JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělská specializace (N 4106)

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Úspěšnost asortativního páření u živorodky Endlerovy *(Poecilia wingei)*

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. František Sedláček, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Dana Schaffelhoferová

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: **2016/2017**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Dana SCHAFFELHOFEROVÁ**
Osobní číslo:	**Z16429**
Studijní program:	**N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor:	**Biologie a ochrana zájmových organismů**
Název tématu:	**Úspěšnost asortativního párování u živorodky Endlerovy**
Zadávající katedra:	**Katedra biologických disciplin**

Zásady pro vypracování:

1) Vypracovat úvodní text na téma osobnostní rysy u ryb a jejich dědivost.

2) Provést jednoduchý experiment, ve kterém budou nejprve připraveny chovné páry živorodky Endlerovy (*Poecilia wingei*) za definovaných podmínek v samostatných akváriích (v ideálním případě 50 párů). Tyto chovné páry budou odchovány z první rodičovské generace. Druhá rodičovská generace bude testována na osobnostní rysy ("shy" a "bold") na základě pro vodní prostředí modifikovaného "Open Field" testu. Rodičovské páry druhé generace budou sestaveny na základě výsledků testů osobnostních rysů "shy-shy", "bold-bold" "shy-bold", "bold-shy".

3) U těchto párů bude zjištěna početnost potomstva a vyjádřena úspěšnost asortativního párování.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Campton D. E. 1992: Heritability of body size of green swordtails, Xiphophorus helleri: 1.
sib analyses sib males reared individually and in groups. Journal of Heredity 83: 43-48.**

Rezucha R, Reichard M. 2014: The effect of social environment on alternative mating tactics in male Endler's guppy, Poecilia wingei. Animal Behaviour 88: 195-202.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. František Sedláček, CSc.**
Katedra zoologie

Datum zadání diplomové práce: **21. února 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 21. února 2017

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 21. února 2017

Bc. Dana Schaffelhoferová

Poděkování

Děkuji především doc. RNDr. Františkovi Sedláčkovi, CSc. za jeho ochotu, vstřícný přístup, cenné rady a připomínky a zejména za pomoc při statickém zpracování výsledků.

Dále bych chtěla poděkovat členům své rodiny, hlavně za jejich toleranci a pochopení pro mé studium.

SOUHRN

Tato diplomová práce se zabývá problematikou asortativního chování u živorodek Endlerových (*Poecilia wingei).* Cíle práce zahrnují popis charakterových vlastností ryb a charakteristiku dědivosti těchto vlastností. V praktické části je cílem práce sestavit chovné páry ryb Poecilia wingei, určit jejich vlastnosti (odvážnost - „bold" nebo bázlivost - „shy") a to jak u rodičovské generace, tak u generace potomků, a na základě tohoto porovnání určit dědivost daných vlastností.

Osobnostní rysy byly stanoveny pomocí takzvaného Open-field testu (test otevřeného prostoru) u padesáti párů generace rodičů, posléze byly stejným postupem osobnostní rysy stanoveny také u generace potomků. Pomocí tzv. intraclass correlation coefficient (ICC), byla stanovena část z celkové fenotypové variance, která je podmíněna variabilitou genetické informace v populaci. Statistické zpracování výsledků proběhlo v programu Statistica 12. Nakonec byla provedena analýza dědivosti osobnostních rysů a porovnání obou generací.

Klíčová slova: osobnostní vlastnosti ryb, dědivost, open-field test, bázlivost, odvážnost, shy-bold, Poecilia wingei

SUMMARY

The thesis deals with assortative behaviour of Poecilia wingei. The aims of the thesis are to describe character traits of fish and their heritability, then set breeding pairs of Endler's Livebearer (Poecilia wingei) and to determine their traits (shy or bold). After that, the offspring generation of such pairs was bred and their personal traits were determined too. Finally a comparison of the parents and the offspring generation was carried out and the heritability was analyzed.

The traits were analyzed using the Open Field test. Fifty pairs of the parent generation were measured, coupled into pairs according to their traits. After that the offspring generation was measured too. The intraclass correlation coefficient was calculated, determining the share of the total phenotypic variance that is conditioned by the variability of genetic information in the population. The results were analysed using Statistica 12. The comparisons of the results revealed the heritability of the traits.

Key words: traits of fish, heritability, Open Field test, shy-bold, Poecilia wingei

OBSAH

1. ÚVOD 10

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED 11

2.1 Asortativní párování 11

2.2 Osobnostní rysy jedince 13

2.3 Genetika chování 15

2.4 Vrozené chování 16

2.5 Heritabilita 17

3. MATERIÁL A METODIKA 19

3.1 MATERIÁL 19

3.1.1 Systematické zařazení 19

3.1.2 Biotop druhu 20

3.1.3 Charakteristika druhu 20

3.1.4 Chov 21

3.1.5 Odchov 21

3.2 METODIKA 22

3.2.1 Testování osobnostních rysů v „Open-Field" testu 22

3.2.2 Statistické zpracování dat 25

4. VÝSLEDKY 27

4.1 Přehledy o počtech testovaných rodičů a jejich mláďat 27

4.2 Vliv doby latence u rodičů na počet narozených mláďat 28

4.3 Vliv doby latence u rodičů na počet mláďat, která přežila do testů latence průzkumového chování 30

4.4 Odhad heritability doby latence pomocí regresní analýzy 33

4.5 Odhad heritability doby latence pomocí mezivýsledků Anova 36

5. DISKUZE 38

5.1 Vliv asortativního párování na počet narozených a odchovaných mláďat 39

5.2 Vliv doby latence rodičů na počet narozených a odchovaných mláďat 40

5.3 Odhad heritability doby latence 41

5.4 Vliv sociálního prostředí 41

6. ZÁVĚR 43
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 44
PŘÍLOHY – TABULKY 49
PŘÍLOHY – VÝPOČTY 53
PŘÍLOHY – OBRAZOVÁ DOKUMENTACE 55

1. ÚVOD

Předkládaná studie se zabývá asortativním párováním na základě osobnostních rysů chování a jeho úspěšností v podobě počtu narozených nebo odchovaných mláďat. Za pokusný objekt byla vybrána akvarijní ryba živorodka Endlerova, která má velmi dobré předpoklady pro testování úspěšnosti rozmnožování. Generační doba je relativně krátká a rybky jsou dobře pozorovatelné.

Asortativní páření je nenáhodné vybírání partnera podle určitých znaků morfologických, behaviorálních či fyziologických. V této práci je pozornost zaměřena na osobnostní rysy v chování zvířat tedy "animal personality" jak je tato problematika v odborné literatuře nazývána. Rozumíme tím vnitrodruhové rozdíly v chování, konzistentní v čase, v různých situacích a kontextech. V širším pojetí se jedná o konzistentní inter-individuální rozdíly ve vybraném druhu chování. V užším pojetí jde o soubor osobnostních rysů vytvářejících charakteristiku psychických vlastností jedince.

Úspěšnost asortativního párování byla prověřena počtem potomků, které se sestaveným párům podle uvedeného behaviorálního hlediska narodili. Aby studie byla kompletní byl behaviorální parametr měřený u rodičů také stanoven u potomků, což umožnilo následné stanovení heritability. Souborem získaných dat se tak předkládaná studie stává příspěvkem k prověření jedné z hypotéz o funkci a mechanismu udržování osobnostních rysů v populaci.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Asortativní párování

Úspěch živočicha při rozmnožování je závislý na správné volbě sexuálního partnera, neboť ten se z poloviny podílí na společné genetické výbavě potomstva. Navíc přispívá u mnoha druhů tím, že je i nositelem určitých zdrojů nebo tím, že se podílí na péči o potomstvo a přežití potomstva.

Asortativní párování je pohlavní výběr, při kterém se párují jednotlivci s podobnými fenotypy častěji, než při náhodném páření. Děje se tak na základě podobných fenotypů, které zahrnují např. velikost těla, zbarvení kůže, věk. Asortativní párování, označované též jako pozitivní asortativní párování (homogamie) může zvýšit genetickou příbuznost v rámci rodiny. Protikladem je disassortativní párování, známé také jako negativní asortativní párování (heterogamie), v němž se jednotlivci s odlišnými genotypy nebo fenotypy páří navzájem častěji, než by se dalo očekávat v rámci náhodného páření. Disassortativní párování snižuje genetickou podobnost v rámci rodiny. K pozitivnímu asortativnímu párování dochází častěji než k negativnímu asortativnímu párování. V obou případech dochází k odklonu od Hardy–Weinbergova zákona, který stanovuje, že frekvence genotypů v populaci zůstane konstantní z generace na generaci, pokud nepůsobí jiné evoluční vlivy (viz např. Jiang et al. 2013).

Pro volbu partnera má velký význam signální jednání. Signální jednání, které podporuje porozumění mezi oběma partnery popisujeme jako námluvy (*courtship displays)*. Funkce námluv jsou rozmanité a obsahují zejména lákání partnera, sexuální stimulaci a synchronizaci partnera před kopulací a výstavbou déle trvajícího svazku mezi samečkem a samičkou. Mimo vizuálně působícího namlouvání existuje i celá řada dalších sexuálních signálů na jiných smyslových kanálech, jako jsou např. zpěv nebo sexuální vábící látky - feromony.

Jedna z důležitých funkcí sexuálních signálů také spočívá v zabránění mezidruhovému páření. Většina mezidruhových kopulací končí zpravidla bez potomků nebo alespoň vývojem sterilního potomstva. Přirozená selekce proto vytvořila celou řadu mezidruhových izolačních bariér, mezi nimiž je zejména

důležitá bariéra etologických izolačních mechanismů, protože již předem znemožňuje sexuální kontakty. Jestliže se dva blízce příbuzné a ve stejném areálu se vyskytující druhy liší sexuálními signály, pak často usuzujeme, aniž bychom to blíže prověřovali, na druhově specifickou izolační funkci.

O druhově specifickém izolačním významu svědčí zcela jistě pozorování, že sexuální partneři preferují nebo dokonce výlučně reagují na druhově specifické signály. Např. samičky tlamovce druhu *Cichlasoma citrinellum* se při toku zaměřují více na větší, agresivnější a pokud jde o péči o potomstvo i zkušenější samečky. Známým živočišným druhem pro výzkum volby samčího partnera je paví oko *Poecilia reticulata.* Samičky této živorodé rybky rodí každé čtyři týdny dobře vyvinutá mláďata. Několik dní po porodu jsou tyto rybky opět schopné kopulovat. Sameči naproti tomu kopulují nepřetržitě s nejrůznějšími samičkami, a jsou proto připraveni ke kopulaci v každém okamžiku. Samičí volba je závislá zejména na dvou vlastnostech samečků, na četnosti kopulací a na intenzitě jejich barviva – karotenoidu. Barevnost je pravděpodobně indikátorem kvality vyhledávané potravy a ta se pak snáze ujala u samičky i ve vztahu ke genetické kvalitě samečka (viz např. Franck 1996).

Každý jedinec má v sobě nejen geny pro znak, který se líbí samicím (po otci), ale i geny pro preferenci tohoto znaku (po matce). Třeba u ryb koljušek platí, že čím červenější je samec, tím více se červení samci líbí jeho sestrám (viz např. Zrzavý 2017).

Mezi oběma partnery ale také dochází ke konfliktům při péči o mláďata. Samička má zájem na tom, aby se sameči více podíleli na odchovu společného potomstva. To ji vede k tomu, že se snaží samečkovi zabránit v kontaktu s jinou samičkou. Sameček je naproti tomu zainteresován na tom, aby tíha odchovu mláďat spočívala na samičce a sameček tak měl možnost svůj úspěch v rozmnožování zvýšit sexuálními kontakty s dalšími samičkami.

Často mají sameči určitého druhu k dispozici více alternativních strategií, které jim umožní vyhledat samičku se kterou pak kopulují. Ve většině případů jsou samečkové schopni tyto strategie střídat, a to podle toho, která z nich je právě v daném případě a danou dobu tou nejvhodnější. Dobře známou je satelitní strategie, kterou nalezneme téměř u všech skupin obratlovců. U různých druhů skokanů a

ropuch se zdržují v blízkosti samečků nevolající satelitní samečci, kteří čekají na to, až k páření připravené samičky jsou přivábeny volajícími samečky. Satelitní samečci se pak pokoušejí s těmito samičkami kopulovat. Protože samičky dávají přednost volajícím samečkům, jsou satelitní samečci ve srovnání s volajícími samečky jen málo úspěšní. Teprve v dalším roce, kdy satelitní samečci dorostou do větší velikosti, mohou úspěšně použít i strategii volajících samečků. Vzhledem k tomu, že rozhodující je schopnost předat co nejvíce svých genů do další generace, vyplatí se v mnoha případech na délce života závislá podmíněná dvojitá strategie. Dokud je organismus mladý a slabý, spokojí se se strategií satelitu. Teprve starší a silnější jedinci postoupí na vyšší příčky v hierarchii a obsadí kopulační teritorium.

Tento systém nalezneme např. u severoamerického druhu okounka *Lepomis macrochirus,* kde je vyvinuta evolučně stabilní smíšená strategie. Na jedné straně existují velcí a tmavě zbarvení samečci, kteří obhajují kopulační a hnízdní teritorium. Na druhé straně jsou však i malí samečci, kteří vypadají jako samičky a kteří se jako satelitní samečci vplíží mezi třoucí se pár a většímu samečkovi oplodní samičky (viz např. Franck 1996).

V behaviorálních vědách je v poslední době věnována dosti velká pozornost osobnostním rysům tzv. „Animal personality". Tyto osobnostní rysy hrají důležitou roli v asortativním párování, neboť přispívají ke sladění obou pohlaví při párování i páření (Schuett et al. 2010, Rangassamy et al. 2015).

2.2 Osobnostní rysy jedince

V minulosti se pohlíželo na jedince pouze jako na zástupce konkrétního druhu a osobnost těchto jedinců byla zcela opomíjena. V dnešní době se však toto klasické pojetí mění a na živočichy je nahlíženo zcela jiným způsobem. Zvířecí jedinec je považován za unikátní individuum, což je dáno jedinečnými osobnostními rysy každého živočicha.

Ke stanovení osobnostních rysů používáme „Open – Field" test, jehož zakladatelem je Calvin S. Hall, jež tento experiment použil k testování emocionální stability u hlodavců. Zvířata, jako např. myši a krysy, vykazují přirozenou averzi k

jasně osvětleným oblastem. Na druhé straně mají také příležitost prozkoumat vnímaný ohrožující podnět. Výsledkem těchto dvou konfliktních jednotek je úzkost. Snížená úzkost vede k většímu průzkumnému chování. Zvýšená úzkost bude mít za následek menší pohyb a preferenci okrajů výzkumného pole (Ennauceur 2013).

U akvarijních ryb používáme ke stanovení osobnostních rysů „Open – Field" test v modifikaci pro vodní prostředí (Řežucha 2014). Jedná se o test otevřeného prostoru, kdy sledujeme chování jedince v novém prostředí a jeho emocionální stabilitu (Franck 1996). Přesný postup provedení je uvedený v metodice, kap. 3.2.1.

U testovaných jedinců můžeme sledovat celou řadu projevů chování, ale nejčastěji je pozornost zaměřena na projev bázlivosti („shy"), kdy jedinci s tímto označením reagují na nový podnět pomaleji. Opakem jsou odvážní jedinci („bold") reagující v novém prostředí na podněty rychleji. Jako latentní období je popisován interval mezi momentem, kdy začíná podnět působit, do momentu, ve kterém je odstartováno příslušné chování (Franck 1996).

Vymezení jedinců „shy" a jedinců „bold", tedy „shy - bold" kontinuum se nejprve uplatňovalo zejména v lidské psychologii, odtud bylo převzato a použito pro studium zvířat. Tento koncept se vymezuje individuálními rozdíly v reakcích zvířat na nově vzniklé situace (Coleman et al. 1998).

Behaviorální syndrom se týká rozdílů v chování mezi jedinci v různých situacích a kontextech. Tyto rozdíly se zpravidla projevují konzistentně v různých situacích, někteří jedinci jsou ve všech kontextech obecně více bojácní, jiní odvážní a aktivní. Pohlaví se mohou lišit v behaviorálním syndromu (adaptace na různé reprodukční role) vs. mohou mít stejný behaviorální syndrom (například kvůli genetické korelaci mezi pohlavími).

Obratlovci reagují na nové objekty zcela jinak než na objekty známé. Zvídavé explorační chování umožňuje zvířeti přesně poznat prostředí a pomocí zděděných zkušeností zvětšit i šance na přežití. S jeho pomocí objevuje nové zdroje potravy, učí se poznávat nová nebezpečí, pamatuje si úkryty nebo vhodné místo pro stavbu hnízda. Ve vývojové řadě obratlovců se zvědavost projevuje od ryb až po savce stále silněji (viz např. Franck 1996).

Na osobnostní rysy má vliv prostředí, kdy k ovlivnění osobnostních rysů může dojít jak v postnatálním, tak i v prenatálním období jedince. Dalším velmi

významným faktorem, který ovlivňuje osobnostní rysy je stres, kdy se jedinec dostává do negativně působících situací, ze kterých nemůže uniknout. V tomto případě je nejen umístěn do nové nádrže, která je sice větší než chovná nádržka, ale uprostřed je navíc ještě vložena neznámá akvarijní rostlina.

Stanovení osobnostních rysů využíváme pro pochopení zvířecích strategií (Dall et al. 2004). Nelze řádně pochopit chování zvířat, aniž bychom přiznali evoluční kontinuitu mezi nimi a námi, a tedy i zásadní shodu jejich a našich motivací (Zrzavý 2017).

2.3 Genetika chování

Každý jedinec určité populace je, s výjimkou některých dvojčat nebo partenogeneticky vzniklých populací, geneticky jedinečný. Vyplývá to ze skutečnosti, že jedinci jsou pro podstatnou část svých genů heterozygotní.

Umělou selekcí, tzn. dalším selektivním šlechtěním extrémních fenotypů, je téměř vždy možné získat šlechtěné kmeny, které se značně odlišují v chování. Vzhledem k tomu, že selekční pokus musí probíhat nejméně čtyři až šest generací, soustřeďuje se zájem na druhy s rychle sebenavazujícími generacemi. V mnoha případech se selekční pokusy týkají prvků chování, které jsou sice snadno měřitelné, ale na druhé straně jsou z hlediska etologie málo významné, jelikož poskytují jen málo informací o jejich roli v přirozeném životním prostředí. Výsledky selekčních pokusů mají mimořádný význam pro pochopení evoluce různých prvků chování. Předpokládá se, že v genofondu přirozené populace je k dispozici určitý soubor genů, z nichž každý může vykazovat jiný a malý kvantitativní efekt v různém směru. Tyto geny se nevyskytují u všech jedinců určité populace, ale vyskytují se v určité genové frekvenci, např. u 50 % všech jedinců. Změní-li se podmínky prostředí, může přirozená selekce ovlivnit posun četnosti většího nebo menšího počtu etogenů v populaci a tím přispět k větším nebo menším kvantitativním změnám různých prvků chování. Selekční pokusy můžeme považovat za modelové pokusy, které ukazují, že v případě dostatečného selekčního tlaku může v průběhu několika generací dojít ke kvantitativním, polygenně ovlivněným změnám v chování.

Je na místě si uvědomit, že hodnoty dědičnosti mají jen omezený význam. Vysoké hodnoty jen vypovídají o tom, že podíl dědičnosti na celkové variabilitě určitého znaku v populaci je v daných podmínkách prostředí mimořádně velký. Změní-li se podmínky prostředí, může se změnit prostředím ovlivněný podíl celkové variability (viz např. Franck 1996).

Pod vlivem etoekologů se současný výzkum soustřeďuje na křížení populací s rozdílným chováním. Jelikož odpadají mezidruhové izolační mechanismy, daří se v tomto případě lépe prokazovat geneticky podmíněné rozdíly v chování.

Až dosud uvedené poznatky z genetiky chování neumožňují posoudit, na kterých místech procesu ontogeneze chování uvedené genetické faktory zasahují. Na vývoji jednoho prvku se podílí smyslové orgány, nervová soustava, hormonální systém a svalstvo. Všechny geny, které tak spolupůsobí mohou ovlivňovat chování, proto je často těžké určit místní působení genů.

V každé populaci dochází trvale ke vzniku nových mutací. Většina z nich je nepoznaná nebo nepoznatelná, protože jen nepatrně mění celkové chování. Tyto geny však zřejmě mají hlavní funkci při přírodním výběru a na nich jsou pravděpodobně založeny adaptace jednotlivých druhů. K přírodnímu výběru totiž může v populaci docházet jen díky genetické variabilitě jejích příslušníků. Pouze ty varianty, které se nejlépe přizpůsobí podmínkám prostředí, jsou úspěšné a mají více potomstva (viz např. Veselovský 2005).

2.4 Vrozené chování

Vrozené prvky chování jsou takové prvky, jejichž přizpůsobení na prostředí má kmenový původ a tedy nejsou závislé na učení jednotlivce. Adaptace vrozeného chování je zakotvena v dědičném základě. Ta je vidět v nejjdenodušším případě např. tehdy, jestliže živočichové vykazují vysoce specializované adaptace v chování již při prvním kontaktu s cílovým objektem.

O vrozeném chování lze uvažovat v případech, když se určité chování vyznačuje velmi stálou a u všech jedinců shodnou formou, která se nemění vlivem vnějších podnětů. Dále, když se byť i složitý řetězec chování při prvním objevení

rozvine v plné formě a v posledním případě, když se chování objeví dříve, než jsou morfologické struktury, např. končetiny používané k jeho výkonu, plně dorostlé. Prvé kritérium se týká zejména řady geneticky podmíněných projevů při námluvách, které mají zabránit mezidruhovému křížení. Podobně jsou konstantní prvky chování zabraňující sociálním střetům, výrazem hrozby počínaje a výrazem podřízenosti konče. Druhé kritérium dokládá např. skutečnost, že si mladý pavouk hned napoprvé postaví stejně dokonalou síť jako starší jedinci. U třetího případu např. bojují malá mláďata hus mezi sebou údery dosud krátkých křídel po způsobu dospělých (Veselovský 2005).

Mnoho prvků chování je současně vrozených i získaných učením. Adaptace v chování, jejichž podklad tvoří informace získané v průběhu fylogeneze, mohou být vylepšeny individuálním učením. Vývoj chování přizpůsobeného během fylogeneze a nezávislého na individuálním učení, popisujeme jako zrání. Mnoho vrozených prvků chování nazrává latentně, takže jejich pomalé zdokonalování v průběhu ontogeneze není bezprostředně pozorovatelné. Jakmile jsou využívány, uplatňují se hned od začátku jako plně vyzrálé. Prvky rozmnožovacího chování i péče o potomstvo se např. uplatňují v podstatě až po nástupu pohlavní zralosti pod vlivem pohlavních hormonů (viz např. Franck 1996).

2.5 Heritabilita

Skutečnost jakým dílem se na projevu kvantitativního znaku podílí dědičnost – vyjadřuje heritabilita (dědivost) čili podíl celkové fenotypové proměnlivosti podmíněný dědičností. Dědivost je tedy poměr variance podmíněné genotypem z celkové fenotypové variance. Variancí rozumíme sumu průměrného čtverce odchylek od průměru. Genotyp představuje konkrétní sestavu alel v jednom nebo více genech. Fenotyp je soubor všech pozorovatelných vlastností a znaků živého organismu.

U dědivosti v širším smyslu se jedná o podíl variance (rozptylu) fenotypu, který je způsoben genetickými faktory a celkového rozptylu hodnot fenotypu.

U dědivosti v užším smyslu se jedná se o složku variability daného znaku, za níž zodpovídají geny, jejichž účinky se sčítají, tj. geny s aditivními účinky (viz např. Flegr 2005).

Heritabilita má základní význam pro úspěch selekce. Jestliže uvažujeme o zlepšování znaků výběrem, budeme vycházet u jednotlivců z velikosti odchylky od průměru. Velká odchylka od průměru bude selekčně výhodná, jestliže bude podmíněna z větší části genotypově. Jestliže je variabilita nedědičná (podmíněna prostředím), pak výběrem nedosáhneme zlepšení znaku.

Heritabilita je konkrétně vyjadřována koeficientem dědivosti h^2, který nabývá hodnot od 0 až do 1. Jestliže je h^2 blíže 0, pak o proměnlivosti znaku rozhoduje výlučně prostředí. V případě, že je h^2 blíže 1, pak o proměnlivosti znaku rozhoduje výlučně genotyp, což je pro selekci velmi výhodné. Koeficient dědivosti je u kvantitativních znaků hodnotou mezi oběma extrémy, v případě $h^2 = 1$ se vlastně jedná o kvalitativní znaky (viz např. Jelínek & Zicháček 1998).

Znaky dle hodnoty h^2 dělíme na nízko dědivé, středně a vysoce dědivé (viz např. Hruban & Majzlík 2002).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 MATERIÁL

3.1.1 Systematické zařazení

Živorodka Wingeova (*Poecilia wingei*), Poeser, Kempkes, Insbrücker, 2005

Říše: Živočichové (*Animalia*)
Kmen: Strunatci *(Chordata)*
Třída: Paprskoploutví (*Actinopterygii)*
Nadřád: Kostnatí *(Teleostei)*

Kostra kostěná, šupiny leptoidní (cykloidní nebo ktenoidní), někdy chybějí. Ocasní ploutev homocerkní (zevně souměrná). Místo conus arteriosus vyvinut bulbus arteriosus (tepenný násadec). Typhlosolis chybí (střevní řasa pro zvětšení povrchu pro vstřebávání), často jsou pylorické přívěsky. Plynový měchýř – výchlipka z dorsální strany jícnu, někdy chybí (Opatrný 2003).

O rybách kostnatých se dozvídáme teprve na konci prvního období druhohor, tj. v triasu. V juře dochází k jejich značnému rozšíření a koncem druhohor. V křídě obývají již nejen moře, ale i vody sladké. Ryby bezostné *(Clupeiformes)* tvoří začátek fylogenetického vývoje dnešních ryb kostnatých (Hanzák et al. 1969).
Řád: Halančíkovci (*Cyprinodontiformes)*

Čelisti ozubené, měchýř s vývodem, šupiny cykloidní (okrouhlé šupiny, jejichž zadní část nemá žádné trny). U samců živorodých druhů je přítomen kopulační orgán z řitní ploutve – gonopodium (Opatrný 2003).
Čeleď: Živorodkovití (*Poeciliidae)*
Rod: Živorodka (*Poecilia)*
Druh: Živorodka Wingeova (*Poecilia wingei*)
Synonymum: Živorodka Endlerova

3.1.2 Biotop druhu

Živorodka Wingeova se v přírodě vyskytuje pouze ve Venezuele v Jižní Americe, a to na jediném místě zvaném Laguna de los Patos. Zřejmě tam kdysi byla i na jiných lokalitách, ty však zhoršením životních podmínek zanikly. I na tomto posledním místě je její existence ohrožena. Jižní Amerika je bohužel jiná než v době, kdy tam do neprobádaných oblastí před sto lety vedl své výpravy Alberto Vojtěch Frič.

Poprvé byla sice objevena ve Venezuele v 30. letech minulého století, pak se na ni zapomnělo a teprve v roce 1975 ji na severovýchodě Venezuely v oblasti Cumaná znovuobjevil Dr. John Endler.

RNDr. Roman Slaboch, který místo v roce 2004 navštívil, popsal Lagunu de los Patos jako místo, kam se vyváží z města komunální odpad. Voda teplá až 30 °C je neprůhledná, plavou v ní plastové lahve, na hladině jsou olejové skvrny a saponátová pěna. Do původně sladké vody proniká slaná mořská voda, takže lokalita s přírodním výskytem tohoto druhu je ohrožena. Rybky tam původně žily v mnoha varietách, jejich počet se ale snižuje a znečištění lokality odpadem ve spojení s pronikáním slané vody pravděpodobně povedou k vyhynutí tamní populace (Frank 2000).

3.1.3 Charakteristika druhu

Jedná se o jednu z nejmenších živorodých rybek. Samci jsou oproti samičkám menší, dorůstají do velikosti pouze 2,5 cm. Mají na sobě oranžovou (hřbet a ploutve), černou (hřbet, bok a lemy ploutví), zelenou (boky), a svítivě modrou barvu (břicho), střed ocasní ploutve je průhledný. Samci mají pohlavní orgán – gonopodium, v kopulační orgán přeměněnou řitní ploutev samců ryb z čeledi živorodkovitých (Poeser 2005).

Samice dosahují délky až 4 cm, tělo mají podlouhlejší než paví očko a skvrna gravidity je mnohem menší. Nedosahují barevnosti samců, základní zbarvení těla je stříbrné.

Barevně jsou tyto rybky stálé, jen výjimečně ale je možné vidět nepatrné rozdíly, čehož se v současnosti využívá při křížení těchto živorodek (Lucký & Zedka 1964).

3.1.4 Chov

Uvedená živorodka je vhodná buď do druhových akvárií, příp. v kombinaci s drobnými bezobratlými, anebo do společenských nádrží s rybami srovnatelné velikosti. Tento druh je vhodné chovat v hejnu, kdy převažuje zastoupení samic nad samci.

I když se jedná o rybu nenáročnou na kvalitu vody a celkově na chov, nemělo by se zapomínat na pravidelné odkalování a výměnu vody, neboť jako u každé živorodky je její produkce odpadních látek vyšší.

Poecilia wingei jsou omnivorní, přijímají jak živou potravu, tak i mraženou. Doporučuje se podávání komářích a pakomářích larev, nitěnek, perlooček a buchanek. Ochotně přijímají vločkové krmení, řasy, špenát, či hlávkový salát (Hofmann & Novák 1996).

Tento druh se přibližně dožívá dvou let, kdy délka života je ovlivněna mnoha faktory. Snáší dobře teplotní interval od 18°C do 26 °C. Vhodné vodní prostředí tvoří voda o tvrdosti 10-20 °dGH a pH 6 – 8.

3.1.5 Odchov

Tvorba pohlavních buněk a především jejich dozrávání jsou u ryb řízeny celou řadou faktorů vnitřního prostředí těla (hormonální soustava) a prostředí vnějšího (kvalita vody, potrava, apod.).

Rybky tohoto druhu pohlavně dospívají již ve dvou měsících. V době pohlavního dospívání a přípravy k výtěru se na rybím těle objevuje množství změn,

např. u pavího očka se na bocích samců objevují černé skvrnky a mění se tvar těla (Hanzák et al. 1969).

Gravidita trvá přibližně 23 – 27 dní, samice mají před porodem viditelnou černou skvrnu zralosti a hranaté velké bříško.

Poecilia wingei patří mezi ovoviviparní ryby, kdy embryonální vývoj probíhá sice v těle matky, ale uvnitř vaječných obalů, zdrojem výživy embrya je hlavně vaječný žloutek. K pomocné výživě z těla matky dochází prostřednictvím zvětšeného osrdečníku zárodku a stěny folikulu. V těle matky dojde k vykulení mláděte a těsně poté je mládě porozeno (Hofmann & Novák 1996).

Samice rodí přibližně 5 - 10 mláďat, která ihned přijímají běžnou potravu přiměřené velikosti, nejvhodnější je z počátku drobné živé krmení. Rodiče potomky, oproti jiným druhům živorodých ryb, požírají minimálně.

3. 2 METODIKA

3.2.1 Testování osobnostních rysů v „Open-Field" testu

Rodičovskou generaci *Poecilia wingei* jsem zakoupila od soukromého chovatele, který tento druh ryb sám odchovává a poté dodává do prodejen zaměřených na akvaristiku. Jeho jméno jsem se rozhodla, vzhledem k výsledkům testu ve své diplomové práci neuvádět. Rybky jsem zakoupila v množství 50 párů.

Z poskytnutých informací od chovatele jsem se dozvěděla, že rybky jsou přibližně 3 – 4 měsíce staré. Vodu pro výtěr upravuje přidáním NaCl, aby zvýšil její tvrdost na 10 – 20 °N, což je pro chov a rozmnožování tohoto druhu nezbytné. PH vyžaduje tato ryba 6 - 8. Po narození je potěr krmen drobným granulátem, značky Sak 00. Na přilepšení dostávají krmivo Hikari s obsahem zelené řasy a vydatně zkrmuje také cyklop, aby byla naplněna nejen záchovná krmná dávka, ale také produkční krmná dávka, která se projevuje somatickým růstem.

Dle načerpaných informací jsem postupovala i v mém případě. Zakoupené samce a samice jsem chovala společně v připravené padesátilitrové nádrži, která byla

standartně zařízena. Upravila jsem i tvrdost vodovodní vody. Důležité bylo množství živé rostliny *Cabomba,* která sloužila jako úkryt pro potěr. Vycházela jsem z diplomové práce (Janda, 2015), kdy autor ve výsledcích upozorňuje, že o původní zakoupené generaci neměl od chovatele žádné informace, proto mohly být zakoupení jedinci nějakým způsobem ovlivněni před započetím experimentu. Tento neznámý faktor by mohl případně ovlivnit rozdílnost rodičů, což by mohlo vést k nepřesnosti výsledků. Základem práce je tedy provést experiment na jedincích odchovaných (F2) od jedinců zakoupených a následně na jejich následných potomcích (F3).

Rodiče, tedy (F1) jsem od mláďat oddělila a určila je k prodeji zákazníkům mé akvaristiky. Potřebných 50 ks samců a samic jsem namátkově vybrala a sestavila tak druhou rodičovskou generaci (F2). Ta byla testována na osobnostní rysy pomocí modifikovaného „Open Field" testu (OFT) na vodní prostředí kombinovaného s tzv. standard emergence testem, pomocí kterého lze měřit čas, který je potřebný pro opuštění úkrytu jedincem, který nazýváme latence (s). Tímto testem se stanovuje odvaha („bold") nebo naopak bázlivost („shy") jednotlivých ryb.

K experimentu jsem použila akvárium, o velikosti 23 l, které jsem napustila připravenou vodou, kterou jsem upravila přípravkem Aquatan proti chloru od firmy Sera. Do středu akvária jsem vložila umělou rostlinu. Do připravené nádrže jsem umístila jedince přendaného z 50 l akvária, kterého jsem přelovila akvarijní síťkou. Na počítači jsem měla připravený program FreeStopwatch se stopkami, který jsem ihned spustila a měřila dobu od vložení do prvního rozplavání k umělé rostlině.

Po zaznamenání naměřených časových hodnot (provedení Open Field testu), jsem nejdříve každou samici umístila do jednoho z připravených padesáti chovných akvárií, o velikosti 3,5 l. To samé jsem provedla s proměřením samců. Ty jsem po absolvování OFT rozdělila k samicím do chovných akvárií tak, že jsem nejdříve umisťovala samce s malou bázlivostí („bold") k samicím s malou bázlivostí („bold"). Dále samce s velkou bázlivostí („shy") jsem přidala k samicím s velkou bázlivostí („shy"). Bohužel ne, všechny dvojice byly takto rovnoměrně spárovány, proto jsem zbylé jedince spárovala tak, že k samicím s vyšší bázlivostí jsem umístila samce s nižší bázlivostí a naopak a označila tyto páry jako „nevyrovnané". Rozdělené páry byly očíslované, aby nedošlo k záměně. Z naměřených časů jsem stanovila průměr pro samice, kdy jsem sečetla naměřené časy všech samic, který čítal 4000 sec a

vydělila ho počtem 50 samic. Průměr činil 79,78 sec. Stejně jsem postupovala v případě samců, kdy celkový čas byl 2962 sec a pro samce činil průměr 59,24 sec. Tyto naměřené hodnoty byly mezníkem pro rozdělení jedinců na „shy" a „bold" a jejich následné párování. Získala jsem 27 párů s označením „bold", 12 párů „shy" a 11 párů „bold-shy".

K odchovu jsem použila 50 akvárií, o velikosti 15 x 15 x 15 cm. Ty jsem z kapacitních důvodů umístila na již zavedená akvária v mé prodejně chovatelských a akvarijních potřeb. Bylo tak dostatečně zabezpečeno osvětlení zářivkovou trubicí o výkonu 40w. Do každého oddělení jednotlivého stojanu se mi podařilo umístit 9 těchto akvárií. Akvária jsem ze sterilních a velikostních důvodů ponechala nezařízená. Také jsem zvažovala, jak vyřešit otázku okysličování vody. Nakonec jsem se rozhodla, že nezavedu další vzduchovací rozvody ze vzduchovacího zařízení a pokusím se u tohoto drobného druhu o okysličení vody vodní rostlinou. Do každého akvária jsem tedy rozmístila plovoucí druh rostliny *Cabomba,* která zároveň sloužila také jako úkryt pro potomstvo.

Zcela stejný postup při stanovování osobnostního rysu bázlivý - odvážný („shy" - „bold") jsem použila pro mláďata (F3) narozená uvedeným 50 rodičovským párům, kdy se některé páry vyznačovaly velkou plodností, např. 14 ks mláďat. Jiné páry naopak vykazovaly minimální plodnost, např. 2 ks. U několika rybek došlo bohužel k úhynu a některé páry nevyvedly mláďata žádná. Také i v následující fázi odchovu mláďat se lišil počet potomků při narození od potomků, kteří mohli být zařazeni do testování, protože se je nezdařilo odchovat všechny.

Získala jsem tak velké množství údajů, které bylo třeba přehledně zobrazit do tabulek a grafů. Data sloužila ke statistickému zpracování, kdy jsem zjišťovala variabilitu v rodině vůči variabilitě rodičů, buď pro analýzu variance pro 5 jedinců, anebo pro 3 a více narozených jedinců. Dále heritabilitu pro rodinu, heritabilitu ve vrhu nebo ze vztahu s potomkem.

3.2.2 Statistické zpracování dat

Pro přehlednost byla získaná data uložena do tabulek (Tab. 1 a 2) a uspořádána do histogramů (Obr. 1 a 2).

Výsledek asortativního párování byl podroben regresní analýze a byl hodnocen vliv doby latence u rodičů na počet mláďat a to v různých variantách. Vliv sledovaného parametru u párů i samostatných rodičů na počet narozených mláďat a také na počet mláďat, která přežila do testu. V případě vlivu obou rodičů byly podle doby latence páry rozděleny na: 1) oba do 70 s 2) oba nad 70 s a na 3) páry s rozdílnými latencemi více než 50 %. Tento posun proti původnímu rozdělení párů byl nutný, protože původní uspořádání párů (viz kap. 3.2.1.) narušily úhyny a bylo třeba mít skupiny zhruba stejně početné.

K odhadu heritability h^2 byly využity dva postupy:

1) Stanovením regrese mezi mezi mezi střední hodnotou latence zjištěné u obou rodičů a střední hodnotou zjištěnou u potomků. Aby všechny rodiny měly stejnou váhu, byly průměry založeny na třech nebo pěti potomcích (pokud jich bylo více pak náhodně vybraných) a nakonec byla vypočítána vážená regrese, která umožnila využít všech potomků. Heritabilita (h^2) odpovídá sklonu regresní přímky.

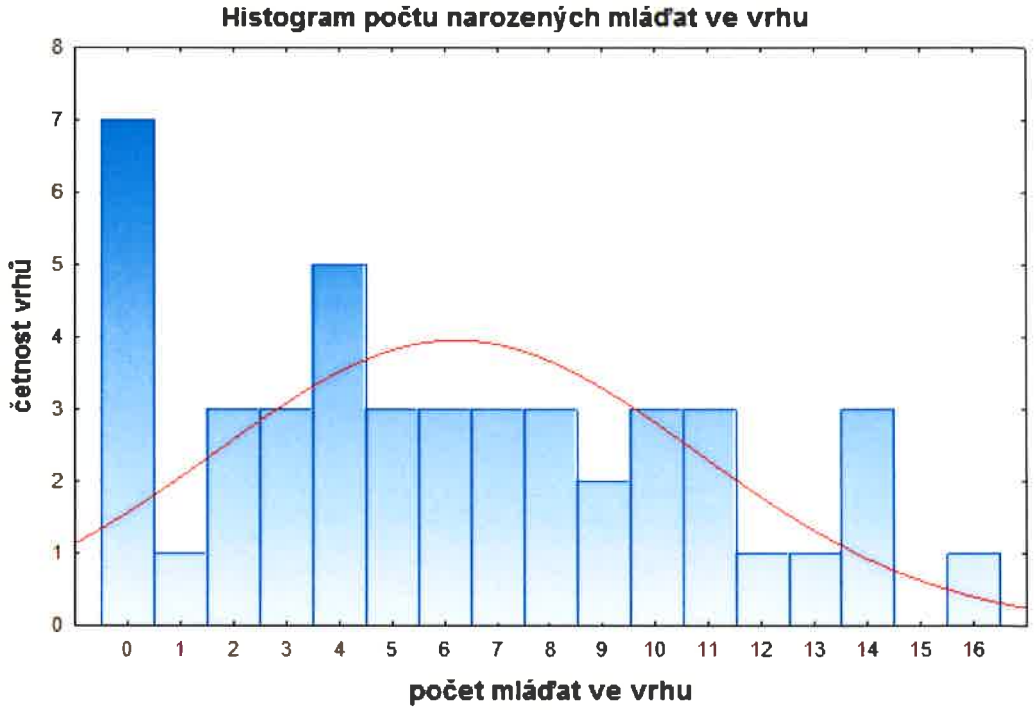
2) Stanovením heritability na základě podobnosti mezi sourozenci ve vrhu. Podle Falconera (1981) je možno použít k výpočtu heritability (h^2) intraclass correlation coefficient (ICC) τ. Ten je možno vypočítat z mezivýsledků při jednocestné analýze variance (ANOVA). V našem případě závislou proměnnou byla latence stanovená u sourozenců ve vrhu a třídící proměnnou byla identita vrhu. Byly testovány rodiny s 5 sourozenci, v druhém případě rodiny se 3 sourozenci. V případě většího počtu byli sourozenci vybráni náhodně. Cílem bylo vybrat co nejvíce rodin, ale se stejným počtem potomků pro vyváženou analýzu. V případě 5 sourozenců v rodině mohlo být vybráno 20 rodin, tedy 100 jedinců. V případě 3 sourozenců mohlo být analyzováno 31 rodin, tedy 93 jedinců. Konkrétní postup výpočtu je uveden v příloze.

Pokud to vyžadovalo rozdělení dat v souboru, byla spojitá proměnná logaritmicky transformována a proměnná s Poissonovským rozdělením (počty jedinců) byla podrobena odmocninové transformaci $x' = \sqrt{(x + 0,5)}$.

4. VÝSLEDKY

4.1 Přehledy o počtech testovaných rodičů a jejich mláďat

Tab. 1: Počet rodičů, počet narozených a počet testovaných potomků, latence průzkumového chování rodičů a Tab. 2: Latence průzkumového chování mláďat – viz. Přílohy tabulky.



Obr. 1 Histogram narozených mláďat podle počtu v jednotlivých vrzích

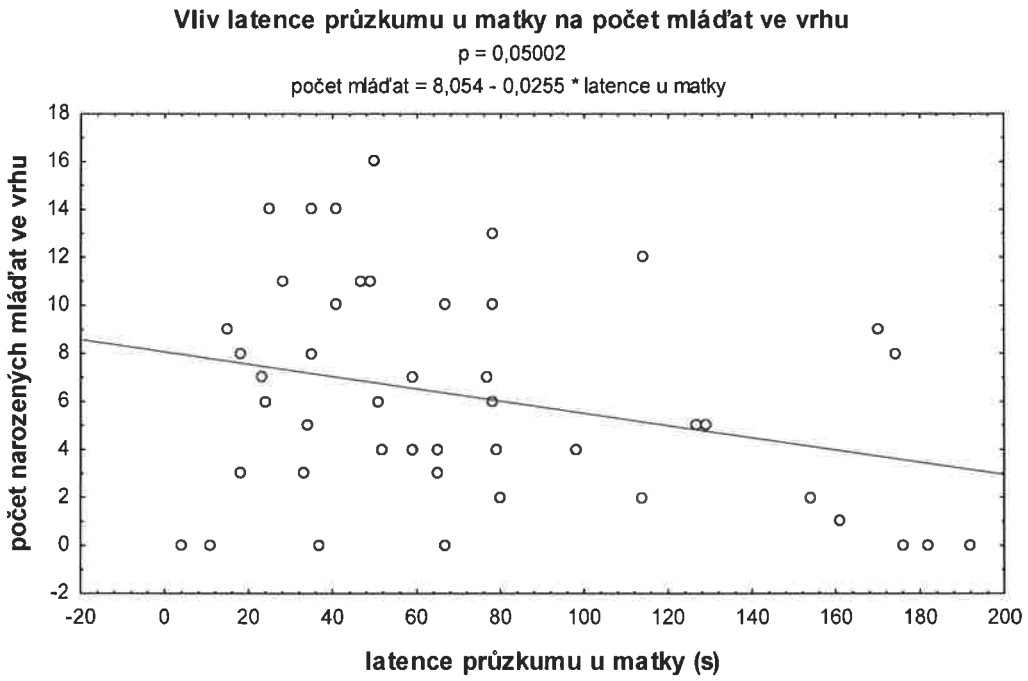
Nejvyšší počet párů -7 neměl žádné potomky. Vyšší počet mláďat 12, 13 a 16 se objevil jen u jednoho páru. Tři páry pak měly mláďata v počtu od dvou až do 14 jedinců – viz obr. 1. Do testování přežila část zvířat a tak se histogram poněkud změnil. Zmizeli jedinci z extrémních vrhů a histogram se zhlediska početnosti mláďat ve vrhu zúžil – viz obr. 5.

4.2 Vliv doby latence u rodičů na počet narozených mláďat

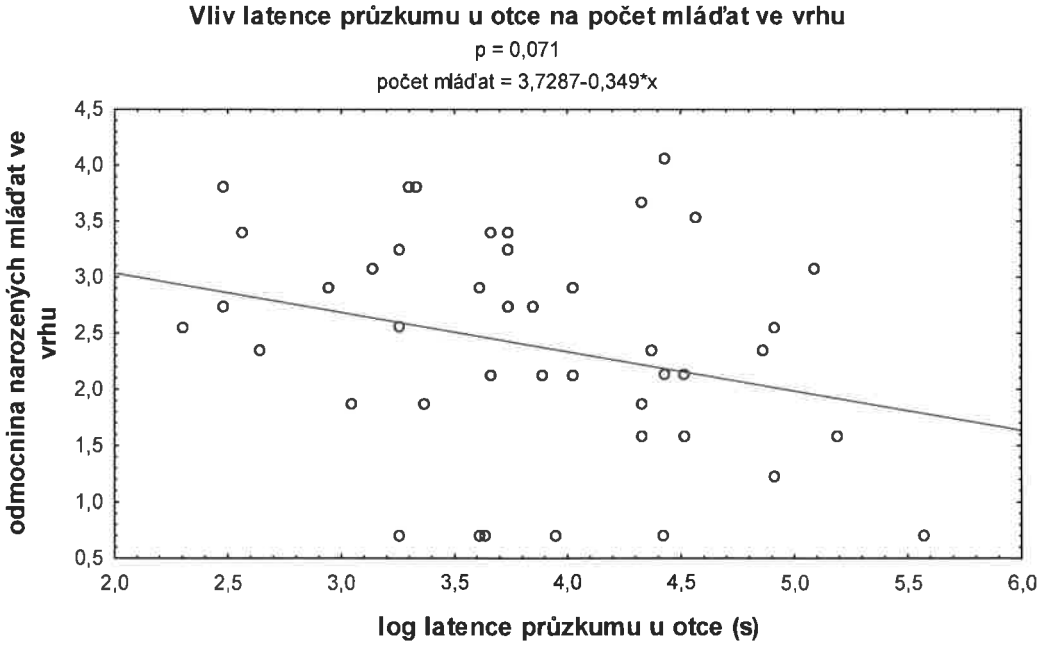
Prověřen byl vliv délky latence průzkumového chování matky, tedy vliv její odvážnosti na počet narozených mláďat ve vrhu. Vliv stanovený pomocí regresní analýzy je na hranicích průkaznosti (p=0,050). Je tedy ještě možno konstatovat, že čím byla doba latence kratší, a tedy matka byla odvážnější, tím měla více potomků ve vrhu a naopak – viz obr 2.

Podobně byl prověřen i vliv délky latence průzkumového chování u otce na počet mláďat ve vrhu. V tomto případě byl ale zaznamenán vliv již těsně za hranicí průkaznosti (p=0,071), takže zde o vlivu můžeme uvažovat, ale bez statistické podpory – viz obr. 3.

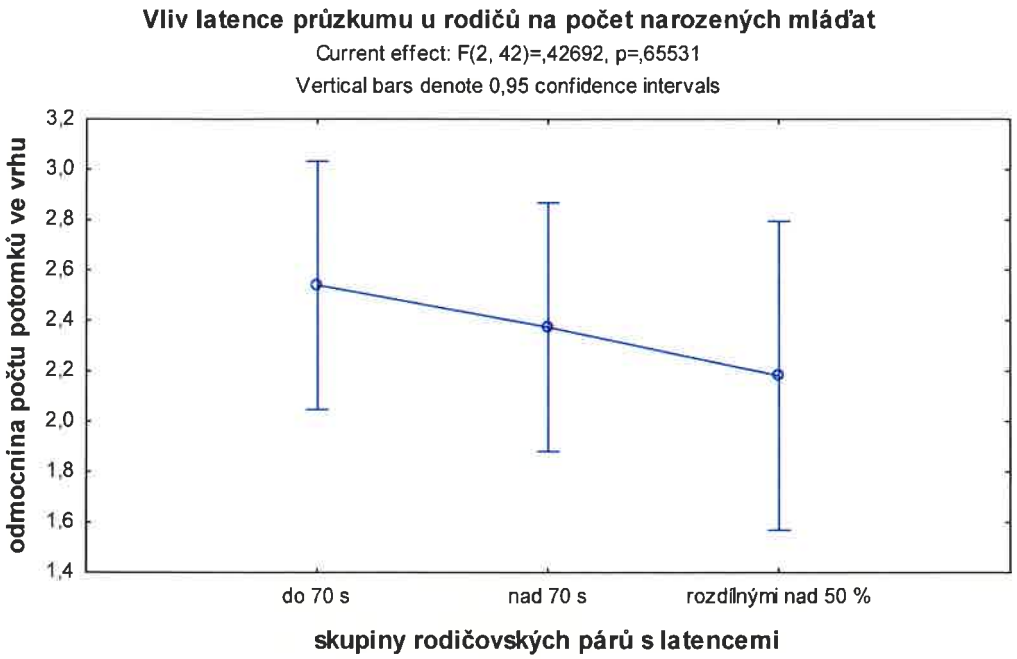
Vedle vlivu jednotlivých rodičů byl prověřen samozřejmě také hlavní cíl předkládané práce a to efekt asortativního párování. V tomto případě podle délky latence exploračního chování obou rodičů. Testováni byli rodiče, kteří měli oba dva krátkou dobu latence exploračního chování („bold" jedinci), dále oba rodiče měli dlouhou dobu latence exploračního chování (jedinci „shy") a třetí skupinou byli rodiče, kteří měli výrazně odlišnou dobu latence kexploraci – tedy nevyrovnaný pár. Toto uspořádání bylo prověřeno analýzou variance. Analýza je sice neprůkazná (p=0,655), nicméně je možno vcelku dobře odhadnout, že nejúspěšnější byly páry vyrovnané s kratší dobou latence, tedy spíše „bold" jedinci – viz obr. 4.



Obr. 2 Obrázek regresní analýzy počtu narozených mláďat a latence průzkumového chování u matky. Analýza, je sice na hranicích průkaznosti (p=0,050), ale ukazuje vliv doby latence na počet mláďat ve vrhu. Čím kratší doba latence a tedy odvážnější jedinec, tím měl více potomků ve vrhu a naopak.



Obr. 3 Obrázek regresní analýzy počtu narozených mláďat z latence průzkumového chování u otce. Analýza ukazuje vliv doby latence průzkumového chování otce na počet mláďat ve vrhu. Čím kratší doba latence byla, a tedy čím byl jedinec odvážnější, tím měl více potomků ve vrhu a naopak. Nicméně v tomto případě je výsledek již jasně za hranicí průkaznosti (p=0,071).



Obr. 4 ANOVA počtu narozených mláďat ve vrhu a latence průzkumového chování rodičovského páru. Oba rodiče měli latenci do 70 s, nebo nad 70s nebo mezi páry byly rozdíly větší než 50 %. Analýza je sice neprůkazná (p=0,655), nicméně je možno vcelku dobře odhadnout, že nejúspěšnější byly páry vyrovnané s kratší dobou latence, tedy spíše „bold" jedinci.

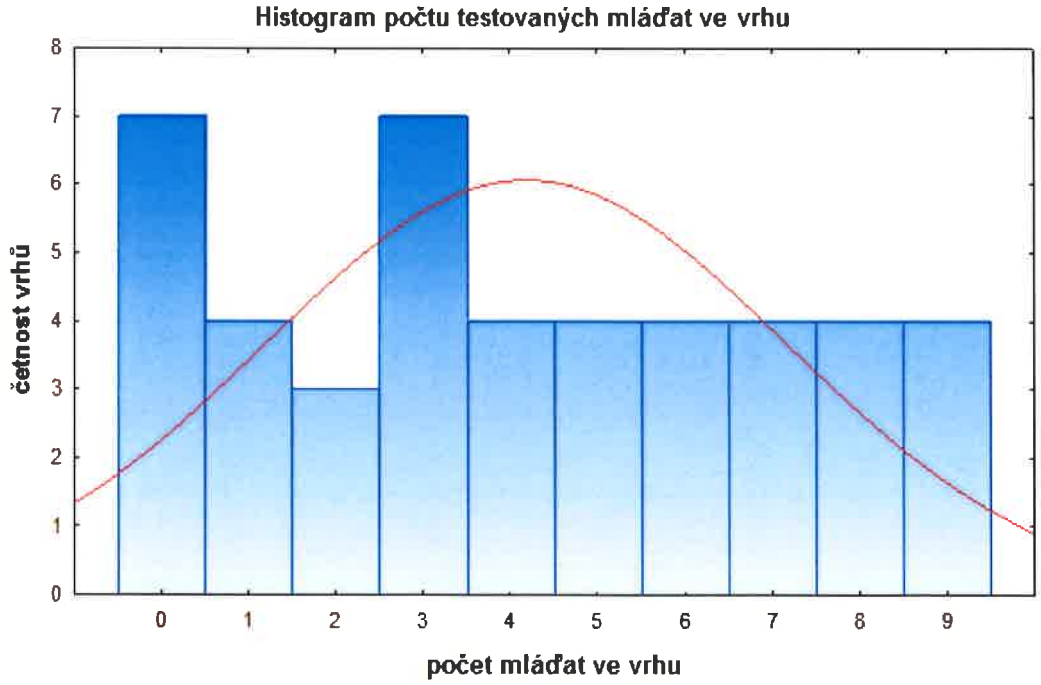
4.3 Vliv doby latence u rodičů na počet mláďat, která přežila do testů latence průzkumového chování

Při porovnání histogramů na obr. 1 a 5 je jasné, že došlo díky úhynu k určitým změnám v početnosti potomstva. Vedle počtu narozených mláďat je tak počet přežívajících potomků ještě důležitějším aspektem úspěšnosti asortativního párování.

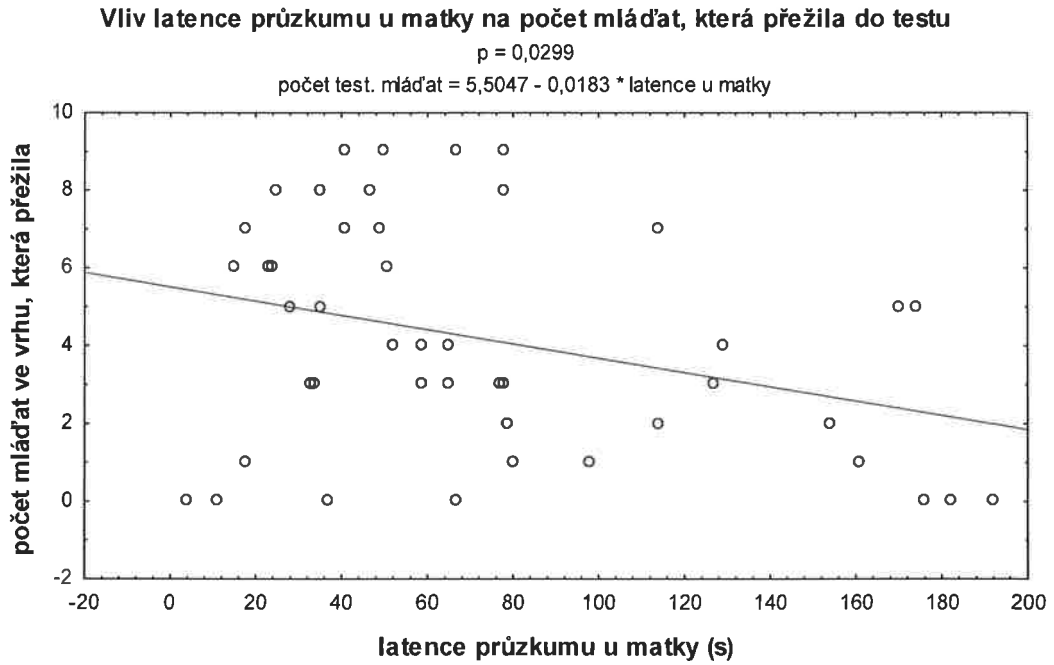
Opět byl prověřen vliv délky latence průzkumového chování matky, tedy vliv její odvážnosti na počet narozených mláďat, která přežila do testu jejich latence průzkumového chování. Vliv stanovený pomocí regresní analýzy je průkazný (p=0,030). Je tedy ještě možno konstatovat, že čím byla doba latence kratší, a tedy matka byla odvážnější, tím měla více potomků, kteří dožili až do testu a naopak – viz obr 6.

Podobně byl prověřen i vliv délky latence průzkumového chování u otce na počet mláďat, která dožila do testu. V tomto případě byl také zaznamenán vliv průkazný (p=0,041) – viz obr. 7.

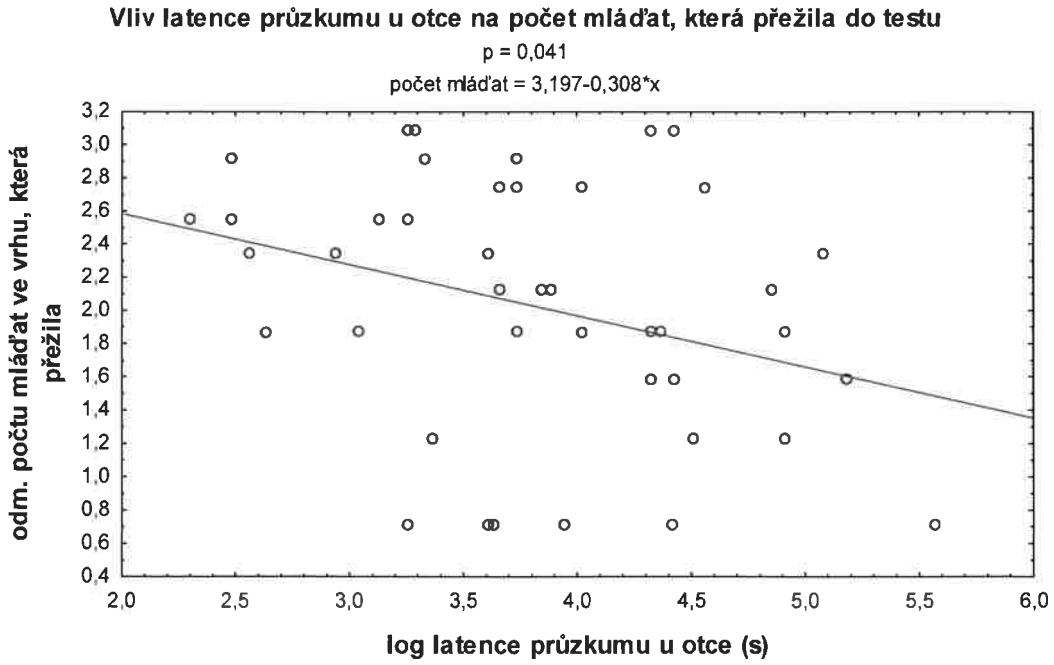
Vedle vlivu jednotlivých rodičů byl prověřen samozřejmě také hlavní cíl předkládané práce a to efekt asortativního párování. Opět podle délky latence exploračního chování obou rodičů. Testována byla skupina rodičů, kteří měli oba dva krátkou dobu latence exploračního chování („bold" jedinci), dále skupina rodičů, kteří měli dlouhou dobu latence exploračního chování (jedinci „shy") a třetí skupinou byli rodiče, kteří měli mezi sebou výrazně odlišnou dobu latence k exploraci – tedy nevyrovnané páry. Toto uspořádání bylo prověřeno analýzou variance. Analýza je sice neprůkazná (p=0,529), nicméně je možno vcelku dobře odhadnout, že nejúspěšnější by mohly být páry vyrovnané s kratší dobou latence, tedy spíše „bold" jedinci, podobně jako v případě vztahu jen k přímo narozených mláďatům – viz obr. 8.



Obr. 5 Histogram počtu mláďat, která přežila do testů podle počtu v jednotlivých vrzích

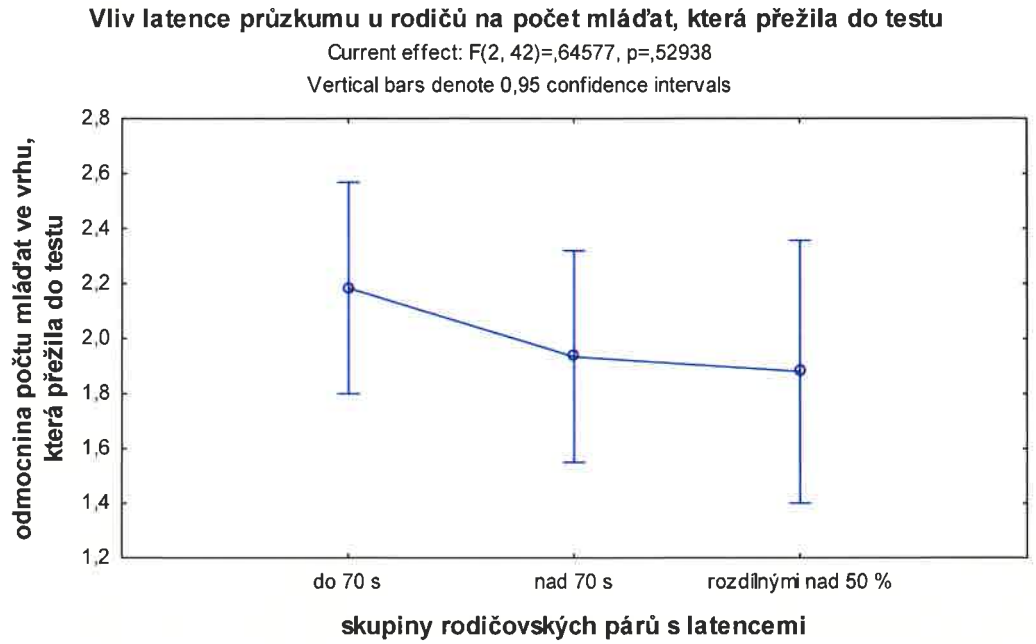


Obr. 6 Obrázek regresní analýzy počtu mláďat ve vrhu, která přežila do testů, a latence průzkumového chování u matky. Je vidět vliv doby latence na počet mláďat ve vrhu. Čím kratší doba latence a tedy odvážnější jedinec, tím měl více potomků ve vrhu a naopak. Vztah je jasně průkazný (p=0,030).



Obr. 7 Obrázek regresní analýzy počtu mláďat ve vrhu, která přežila do testů, a latence průzkumového chování u otce. Je vidět vliv doby latence na počet mláďat ve vrhu. Čím

kratší doba latence a tedy odvážnější jedinec, tím měl více potomků ve vrhu a naopak. Vztah je jasně průkazný (p=0,041).



Obr. 8 ANOVA počtu mláďat ve vrhu, která přežila do testů, a latence průzkumového chování rodičovského páru. Oba rodiče měli latenci do 70 s, nebo nad 70s nebo mezi páry byly rozdíly větší než 50 %. Analýza je sice neprůkazná (p=0,529), nicméně je možno vcelku dobře odhadnout, že nejúspěšnější byly páry vyrovnané s kratší dobou latence, tedy spíše „bold" jedinci.

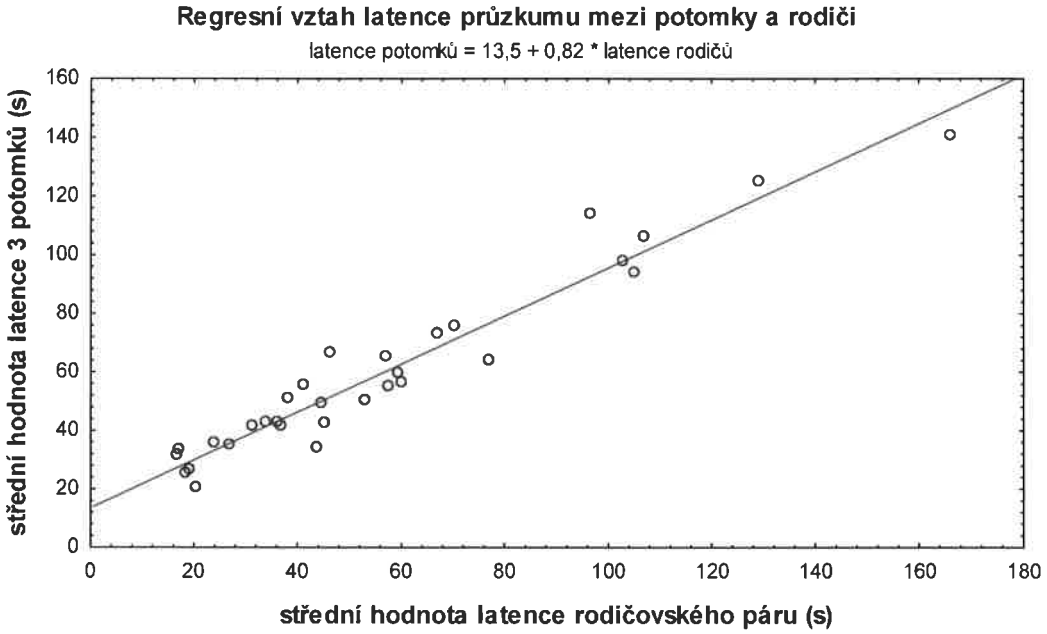
4.4 Odhad heritability doby latence pomocí regresní analýzy

Odhad heritability byl proveden dvěma odlišnými postupy. Zde jsou uvedeny výsledky prvního z nich. Heritability osobnostního rysu - latence průzkumu - na základě regresní analýzy mezi jeho průměrnou hodnotou u potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. Aby byla zajištěna stejná váha všech rodin vstupujících do analýzy, zvolili jsme v prvním případě 3 sourozence ve vrhu. V případě většího vrhu pak rodinu reprezentovali 3 náhodně vybraní potomci. Protože koeficient heritability odpovídá sklonu regresní přímky (viz metodika) byl v tomto případě koeficient heritability $h^2 = 0,82$ – viz obr. 9.

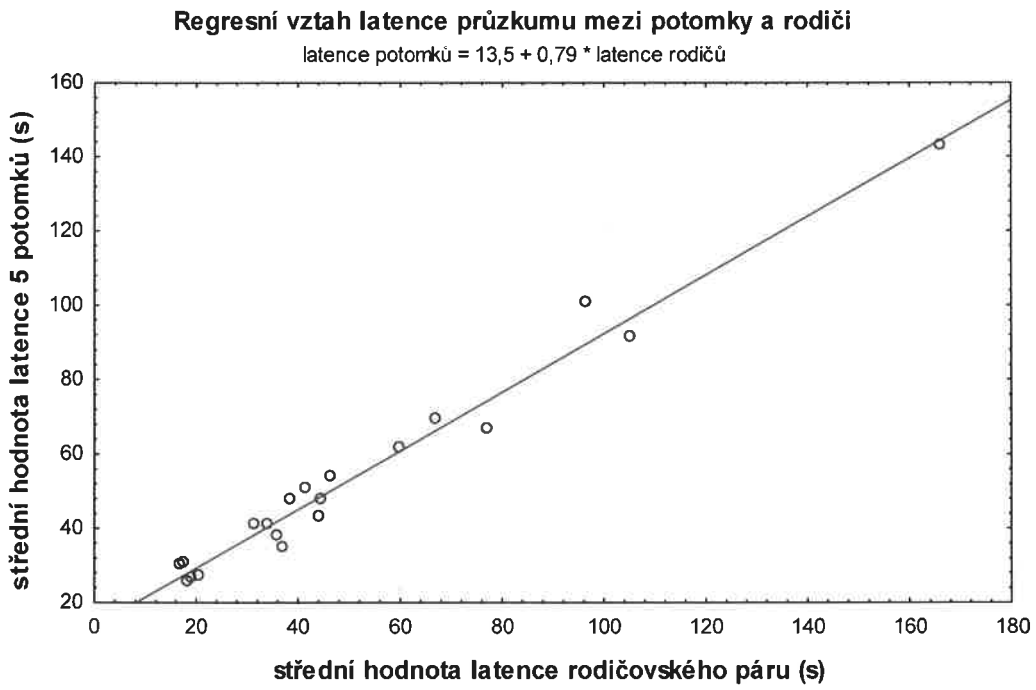
Stejně byl proveden odhad heritability latence průzkumu na základě regresní analýzy mezi rodiči a 5 potomky. Opět v případě většího vrhu rodinu reprezentovalo

5 náhodně vybraných potomků, aby byla zaručena stejná váha všech rodin. Koeficient heritability v tomto případě dosáhl hodnoty $h^2 = 0,79$ – viz obr. 10.

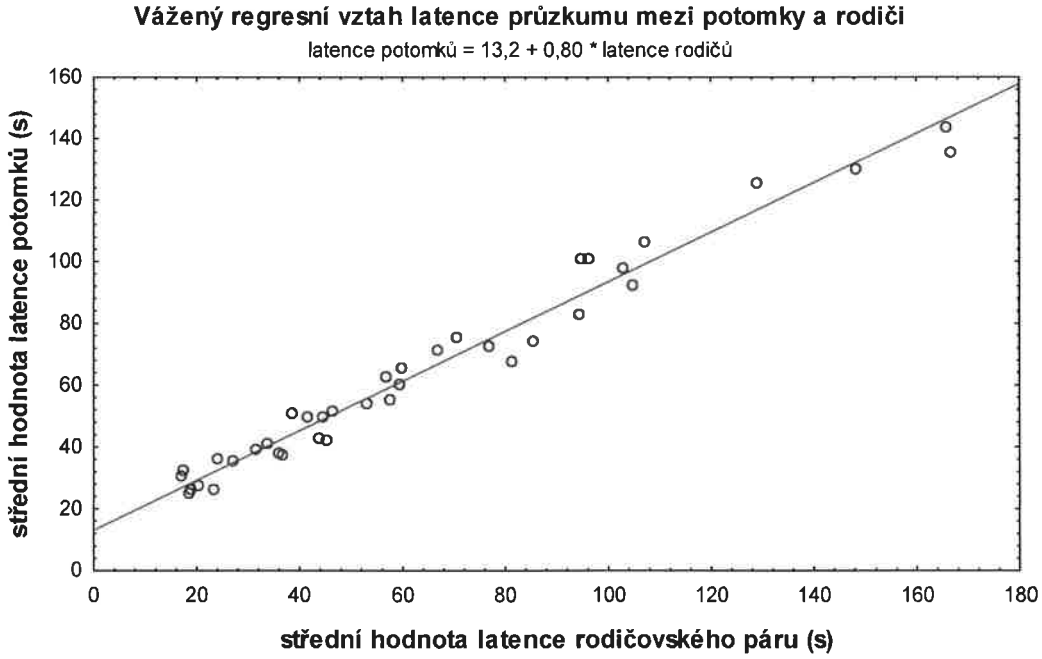
Nakonec byl výše uvedeným postupem proveden odhad heritability latence průzkumu na základě vážené regrese mezi jeho průměrnou hodnotou u potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. Zahrnuty tedy byly všechny vrhy (početnost od 1 do 9 mláďat), přičemž do výpočtu byly zahrnuty i jejich odpovídající váhy. Při této analýze koeficient heritability nabyl hodnoty $h^2 = 0,80$ – viz obr. 11.



Obr. 9 Odhad heritability sledovaného osobnostního rysu (latence průzkumu) na základě regresní analýzy mezi jeho průměrnou hodnotou u 3 potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. V případě většího vrhu rodinu reprezentovali 3 náhodně vybraní potomci, aby byla zaručena stejná váha všech rodin. Koeficient heritability odpovídá sklonu regresní přímky a tedy $h^2 = 0,82$.



Obr. 10 Odhad heritability sledovaného osobnostního rysu (latence průzkumu) na základě regresní analýzy mezi jeho průměrnou hodnotou u 5 potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. V případě většího vrhu rodinu reprezentovalo 5 náhodně vybraných potomků, aby byla zaručena stejná váha všech rodin. Koeficient heritability odpovídá sklonu regresní přímky a tedy $h^2 = 0,79$.



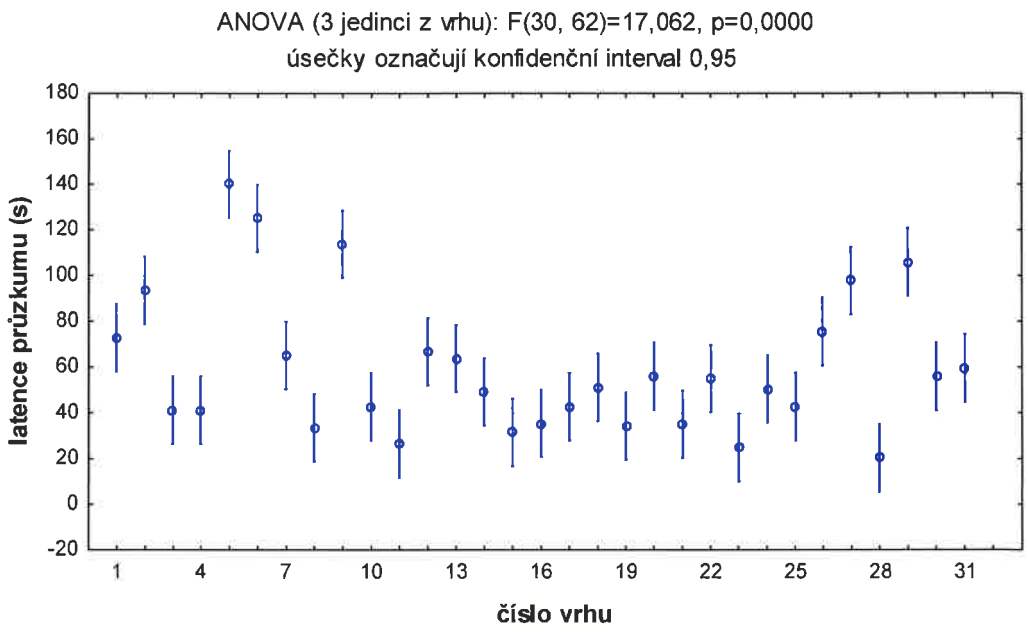
Obr. 11 Odhad heritability sledovaného osobnostního rysu (latence průzkumu) na základě vážené regrese mezi jeho průměrnou hodnotou u potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. Zahrnuty tedy byly všechny vrhy (početnost od 1 do 9 mláďat), přičemž do výpočtu byly

zahrnuty i jejich odpovídající váhy. Koeficient heritability odpovídá sklonu regresní přímky a tedy $h^2 = 0,80$.

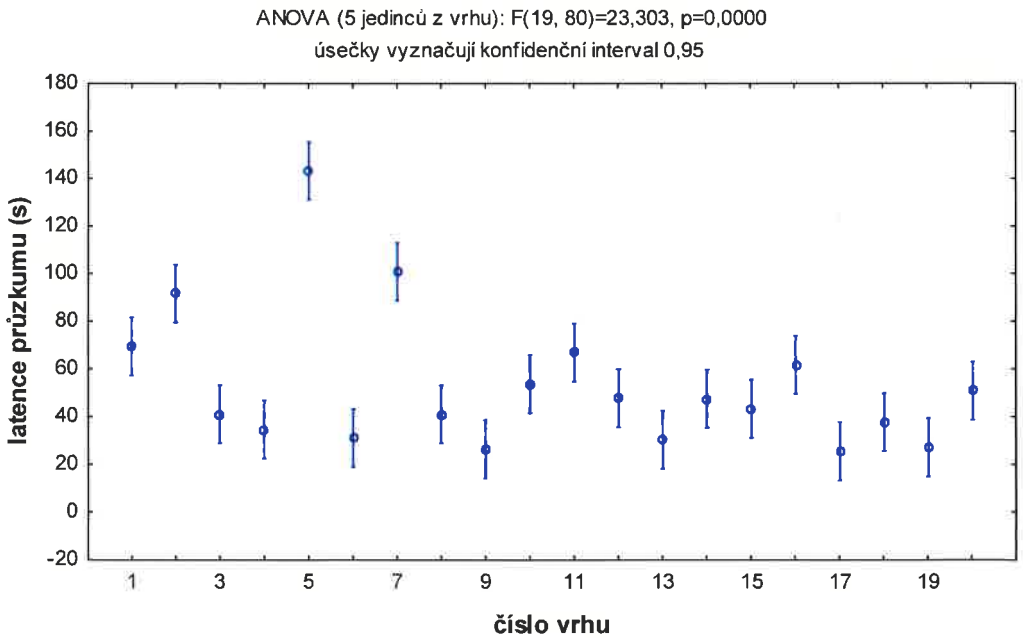
4.5 Odhad heritability doby latence pomocí mezivýsledků jednofaktorové ANOVA

U tohoto druhého postupu odhadu heritability bylo nutné nejprve provést analýzu variance (ANOVA) latence průzkumu u potomků podle jednotlivých vrhů. Opět byl pro analýzu zvolen stejný počet potomků v rodině, a to buď 3, nebo 5 – viz obr. 12 a 13. Obě analýzy přinesly vysoce průkazné rozdíly mezi soubory ($p<0,001$), což znamená, že potomci uvnitř rodiny si byli velmi podobní, ale mezi rodinami byly rozdíly velké. Pro stanovení koeficientu heritability h^2 ovšem muselo být využito mezivýsledků jednofaktorové ANOVA – viz kap. 3.2.2. a výpočty v příloze. Z těchto výpočtů vyplynulo, že v případě 3 sourozenců v rodině je poslední důležitý stupeň výpočtu „intraclass correlation coefficient" $ICC(\tau) = 0,843$ a v případě 5 sourozenců $ICC(\tau) = 0,817$.

V případě, že se jedná o sourozence, jejichž genetická podobnost má průměrnou hodnotu 0,5 podle Falconera (1981) by pak výslednou hodnotu $ICC(\tau)$ bylo nutné vynásobit dvěma, tedy podle vzorce $h^2 = \tau * 2$. Teoreticky ovšem heritabilita může dosáhnout max. hodnoty 1. Heritabilita na základě sklonu regresní přímky ovšem vyšla velmi podobná $h^2 = 0,80$. Vysvětlením by mohla být vysoká inbrednost testovaných rybek, a tím tedy jejich vysoká příbuznost, což by znamenalo, že chybí argument k násobení dvěma ke kompemzaci průměrné hodnoty příbuznosti sourozenců 0,5 (u jednovaječných dvojčat je rovna 1).



Obr. 12 Analýza variance (ANOVA) latence průzkumu u potomků podle jednotlivých vrhů, kde byli přímo 3, nebo byli náhodně 3 jedinci vybráni. Úsečky vyznačují konfidenční interval. Analýza byla vysoce průkazná ($p<0,001$), což znamená, že potomci uvnitř rodiny si byli velmi podobní, ale mezi rodinami byly naopak rozdíly velké. Pro stanovení koeficientu heritability h^2 bylo využito mezivýsledků jednofaktorové ANOVA – viz kap. 3.2.2. a výpočty v příloze.



Obr. 13 Analýza variance (ANOVA) latence průzkumu u potomků podle jednotlivých vrhů, kde bylo přímo 5, nebo bylo náhodně vybráno 5 jedinců. Úsečky vyznačují konfidenční interval. Analýza byla vysoce průkazná ($p<0,001$), což znamená, že potomci uvnitř rodiny si byli velmi podobní, ale mezi rodinami byly naopak rozdíly velké.

5. DISKUZE

Obecně jsou osobnostní znaky charakteristické nízkou intra-individuální variancí nebo výraznou konzistencí (Schuett et al. 2010). Vysoce konzistentní jedinci jsou důvěryhodní, vynakládají úsilí na spolupráci. Oproti tomu nekonzistentní jedinec s velkou pravděpodobností využije svého partnera. To je důležitá informace pro jedince, aby si zvolil partnera podobného charakteru, aby tak zabránil svému využívání (Royle et al. 2010), čímž se jeví asortativní párování jako přínosné. V této studii byla zvolena za párovací parametr latence průzkumového chování, nebo-li odvaha jedince k průzkumu.

Odvahou se rozumí ochota podstoupit riziko či prozkoumávat nové prostředí (Wilson et al. 1993). To, jak se jedinec chová v určitých situacích má vliv také na jeho přežívání (Réale et al. 2009), prozkoumávání nových území a šíření (Aplin et al. 2013), množství získané potravy (Harfmann & Petren 2008) a také na jeho reprodukční úspěšnost (Dingemanse et al. 2005). Paradoxem je tedy snížené přežití odvážných jedinců ve srovnání s bázlivými, neboť v přirozených podmínkách více riskují a vynakládají maximální úsilí na chov. Naopak bázliví jedinci podstupují nízká rizika (Bennet & Owens 2002). Osobnostní znaky jsou vysoce relevantní v kontextu reprodukční investice, a proto mají významný dopad na osobnost jedince (Reale et al. 2010).

Tento hlavní rys má přímý vliv na zdatnost (fitness) jedinců. Na monogamních myších *Mus spicilegus* byl zkoumán mechanismus, kdy na základě podobnosti osobností v chovných párech mohlo dojít ke zvýšení jejich fyzické kondice. Bylo zjištěno, že reprodukční načasování je pro fitness důležité. Zpožděný účinek potenciálně omezuje počet chovných příležitostí a tím snižuje riziko, že potomek zahájí reprodukci během stejné sezóny. Opakované standardizované testy prováděné před párováním odhalily konzistentní individuální rozdíly v chování jedinců. Páry s podobnou mírou úzkosti měli vyšší pravděpodobnost množení a byli rychlejší. Spojení mezi odpovídajícím typem osobnosti a nástupem reprodukce může být jedním z mechanismů vedoucích k zachování osobnostních změn v populaci (Rangassamy et al. 2015).

5.1 Vliv asortativního párování na počet narozených a odchovaných mláďat

V přírodě a společenských nádržích je živorodka Wingeova extrémně promiskuitní, nicméně v laboratorních podmínkách se přizpůsobí experimentálnímu prostředí a jeho chování lze designem pokusu velmi účinně modulovat (Řežucha & Reichard 2014).

V rámci asortativního párování byli do páru vybráni rodiče, kteří měli oba dva krátkou dobu latence exploračního chování („bold" jedinci). Dále oba rodiče, kteří měli dlouhou dobu latence (jedinci „shy"). Třetí skupinu tvořili rodiče, kteří měli výrazně odlišnou dobu latence, tedy nevyrovnané páry („bold – shy"). Původně bylo 50 párů rozděleno na 27 párů odvážných („bold"), 12 párů bázlivých („shy") a 11 párů nevyrovnaných („bold-shy"). Z těchto 50 párů bylo 5 párů vyřazeno pro úhyn jednoho z rodičů. Sedm ze zbývajících 45 párů neporodilo potomky žádné. Tři páry měly extrémní počet potomků, z nichž nejvyšší dosahoval počtu 16 ks. Proti původnímu rozdělení párů byl nutný provést posun, protože bylo potřeba mít skupiny zhruba stejně početné. V případě vlivu obou rodičů byly podle doby latence páry rozděleny na: 1) oba do 70 s 2) oba nad 70 s a na 3) páry s rozdílnými latencemi více než 50 %. Celkem se narodilo 278 jedinců. „Bold" páry odchovaly největší množství potomků.

Efekt asortativního párování prověřený analýzou variance (ANOVA) se nepodařilo prokázat (viz obr. 4 a 8), nicméně je možno vcelku z obou grafů odhadnout, že nejúspěšnější by mohly být páry vyrovnané s kratší dobou latence, tedy spíše „bold" jedinci. Asortativní párování založené na osobnostních rysech může pozitivně ovlivnit stav potomků. Zvyšuje kompatibilitu dvojice, to má za následek zvýšení účinnosti rodičovské péče a v důsledku toho kvalitu potomstva. Stejnorodost párů se projevuje i při hledání území a míst k hnízdění, což urychluje nástup chovu (Gabriel & Black 2013), také se projevuje míra tvorby rezerv (Budaev et al. 1999). Potomci mohou snadněji přijmout účinnou strategii pro maximalizaci, pokud rodiče mají podobný typ osobnosti, tj. rodiče mají stejnou rodičovskou péči (Roulin et al. 2010). Párování je přínosné, pokud podobnost na genetické úrovni dává potomkům výhodu nebo podobnost chování mezi partnery zvyšuje účinnost páření,

anebo rodičovské péče. Pokud jsou tyto výhody vyšší než náklady na páření s nižší kvalitou partnerů, párování je adaptivní (Schuett et al. 2010). Forma reprodukční investice může hrát důležitou roli v přežití potomků (viz. např. Blancher 1982, Weidinger 2002, Andersson & Waldeck 2006).

5.2 Vliv doby latence u jednotlivých rodičů na počet narozených a odchovaných mláďat

Jak je uvedeno ve výsledcích, zkoumán byl také vliv délky latence průzkumového chování samostatně u matky a otce, tedy vliv jejich odvážnosti na počet narozených a posléze odchovaných mláďat ve vrhu regresní analýzou,

V případě počtu narozených mláďat byl vliv matky na hranici průkaznosti ($p=0,050$), u otce byl již sice za hranicí ($p=0,071$), nicméně přeci jen s trochou opatrnosti je možné konstatovat, že čím byla doba latence u rodičů kratší a rodiče se tedy projevovali jako odvážnější, tím měli více potomků ve vrhu a naopak.

Do doby testování potomků přežil menší počet jedinců, než se jich narodilo – viz obr. 1 a 5, testováno tak bylo 187 potomků. Počet 1 až 9 potomků se objevil prakticky vždy u třech párů. Za pomoci regresní analýzy byl stanoven průkazný vliv matky ($p=0,030$) i otce ($p=0,041$), tedy v tomto případě již bylo zcela jasně zjištěno, že čím byla doba latence u rodičů kratší a rodiče se projevovali jako odvážnější, tím měli více přeživších mláďat.

Tedy tento nález je zcela v souhlase s publikovanými poznatky, že asortativní páry založené na podobnosti osobnosti (viz např. Schuett et al. 2011, Kralj-Fišer et al. 2013, Chira 2014) mají více potomstva (viz např. Budaev et al.1999, Ariyomo & Watt 2013), jsou úspěšnější (viz např. Gabriel & Black 2012) a také mají kondiční výhodu (viz např. Sinn et al. 2006).

5.3 Odhad heritability doby latence

Na základě analýzy variance (ANOVA) byla zkoumána podobnost latence u potomků podle jednotlivých vrhů. Z výsledků naměřené heritability, která v prvním případě pro výběr 3 sourozenců dosáhla hodnoty 0,843 a v případě druhém pro výběr 5 sourozenců dosáhla hodnoty 0,817, vyplývá, že sourozenci – tedy potomci uvnitř jedné rodiny si byli velmi podobní, ale naopak mezi rodinami byly rozdíly velké. Tato analýza byla v obou případech vysoce průkazná ($p<0,001$).

Stejně tak tomu bylo v případě vážené regresní analýzy, kdy byla rovněž prokázána vysoká heritabilita $h^2 = 0,80$ mezi průměrnou hodnotou u potomků a průměrnou hodnotou u rodičů. Vysvětlením by mohla být vysoká příbuznost testovaných rybek. Z ní pak můžeme usuzovat na inbrední depresi - tedy zvyšování celkové homozygotnosti následkem příbuzenského křížení. Inbrední deprese se zpravidla projeví u vlastností se složitým genetickým řízením, tedy u těch, které jsou řízeny mnoha geny jako je např. chování. Často se velmi viditelně projevuje také menším počtem a vitalitou mláďat, tedy menší zdatností (fitness). V chovech zvířat se to prakticky projevuje poklesem reprodukce, odolnosti, oslabení konstituce, snížení užitkovosti, projevují se také různé poruchy a defekty vývoje kostry, kůže apod. Mnoho inbredních kmenů a linií tak zaniklo právě v důsledku těchto zátěží (viz např. Hamanová & Hruban 2000, Hruban & Majzlík, 2002), což se může výrazně objevit i při pokračování v chovu použitých živorodek.

5.4 Vliv sociálního prostředí

Ze zjištěných hodnot heritability je možno odečtením od jedné (od fenotypového projevu) získat vliv prostředí. U výběru 3 sourozenců je to (1 – 0,843) 0,157, u výběru 5 sourozenců je to (1 – 0,817) 0,183. Pochopitelně to ukazuje na velmi malý vliv způsobený vnějšími faktory. Prostředí samozřejmě může v určitém rozsahu ovlivnit osobnostní rysy jedinců a tím chování, které s nimi souvisí (viz např. Řežucha & Reichard 2014). Téměř žádné chování jedince se neděje v izolaci, ale je ve velké míře ovlivněno i ostatními jedinci, tedy sociálním prostředím. Jedinci se

nemohou chovat jen podle svých potřeb nebo schopností, ale jsou nuceni se do značné míry chovat tak, jak jim dovolí okolí, které je obklopuje (Bergmüller & Taborsky 2007). V našem případě by se jednalo o působení především rodičovských jedinců mezi sebou, u nichž by došlo k posunu osobnostních rysů ať už ve směru zvýšení nebo naopak snížení podobnosti. Podle získaných hodnot je ale jasné, že se tyto sociální vlivy příliš neprojevily.

Poecilia Wingei je v současné době oproti *Poecilia reticulata* v některých aspektech ještě stále málo probádán. Byl u ní studován vliv sociálního prostředí pouze na alternativní taktiku páření (Řežucha & Reichard 2014). Samci jsou za účelem maximalizace individuálního reprodukčního úspěchu, v tomto směru velmi flexibilní. Na změně alternativních taktik má vliv, jak genetická stránka, tak i sociální prostředí (viz např. Řežucha & Reichard 2014). Jakou alternativní taktiku samec použije, závisí na řadě faktorů, např. na intenzitě světla (Chapman et. al. 2009), potravních zdrojích (Kolluru et al. 2009), intrasexuálních kompeticích (Evans & Magurran 1999), poměru pohlaví (Magurran & Magellan 2007) aj.

Ukázalo se, že jedinci si ve snaze maximalizovat svou atraktivitu přenášejí behaviorální návyky z minulosti do budoucích setkání. Tento jev však byl úzce vázaný na demografické složení prostředí, ve kterém se předtím vyskytovaly. Ukázalo se, že individuální zkušenost jedince a sociální prostředí, které ho obklopuje, má na jeho budoucí chování nezanedbatelný vliv (Řežucha & Reichard 2014). Toto ale není případ prezentovaný v této studii, neboť sociální interakce v použitém experimentálním uspořádání – jedna samice a jeden samec – měly silně zúžený prostor.

6. ZÁVĚR

Bohužel poměrně často se ve svém zaměstnání setkávám hlavně s drobnými chovateli, kteří mají radost z toho, jak se jim rybky, ponechány v akváriu svému vlastnímu osudu, ochotně množí. Ukazují tím, jak jsou velmi nekritičtí k jejich chovu.

Vysoká hodnota heritability (h^2) v této studii může signalizovat výskyt již inbrední deprese. Touto depresí by se mohl vysvětlit i poměrně menší počet odchovaných potomků oproti narozeným.

Chovatel, od kterého byl druh *Poecilia wingei* pořízen, poskytl informaci, že jeho rybky jsou poměrně krátkověké, neprojevují se velkou plodností a životaschopností, a že se je chystá v budoucnu z chovu vyřadit. Toto konstatování zcela odpovídá výsledkům předkládané studie. Na závěr je tak možno ještě dodat, že použité živorodky byly dobře využity pro prezentovanou studii, ale jinak budou asi naprosto nevhodné pro další chov a odchov.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Andersson M, Waldeck P 2006: Reproductive tactics under severe egg predation: an eider's dilemma. Oecologia 148(2): 350-355. DOI: 10.1007/s00442-006-0374-7

Aplin L M, Farine D R, Morand-Ferron J, Cole E F, Cockburn A, Sheldon B C 2013: Individual personalities predict social behaviour in wild networks of great tits (Parus major). Ecology letters 16(11): 1365-1372. DOI: 10.1111/ele.12181

Ariyomo T O, Watt P J 2013: Disassortative mating for boldness decreases reproduc tivesuccess in the guppy. Behavioral Ecology 24(6): 1320-1326. DOI: 10.1093/ beheco/art070

Bennett P M, Owens I P, 2002: Patterns of covariation between life-history traits. In: Bennett P.M., Owens I.P. Evolutionary ecology of birds. Oxford: Oxford University Press, pp. 34-49

Bergmüller R, Taborsky M 2007: Adaptive behavioural syndromes due to strategic niche specialization. BMC Ecology, 7

Blancher P J, Robertson R J, 1982: Kingbird aggression: does it deter predation? Animal Behaviour 30(3): 929930. DOI: 10.1016/S0003-3472(82)80167-X

Budaev S V, Zworykin D D, Mochek A D 1999: Individual differences in parental care and behaviour profi le in the convict cichlid: a correlation study. Animal Behaviour 58(1): 195-202. DOI: 10.1006/ anbe.1999.1124

Campton D 1992: Heritability of body size of green swordtails, Xiphophorus helleri: 1. sib analyses sib males reared individually and in groups. Journal of Heredity 83: 43-48

Coleman K, Wilson D 1998: Shyness and boldness in pumpkinseed sunfish: indivi dual differences are context-specific. Animal Behaviour, 56(4), 927-936

Dall S, Houston A, McNamara J 2004: The behavioural ecology of personality: con sistent individual differences from an adaptive perspective. Ecology letters, 7(8), 734-739

Dingemanse N J, Réale D, 2005: Natural selection and animal personality. Behaviour 142(9-10): 9-10

Ennaceur A 2013: Testy bezpodmínečné úzkosti - úskalí a zklamání. Fyziologie a chování 135- 55-71

Evans J P, Magurran A E 1999: Male mating behaviour and sperm production cha racteristics under varying sperm competition risk in guppies. Animal Behavi our, 58, 1001e1006

Falconer D 1981: Introduction to quantitative genetics. London and New York: Longman

Flegr J 2005: Evoluční biologie, Academia, ISBN 80-200-1270-2

Franck D 1996: Etologie. 2. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-878-4

Frank S 2000: Sladkovodní akvaristika, Ottovo nakladatelství s.r.o., Praha, s. 114

Gabriel P O, Black J M 2012: Behavioural syndromes, partner compatibility and reproductive performance in Steller's jays. Ethology 118(1): 76-86. DOI: 10.1111/ j.1439-0310.2011.01990.x

Hamanová K, Hruban V 2000/1: Vesmír 79, 12: Citace 05. 01. 2000. Dostupné z: https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2000/cislo-1/incest-geneticke-zatizeni.html

Hanel L 2002: Akvaristika. Biologie a chov vodních živočichů I. Obecná část. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 80-246-0413-2

Hanel L, Novák J 2009: České názvy živočichů V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces), Národní muzeum (zoologické oddělení), Praha, 94 str.

Hanzák, Felix, Frank, Vostradovský 1969: Světem zvířat IV. díl , Albatros Praha, 13-138-69

Hruban V, Majzlík I 2002: Obecná genetika. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 80 – 213-0600-9

Hofmann J, Novák J 1996: Akvaristika. Jak chovat tropické ryby jinak a lépe. Nakladatelství X-EGEM, Knižní klub. ISBN 80-7199-009-4

Chapman B B, Morrell L J, Krause J 2009: Plasticity in male courtship behaviour as a function of light intensity in guppies. Behavioral Ecology and Sociobiology, 63, 1757e1763

Chira A 2014: How does parental personality influence offspring quality in animals? Ann. For. Res. 57: 347-36

Janda P 2015: Struktura osobnostních rysů u potomstva. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta

Jiang Y, Bolnick D, Kirkpatrick M 2013: Assortative Mating in Animals, vol. 181, no. 6 the american naturalist, Section of Integrative Biology, University of Texas, Austin, Texas 78712; Howard Hughes Medical Institute

Kagan J, Reznick J, Snidman N 1987: The physiology and psychology of behavioral inhibition in children. Child Development, 58 (6): 1459-1473

Kolluru G R, Grether G F, Dunlop E, South S H 2009: Food availability and parasite infection influence mating tactics in guppies (Poecilia reticulata). Behavioral Ecology, 20, 131e137

Kralj-Fišer S, Mostajo G A S, Preik O, Pekár S, Schneider J M 2013: Assortative mating by aggressiveness type in orb weaving spiders. Behavioral Ecology 24(4): 824-831. DOI: 10.1093/ beheco/art030

Lucký Z, Zedka V 1964: Akvaristika v koutku živé přírody, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, s. 87-88

Magurran A E, Magellan K 2007: Behavioural profiles: individual consistency in male mating behaviour under varying sex ratios. Animal Behaviour, 74,1545e 1550

Opatrný E 2003: Fylogeneze a systém strunatců, repetitorium, Univerzita Palackého, Olomouc, Přírodovědecká fakulta, ISBN 80-244-0271-8

Poeser F, Kempkes M, Isbruecker I 2005: Description of Poecilia (Acanthophacelus) wingei n. sp. from the Paría Peninsula, Venezuela, including notes on Acanthophacelus Eigenmann, 1907 and other subgenera of Poecilia Bloch and Schneider, 1808 (Teleostei, Cyprinodontiformes, Poeciliidae). Contributions to Zoology 74: 97–115

Rangassamy M, Dalmas M, Féron Ch, Gouat P, Rödel H 2015: Similarity of person alities speeds up reproduction in pairs of a monogamous rodent. Animal Be haviour 103: 7-15

Réale D, Reader S, Sol D, McDougall P, Dingemanse N 2007: Integrating animal temperament within ecology and evolution. Biological Reviews, 82 (2): 291-318

Réale D, Dingemanse N, Kazem A, Wright J 2010: Evolutionary and ecological approaches to the study of personality. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1560): 3937-3946

Réale D, Garant D, Humphries M M, Bergeron P, Careau V, Montiglio P O 2010: Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biologi cal Sciences 365(1560): 4051-4063. DOI: 10.1098/rstb.2010.0208

Roulin A, Dreiss A N, Kölliker M 2010: Evolutionary perspective on the interplay be tween family life, and parent and offspring personality. Ethology 116(9): 787796

Royle N J, Schuett W, Dall S R 2010: Behavioral consistency and the resolution of sexual conflict over parental investment. Behavioral Ecology 21(6): 11251130. DOI: 10.1093/beheco/arq156

Řežucha R 2014: Personality, reprodukční strategie a pohlavní výběr u vybraných taxonů ryb; Disertační práce; Masarykova univerzita Přírodovědecká fakulta Ústav botaniky a zoologie; Akademie věd ČR Ústav biologie obratlovců, V.V.I.

Řežucha R, Reichard M 2014: The effect of social environment on alternative mating tactics in male Endler's guppy, Poecilia wingei. Animal Behaviour, 88, 195-202

Schuett W, Treganza T, Dall S R X 2010: Sexual selection and animal personality. Biol. Rev. 85: 217-246.2

Schuett W, Godin J G J, Dall S R 2011a: Do female zebra fi nches, Taeniopygia guttata, choose their mates based on their 'personality'? Ethology 117(10): 908917.DOI: 10.1111/j.1439-0310.2011. 01945.x

Schuett W, Dall S R X , Royle N J 2011b: Pairs of zebra fi nches with similar 'per sonalities'make better parents. Animal Behaviour 81(3): 609-618. DOI: 10.1016/j.anbehav.2010.12.006

Sinn D L, Apiolaza L A , Moltschaniwskyi N A 2006: Heritability and fitness re lated consequences of squid personality trait. Journal of Evolutionary Biology 19(5): 1437-1447. DOI: 10.1111/j.1420-9101.2006.01136.x

Veselovský Z 2005: Etologie: biologie chování zvířat. Vyd. 1. Ilustrace Jan Dungel. Praha: Academia. ISBN 80200-1331-8

Weidinger K 2002:Interactive effects of concealment, parental behaviour and preda tors on the survival of open passerine nests. Journal of Animal Ecology 71(3): 424-437. DOI: 10.1046/j.1365-2656.2002.00611.x

Zrzavý J 2017: Proč se lidé zabíjejí, evoluční okno do lidské duše, Trotin Praha Kroměříž, ISBN 978-80-7553-221-3

PŘÍLOHY – TABULKY

Tab. 1: Počet rodičů, počet narozených a počet testovaných potomků, latence průzkumového chování rodičů

Číslo páru	Latence (s) samice	Latence (s) samec	Počet narozených potomků	Počet testovaných potomků
1	50	84	16	9
2	192	263	0	0
3	80	91	2	1
4	114	96	12	7
5	251	19	Úhyn samice	Pár vyřazen
6	35	28	14	8
7	18	56	8	7
8	170	162	9	5
9	11	26	0	0
10	129	129	5	4
11	65	49	4	4
12	23	12	7	6
13	174	19	8	5
14	29	37	Úhyn samice	Pár vyřazen
15	41	27	14	9
16	15	23	9	6
17	67	26	10	9
18	105	28	Úhyn samice	Pár vyřazen
19	78	76	13	9
20	47	42	11	8
21	24	10	6	6
22	161	136	1	1
23	34	14	5	3
24	181	5	Úhyn samice	Pár vyřazen
25	52	39	4	4

26	18	29	3	1
27	51	26	6	6
28	49	39	11	7
29	78	42	10	8
30	33	21	3	3
31	59	56	4	3
32	109	91	Úhyn samce	Pár vyřazen
33	67	52	0	0
34	25	12	14	8
35	59	47	7	4
36	37	37	0	0
37	154	179	2	2
38	35	37	8	5
39	65	76	3	3
40	127	79	5	3
41	28	13	11	5
42	78	136	6	3
43	41	42	10	7
44	98	91	4	1
45	176	83	0	0
46	79	84	4	2
47	4	37	0	0
48	182	38	0	0
49	77	42	7	3
50	114	76	2	0

Tab. 2: Latence průzkumového chování mláďat

Potomci páru	Latence 1	Lat. 2	Lat. 3	Lat. 4	Lat. 5	Lat. 6	Lat. 7	Lat. 8	Lat. 9
1	59	71	89	75	54	67	89	86	49
2	0								
3	74								
4	83	97	101	85	93	89	95		
5	0								
6	41	45	38	49	33	29	33	44	
7	48	39	37	21	29	47	41		
8	143	141	137	156	139				
9	0								
10	118	131	127	126					
11	69	71	56	53					
12	34	38	29	25	29	37			
13	139	112	91	115	47				
14	0								
15	49	47	33	56	21	38	49	53	21
16	38	14	28	41	12	23			
17	71	77	53	37	31	53	64	58	18
18	0								
19	63	71	58	59	84	88	71	82	74
20	58	51	39	46	45	59	55	41	
21	13	39	43	28	29	31			
22	130								
23	47	39	21						
24	0								
25	46	48	35	39					
26	26								
27	65	31	58	55	29	67			
28	36	38	29	53	61	33	48		
29	52	49	68	61	79	79	84	50	
30	42	39	25						

31	49	53	64						
32	0								
33	0								
34	31	30	14	18	35	29	29	10	
35	43	41	68	63					
36	0								
37	125	146							
38	42	48	39	31	29				
39	84	82	61						
40	107	104	82						
41	10	17	35	33	41				
42	118	71	129						
43	58	61	49	48	39	40	53		
44	83								
45	0								
46	76	59							
47	0								
48	0								
49	82	35	62						
50	121	81							

PŘÍLOHY – VÝPOČTY

1) Výpočet rozdílnosti v latenci průzkumového chování mezi samcem a samicí v páru

Ke stanovení bylo potřeba vždy z každého rodičovského páru počítat s hodnotami rodiče s delší latencí. Tato hodnota tvořila 100 %. Od rodiče s vyšší latencí jsme odečetli hodnotu rodiče s kratší latencí. Za pomocí trojčlenky jsem zjistila rozdílnost mezi partnery.

Např. samec s latencí 84 sec, samice 50 sec:

84 = 100%; 0,84 = 1%; 34 je rozdíl mezi hodnotami.

Mezi partnery je rozdíl 34/0,84 = 40%.

2) Odhad heritability na základě mezivýsledků jednofaktorové ANOVA

Podle Falconera (1981) je možno použít k výpočtu heritability (h^2) intraclass correlation coefficient (ICC) τ. Podle Hayese & Jenkinse (1997) tento koeficient má tvar:

intraclass correlation coefficient (ICC) $\boldsymbol{\tau = \sigma_a^2/(\sigma_e^2 + \sigma_a^2)}$

(1)

dále z tohoto textu vyplývá, že $\mathbf{MS = \sigma_e^2 + K \,.\, \sigma_a^2}$

(2)

nejdříve tedy řešíme rovnici (2):

$MS = \sigma_e^2 + K \,.\, \sigma_a^2$

$-K \,.\, \sigma_a^2 = -MS + \sigma_e^2 \quad /.-1$

$K \,.\, \sigma_a^2 = MS - \sigma_e^2$

$\boldsymbol{\sigma_a^2 = (MS - \sigma_e^2)/K}$

K získání potřebných mezivýsledků byla použita jednofaktorová ANOVA, kde faktorem byla příslušnost k rodině.

Effect	Univariate Tests of Significance for Var4 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	288154,2	1	288154,2	1540,108	0,00
Var5	82839,8	19	**4360,0**	23,303	0,00
Error	14968,0	80	**187,1**		

Získané hodnoty jsem dosadila do vzorce:

$\sigma_a^2 = (MS - \sigma_e^2) / K$

MS (mean square) je průměrný čtverec, v tomto případě hodnota 4360,0. σ_e^2 je rozptyl způsobený náhodnou chybou, hodnota 187,1. K je počet náhodně vybraných potomků z každé rodiny, v prvním případě 5.

$\sigma_a^2 = (4360,0 - 187,1)/5$

$\sigma_a^2 = 834,58$

Výsledkem byla hodnota σ_a^2 – rozptyl způsobený faktorem - rodinou, kterou jsem dále dosadila spolu s dalšími potřebnými hodnotami do vzorce pro výpočet ICC (1)

$ICC(\tau) = 834,58/ (187,1 + 834,5)$

$ICC(\tau) = 0,817$

Úplně stejným způsobem jsem postupovala v případě 3 potomků:

$\sigma_a^2 = (MS - \sigma_e^2) / K$

$\sigma_a^2 = (2794,3 - 163,8)/3$

$\sigma_a^2 = 876,8$

$ICC(\tau) = \sigma_a^2 / (\sigma_e^2 + \sigma_a^2)$

$ICC(\tau) = 876,8/ (163,8+876,8)$

$ICC(\tau) = 0,843$

PŘÍLOHY – OBRAZOVÁ DOKUMENTACE

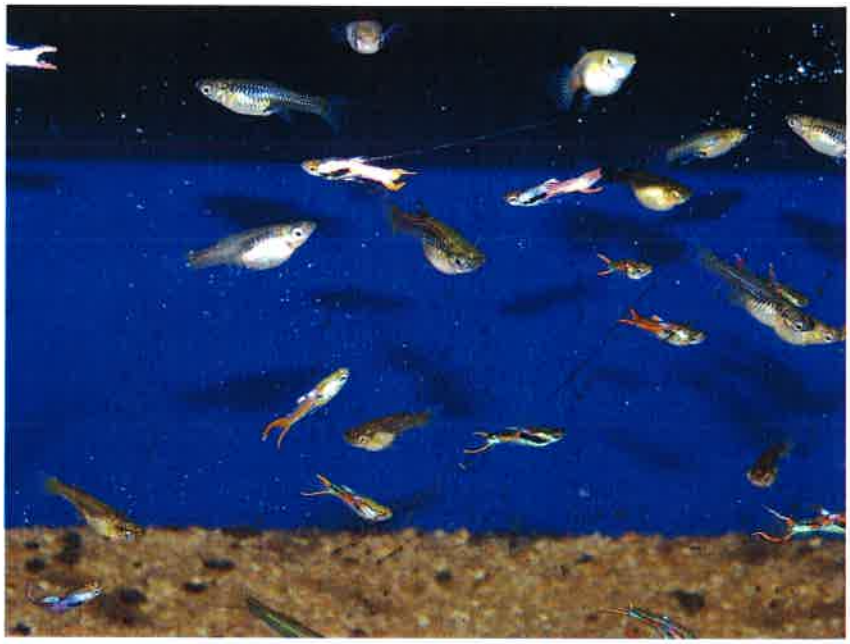


Foto č. 1 Společný chov ryb

Foto č. 2 Nádrž pro OFT

Foto č. 3 Samice *Poecilia wingei*

Foto č. 4 Samec *Poecilia wingei*

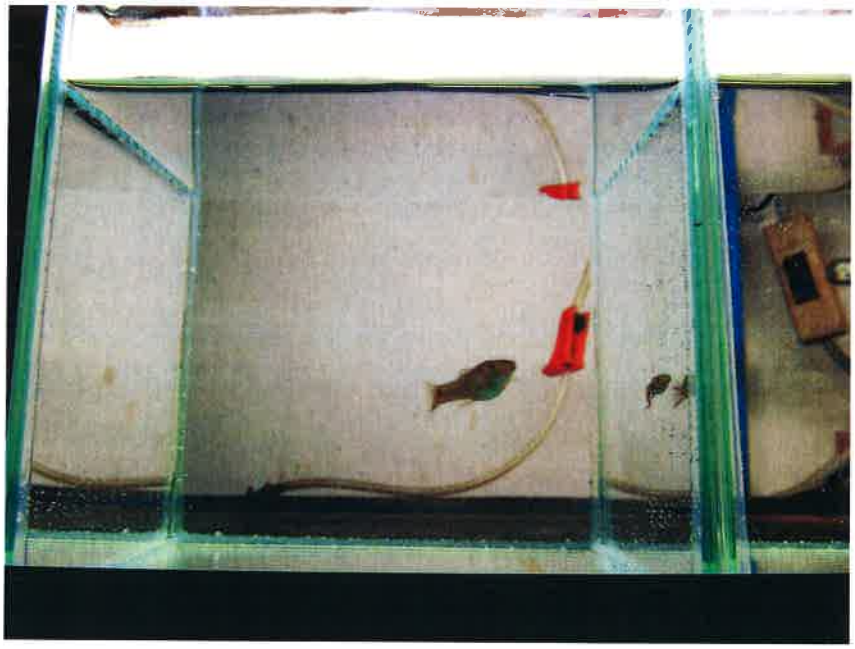


Foto č. 5 Odchovná nádrž pro pár

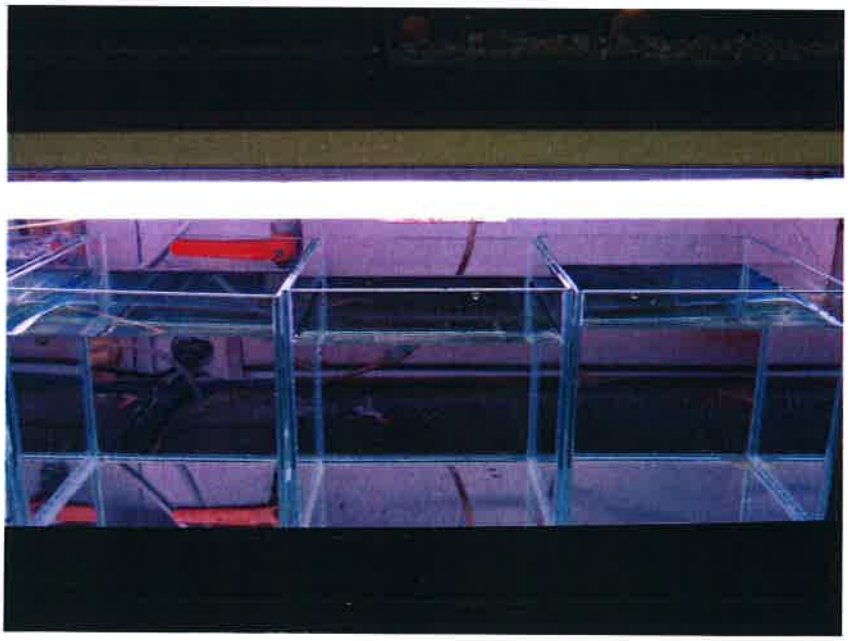


Foto č. 6 Série odchovných nádrží ve stojanu