoriální chování.



Testování jedinci museli splnit určitá kritéria pro zařazení do tohoto pozorování. Podstatná byla stejná velikost a rozdílná dieta. K předejití ovlivnění osvětlením bylo během testování použito více druhů osvětlení: bílé a zelené. Jako ideální pozorovací doba byla stanovena jedna hodina. Po ukončení sledování byl vyhodnocen a porovnán počet interakcí. Jako interakce bylo hodnoceno několik typů chování. Někteří jedinci vyráželi vpřed, nebo se snažili o kousnutí. Další interakce bylo nafukování žaber, a jako vítězství experiment uvádí zahrnutí protivníka do úkrytu (Evans & Norris 1996).

Při vyhodnocení experimentu ve schopnosti uhájít teritorium autoři zaznamenali převahu samců s vysokokarotenoidovou dietou. Pod bílým světlem, které zvýrazňovalo

rozdíly v pigmentaci, byla převaha ještě větší. Závěrem experimentu je, že kromě velikosti samce jsou k uhájení teritoria důležité i další aspekty, v tomto případě pigmentace (Evans & Norris 1996).

Živočichové získávají karotenoidy z potravy, jejich využití je ovlivněno zdravotním stavem a schopností jedince je zpracovat. Negativně metabolismus karotenoidů ovlivňuje například napadení parazity (Evans & Norris 1996).

3.2.7 Minerální látky a vitaminy ve výživě ryb

Vitaminy a minerální látky jsou součástí výživy. Jsou přirozeně obsaženy v potravě a přidávány do krmiv. V organismu mají své funkce k zajištění jeho správného fungování. Nedostatek, nebo naopak nadbytek, může způsobovat zdravotní problémy.

3.2.7.1 Vitaminy

Jsou organické látky, potřebné pro správné fungování organismu. Některé si živočichové neumí sami syntetizovat, proto je nutné, aby je přijímali v potravě (Sales & Janssens 2003). U okrasných rybek nebyla potřeba vitaminů kvantifikována, proto se vychází z předpokladu, že se podobá potřebě ryb v akvakulturách. V akváriu jedinci nemají přístup k jiné potravě, než je podávané krmivo, proto je důležité, aby vitaminy byly součástí krmné dávky. V případě zvolení komerční stravy je důležitou informací vysoká ztráta vodorozpustných vitaminů při kontaktu s vodou (Earle 1995).

Vitamin A spolu s jeho karotenoidovými provitaminovými formami má důležitou funkci v reprodukci a během embryonálního vývoje, také je nezbytný pro růst. Ryby nejsou schopny si ho samy syntetizovat, proto ho musejí přijímat v potravě. Ve vysokých koncentracích ale naopak působí toxicky. Hypervitaminoza vitaminem A může způsobovat růstovou depresi, vyšší úmrtnost, abnormality na ploutvích, blednutí jater. Za první projevy hypervitaminozy lze považovat kožní léze (Palace & Werner 2006).

Nejčastějším zdrojem karotenoidů v komerčních akvaristických krmivech jsou řasy. Na cichlidách byl pozorován účinek krmení řasou spirulinou. Krmivo obsahovalo různé množství spiruliny od kontrolního bez jejího přídavku až po její 10% náhradu rybí moučky. Sledované parametry byly rychlost růstu, reprodukční specifika a vliv na zbarvení. Zjištěno bylo, že jedinci na krmivu s přidanou spirulinou rostli lépe než jedinci na kontrolním krmivu bez obsahu spiruliny. Dále u krmiva s nahrazením 10 % rybí moučky spirulinou byl zaznamenán vyšší příjem krmiva. Velmi zajímavý byl účinek na reprodukci, cichlidy na všech krmivech s přidanou spirulinou produkovaly více jiker než cichlidy krmené krmivem bez jejího přídavku. Ukázalo se, že nejvyšších počtů jiker dosahovala skupina krmená potravou s 2,5 % nahrazením rybí moučky spirulinou. Jedinci krmení potravou s přídavkem spiruliny také vykazovali vyšší míru pigmentace (Güroy et al. 2012).

Vitamin E je hodnocen jako nezbytný ve výživě ryb. Funguje jako antioxidant a chrání buňky membrán. Tato funkce je důležitá v období tření, kdy je transportován do gonád. V případě jeho deficitu byla zjištěna buď reprodukční neschopnost, nebo abnormality na jikrách. Na rozdíl od vitamínu A u vitamínu E nebyly zatím zjištěny negativní projevy při vysokých koncentracích (Palace & Werner 2006). Jako antioxidant spolu s vitamínem E pravděpodobně synergicky účinkuje vitamin C. Zajímavou studií, bylo zkoumání vlivu kontaminace vody na potřebu vitamínu E (Hilton 1989). V poslední době čelí povrchové vody poměrně značnému znečištění. Jedná se o znečištění kontaminanty především z průmyslové a zemědělské činnosti různými chemickými látkami. Ryby mohou některé škodlivé látky ukládat do své tukové tkáně a některé kontaminanty se mohou vázat na proteiny. Obzvláště velký problém byl zjištěn ve vodách v blízkosti zemědělských ploch, v kterých bylo odhaleno velké množství fungicidů. Jedná se především o hojně používané oxychloridy mědi. Toxické prostředí může mít za následek úhyny, nebo oslabení organismů a jejich následnou náchylnost k sekundárním infekcím (Hassaan et al. 2014). Vzhledem k tomu byla věnována pozornost možnosti snížení stresu z toxicity prostředí díky přidání vitamínu E do krmiva. Tato domněnka byla experimentálně ověřována vystavením ryb subletálními dávkami oxychloridu mědi. Jedinci následně vykazovali negativní účinky, mezi které patří zvýšená hladina kyseliny močové a kreatinu v séru což poukazuje na poruchy činnosti ledvin. Dále snížení hemoglobinu a poškození jater. Experimentální skupiny ryb vystavené oxychloridu mědi během ověřování dostaly do krmiva navíc vitamin E v dávkách 1 a 2 g/kg krmiva. Konečným zjištěním bylo, že vitamin E opravdu minimalizoval toxické účinky oxychloridu mědi na organismus ryb (Hassaan et al. 2014).

Vitamin D je u živočichů nezbytný z hlediska regulace metabolismu vápníku v organismu. Při nedostatku vitamínu D byla stejně jako u ostatních živočichů i u ryb zjištěna svalová ochablost (Hilton 1989).

Vitamin C – kyselina askorbová je potřeba pro zdravý růst. Experimentálně byl sledován nedostatek vitamínu C již při dávce 25 mg/kg krmiva, a to současně s následujícími projevy: růstová deprese, zdeformované skřele a čelisti, krvácení do očí, krvácení ploutví a lordóza u mladých rostoucích jedinců (Sales & Janssens 2003).

Dalším vitamínem, řešeným ve spojitosti s výživou ryb je vitamin B12. Stejně jako u ostatních zvířat se podílí na krvetvorbě. Jeho deficit se projevuje u ryb stejně jako u ostatních živočichů, a to anemií (Hilton 1989).

3.2.7.2 Minerální látky

Stejně jako ostatní živočichové i ryby potřebují minerální látky. Všichni živočichové je získávají z potravy, ale vodní živočichové mohou tyto látky získávat také z okolního prostředí – vody, což komplikuje určení jejich potřebného množství v potravě.

Koncentrace minerálních látek v organismu je udržována homeostatickými procesy, což zajišťuje správné fungování metabolismu (Watanabe et al. 1997).

Základními prvky jsou:

Fosfor je u ryb asi nejdůležitějším minerálem. Je nezbytný pro růst, mineralizaci kostí, metabolismus lipidů a sacharidů. U jedinců s nedostatkem fosforu byl pozorován snížený příjem krmiva a poruchy růstu jako je lordóza a skolióza (Sales & Janssens 2003).

Železo, které se aktivně podílí na oxidačních a redukčních procesech a na transportu elektronů během buněčného dýchání. U ryb nejsou známy přesné potřeby minerálů, ale ve srovnání se savci je potřeba železa u ryb mnohem nižší. Do určité míry může být vstřebáváno žábrami, ale hlavním vstupním místem je střevní sliznice. Jeho nedostatek byl sledován u různých druhů ryb a projevoval se zejména anémií, zhoršenou využitelností krmiva. To má většinou za následek nižší přírůstky, u některých druhů byly zaznamenány změny na játrech a zhoršená líhnivost jiker. Chovaným jedincům lze železo kromě podání ve stravě dodávat také do vody, například ve formě síranu železnatého. Krmiva bohatá na železo jsou rybí moučka a z rostlinných krmiv jsou to olejnatá semena a obiloviny (Watanabe et al. 1997).

Měď se podílí na aktivitě řady enzymů, a tudíž na řadě metabolických pochodů. Ve vysokých koncentracích ale způsobuje poškození žaber a nekrózu na játrech a ledvinách, projevuje se pak jako jed. Jedinci s přemírou mědi odmítají potravu, díky čemuž se zhoršuje i jejich růst. Ale takto závažné problémy byly jistěny až při dávkách 730 mg/kg a více. Při snaze o zjištění optimální dávky mědi pro ryby, bylo jako dostačující množství zjištěno 3-5 mg/kg, které je běžně přijímáno v potravě (Watanabe et al. 1997).

Mangan je pro organismus ryb velmi důležitý, zajišťuje správnou funkci mozku a metabolismus lipidů a uhlohydrátů. Dále aktivuje enzymy kinázy, transferázy, hydrolázy a dekarboxylázy. Jeho nedostatek se obvykle projevuje zpomalením růstu a u některých druhů sníženou líhnivostí jiker (Watanabe et al. 1997).

Zinek se účastní metabolických pochodů, je specifickým kofaktorem některých enzymů a součástí enzymů jako například alkalická fosfatáza, alkohol dehydrogenáza a karbonová anhydráza. Jeho nedostatek snižuje stravitelnost bílkovin a uhlohydrátů, proto při nedostatku dochází ke zpomalení až zastavení růstu. Dále se podílí na metabolismu prostaglandinů. Důležitý je jeho podíl na zdravotním stavu kůže a ploutví, které při větším nedostatku zinku atrofují. Ryby jsou schopny přijímat zinek jak z potravy, sliznicí trávicího traktu, tak z vody sliznicí žaber, proti předávkování organismus chrání vylučovací mechanismy. Podstatným poznatkem je, že biologická využitelnost zinku se snižuje při vysokém příjmu kyseliny fytové, vápníku a fosforu (Watanabe et al. 1997).

Kobalt je součástí vitamínu kyanokobalaminu (B12), kvůli čemuž je spojován s asimilací dusíku a syntézou hemoglobinu a svalového proteinu. Váže se na inzulin a podílí se tak na snižování glukózy v plazmě. Organismem vodních živočichů může být přijímán v potravě i z vodního prostředí. Potřebné množství je poměrně malé, proto by mělo být přirozeně splněno krmivem, ale v případě potřeby může být dodán v podobě chloridu kobaltnatého. Sledována byla kobaltová deprivace, která se projevila nedostatečnou syntézou vitamínu B. Použití velmi vysokých koncentrací kobaltu ve výživě, u některých druhů způsobilo krvácivost trávicího traktu (Watanabe et al. 1997).

Selen je nezbytný pro všechna zvířata včetně ryb. Spolu s vitamínem E chrání organismus proti nutriční svalové dystrofii. Sloučeniny selenu mohou chránit organismus před toxicitou těžkých kovů jako je například kadmium a rtuť. Deficit selenu se kromě již zmíněné svalové dystrofie projevuje možnou degenerací myokardu a s tím spojeným krvácením a anemií. Při vysokých dávkách selenu bylo zaznamenáno poškození ledvinových kanálků. Ryby ho kromě stravy dobře vstřebávají také z vody, proto jsou nebezpečné i vysoké koncentrace selenu ve vodě (Watanabe et al. 1997).

Jód se podílí na funkci hormonů štítné žlázy, které regulují neuromuskulární činnost, metabolismus živin a růst. Dobře se vstřebává žábry i sliznicí trávicího traktu. Na obsahu jódu v potravě jsou závislé především sladkovodní druhy ryb (Watanabe et al. 1997).

Chrom byl sledován z hlediska metabolismu živin, a to zejména u glukózy, u které byla zjištěna lepší využitelnost právě ve spojitosti s chromem (Watanabe et al. 1997).

3.2.7.3 Možnosti doplňkových komponentů

Vedle vitamínů a minerálů, které jsou popsány, je možné přidání dalších komponentů do krmiva, které ho vylepšují. Může se jednat o složky běžně známé z lidské stravy jako koření. Jedná se například o česnek pro jeho antibiotické a antibakteriální vlastnosti. Dále pepř, který stimuluje chuť k přijímání potravy, navíc obsahuje vitamíny A, B a C. Prášek z kmínu podporuje sekreci pankreatických enzymů, které jsou velmi důležité při trávení a asimilaci živin (Bhosale et al. 2010).

3.2.8 Možná onemocnění trávicího traktu

Onemocnění trávicího traktu ryb je často parazitálního původu. Takovými parazity jsou například zástupci rodu *Enterogyrus*, kteří parazitují v žaludku cichlid. Například u druhu *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), který je produkčním druhem cichlidy, parazituje *Enterogyrus cichlidarum* (Paperna 1963). U napadených jedinců působí jako stresový faktor, který způsobuje nižší růst a vyšší náchylnost k dalším chorobám. V žaludku způsobuje oděrky, které mohou být vstupní branou pro další patogenní

organismy, které negativně ovlivňují zdraví. Napadené ryby vykazují příznaky jako je vyhublost, zvětšené hlavové partie, reakci sliznice žaludku v podobě zánětů. V případě většího napadení je sliznice bledá až anemická, také byla detekována nekróza žaludečních žláz. Při testování věkové citlivosti k napadení tímto parazitem vyšlo najevo, že zamoření je vyšší u starších jedinců, než u mladých ryb. To je vysvětlováno dvěma způsoby. Buď v sobě ryby s postupem času parazita hromadí, ale to vzhledem k jeho neznámé době života není jisté, navíc jejich zamoření v letních měsících klesá (což naznačuje délku života jeden rok). Tím pádem je pravděpodobnější druhá domněnka, která naznačuje, že starší ryby jsou větší a mají větší tělní povrchy a tím poskytují více prostoru pro rozvoj a usazení parazitů (Elkamel 2012).

Dalším původcem onemocnění cichlid, ale i ostatních druhů akvariálních rybek je *Spironucleus vortens* (Poynton, Fraser, Francis-Floyd, Rutledge, Reed & Nerad, 1995). U ryb získaných od akvaristů byl nalezen především na hlavách a ve střevech. Způsobuje takzvanou děrovou nemoc ryb (známa jako hexamitóza), která se projevuje jasně viditelným poškozením tkáně v hlavové části těla. Ať už byl parazit nalezen ve střevech či na hlavě, napadení bylo vždy spojeno s infekcí jater, sleziny a ledvin (Paull & Matthews 2001).

Za onemocnění trávicího traktu nemusí vždy zodpovídat napadení parazitem. U hybridních cichlid označovaných jako flowerhorn, které jsou chovatelsky velmi atraktivní a byly vyšlechtěny křížením různých druhů cichlid, se často objevuje nádorové onemocnění zažívacího traktu (které bylo detekováno i u jiných druhů ryb). Prvními příznaky jsou nechutenství. V pokročilejších fázích se objevují otoky břicha. Dalšími pozorovanými příznaky nemoci byly hlenovité výkaly. Během pitvy byly nalezeny velké nádory v břišní dutině, další uzlíkovité útvary byly nalezeny na játrech a v žaludku. Útvary tlačily na trávicí trakt a částečně ho ucpávaly (Lin et al. 2008).

3.2.9 Závislost rozmnožování na dostupnosti potravy

Již byla rozebrána skladba potravy, která může být velmi rozmanitá. Vedle složení krmiva je ještě podstatná dostupnost krmiva a jeho dávkování. Vliv přídělů krmiva na schopnost reprodukce byl experimentálně sledován a spolu s tím byla zjišťována i ideální četnost krmení.

Pro experiment provedený Townshend & Wootton (1984) byli zajištěni již dospělí jedinci kančíků příčnopruhých, kteří se v první řadě nechali samovolně spárovat. Každý z patnácti získaných párů byl přesunut do samostatné nádrže a byla mu přidělena jedna ze tří frekvencí krmení (jedna experimentální skupina čítala pět párů ryb). Dávka krmiva pro jeden pár byla 1 g – to měly všechny subjekty společné, rozdíl byl v četnosti krmení. První skupina byla krmena každý den – skupina s častým krmením, druhá skupina třikrát týdně – skupina se středně častým krmením a třetí skupina pouze jednou týdně – skupina s málo častým krmením. Krmivo bylo pro všechny stejné, skládalo se z ryb, krevet a

špenátu. Po každém tření proběhlo zhodnocení váhy samice a kontrola kvality jiker. Po ukončení praktické části experimentu byli pokusní jedinci usmrceni, aby mohla být zhodnocena jejich zdravotní a reprodukční kondice. K tomu byla zapotřebí počáteční a konečná hmotnost ryb a stav jater a gonád.

Prvním sledovaným aspektem byl průměrný počet tření na samici během čtyř měsíců. U skupiny s nízkou dostupností krmiva byl průměrný počet tření 3,8. U skupiny se střední dostupností krmiva 4,6 a u skupiny s každodenním přísunem potravy 6,0. Dále byla hodnocena plodnost, pomocí počtu jiker. Počet jiker souvisel s dávkováním krmiva, jejich počet se pohyboval v rozmezí 133-595 (Townshend & Wootton 1984).

Ze zhodnocení vlivu dostupnosti krmiva na kondici samice v reprodukci vyplynulo, že při vysoké dostupnosti krmiva se hmotnost samic zvyšovala, při střední dostupnosti stagnovala či mírně kolísala a při nízké dostupnosti i mírně klesala (Townshend & Wootton 1984).

Postmortální vyšetření vaječníků ukázalo, že samice s nízkou frekvencí krmení měly malý počet oocytů větších než 0,7 mm s malými žlutkovými granulemi a malý počet oocytů celkově. Samice se střední a vysokou frekvencí krmení měly velký počet vitelogenních oocytů větších než 0,7 mm, což poukazuje na vliv četnosti krmení na počet a rychlost růstu oocytů (Townshend & Wootton 1984). Vitelogeneze oocytů je jednou z fází jejich dozrávání. Během této fáze dochází k jejich hlavnímu růstu, výsledkem jsou stejnoměrně velké oocyty před ovulací. Protein vitelogenin zodpovědný za tento proces vzniká v játrech jako odpověď na hormonální podněty (Tyler et al. 1999).

Vyšetřeny byly i reprodukční orgány samců. Varlata jedinců s nejméně častou frekvencí krmení byla sice menší, ale obsahovala všechna stádia spermatogeneze a jejich semenné laloky byly plné zralých spermií. U samců tedy vliv na míru reprodukčních schopností nebyl prokázán (Townshend & Wootton 1984).

Obr. č. 6. Tabulka hmotností (Townshend & Wootton 1984).

Posledním faktorem bylo vážení. Zváženi byli všichni kančíci zapojení do experimentu. Dále pak jejich játra a reprodukční orgány. Jak je patrné z tabulky, hmotnosti jedinců byly přímo úměrné frekvenci krmení, stejně jako hmotnosti jejich orgánů. První tři řádky jsou údaje pro samice, druhé tři řádky jsou údaje pro samce. První řádek uvádí celkové hmotnosti, druhý řádek představuje hmotnosti gonád a v třetím jsou uvedeny hmotnosti jater. Sloupce představují experimentální skupiny dle četnosti krmení. První sloupec hodnot zahrnuje časté krmení, druhý středně časté krmení a třetí málo časté krmení. Uvedené hodnoty představují průměry hmotností všech jedinců a jejich orgánů v jednotlivých skupinách.

Ration		Adjusted mean weights (g)			P value
		High	Medium	Low	
Female (length = 6.6 cm)	Total	7.10	5.05	3.60	0.0001
	Ovary	0.432	0.245	0.037	0.0001
	Liver	0.220	0.083	0.021	0.001
Male (length = 8.4 cm)	Total	11.80	10.49	10.37	0.057
	Testes	0.174	0.107	0.080	0.28
	Liver	0.426	0.167	0.070	0.12

Tento experiment jednoznačně ukazuje, že dostupnost potravy ovlivňuje velikost a reprodukční schopnosti kančičů příčnopruhých. Dostatek potravy napomáhá dosáhnout vyšších tělesných rozměrů a hmotností a zvyšuje i reprodukční schopnosti (Townshend & Wootton 1984).

3.2.10 Rodičovská péče v souvislosti s potravou

K péči o potomstvo patří u živočichů kromě ochrany i zajištění potravy, i když u ryb je to chování neobvyklé a nebylo mu věnováno příliš pozornosti. Nicméně i u ryb bylo zvláštní chování související s potravním chováním mláďat sledováno. Jednalo se o úderý dospělců prsními ploutvemi do dna, čímž se dno rozvířilo. V rozvířeném dnu pak potomci hledali potravu (Zworykin et al. 2000).

Experiment, který se zabýval tímto chováním, se zaměřil na individuální rozdíly, jeho stabilitu a adaptabilitu. Zajímavější je však vliv na potomstvo v souvislosti s rychlostí růstu a skladbou potravy obsaženou v jeho žaludcích (Zworykin et al. 2000).

Pro experiment byli použiti kančiči příčnopruzí od chovatele. Po samovolném párování dostal každý pár vlastní nádrž s rozpůleným hliněným květináčem coby úkrytem a na dno byl zvolen přírodní štěrk. Krmení byli komerčními granulovanými krmivými a občas hmyzími larvami (Zworykin et al. 2000).

Samotné pozorování zahrnovalo rozbor kvality dna a počet jeho víření rybkami. Rozbor podloží probíhal zvláště pro povrchovou vrstvu a spodní vrstvu substrátu. K druhé části experimentu – analýze trávicího traktu mláďat byli od každého páru odebráni dva potomci ve věku dvacet dní. V tomto věku dosahovali velikosti dostatečné pro vyšetření trávicího traktu. Rodiče v tu dobu zároveň vykazovali pozorované chování – víření dna pomocí úderů prsními ploutvemi. Ve čtyřicátém pátém dni věku potomků, již rodiče dno nevířili. Tehdy znovu proběhlo vyšetření trávicího traktu mladých jedinců, aby mohlo proběhnout porovnání jejich obsahů (Zworykin et al. 2000).

U obou rodičů se počet víření dna zvyšoval s růstem potomků, u samic bylo pozorováno vícekrát než u samců. V rozborech dna, jak ve spodní, tak i v horní vrstvě byly nalezeny larvy různých velikostí, které také byly obsahem žaludků mladých rybek. Vrchní vrstvy substrátu obsahovaly spíše menší larvy a spodní vrstvy naopak větší larvy. Gastrointestinální trakt potomků ve věku dvaceti dnů obsahoval malé i velké larvy. U potomků ve věku čtyřicet pět dní, kdy si již obstarávali potravu samostatně, podíl velkých larev klesl (Zworykin et al. 2000).

Rodiče vířením dna tedy „zdostupňují“ potravu potomkům. Po ukončení rodičovské péče závisí růst, dostupnost a složení potravy na obsahu potravy v horní vrstvě dna (Zworykin et al. 2000).

V souvislosti se zjištěním, že kančici příčnopruzí v rámci rodičovské péče mohou pomáhat potomkům s obstaráním potravy, byla sledována úroveň intenzity rodičovské péče v závislosti na hojnosti potravy. Pozorování proběhlo z důvodu zjištěných rozdílů v rodičovském chování v rozdílných životních podmínkách (Lavery & Kieffer 1994).

Experiment probíhal v akváriích vybavených štěrkem, hliněným květináčem, který sloužil jako úkryt, vzduchovacím zařízením, topným tělesem a osvětlením zářivkami. Dále k němu byly použity rybky kančička příčnopruhého, které byly před pozorováním zváženy a změřeny. Do nádrží byly nejprve vypuštěny samice a po jejich aklimatizaci k nim byli vypuštěni i samci. Před třením byli všichni jedinci krmeni stejně – peletovým krmivem. Po tření proběhlo rozdělení rybek do čtyř skupin, které měly odlišný přísun potravy. Jednalo se o krmení dostatkem potravy a o nedostatek potravy, který představoval přístup pouze k řasám, které osídily nádrže. Pro skupinu krměnou dostatkem potravy byly jako krmivo zvoleny patentky pro rodiče a pro potomky vzhledem k jejich velikosti bylo zvoleno krmení naupliemi artemií. Každá ze čtyř skupin zahrnovala deset párů a každá měla odlišný způsob krmení. V první skupině byl poskytnut dostatek potravy rodičům i potomkům, v druhé skupině měli rodiče dostatek potravy a potomci nedostatek potravy, na rozdíl od třetí skupiny, kde tomu bylo naopak (rodiče nedostatek a potomci dostatek potravy) a ve čtvrté skupině měli nedostatek potravy i rodiče i potomci (Lavery & Kieffer 1994).

Zaznamenaným chováním během pozorování bylo vzdálení se od potomků, hledání potravy vířením dna prsními ploutvemi a prohrabováním tlamou, péče o potomky a čištění odchovného místa. Mezi skupinami nebyl zaznamenán významný rozdíl v počtu odchovaných potomků, což vyvrací možnost vlivu hojnosti potravy na přežití potomstva. Avšak při měření potomků s dostatkem potravy a potomků s nedostatkem potravy byl mezi nimi zaznamenán významný velikostní rozdíl. Mladí jedinci odchováni na dostatku potravy byli větší než ti, kteří nebyli přikrmováni. Další porovnávací měření se soustředilo na velikost potomků, odchovaných rodiči s různou dostupností krmiva, u kterých nebyl potvrzen žádný významný rozdíl. Avšak rodiče s dostatkem potravy přibývali a nepřikrmovaní rodiče během testování zhubli (Lavery & Kieffer 1994).

Pozorovaný rozdíl v chování rodičů, byla nižší frekvence vzdalování se od potomků v případě dostatku potravy. Další rozdíl představoval růst potomků, kdy rychleji rostli ti přikrmovaní, bez ohledu na přikrmování rodičů (Lavery & Kieffer 1994).

3.3 Partnerské chování

Amatitlania nigrofasciata je monogamním druhem. Proces párování, který provázejí typické vzorce chování je velmi důležitý. Při výběru partnera byly zaznamenány klíčové etologické projevy, které mají zásadní význam pro jeho získání. Mezi tyto projevy patří samcovo předvádění ploutví samicím, dále ochrana teritoria a odhánění protivníků. Mezi společné aktivity během vývoje partnerského pouta patří úprava teritoria – tyto rybky si přenášením dna vytvářejí důlky, což jsou pro ně vhodná místa pro odchov potomků.

3.3.1 Výběr partnera

Vzhledem k tomu, že výběr partnera je u kančíků příčnopruhých velmi specifický, byla na toto téma provedena řada experimentálních pozorování. V nich byly popsány rozdíly ve způsobu namlouvání samců a samic a faktory ovlivňující výběr jedince, z nichž byla jako nejvýznamnější zjištěna velikost.

Pro experimenty zabývající se testováním kritérií výběru partnera byly použity rybky z komerčních chovů, laboratorních chovů i z volné přírody. Ve vzorcích partnerského chování, ale nebyly zjištěny rozdíly v závislosti na původu sledovaných jedinců (Gagliardi-Seely et al. 2008).

3.3.2 Namlouvání samců a samic

Santangelo (2004) zkonstruoval pokusnou nádrž, ve které následně pozoroval a stanovoval specifika chování při výběru partnera samicí i samcem. Výsledným zjištěním bylo, že u jednotlivých pohlaví se příliš neliší typ chování, ale jeho intenzita. U samic byl pozorován spíše poklidnější způsob námluv, a to vůči všem samcům, mezi kterými samice volila (potencionálním i u konečného partnera). Oproti tomu u samců byla při volbě partnera pozorována změna intenzity námluv. Především u preferované samice, byla samcova namlouvací aktivita intenzivnější.

3.3.3 Preference při výběru partnera

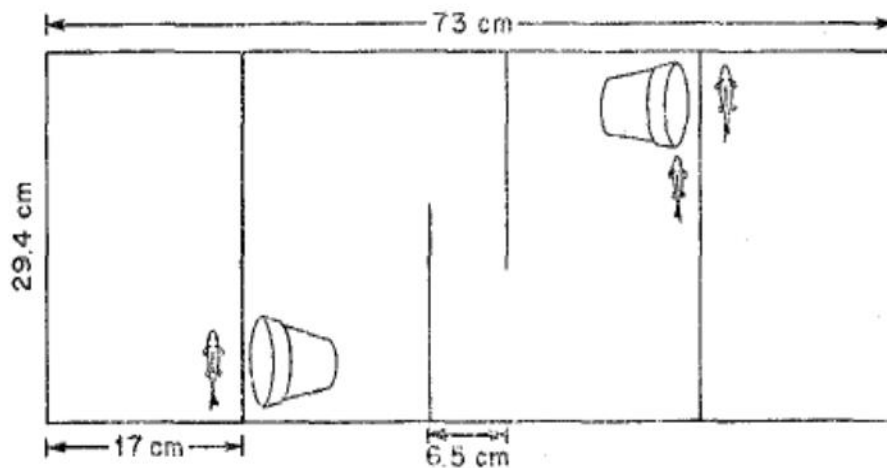
Etologií výběru partnera u monogamních druhů rybek se zabývalo více studií. Jejich cílem bylo určit klíčové faktory, ovlivňující volbu partnera. Zásadní poznatky jsou popsány níže.

3.3.3.1 Preference samic

Zda má při výběru partnera vliv samcova velikost bylo experimentálně pozorováno již v roce 1983. Cílem bylo zjistit, kterého samce budou samice preferovat při možnosti výběru mezi menším či větším potencionálním partnerem (Noonan 1983).

Obr. č. 7. Pozorovací nádrž (Noonan 1983)

Pro toto pozorování byla zkonstruována nádrž, která umožňovala experiment uskutečnit. Jak je znázorněno na obrázku, šlo o jednoduché rozdělení nádrže přepážkami. Postranní oddíly určené samcům byly odděleny průhlednými přepážkami, aby samci byli udrženi v příslušném prostoru a zároveň s nimi mohla samice interagovat. V prostoru uprostřed byla tedy umístěna samice, která volila mezi samci. V tomto prostoru byly dále umístěny dvě neprůhledné přepážky, které se překrývaly, aby zabránily interakcím mezi samci. Zároveň, ale umožňovaly samici mezi nimi proplouvat, aby mohla být v kontaktu s každým ze samců (Noonan 1983).



Velikost samic byla 43-50 mm a velikost samců 48-60 mm. Mezi dvěma samci, ze kterých samice vybírala, byl velikostní rozdíl alespoň 9 mm (takže menší ze samců byl stejně velký jako samice). Za zvoleného partnera byl vyhodnocen ten, na jehož straně se samice zdržovala a jevila zájem o tření. Z dvaceti uskutečněných pozorování si samice zvolily šestnáctkrát většího partnera, proto lze tvrdit, že samcova velikost má při výběru partnera zásadní význam (Noonan 1983).

Experimentem, který uskutečnil Noonan v roce 1983 se inspirovali další autoři. Ve stejné nádrži provedli další pozorování Dechaume-Moncharmont et al. v roce 2011. V tomto pozorování byla ověřována volba samice mezi samci, kteří byli velikostně rozdílní, ale oba větší než samice. Zjišťováno bylo, zda platí, že si samice vybere většího z potencionálních partnerů i v případě, že oba samci budou větší než samice, nebo zda zvolí samce více odpovídajícího její velikosti (Dechaume-Moncharmont et al. 2011).

Jedinci pro toto pozorování byli vybíráni podle velikosti. Samice, které se ho účastnily, měřily průměrně 6,5 cm. Malí samci měřili průměrně 7,8 cm a průměrná velikost velkých samců byla 10,2 cm. Nejmenší samice tedy volila mezi malým a velkým samcem. Celkem proběhlo dvacet dva výběrů, z nichž byl šestnáctkrát vybrán větší samec a šestkrát menší samec. Ve většině případů si tedy samice vybrala velkého samce. Tím bylo potvrzeno, že preferováni jsou velcí samci. Během výběru partnera bylo navíc ještě sledováno, zda samice změní své preference a bude se nakonec třít s jiným samcem, než s kterým tráví většinu času. To bylo zaznamenáno pouze ve dvou případech, což naznačuje, že samice své prvotní preference již nemění (Dechaume-Moncharmont et al. 2011).

Odlíšnou metodikou pro sledování tohoto aspektu bylo vytvoření dvou větších skupin zahrnujících jedince účelně vybraných velikostí. Jedna skupina zahrnovala menší samce s většími samicemi a nebyl v ní pozorován zájem o tření ani o párování. Naopak ve druhé skupině, ve které byli samci větší než samice, snahy o tření probíhaly. Tento pokus je tedy dalším potvrzením domněnky, že samice kančíka příčnopruhého při výběru partnera upřednostní většího jedince (Leese 2012).

Vedle velikosti by mohla mít vliv na párování také samcova dominance. K ověření této domněnky byl proveden experiment, ve kterém si samice vybírala ze samců různých velikostí a opačné dominance (submisivním a dominantním). V případech, kdy měla samice na výběr z různě velkých samců, volila převážně většího samce. Při výběru ze samců o stejné velikosti, z nichž byl jeden dominantní a jeden submisivní, byly šance vyrovnány. Domněnka o vlivu samcovy dominance tedy nebyla potvrzena (Gagliardi-Seely et al. 2008).

Strategií tvorby párů se zabývali také Beeching et al. (2004). Uvádějí, že standartně tvoří pár menší samice a přibližně o 30 % větší samec. Dále naznačují, že při párování kančků příčnopruhých se zřejmě jedná o kompromis mezi samčími a samičími výběrovými kritérii. Jejich pozorování se od ostatních lišilo tím, že samice volily mezi třemi samci a ne dvěma. Volily mezi malým samcem, který odpovídal velikosti samice, středním samcem a velkým samcem. V tomto třívýběrovém experimentu byly výsledky jiné než u ostatních pozorování, které dokázaly, že samice upřednostňují ve většině případů větší samce. Během výběru ze tří samců, samice dávaly přednost střednímu samci.

Ze zmíněných studií vyplývá, že v případě výběru samice mezi dvěma samci, si samice zvolí většího jedince. Ale v případě volby mezi více samci, již preference neodpovídají teorii o výběru největšího možného partnera. Další aspekty, které mají na výběr partnera pravděpodobně vliv jsou zbarvení a chování (Beeching et al. 2004).

3.3.3.2 Preference samců

Stejně jako samičí preference, byla sledována i samcova preference. Ve třech různých pozorováních si samci vybírali z různých velikostních kombinací dvou samic. V prvním pozorování byla jedna samice větší než samec a druhá odpovídala jeho velikosti, ve druhém byly obě samice větší než samec a ve třetím byly obě přibližně stejně velké jako samec. Ukázalo se, že samci příliš nejeví zájem o větší samice a v případě dvou menších samic jsou jeho preference vyrovnány (Bloch 2016).

Testováním samcova výběru se zabývala další studie vycházející z předpokladu, že samec bude upřednostňovat větší samice, ale ne větší, než je on sám. K tomu bylo zvoleno pozorování volby samce mezi třemi různými velikostmi samic – malé, střední a velké. Malé samice byly menší než samci, střední samice se velikostně rovnaly samcům a velké samice, samce velikostně převyšovaly. V tomto experimentu byli všichni pozorovaní jedinci odděleni a samec měl se samicemi pouze vizuální kontakt. Třináct ze sedmnácti samců si v tomto pozorování vybralo samici, která byla větší než oni sami. To bylo určeno podle toho, u které samice trávil nejvíce času. Tento výsledek je poměrně zarážející. Především vzhledem k tomu, že i u párů cichlid pozorovaných v přírodě, byl o něco větší vždy samec. Možné vysvětlení je, že samec sice upřednostňuje větší samici, ale samice odmítá menší samce (Beeching & Hopp 1999).

Samcovy preference při výběru partnerky byly zjišťovány (vedle velikosti) pomocí dalšího parametru. Tím byla šířka těla, která je vhodným parametrem pro určení objemu vaječnicků, což indikuje připravenost samice ke tření. Jako připravené ke tření, byly určeny samice, jejichž šířka břišních partií dosahovala větších hodnot, než byly průměrné hodnoty (Nuttall & Keenleyside 1993).

Samci si vybírali ze dvou samic. Samice byly rozděleny do skupin podle velikosti na malé a velké a dále na připravené, nebo nepřipravené ke tření. Z těchto samic bylo sestaveno deset výběrových dvojic. Samice v první skupině byly obě malé a nepřipravené ke tření, ve druhé skupině byly obě samice malé, ale jedna byla připravena ke tření a druhá ne, ve třetí skupině byly obě samice malé a obě připravené ke tření, ve čtvrté skupině byla jedna samice malá, druhá velká a obě nebyly připravené ke tření, pátá skupina zahrnovala velkou samici připravenou ke tření a malou samici nepřipravenou ke tření, šestá skupina na rozdíl od páté, čítala malou samici připravenou ke tření a velkou samici nepřipravenou ke tření, v sedmé skupině byly samice velikostně odlišné a obě připravené ke tření, v osmé skupině byly obě samice velké a nepřipravené ke tření, v deváté skupině byly dvě velké samice s různou připraveností ke tření a desátá skupina představovala dvě velké samice, obě připravené ke tření (Nuttall & Keenleyside 1993).

Během sledování výběru došlo k zajímavým poznatkům. Při výběru mezi větší a menší samici v případě, že byly obě určené jako připravené k tření, samci volili větší samici. Ale v případě volby mezi samicemi, z nichž jedna byla určena jako připravená

k tření a druhá ne se preference změnila. V takovém případě samci upřednostnili připravenost ke tření před velikostí (Nuttall & Keenleyside 1993).

Oba tyto faktory (jak správné spárování, tak potrava) mají vliv na úspěšnost odchovu potomstva. Další důležité faktory jsou prostředí, ve kterém rybky žijí, nebo jsou chované, jejich velikost a s tím spojená míra konkurence schopnosti a také rychlost růstu potomků (Wisenden 1994).

3.4 Další faktory ovlivňující odchov potomstva

3.4.1 Velikost rodičů

V souvislosti s odchovem potomstva byla věnována pozornost velikosti rodičů. Vzhledem k tomu, že mnoho studií dokázalo, že samice kančíka příčnopruhého upřednostňují za partnera větší samce a během procesu párování věnují společně energii do stavby teritoria. Bylo sledováno, zda má toto chování spojitost s odchovem potomků o které se rodiče starají společně (Robart 2012).

Významným zjištěním byla spojitost mezi samcovou velikostí a počtem odchovaných mláďat, protože odchov mláďat u většiny živočichů závisí na samici. Důvod je přikládán samcovým obranným schopnostem, protože při terénním pozorování bylo kolem teritoria velkých samců zaznamenáno minimum predátorů. Malá samička díky výběru velkého samce sníží energetický výdej vložený do obrany teritoria a potomstva. S tím je také spojena její vyšší partnerská aktivita v případě možnosti získání velkého partnera. Toto chování je u ryb velmi výjimečné (Robart 2012).

3.4.2 Míra predace – stresové faktory

V souvislosti se stresovými faktory, mezi které je v první řadě řazena predace, byly experimentálně zjišťovány rozdíly v chování a v reprodukci kančíka příčnopruhého.

Pro pozorování byli zajištěni jedinci z různých lokalit s různou mírou predace. U jednotlivců byla pozorována reakce na stresové faktory. U ryb z lokalit s vysokou predací bylo zjištěno klidnější méně stresové chování v důsledku zkušenosti. Naopak jedinci z lokalit s nízkou mírou predace vykazovali plachost (Moscicki & Hurd 2015).

Díky studii, zabývající se stresovým chováním u cichlid bylo zjištěno, že reakce na stresové podněty jsou značně ovlivněny zkušeností. To bylo podloženo pozorováním. Plaché rybky byly rozděleny do dvou skupin. Kontrolní skupina byla ponechána v klidu a jedinci v druhé skupině byli po dobu dvou týdnů, dvě minuty denně pronásledováni odlovnou sítkou. Po ukončení pozorování rybky pronásledované sítkou na sítku reagovaly mnohem klidněji než kontrolní skupina. Dalším významným zjištěním bylo, že potomci reagovali na stresové situace po vzoru rodičů. Plaché rybky na jednu stranu

přijímaly méně krmiva, ale na druhou stranu se rychleji rozmnožovaly (Moscicki & Hurd 2015).

4 Metodika vlastního pozorování – ověřovací experiment

V předchozí bakalářské práci byla řešena především problematika etologie kančíka příčnopruhého. V rámci daného tématu byl navržen a realizován experiment, který měl zajistit nové poznatky z oblasti výběru partnera u cichlid.

Pro malý počet dat, byly výsledky statisticky nedostatečné, proto pozorování pokračovalo a zde jsou prezentována doplněná data.

Zároveň byla studie rozšířena o problematiku výživy. Dalším důvodem pro sledování vlivu skladby krmiva byl mimo jiné nynější trend navracení se k přirozeným krmivům a jejich upřednostňování před krmivy granulovanými u ostatních domácích zvířat.

4.1 Použité vybavení

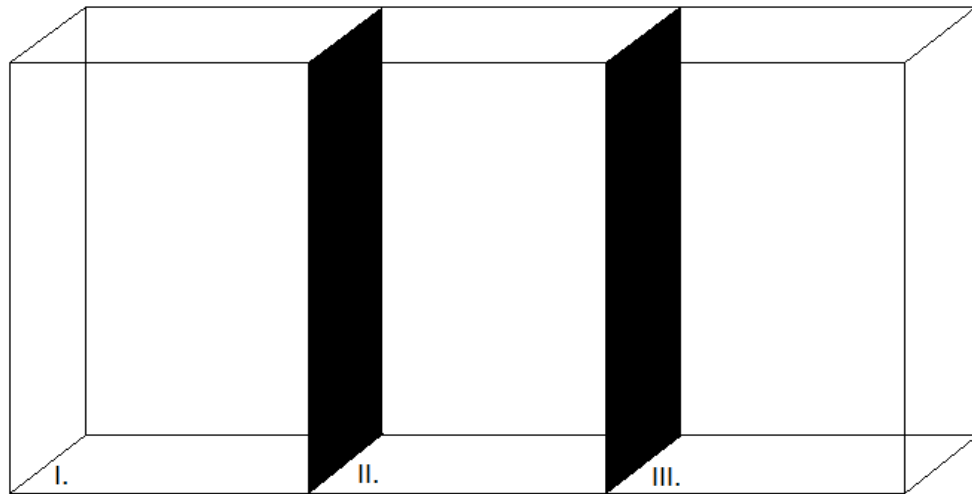
Pro realizaci experimentu bylo třeba zajistit potřebné vybavení. Využit byl již fungující chov, který probíhal ve dvou šedesáti litrových akváriích vybavených filtracemi o vhodném výkonu – filtrace vhodné do nádrží o objemu 50 až 100 litrů. Důležitou součástí pro pozorování bylo velké akvárium o objemu přibližně 200 litrů, které sloužilo k provedení jednotlivých pozorování. Experimentální akvárium bylo vybaveno vnější filtrací značky Fluval o dostatečném výkonu pro tento objem vody. Pro dostatečné provzdušnění a pohyb vody filtraci doplňovalo ještě vzduchovací zařízení značky Sera o výkonu vhodném do nádrží o objemu nad sto litrů s vzduchovací hadičkou, která umožnila rozvod vzduchu po celé délce nádrže. Z důvodu rozšíření pozorování o další aspekt bylo třeba zajistit další čtyři středně velké nádrže a několik plastových boxů jako provizorní nádrže. Do každé z těchto nádrží byla zajištěna filtrace vhodná pro objem 50 litrů. Technickou nutností pro chov v akváriu je osvětlení, které zajišťovaly zářivkové trubice Aqua glo.

Pro dobré prospívání a pohodu rybek, jim bylo v nádržích vytvořeno vhodné prostředí. Dno v experimentální nádrži tvořil jemný písek smíchaný s drobnějším šterkem. Dno nebylo použito v odchovných nádržích, z důvodu lepšího udržování čistoty, což bylo vzhledem k většímu počtu rybek praktické. Jako úkryty, nebo místa k tření byly použité kameny, kusy břidlice a kameninové květináče. Nezbytné byly také prostředky pro manipulaci s rybkami (odlovné sítě), k čištění nádrží (mycí houby a kartáčky k odstranění řas ze skla) a odčerpávání vody (nasávací hadice a kyblíky).

Obr. č. 8. Experimentální nádrž.

Na obrázku je schéma experimentální nádrže. Její délka je 100 cm, šířka 40 cm a výška 50 cm. Na obrázku je zvláště zřetelně rozdělení na tři přibližně stejně velké oddíly, které umožnilo pozorování tří párů zároveň. Přepažení bylo řešeno pomocí na míru uříznutých plexisklových desek přelepených tmavou voděodolnou folií, což zabraňovalo

interakcím mezi sousedními jedinci. Přepážky byly upevněny na místě pomocí polystyrenových podpěr, do kterých bylo možné je zasunout díky vybroušeným žlábkům.



Nezbytnou součástí pozorování byly rybky kančika příčnopruhého. První rybky byly zakoupeny v různých specializovaných prodejnách. Více různých prodejen bylo důležitých pro fenotypovou rozdílnost pozorovaných jedinců. Tyto rybky umožnily vedle získání nových poznatků založení chovu, jehož potomci byli zapojeni do další části experimentu.

4.2 Podrobná metodika

Rybky byly chovány ve vodě o teplotě kolem 24 °C, byly dvakrát denně krmeny a světelný režim byl deset hodin světla.

4.2.1 Část první – sledování preference při výběru partnera

Prvotní záměr experimentu byl etologické pozorování. Podle informací z literatury byly ověřovány preference samic při výběru partnera. K již prostudovaným aspektům (velikost a dominance samce), byl přidán ještě možný vliv výskytu tukového hrbolu na hlavě. Celkem bylo učiněno 60 pozorování. Výsledek byl vyneseno do grafu.

Pro tuto část pozorování byli pečlivě vybíráni především samci. Parametrem pro zařazení do experimentu, byla míra tvorby tukového hrbolu na hlavě. Jednu skupinu tvořili samci s výrazným tukovým hrbolem na hlavě. Druhou skupinu naopak představovali samci s minimálním tukovým hrbolem na hlavě. Samci s průměrným znakem nebyli součástí pozorování. Jako velikost jedince byla zaznamenána délka těla měřena v centimetrech. Nicméně v této části výběru nebyl brán ohled na velikost jedinců.

Obr. č. 9. Foto samců
Amatitlania nigrofasciata
z vlastního chovu

Na obrázku jsou fotky mladých samců z vlastního chovu zařazených do sledování výběru partnera. Jejich velikost je 7,0 a 7,2 cm a věk přibližně pět měsíců. Již u těchto mladých jedinců, kteří ještě nedorostli plné velikosti a budou teprve zařazeni do reprodukce, jsou patrné jasné rozdíly v utváření hlavových partií. U samce na horní fotce je hlava hladká, bez výrazných výstupků. U samce na spodní fotce se již jasně rýsuje tukový hrbol, hlavová partie je u něho výrazně zvednutá (míří strmě vzhůru).



Před samotnými jednotlivými pozorováními proběhl další výběr. Bylo potřeba vybrat dvojici samců s odlišnými znaky a co nejmenším velikostním rozdílem. Noonan (1983) určila, že již 9 mm představuje velikostní rozdíl mezi sledovanými samci kančíků, proto byly za zanedbatelný limitní velikostní rozdíl považovány 4 mm. Minimální rozdíl ve velikosti samců byl požadován z důvodu sledování preferencí jiného znaku (znaku výskytu tukového hrbolu na hlavě), před kterým by ve výběru partnera mohla být upřednostněna velikost.

Jako první byla do experimentální nádrže (její schéma je na obrázku číslo 8) vpuštěna samice, aby se aklimatizovala. S vpuštěním samců bylo vyčkáno do druhého dne. Dvojice samců byla vpuštěna přímo do areálu k samici, proto byli první den pod dohledem, aby se předešlo možným zraněním v případě nepřiměřených, agresivních reakcí.

Rybky spolu byly ponechány ve společné nádrži a během několika dní byl očekáván výběr partnera, po kterém byl zbylý samec odloven. Jako zvolený samec byl vyhodnocen ten, s kterým samice trávila většinu času a s kterým zaháněla zbylého samce.

Pro potvrzení vytvoření partnerského pouta bylo ještě vyčkáno na tření. V bakalářské práci ještě následovalo sledování rodičovské péče a teritoriálního chování, proto u prvních šesti párů bylo vyčkáno i na odchov potomků, kteří byli odloveni do samostatné, odchovné nádrže. U následujících párů bylo pozorování ukončeno hned po tření, aby mohlo proběhnout další pozorování a bylo tak získáno co nejvíce dat.

4.2.2 Část druhá – sledování vlivu výživy na početnost odchovu

Druhá část experimentu byla složitější a náročnější jak metodicky, tak časově. Bylo na ni potřeba více vybavení, prostoru, více generací rybek, a především dostatek různých druhů krmiv.

Jednalo se o pozorování dlouhodobého vlivu výživy. Hlavním předpokladem pro realizaci této části pozorování bylo zajištění rybek a odchov několika generací a dodržování různých druhů krmiv u různých skupin rybek. První rybky byly ze specializovaných obchodů. Z prvních pozorování párování bylo získáno několik odchovů. Tito mladí jedinci byli odděleni do samostatné nádrže, kde zůstali po dobu juvenilního stádia, přesněji do doby, než začal být patrný pohlavní dimorfismus.

Když mladí dosáhli subadultního věku, byly připraveny čtyři nádrže, do kterých byli postupně rozdělováni. Prvním parametrem pro rozdělení bylo pohlaví, obě pohlaví (samci a samice) byla chována odděleně, aby mezi nimi nedocházelo k partnerským interakcím a nenarušovalo to tak průběh experimentu. Druhé rozdělení bylo nutné, kvůli dvěma odlišným druhům krmiv, a to u samců i u samic, aby bylo možné sestavit páry z jedinců na stejném druhu krmiva. Výsledné rozdělení tedy zahrnovalo skupinu samců a skupinu samic na jednom určitém způsobu krmení a krmiva a další skupinu samců a skupinu samic na druhém krmivu.

Obr. č. 10. Rozdělování mladých rybek *Amatitlania nigrofasciata*

Na obrázku 10 jsou mladé rybky, u kterých je již možné určit pohlaví. Na fotografii na levé straně je jasná samička určená díky oranžové skvrně v oblasti břicha, též na okraji ploutví je možné vidět jemný náznak zbarvení do žlutooranžova. Na fotografii vpravo je nejspíše sameček, u kterého není žádný náznak žlutého či oranžového zbarvení a ploutve jsou čistě průhledné.



Po rozdělení rybek byla věnována pozornost krmivu. Byly použity dva odlišně typy diet. První dieta se skládala pouze z granulovaného komerčního krmiva určeného pro cichlidy značky Tetra. Druhá dieta zahrnovala přirozená, druhově rozmanitá krmiva. Jednalo se hlavně o mražené larvy, jako jsou patentky, nítěnky, koretry dále pak hovězí srdce mleté se špenátem a v letních měsících i živé komáří larvy, odchycené v nádrži na dešťovou vodu.

Takto rozdělené a na příslušné dietě byly rybky F1 generace dále odchovávány přibližně deset týdnů, aby dorostly do kondice vhodné pro rozmnožování a zvykly si na přidělený druh krmiva. V tu dobu bylo přerušeno pozorování párování a experimentální nádrž a jedna volná odchovná nádrž byly využity k odchovu F2 generace. Jedinci F1 generace byli ponecháni spolu k výběru partnera. Opět si volila partnera samice. V tomto případě, ale nebyli samci nijak speciálně vybíráni, jediným kritériem, které musel samec splňovat, byla stejná dieta se samicí.

Od čtyř párů F1 generace z každé krmné skupiny byli odchováni potomci. Více rodičovských párů bylo zvoleno z důvodu zamezení následující přílišné příbuznosti F2 generace. Rozdělení u tohoto potomstva bylo stejné jako u generace F1, tak aby byl zachován stejný druh krmení jako u rodičů.

Nejprve byly rybky rozděleny do dvou odchovných nádrží podle druhu krmiva a později během dospívání byli ještě do speciálních nádrží oddělováni samci od samic. Během odchovu těchto potomků byla experimentální nádrž opět využita k získání dalších dat o preferencích při výběru partnera.

Pozorování bylo dokončeno po spárování jedinců F2 generace a po odchovu jejich potomků. Celkový počet odchovaných potomků generace F2 byl zvolen jako klíčový faktor pro zhodnocení vlivu různých krmiv na početnost odchovů. Počítání mláďat probíhalo ve čtrnáctém dni věku, kdy už byla dostatečně velká, aby se dala odlovit. Odlov sítkou byl i tak problematický, proto byl zvolen odlov pomocí nasávací hadičky.

Odchov více generací byl nutně proveden kvůli tomu, aby bylo jisté, že testovaná generace (F2) žila kompletně na určeném druhu krmiva.

4.3 Statistické vyhodnocení získaných dat

Před statistickým hodnocením jsem získané hodnoty zapsala do tabulek. Následně jsem vypočetla potřebné průměry zastoupení a sečetla celkové počty potomků na jednotlivých krmivech. Pro podrobnější hodnocení jsem poté užila analýzu rozptylu podle práce Kladiva (2013).

Vzorec pro výpočet rozptylu:

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 = \frac{x_1^2 + \dots + x_n^2}{n} - \bar{x}^2$$

Kde:

S^2 = rozptyl

x = jednotlivé hodnoty

n = počet hodnot

Výpočet rozptylu a jeho grafické zpracování pro každou skupinu, posloužilo k porovnání vyrovnanosti početnosti odchovů. Přesněji umožnilo zjistit, která data se více blížila průměrným hodnotám.

Pomocí F-testu (Kladivo 2013) pak bylo provedeno porovnání rozptylů. Pomocí tohoto výpočtu bylo zjišťováno, zda mezi zjištěnými rozptyly sledovaných skupin je statisticky významný rozdíl.

$$\text{Výpočet: } F = \frac{\text{větší } S^2}{\text{menší } S^2}$$

Další částí F-testu bylo zjištění počtu stupňů volnosti.

Vzorec pro výpočet stupňů volnosti je $v = n - 1$.

Pomocí stupňů volnosti byla ve statistické tabulce pro F-test vyhledána kritická hodnota (F_{krit}). Porovnáním testované hodnoty F a tabulkové kritické hodnoty jsem zjišťovala, zda je rozdíl, mezi rozptyly statisticky významný. Pokud je F větší než tabulková hodnota (F_{krit}) výsledek značí statisticky významný rozdíl, pokud je F menší než tabulková hodnota (F_{krit}) mezi rozptyly není statisticky významný rozdíl.

5 Výsledky

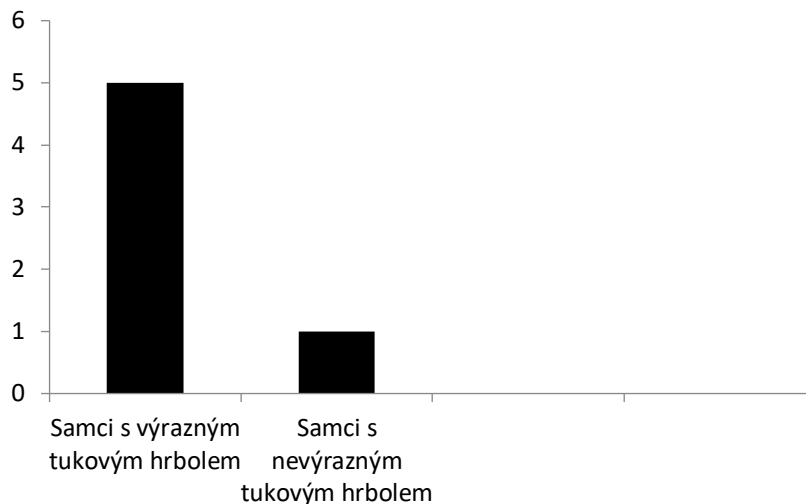
5.1 Partnerské preference

Prvním pozorováním byl výběr partnera. Jak bylo již uvedeno v metodice experimentu, testována byla domněnka o vlivu fenotypového znaku: přítomnosti tukového hrbolu na hlavě samců na partnerské preference samic u kančíka příčnopruhého. Na úvod připomínám výsledek dosažený v bakalářské práci.

Rekapitulace výsledku bakalářské práce

Na obrázku číslo 11 je graf výsledků z předchozí práce.

Obr. č. 11. Graf výsledků výběru partnera *Amatitlania nigrofasciata* z bakalářské práce. Na svislé ose je vyznačen celkový počet pozorování. Na ose vodorovné jsou uvedeny dva typy samců a sloupcový graf udává, kolikrát byl, který samec preferován.

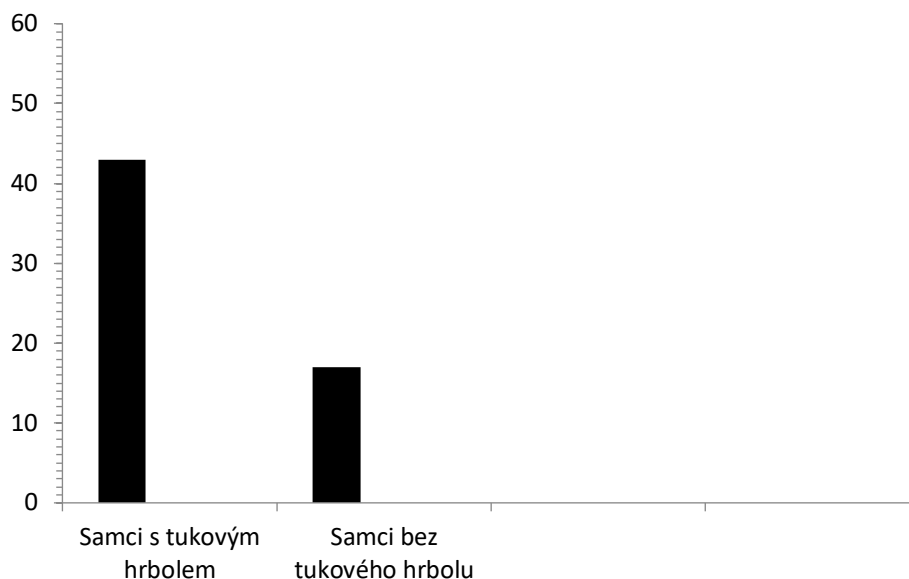


5.1.1 Část první – sledování výběru partnera

Celkový počet dat získaných z pozorování partnerských preferencí je v rámci nového, podrobnějšího hodnocení šedesát. Mezi nově uvedená data nejsou zahrnuta ta z předchozího pozorování, která již byla vyhodnocena v předchozí práci (graf na obrázku číslo 11).

Pro vizuální porovnání výsledků, byl vytvořen jednoduchý sloupcový graf, který na obrázku číslo 12 znázorňuje počet preferencí pro každou skupinu samců. Z celkového počtu pozorování si samice vybraly čtyřicet třikrát samce s tukovým hrbolem a sedmáctkrát samce bez tukového hrbolu.

Obr. č. 12. Graf výsledků výběru partnera *Amatitlania nigrofasciata* – nové výsledky. Vodorovná osa zahrnuje dvě skupiny samců, mezi kterými samice volily. Na svislé ose jsou zaznamenány počty výběrů. Jeden dílek odpovídá jednomu výběru. Maximální hodnota na svislé ose představuje celkový počet pozorování.



5.1.2 Procentuální zpracování výběru partnera

Na předchozím obrázku číslo 12 jsou uvedeny počty výběrů u jednotlivých skupin samců a celkový počet výběrů.

Výpočet procentuálního zastoupení jednotlivých výběrových skupin:

1. Výběr samce s tukovým hrbolem: $43/60 * 100 = 71,6 \%$
2. Výběr samce bez tukového hrbole $17/60 * 100 = 28,3 \%$

Z výsledku je jasně patrná převaha preferencí pro samce s tukovým hrbolem na hlavě. Procentuální zastoupení každé výběrové skupiny přesvědčivě vypovídá o důležitosti tohoto znaku při výběru partnera.

5.2 Početnost odchovů v závislosti na krmivu

Druhou a hlavní částí práce je problematika výživy a možnosti krmení. Zhodnocení účinku umělých granulovaných krmiv a přirozené živé potravy na reprodukční schopnosti kančíka příčnopruhého. Jak již bylo uvedeno, sledovaným parametrem byla početnost odchovů. Celkem bylo získáno třicet dva údajů (šestnáct odchovů od každé skupiny), které budou dále konkrétně uvedené a vyhodnocené.

Tab. č. 1. Početnost mláďat z experimentálních odchovů *Amatitlania nigrofasciata*. V tabulce jsou uvedeny počty potomků rybek F2 generace. Data jdou rozdělena podle krmné skupiny. Druh krmiva je uveden v prvním sloupci, následují dva řádky získaných dat (počtů potomků).

Přirozená, živá krmiva	28	36	31	43	36	33	25	39
	37	30	41	27	34	12	39	28
Komerční, granulované krmivo	32	24	26	36	29	27	38	32
	36	35	22	34	40	34	26	37

5.2.1 Statistické vyhodnocení počtů potomků

Ke zjištění vlivu různých druhů krmiv bylo zvoleno statistické šetření. Pomocí několika statistických metod bude zjišťováno, která skupina byla reprodukčně lepší. V první řadě byl proveden součet všech potomků u obou skupin pro jejich porovnání. Následně budou obě skupiny porovnány z hlediska průměrného počtu potomků v jednom odchovu.

Celkový počet potomků

Celkový počet potomků od skupiny *Amatitlania nigrofasciata* krmené komerčním krmivem:

$$32 + 24 + 26 + 36 + 29 + 27 + 38 + 32 + 36 + 35 + 22 + 34 + 40 + 34 + 26 + 37 = \mathbf{508}$$

Celkový počet potomků od skupiny *Amatitlania nigrofasciata* krmené přirozenou stravou:

$$28 + 36 + 31 + 43 + 36 + 33 + 25 + 39 + 37 + 30 + 41 + 27 + 34 + 12 + 28 + 39 = \mathbf{519}$$

Rozdíl mezi skupinami v celkovém počtu je jedenáct potomků. Více potomků bylo získáno od skupiny na přirozeném krmivu.

5.2.1.1 Průměr

Výpočet průměrné početnosti jednoho odchovu pro obě skupiny:

Skupina na komerčním krmivu: $\bar{x} = 508/16$, $\bar{x} = \mathbf{31,75}$

Skupina na přirozeném krmivu: $\bar{x} = 519/16$, $\bar{x} = \mathbf{32,4}$

Výpočet byl proveden u obou skupin *Amatitlania nigrofasciata* a bylo zjištěno, že u skupiny krmené přirozeným krmivem, bylo v jednom odchovu průměrně o **0,65** (hodnota získaná odečtením vypočítaných průměrů) potomka více.

5.2.1.2 Rozptyl

Následně je provedena analýza rozptylu hodnot:

Výpočet rozptylu skupiny na komerčním krmivu:

$$S^2 = \left(\frac{32^2+24^2+26^2+36^2+29^2+27^2+38^2+32^2+36^2+35^2+22^2+34^2+40^2+34^2+26^2+37^2}{16} \right) - 31,75^2$$

$$S^2 = \mathbf{27,69}$$

Výpočet rozptylu skupiny na přirozeném krmivu: $S^2 =$

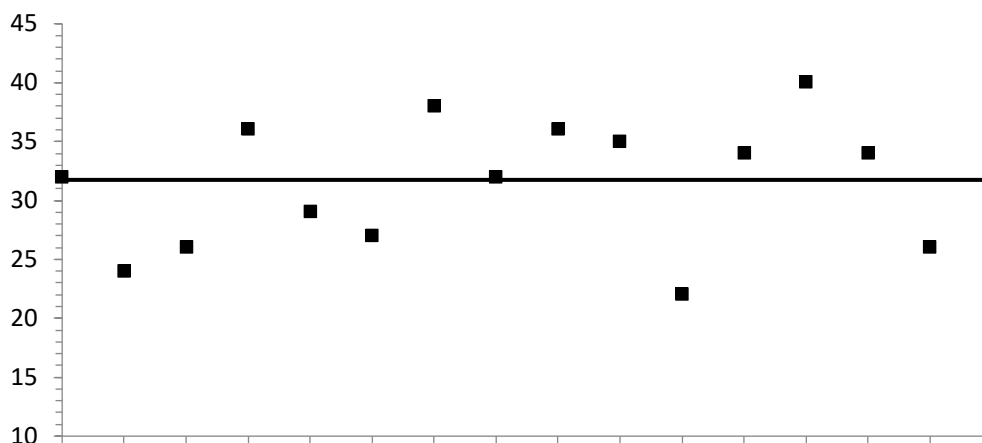
$$\left(\frac{28^2+36^2+31^2+43^2+36^2+33^2+25^2+39^2+37^2+30^2+41^2+27^2+34^2+12^2+39^2+28^2}{16} \right) - 32,40^2$$

$$S^2 = \mathbf{56,8}$$

Výpočtem bylo zjištěno, že data získaná od skupiny krmené komerčním krmivem odpovídají rozptylu 27,69 a data od skupiny krmené přirozeným krmivem odpovídají rozptylu 56,8. Výsledek poukazuje na vyrovnanější početnost odchovů *Amatitlania nigrofasciata* od rodičů krmených komerčním krmivem, a naopak na vyšší kolísání počtů mláďat v odchovech jedinců na přirozené stravě.

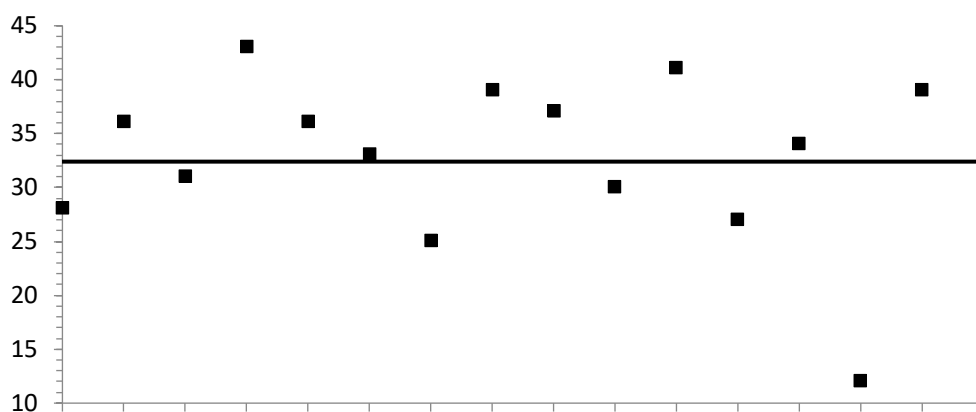
Obr. č. 13. Grafické znázornění rozptylu pro skupinu *Amatitlania nigrofasciata* krmenou umělým krmivem.

Jako vizuální znázornění, byla data zpracována také graficky. Hodnoty, kterých nabývaly počty potomků, jsou zaneseny na svislé ose. Plnou čarou je znázorněn průměr – pro tuto skupinu 31,75. Bodově jsou znázorněny počty potomků.



Obr. č. 14. Grafické znázornění rozptylu pro skupinu *Amatitlania nigrofasciata* krmenou živým krmivem.

Pro skupinu krmenou přirozeným krmivem byl graf zpracován stejným způsobem, jako pro skupinu na komerčním krmivu. V tomto případě odpovídá průměr hodnotě 32,4.



5.2.1.3 F-test – porovnání rozptylů

Pomocí F-testu je provedeno porovnání rozptylů.

$$F = \frac{56,8}{27,69}$$

$$F = 2,0513$$

Další částí F-testu bylo zjištění počtu stupňů volnosti. Vzorec pro výpočet stupňů volnosti je $v = n - 1$. V obou datových skupinách je 16 údajů. Pro obě skupiny je tedy počet stupňů volnosti 15. Pomocí nich byla ve statistické tabulce pro F-test vyhledána kritická hodnota (F_{krit}), která je 2,403.

Zda je rozdíl, mezi rozptyly statisticky významný zjistíme porovnáním testované hodnoty F a tabulkovou kritickou hodnotou. Protože zjištěná hodnota F je menší než

tabulková hodnota (F_{krit}) výsledek značí, že mezi rozptyly není statisticky významný rozdíl.

$$2,0513 < 2,403 \rightarrow F < F_{krit}$$

U skupin *Amatitlania nigrofasciata* závislých na komerčním krmivu a na přirozeném krmivu není statisticky významný rozdíl v početnosti odchovaných mláďat. Testovaná hypotéza: „Je rozdíl v počtu odchovaných mláďat mezi skupinami krmenými komerčním (umělým) a přirozeným (živým) krmivem“ nebyla potvrzena.

6 Diskuze

6.1 Partnerské preference

Výběr partnera u kančičů příčnopruhých je velmi atraktivní studijní téma. Věnovalo se mu mnoho autorů, kteří testování partnerských preferencí pojali různými způsoby. Jednalo se o sledování spontánního výběru partnera ve větší skupině rybek dle Leese (2012). Nebo byly experimenty složitější a spočívaly v zaznamenání výběru každého jedotlivce mezi cíleně nabídnutými potencionálními partnery. Jako například v pozorování dle Noonan (1983), dále Blocha (2016) a dalších. Dále se jednotlivé studie lišily v umožnění kontaktu mezi rybkami či jejich oddělení a ve sledovaném parametru výběru, který představovala velikost, dominance, pohlaví. Z nashromážděných informací vyplynulo, že rozhodující vliv na výběr partnera má velikost.

Vlastní pozorování se od dosud provedených lišilo sledovaným parametrem, na který jsem se zaměřila. Jednalo se o jedince s různě velkým tukovým hrbolem na hlavě. Samci s výrazným tukovým hrbolem na hlavě jsou proporčně mohutnější. Výsledek mého experimentu potvrdil, že samice preferují ze 71,6 % samce s výrazným tukovým hrbolem na hlavě. Tento výsledek v souladu s pracemi provedenými autory Noonan (1983) a Leesem (2012) opět potvrzuje, že samice kančička příčnopruhého upřednostňují za partnera většího samce. Navíc však poukazuje na to, že velikost nepředstavuje pouze délku těla, ale samice uvažují i určité jeho proporce, obdobně jako se v lidské říši samicím více líbí osvalení muži. Proto by byly zajímavé další studie na toto téma, které by do tohoto modelu navíc přidaly např. i měření výšky (právě v místě tukového hrbolu) a šířky těla a hmotnosti konkrétních pozorovaných jedinců.

Beeching et al. (2004) uvedli významné pozorování z přírody, a to že i zde přirozeně tvoří páry menší samice a přibližně o 30 % větší samec. Za důležitou informací pro sledování klíčových vlastností při výběru partnera kančičů považují jejich tvrzení, že kančiči tvoří pár na základě kompromisu mezi nároky obou jedinců, čili etologická situace může být mnohem složitější a dochází zde k interakcím, jejichž vzorce nejsou zcela objasněny.

6.2 Početnost odchovů v závislosti na krmivu

Pro zhodnocení vlivu výživy na chov kančička příčnopruhého jsem sestavila dvě chovné skupiny, krmené odlišnými druhy diet. Na rozdíl od testů provedených jinými autory (Kaushik et al. 2004, Wu et al. 1995), kteří většinou užili mladé ryby bez znalosti potravní historie rodičů, já jsem pracovala až s F2 generací chovanou na určitém typu krmiva a je tedy možno vyloučit ovlivnění neznámou předchozí kondicí rodičů, která byla rovněž studována (souvislostí mezi odchovem potomků a kondicí rodičů se zabývali Negassa & Getahun 2003). Jak již bylo zmíněno, cílem bylo zjistit, zda druh krmiva ovlivní odchov – početnost potomků.

Ovšem ze statistické analýzy v mém případě vyplývá, že mezi skupinou krmenou komerčním granulovaným krmivem a skupinou krmenou přirozenou živou potravou není z hlediska počtu odchovaných mláďat významný rozdíl. Proto ověřovaná hypotéza: „Je rozdíl v počtu odchovaných mláďat mezi skupinami krmenými komerčním (umělým) a přirozeným (živým) krmivem“ musela být zamítnuta.

Důvodů k tomuto výsledku by mohlo být zřejmě více. Jednou z možností je počet opakování, který by stále mohl být nedostatečný pro přesvědčivé prokázání rozdílnosti mezi dvěma skupinami. Dalším důvodem může být zvolené umělé krmivo. Úprava krmiva, značka krmiva, zdroj krmných organismů může ovlivnit ochotu jeho příjmu i celkovou nutriční hodnotu. Ačkoliv Davis & Raja (2019) uvedli, že přirozená živá krmiva jsou nejlepší zdroj živin a rybky na přirozené stravě vykazují lepší růst a vyšší odolnost, pozitivní vliv na reprodukční schopnosti nebyl zatím prokázán. Na základě mého výsledku by bylo možno uvažovat o tom, že skutečně kompletní krmiva (minimálně mnou použitý typ) jsou vyvážena velmi správně a rozmnožování krmených ryb je srovnatelné se situací ve volné přírodě.

Vedle krmiva samotného, odchov potomků samozřejmě ovlivňují i další faktory, které jsem v mé studii podrobně nehodnotila. Velký vliv má například správná rodičovská péče, velikost rodičů a kvalita okolního prostředí.

6.3 Možný vliv dalších faktorů ovlivňujících odchov potomstva

Faktorů ovlivňujících odchov je mnoho. V první řadě je třeba zmínit sestavení páru. V případě volby partnera z omezeného počtu jedinců (u hobby akvaristů je běžný jeden chovaný pár) je možné, že i přesto, že se jedinci budou třít, nebudou schopni potomky odchovat, kvůli jejich disharmonii v péči o potomky. Dalším faktorem je velikost rodičů, větší rodiče své potomky lépe uchraní před predátory nebo se více uplatní při obhajování teritoria v přirozeném prostředí nebo i ve společenském akváriu. Vzhledem k absenci predátorů, během mého pozorování, nemohl experiment tento faktor ovlivnit.

Prostředí je pro odchov také určující. Pro zdárný odchov je třeba zajistit chovancům dostatek prostoru a podloží vhodné ke tření. Z hlediska teritoriality je známo, že teritorium jednoho páru může mít průměr až 95 cm (Grant 2015). To je pro akvarijní podmínky značná rozloha, a proto v případě více párů třených v jedné nádrži současně přinese odchov dobré výsledky patrně jen pro dominantní nejsilnější pár a ostatní páry budou utlačeny. Nicméně pokud jsou páry třeny samostatně, byť třeba v menších nádržích, které považují celé za své teritorium, je faktor vzájemné konkurence a teritoriality párů rovněž eliminován, jak tomu bylo i v mém případě u pokusných odchovů. Snažila jsem se, aby limitním faktorem byla opravdu jen kvalita krmiva.

Početnost odchovu u ryb také prokazatelně závisí na kondici (Negassa & Getahun 2003) jedince a stáří (Moscicki & Hurd 2015). Z vlastní zkušenosti jsem pozorovala, že když byly poslední sledované páry po ukončení experimentu ponechány společně, došlo k dalším výtěrům a ty během druhého a třetího tření byly mnohem početnější z hlediska počtu jiker i odchovaných mláďat. Je tedy možné, že rozdíl v počtu potomků mezi oběma skupinami by se mohl více projevit, pokud bych hodnotila pouze tření dle vyššího pořadí opakování od daných párů. Tím by se ale časová náročnost experimentu výrazně navýšila a nemohla bych jej v rámci diplomové práce uzavřít.

Jinak Moscicki & Hurd (2015) provedli pozorování, v kterém potvrdili, že chování kančků je velmi ovlivněno získanou zkušeností. Je tedy možné, že odchov potomků více ovlivňují právě věk a získané zkušenosti rodičů z předchozích odchovů. Kančci se tedy velmi pravděpodobně postupně učí, jak lépe o odchov pečovat.

7 Závěr

Kančík příčnopruhý *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867) byl charakterizován jako okrasná akvarijní rybka.

Byly shromážděny literární údaje o jeho chovu, využívané potravě a komplikacích s jejím složením. Z informací vyplunula spojitost výživy s odchovem potomstva. Míra dostupnosti potravy značně ovlivnila počet tření a vedle toho také počet nakladených jiker. Během rodičovské péče měla důsledky též dostupnost potravy. Rodiče s přístupem k dostatku obživy se méně často vzdalují od potomků. Rovněž byly shromážděny nové informace z oblasti partnerského chování. Výběr partnera byl připisován v první řadě velikosti. V experimentech, kdy samice volily mezi dvěma samci, totiž vítězili větší jedinci. Nedávné experimenty však naznačují, že při výběru z více potencionálních partnerů si samice nevybere největšího samce, ale toho, který odpovídá velikosti přibližně o třetinu větší, než je ona. Za zmínku stojí také preference samců. Předpokládalo se, že preferují velikostně menší samice, než jsou sami. Avšak při nekontaktním testu samcových preferencí vyšlo najevo, že tráví většinu času u největší ze samic. Párování je tedy pravděpodobně kompromisem mezi preferencemi obou čili si partnery navzájem volí obě pohlaví.

Mezi hlavní závěry ohledně krmiv patří možnost nahradit živočišnou složku rostlinnou. Za alternativy je dobře hodnocena sója, která však obsahuje antinutriční látky a fytoestrogeny. Antinutriční látky, působí vedle ostatních zvířat i na ryby. Další možné negativum náhradních komponentů je jejich možná kontaminace mykotoxiny.

Úskalím využití živých přírodních krmiv, je možná kumulace škodlivých látek v těchto organismech. Proto vidím velkou výhodu ve vlastním chovu krmných organismů, pro který je vhodný například grindal.

Cílem práce bylo provedení vlastního pozorování preferencí samic při volbě partnera s tukovým hrbolem na hlavě či bez něho. Potvrdilo se, že samice upřednostňovaly samce s tukovým hrbolem na hlavě a to ze 71,6 %. Z informací z literatury jsou potvrzeny snahy samic získat větší samce, kvůli snížení investic páru do obrany teritoria. Lze soudit, že samci s tukovým hrbolem na hlavě jsou atraktivnější vzhledem k jejich mohutnějším tělesným proporcím.

Druhý realizovaný experiment spočíval ve sledování možného rozdílného vlivu umělých (granulovaných) a přirozených (živých organismů) krmiv na úspěšnost rozmnožování. Jako ukazatel vlivu byla zvolena početnost odchovaných potomků. Chovní jedinci byli rozděleni do dvou skupin dle druhu krmiva (přirozené x umělé). U generace F2, ktererá žila kompletně na přiděleném krmivu, byl zaznamenán počet potomků. Zjištěný výsledný rodíl byl, že rybky odchované na přirozené stravě měly průměrně o 0,65 potomka více. Následná statistická analýza však ukázala, že u pozorovaných skupin rybek nebyl významný rozdíl. Testovaná hypotéza: „Je rozdíl v počtu odchovaných mláďat mezi skupinami krmenými komerčním (umělým) a přirozeným (živým) krmivem“ tedy nebyla potvrzena.

8 Literatura

- Beeching, S. C., Hopp, A. B. 1999. Male mate preference and size-assortative pairing in the convict cichlid. *Journal of Fish Biology*, **55**: 1001–1008.
- Beeching, S. C., Wack, C. L., Ruffner, G. L. 2004. Female convict cichlids (*Archocentrus nigrofasciatus*) prefer to consort with same-sized males. *Ethology Ecology & Evolution* **16**: 209-216.
- Bhosale, S. V., Bhilave, M. P., Nadaf, S. B. 2010. Formulation of fish feed using ingredients from plant sources. *Research Journal of Agricultural Sciences*, **1**: 284-287.
- Bloch, A. N., Estelaa, V. J., Leese J. M., Itzkowitz, M. 2016. Male mate preference and sizeassortative mating in convict cichlids: A role for female aggression?. *Behavioural Processes*, **130**: 81-85.
- Brow, A. C., Leonard, H. M., McGraw, K. J., Clotfelter E. D. 2014. Maternal effects of carotenoid supplementation in an ornamented cichlid fish. *Functional Ecology*, **2**: 612-620.
- Brown, A. C., McGraw, K. J., Clotfelter, E. D. 2013. Dietary carotenoids increase yellow nonpigment coloration of female convict cichlids (*Amantitlania nigrofasciata*). *Physiological and Biochemical Zoology*, **86**: 312-322.
- Davis, E. K., Raja, S. 2019. Comparative analysis of animal based feed preferences in selected Aquarium fishes. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **7**: 42-45.
- Dedi, j., Takeuchi, T., Seikai, T., Watanabe, T. 1995. Hypervitaminosis and safe levels of vitamin A for larval flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed *Artemia nauplii*. *Aquaculture*, **133**: 135-146.
- Dechaume - Moncharmont, F.- X., Cornuau, J. H., Keddar, I., Ihle, M., Motreuil, S., Cézilly, F. 2011. Rapid assessment of female preference for male size predicts subsequent choice of spawning partner in a socially monogamous cichlid fish. *Comptes Rendus Biologies*, **334**: 906-910.
- Earle, K. E., 1995. The nutritional requirements of ornamental fish. *Veterinary Quarterly*, **17**: 53-55.
- Elkamel, A. A. 2012. Epidemiology of gastric trematodes in Nile tilapia, Assiut governorate. *Assiut Veterinary Medical Journal*, **58**: 1-6.

- Evans, M. R., Norris, K. 1996. The importance of carotenoids in signaling during aggressive interactions between male firemouth cichlids (*Cichlasoma meeki*). *Behavioral Ecology*, **7**: 1-6.
- Fabrega, J., Luoma, S. N., Tyler, Ch. R., Galloway, T. S., Lead, J. R. 2011. Silver nanoparticles: Behaviour and effects in the aquatic environment. *Environment International*, **37**: 517–531.
- Francis, G., Makkar, H. P. S., Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, **199**: 197–227.
- Gagliardi-Seeley, J., Leese J., Santangelo N., Itzkowitz M. 2008. Mate choice in female convict cichlids (*Amatitlania nigrofasciata*) and the relationship between male size and dominance. *Journal of Ethology*, **27**: 249-254.
- Grant, J. W. A. 2015. The allometry of ephemeral territory size: insights into interspecific patterns of space use. *Animal behaviour*, **111**: 79-83.
- Gupta, S. K., Jha, A. K., Pal, A. K., Venkateshwarlu, G. 2007. Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. *Natural Product Radiance*, **6**: 46-49.
- Güroy, B., Sahin, i., Mantoğlu S., Kayalı, S. 2012. Spirulina as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus acei*. *Aquaculture International*, **20**: 869–878.
- Hassaan, M. S., Goda, A. M. A-S., Mahmoud, S. A., Tayel, S. I. 2014. Protective effect of dietary vitamin E against fungicide copperoxychloride stress on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. Hassaan et al. *International Aquatic Research*, **6**: 1-17.
- Harpaz, S., Padowicz, D. 2007. Color enhancement in the ornamental dwarf cichlid *Microgeophagus ramirezi* by addition of plant carotenoids to the fish diet. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah*, **59**: 195-200.
- Hechler, H. C. 1970. Reproduction, chromosome number, and postembryonic development of *Panagrellus redivivus* (Nematoda: Cephalobidae). *Journal of Nematology*, **2**: 355-361.
- Hilton, J. W. 1989. The interaction of vitamins, minerals and diet composition in the diet of fish. *Aquaculture*, **79**: 223-244

- Hopperdietzel, C., Hirschberg, R. M., Hünigen, H., Wolter, J., Richardson, K., Plendl, J. 2014. Gross morphology and histology of the alimentary tract of the convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata*. *Journal of Fish Biology*, **85**: 1707-1725.
- Kaushik, S. J., Covès, D., Dutto, G., Blanc, D. 2004. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **230**: 391-404.
- Kladivo, P. 2013. *Základy statistiky*. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta. Olomouc.
- Kleiven, O. T., Larsson, P., Hobæk, A. 1992. Sexual reproduction in *Daphnia magna* requires three stimuli. *Oikos*, **65**: 197-206.
- Lavery, R. J., Kieffer, J. D. 1994. Effects of parent and offspring food rations on parental care in the convict cichlid fish (pisces, cichlidae). *Behaviour*, **129**: 63-77.
- Leese, J. M. 2012. Sex differences in the function of pair bonding in the monogamous convict cichlid. *Animal Behaviour*, **83**: 1187-1193.
- Lin, C. C., Hung, S. W., Tu, C. Y., Tsou, L. T., Shieh, M. T., Lin, S. L., Wang, W. S. 2008. Spontaneous stomach lymphoma and liver metastases in flower horn fish (hybrid cichlid). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **28**: 115-120.
- Manning, B. B. 2001. Mycotoxins in fish feeds. *Nutrition and Fish Health*, **365**: 267-287.
- Memis, D., Çelikkale, M. S., Ercan, E. 2004. The effect of different diets on the white worm (*Enchytraeus albidus* Henle, 1837) reproduction. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **4**: 5-7.
- Montaña, C. G., Winemiller K. O. 2013. Evolutionary convergence in neotropical cichlids and nearctic centrarchids: evidence from morphology, diet, and stable isotope analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, **109**: 146-164.
- Moscicki, M. K., Hurd, P. L. 2015. Sex, boldness and stress experience affect convict cichlid, *Amatitlania nigrofasciata*, open field behaviour. *Animal Behaviour*, **107**: 105-114.
- Negassa, A., Getahun, A. 2003. Breeding season, length-weight relationship and condition factor of introduced fish, *Tilapia zillii* Gervais 1948 (pisces: cichlidae) in lake Zwai, Ethiopia. *Etiopian Journal of Science*, **26**: 115-122.
- Noonan, K. C. 1983. Female mate choice in the cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Animal Behaviour*, **31**: 1005-1010.

Nuttall, D. B., Keenleyside, M. H. A. 1993. Mate Choice by the Male Convict Cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*; Pisces, Cichlidae). *Ethology*, **95**: 247-256.

Omoriege, E., Igoche, L., Ojobe, T. O., Absalom, K. V., Onusiriuka, B. C. 2009. Effect of varying levels of sweet potato (*Ipomea Batatas*) peels on growth, feed utilization and some biochemical responses of the cichlid (*Oreochromis Niloticus*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, **9**: 700-712.

Paull, G. C., Matthews, R. A. 2001. *Spironucleus vortens*, a possible cause of hole-in-the-head disease in cichlids. *Diseases of Aquatic Organisms*, **45**: 197-202.

Palace, V. P., Werner, J. 2006. Vitamins A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, **70.S2**: 41-57.

Petrovický, I. 2014. *Akvarijsní ryby*. Aventium. Praha. 576. ISBN: 9788074420498.

Pietsch, C., Kersten, S., Burkhardt-Holm, P., Valenta, H., Dänicke, S. 2013. Occurrence of Deoxynivalenol and Zearalenone in commercial fish feed: an initial study. *Toxins*, **5**: 184-192.

Robart, A. R. 2012. Effect of mate size on maternal reproductive effort in the convict cichlid *Amatitlania siquia*. *Current Zoology*, **58**: 66-72.

Sales, J., Janssens, G. P. J., 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources*, **16**: 533–540.

Sanfordová, G. 1997. *Velká obrazová encyklopedie akvarijských ryb*. Cesty. Praha. ISBN: 80-7181-092-4.

Santangelo, N. 2004. Sex differences in the mate selection proces of the monogamous, biparental convict cichlid, *Archocentrus nigrofasciatum*. *Behaviour*, **141**: 1041-1059.

Santangelo, N. 2015. Female breeding experience affects parental care strategies of both parents in a monogamous cichlid fish. *Animal Behaviour*, **104**: 31-37.

Schlechtriem, Ch., Ricci, M., Focken, U., Becker, K. 2004. Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food for rearing carp larvae: preliminary results. *Aquaculture Research*, **35**: 547-551.

Singh, R. K., Chavan, S. L., Sapkale, P. H. 2007. Heavy metal concentrations in water, sediments and body tissues of red worm (*Tubifex* spp.) collected from natural habitats in Mumbai, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, **129**: 471–481.

- Sørensen, M., Stjepanovic, N., Romarheim, O. H., Krekling, T., Storebakken, T. 2009. Soybean meal improves the physical quality of extruded fish feed. *Animal Feed Science and Technology*, **149**: 149–161.
- Townshend, T. J., Wootton, R. J. 1984. Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Journal of Fish Biology*, **24**: 91-104.
- Tyler, Ch. R., Van Aerle, R., Hutchinson, T. H., Maddix, S., Trip, H. 1999. An in vivo testing system for endocrine disruptors in fish early life stages using induction of vitellogenin. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **18**: 337-347.
- Watanabe, T., Kiron, V., Satoh, S. 1997. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, **151**: 185-207.
- Wisenden, B. D. 1994. Factors affecting reproductive success in free-ranging convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*). *Canadian Journal of Zoology*, **72**: 2177-2185.
- Wu, Y. V., Rosati, R., Sessa, D. J., Brown, P. 1995. Utilization of corn gluten feed by Nile tilapia. *The Progressive Fish-Culturist*, **57**: 305-309.
- Xie, P., Iwakuma, T., Fujii, K. 1998. Studies on the biology of *Chaoborus flavicans* (Meigen) (Diptera: Chaoboridae) in a fish-free eutrophic pond, Japan. *Hydrobiologia*, **368**: 83-90.
- Yoo-Iam, M., Chaichana, R., Satapanajaru, T. 2014. Toxicity, bioaccumulation and biomagnification of silver nanoparticles in green algae (*Chlorella* sp.), water flea (*Moina macrocopa*), blood worm (*Chironomus* spp.) and silver barb (*Barbonymus gonionotus*). *Chemical Speciation & Bioavailability*, **26**: 257-265.
- Zworykin, D. D., Budaeva, S. V., Mochek A. D. 2000. Does parental fin digging improve feeding opportunities for offspring in the convict cichlid? *Environmental Biology of Fishes*, **57**: 443-449.

9 Seznam příloh a přílohy

Příloha č. 1 – Experimentální nádrž

Příloha č. 2 – Fotografie chovných samic

Příloha č. 3 – Fotografie chovných samců

Příloha č. 4 – Fotografie mladých rybek

Příloha č. 1 – Experimentální nádrž (foto: autorka práce)



Příloha č. 2 – Fotografie chovných samic (foto: autorka práce)



Příloha č. 3 – Fotografie chovných samců (foto: autorka práce)



Příloha č. 4 – Fotografie mladých rybek

