REPRODUKČNÍ AKTIVITA ŽAB *Dendrobates auratus* GIRARD PŘI CHOVU V ZAJETÍ

R. Křížová

Došlo: 23. března 2010

Abstract

KŘÍŽOVÁ, R.: *Reproductive activity of the frog Dendrobates auratus Girard in captivity breeding*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 5, pp. 209–222

Research of the reproduction activities of *Dendrobates auratus* Girard, 1855 is part of a broader analysis of the problems encountered when keeping frogs from the family Dendrobatidae in captivity. The aim is to achieve an optimization of measures for successful breeding of these amphibians, for both the amateur hobbyist and conservationist alike. Due to the wide area they have colonized, many colour variations exist; the reproduction parameters of six differently coloured examples of the species were tracked. The collection of data happened in standardized conditions over two consecutive years (2007, 2008) and was aimed at measuring five indicators concerning reproduction, understanding of egg-laying dynamics during a year, measuring the risk of stock loss during different stages of development and determining if any differences existed between the different colour variations in these parameters. A noticeable alternating cycle of rest and reproduction activities has been observed between equinoxes. In the harvest there were usually 5–10 eggs with an average incubation period of 10 days (8–18) at a temperature of 22 °C. The total duration of development was on average 74 days (64–103). The number of eggs in a harvest and the duration of incubation were statistically different with the blue form between different observed periods. Total mortality rate during ontogenesis reached 10–53%, the highest losses were in the period when the tadpole left its egg and began developing its hind legs, 5–60%. The optimisation of breeding conditions has been recommended. Secondary benefits of this study research was the collection of new knowledge about ethology of this species in captivity.

Dendrobates auratus, captive care, breeding, reproduction activity, reproduction parameters, egg-laying dynamics, lost during development

Výzkum reprodukční aktivity *Dendrobates auratus* Girard, 1855 v umělých životních podmínkách vytvářených člověkem je jednou z částí komplexnějšího sledování širšího druhového (resp. rodového) spektra žab čeledi Dendrobatidae, které jsou dnes rozmnožovány především v zájmových chovech. Držení těchto zvířat v zajetí a zejména jejich úspěšná reprodukce a uchování zdravých a životaschopných populací jako genové banky nabývá v posledním desetiletí na významu především v souvislosti s dnes již téměř celosvětovým rozšířením onemocnění chytridiomykózou (původcem je plíseň *Batrachochytrium dendrobatidis*). I když počet vyhynulých druhů obojživelníků, u kterých byla chytridiomykóza jedinou nebo hlavní příčinou vyhynutí, není v současné době přesně znám, přičítá

se této chorobě vyhynutí až cca 150 druhů obojživelníků (Civiš & Vojar, 2010).

Další reálnou hrozbu představuje stále postupující likvidace přirozených biotopů. Chov v zajetí a úspěšné odchovy dalších generací mohou být nejzazší alternativou celosvětové kampaně na ochranu volně žijících obojživelníků.

Dendrobates auratus pochází z tropické Střední Ameriky a jeho areál se táhne dále až na SV Jižní Ameriky – jih Nikaraguy (department Río San Chuan), Kostariku (provincie Alajuela, Cartago, Puntarenas, Limón), Panamu (provincie Bocas del Toro, Chiriquí, Veraguas, Herrera, Colón, Panamá, San Blas, Darién, oblast panamského kanálu), dále směr Kolumbie (department Chocó) (Lötters *et al.*, 2007). Izolovaná populace je na Tobagu (Schmidt &

Henkel, 2004). V roce 1930 byl druh introdukován na havajský ostrov Oahu (Walls, 1994).

Habitat *Dendrobates auratus* představují nížiny až podhorské deštné lesy s nadmořskou výškou přibližně do 800 m n. m. Walls (1994) uvádí až 1000 m n. m. Druh není vázán pouze na primární deštné lesy, osídluje i mladé sekundární lesy a rovněž staré, již neprodukující nebo málo obdělávané kakaovníkové, banánovníkové, příp. citrusové plantáže. Žije převážně terestricky, ale šplhá i po vegetaci. Často vyhledává místa s přímou sluneční expozicí, zejména po dešti. Denní teploty v přirozeném prostředí jsou cca 24–28 °C, relativní vlhkost vzduchu nad 75 %, v období dešťů až 95 %.

Dendrobates auratus je dendrobátka střední velikosti, v těle 25–45 mm. Pohlavní dimorfismus je patrnější až u pohlavně dospívajících jedinců, rozdíly ve stavbě těla a prstů jsou malé. V přírodě aktivuje převážně dopoledne a brzy po poledni, což je dáno denním rytmem srážek v období dešťů. V chovech bývá aktivní po celou dobu osvitů terárií. Druh má uniparentální samčí péči o potomstvo.

Vzhledem k rozsáhlému areálu druhu, který je členěn pro žáby nepřekonatelnými terénními předsedy (kopce s vyšší nadmořskou výškou, potoky s prudším tokem a širším korytem aj.), vytváří druh *Dendrobates auratus* řadu výrazně odlišných barevných forem. Vzhledem k výše uvedené terénní členitosti nemají jednotlivé barevné formy v přirozených podmínkách pravděpodobně možnost pářit se mezi sebou a na jedné lokalitě nebyl pozorován společný výskyt více barevných forem (vlastní pozorování v Kostarice). Lokality s výskytem druhu *Dendrobates auratus* obvykle obývají i jiní zástupci čeledi Dendrobatidae. Prozatím není zcela jasné, do jaké míry jsou různé barevné formy geneticky odlišné, ale zdá se, že přinejmenším většina je schopna se plodně pářit a vykazuje podobné vzory chování (Walls, 1994).

Dendrobates auratus patří mezi druhy, které jsou v chovech relativně častější, při dodržení chovatelských zásad neproblematické, s dobrým předpokladem pro úspěšné množení a rovněž tedy poskytují dostatek studijního materiálu. Námět na sledování reprodukční aktivity *Dendrobates auratus* (a stejně tak i dalších druhů) vyvstal z mnohaleté chovatelské činnosti teraristů v České republice a SRN, kteří se specializují na chov žab čeledi Dendrobatidae, z jejich střídavých úspěchů a pádů v odchovech a z toho plynoucí snahy o optimalizaci zootechnických opatření. Cílem předložené práce bylo podchytit reprodukční dynamiku v průběhu roku, zjistit počet vajíček ve snůšce, celkovou délku vývinu, délku dílčích intervalů vývinu a mortalitu během ontogeneze.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkum reprodukční aktivity byl prováděn u šesti barevných forem *Dendrobates auratus* – zelená, modrá, campaño, negativ, canal a měděná. Chovné skupiny byly umístěny v teráriích o podlahové ploše

310 × 330–500 × 400 mm. Vnitřní vybavení zahrnuje akvarijní štěrky o průměru zrn 50–80 mm, nádrž s vodou o výšce vodního sloupce maximálně 20 mm, úkryty a místa pro kladení vajíček – poloviny kokosových skořápek na misce, filmové kontejnery černé barvy, vegetace doplněná dubovými listy. Terária byla umístěna v místnosti se vstupem přímého denního světla, expozice převážně na JV, osvit terárií byl prováděn běžnou zářivkou bez UV složky v režimu 12/12 hodin světlo/tma, rosení dvakrát za den, teplota uvnitř terárií 22–27 °C. Chovy jsou skupinové, 3–6 jedinců (snaha o poměr pohlaví 1 samec: 2–3 samice). Od každé barevné formy bylo sledováno 3–5 chovných skupin. Krmení probíhalo 1× denně, převážně cvrčkem domácím (*Acheta domestica*) v adekvátní velikosti, jako doplněk byly přikrmovány octomilky *Drosophila melanogaster* a *Drosophila hydei* (zejména mláďatům po metamorfóze) s přidávkou minerálií a vitaminů.

Žáby byly sledovány ve dvou snáškových sezónách – roky 2007 a 2008, stimulace zvýšením relativní vlhkosti pro započetí snáškového období (stimulace začátku období dešťů) prováděna nebyla. Snůšky byly vybírány 2–3× týdně, vajíčka inkubována v Petriho miskách v bezokenních místnostech s tlumeným pozičním osvětlením při teplotě 22–27 °C. Odchov pulců probíhal převážně individuálně, z důvodu kapacitní nouze někdy i skupinově. Pulci byli během vývinu krmeni standardizovanou sušenou krmnou směsí.

Původ žab v chovných skupinách:

- forma zelená – Kostarika, Puerto Viecho, 2.–4. generace v zajetí
- forma modrá – Panama, karibská část, nákup SRN
- forma měděná – Panama, nákup SRN
- forma campaño – Panama, nákup SRN
- forma negativ – Kostarika, Corcovado, 2. generace v zajetí
- forma canal – Panama, průplav, pacifická strana směrem ke Kolumbii, 2. generace v zajetí.

Stáří chovných jedinců v době začátku sledování bylo 2–7 let.

V rámci jednotlivých barevných forem existují individuální rozdíly v kresbě, méně často v odstínu základní barvy, do jisté míry lze tedy jednotlivé jedince identifikovat.

Sledované parametry

1. Dynamika reprodukčního cyklu v průběhu kalendářního roku (četnost výskytu snůšek v jednotlivých měsících v letech 2007 a 2008).
2. Počet vajíček ve snůšce (všech/dobrých). K inkubaci byla dále nasazena pouze vajíčka, která nejevila známky neoplozenosti, poškození nebo zaplísňenosti.
3. Celková délka vývinu od 1. dne inkubace do ukončení metamorfózy (metamorfózu považujeme za dokončenou ve stadiu čtyř dokonalých končetin, kdy je žabka s reziduálním ocáskem přemístěna z vaničky do terária určeného k výstupu na souš).

4. Délka dílčích intervalů vývinu:

- vajíčko – pulec (hatching), tj. délka inkubace vajíček
- pulec – pulec se základy zadních končetin
- pulec se základy zadních končetin – žabka s reziduálním ocáskem.

5. Ztráty během vývinu (resp. v jednotlivých dílčích intervalech vývinu).

U modré formy se v průběhu dvouletého sledování projeví výrazné rozdíly ve sledovaných parametrech „počet vajíček ve snůšce“ a délka dílčího intervalu vajíčko – pulec (hatching), tj. „délka inkubace vajíček“ ve třech různých údobích roku, v nichž byla vajíčka nakladena (období I: leden–duben, období II: květen–červenec, období III: srpen–listopad).

Získaná data byla statisticky vyhodnocena programem UNISTAT verze 5.6 na hladině významnosti 0,05 (5%) metodou Testování statistických hypotéz. Při hodnocení ukazatele „počet vajíček ve snůšce“ byl použit nejdříve F-test pro testování homogenity rozptylů a následně T-test pro různé rozptyly (I a II, II a III) a T-test pro stejné rozptyly (I a III). Při hodnocení ukazatele „délka inkubace vajíček“ byl opět použit nejdříve F-test, následně T-test pro různé rozptyly (I a II, I a III) a T-test pro stejné rozptyly (II a III).

VÝSLEDKY

1. Dynamika reprodukčního cyklu v průběhu roku

A. *Dendrobates auratus*, forma zelená (obr. 1)

Reprodukční aktivita je u chovných skupin zelené formy rozložena do celého roku, odpočinek je krátký. Vzestup reprodukce v prosinci roku 2007 se zdál být atypický, ale sledování ukazatele v r. 2009

(není vyhodnoceno) naznačuje trend rozvolnění křivky vyjadřující snáškovost do období delšího než kalendářní rok. Zelená forma je v chovech velmi dobře aklimatizována a ani inbrední chov ve třech po sobě jdoucích generacích nemá negativní vliv na kvalitu a životaschopnost potomstva (obr. 2).

B. *Dendrobates auratus*, forma modrá

V průběhu obou sledovaných let vykazuje modrá forma poměrně výrazné rozdíly mezi obdobími zvýšené reprodukční aktivity a obdobími klidu. Nárůst aktivity spadá přibližně do období jarní rovnodennosti a kulminuje v dubnu až červnu. Nulová, resp. minimální reprodukční aktivita je v období listopad až únor. V přirozeném životním prostředí končí v listopadu období dešťů a začátek období sucha je tam pro žáby signálem, že končí vhodné podmínky pro následný vývin potomstva. I když sledované skupiny jedinců modré formy pocházely z různých generací ze zajetí, zdá se, že si svoji sezonnost podržely výrazněji než forma zelená (obr. 3).

C. *Dendrobates auratus*, formaampaño

Obdobně jako forma zelená iampaño vykazuje rozložení reprodukční aktivity do všech měsíců, vrcholy ani propady křivek nejeví známky pravidelnosti (obr. 4).

D. *Dendrobates auratus*, forma negativ

Období zvýšené aktivity je patrné zhruba mezi obdobími jarní a podzimní rovnodennosti, tzn. od jara přes léto. Období klidu je téměř půl roku (obr. 5).

E. *Dendrobates auratus* forma měděná

Rovněž u měděné formy je zřetelně patrné období reprodukční aktivity přes léto mezi dny rovnodennosti a období klidu (obr. 6).

1: *Dendrobates auratus*, zelená forma, dospělá samice
1: Green adult female specimen

2: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, zelená forma, v průběhu let 2007 a 2008
 2: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, green variant, during 2007 and 2008

3: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, modrá forma, v průběhu let 2007 a 2008
 3: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, blue variant, during 2007 and 2008

4: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, forma camapaño, v průběhu let 2007 a 2008
 4: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, camapaño variant, during 2007 and 2008

5: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, forma negativ, v průběhu let 2007 a 20085: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, negativ variant, during 2007 and 2008 6: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, forma měděná, v průběhu let 2007 a 20086: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, bronze variant, during 2007 and 2008 7: Reprodukční aktivita *Dendrobates auratus*, forma canal, v průběhu let 2007 a 20087: Reproductive activity of *Dendrobates auratus*, canal variant, during 2007 and 2008

F. *Dendrobates auratus* forma canal

Forma canal rovněž vykazuje období klidu a období reprodukční aktivity – křivky jsou v obou letech dvouvrcholové s maximy zhruba odpovídajícími nástupu jarní a podzimní rovnodennosti (obr. 7).

2. Počet vajíček ve snůšce, 3. Celková délka vývinu, eventuálně délka dílčích intervalů ve vývinu potomstva (4.)

Výsledky parametrů 2, 3 a 4 jsou uvedeny v textu společně, u všech sledovaných barevných forem. Nejvíce dat pro sledování a následné hodnocení poskytl chovné skupiny zelené a modré formy *Dendrobates auratus*.

Dendrobates auratus zelená při počtu 11 sledovaných jedinců ve dvou skupinách vyprodukovala za sledované období 1. 1. 2007–31. 12. 2008 celkem 121 kvalitních snůšek, které byly nasazeny k inkubaci. Obě skupiny byly v počtu snůšek vyrovnané (58/63). V širším průměru se počet vajíček v jedné snůšce pohyboval v intervalu 5–10 ks, což je v naprostém souladu s literaturou (Grow, 1977, Dawies & Dawies, 1986, Schmidt & Henkel, 2004). Ve snůšce byla obvykle 1–2 vajíčka nekvalitní. Výraznější rozdíly v počtu vajíček ve snůšce vzhledem ke sledovanému měsíci nebyly. Průměrná doba inkubace vajíček byla 10 dní (8–17) při teplotě 22 °C, bez rozdílu v jednotlivých měsících. Nejnovější literatura (Lötters *et al.*, 2007) uvádějí dobu inkubace 14–18 dní při teplotě 25 °C. Při nechtěném vzestupu teploty v místnosti s líhni na 27 (–29) °C – vliv venkovní teploty v horkých dnech letních měsíců, kdy již nebylo technicky možné snížit teplotu v místnosti na optimum – byla mortalita embryí ve vajíčkách většinová.

Celková doba vývinu (vajíčko – žabka) byla v průměru 74 dní (64–98) při 22 °C. Dílčí interval vykulení pulce z vajíčka – stadium pulce se základy zadních končetin byl v průměru 48 dní (29–69), dílčí interval od stadia zadních končetin do stadia všech čtyř končetin v průměru 22 dní (16–38), výraznější rozdíly mezi jednotlivými měsíci nebyly v těchto sledovaných parametrech patrné.

Dendrobates auratus modrá při počtu 14 sledovaných jedinců ve třech chovných skupinách vyprodukovala za dva roky 98 kvalitních snůšek. Maxima

dosáhla šestičlenná skupina v nádrži č. 71, a to 61 snůšek. Ve sledovaných ukazatelích „počet vajíček ve snůšce“ a „délka inkubace vajíček“ se u modré formy v obou sledovaných letech projevily prokazatelné rozdíly v údobích roku I (vajíčka nakladená v lednu až dubnu), II (vajíčka nakladená v květnu až červenci) a III (vajíčka nakladená v srpnu až listopadu) – Tab. I a nástup období naprostého snáškového klidu v prosinci.

Statistické vyhodnocení dat těchto dvou sledovaných ukazatelů je uvedeno v ucelených soustavách tabulek – Tab. II pro ukazatel „počet vajíček ve snůšce“ a Tab. III pro ukazatel „délka inkubace vajíček“.

V době vrcholu snáškové aktivity v obou letech bylo v jednotlivých snůškách produkováno více vajíček než při zahájení a ukončování reprodukčně aktivního období. Inkubace vajíček snesených na vrcholu křivky reprodukční aktivity trvala delší dobu a celková doba vývinu byla rovněž delší v období II než v obdobích I a III. Procento přežití od začátku inkubace do ukončení metamorfózy bylo nejvyšší v období II.

Ostatní barevné formy *Dendrobates auratus* poskytl méně zpracovatelných dat, zejména v parametru „celková doba vývinu“.

Dendrobates auratus forma canal – 14 jedinců ve čtyřech chovných skupinách mělo za dva roky 60 kvalitních snůšek, maximální produkce dosáhla šestičlenná skupina – 37 snůšek. Ve srovnání s ostatními barevnými formami mívají v jednotlivých snůškách běžně vyšší absolutní počet vajíček – až 15 ks.

Dendrobates auratus forma negativ – 11 snůšek za dva roky od 17 jedinců rozmístěných ve čtyřech chovných skupinách. Sledované parametry odpovídají přibližně formě zelené.

Dendrobates auratus forma campaño – 67 snůšek za dva roky od jediné tříčlenné chovné skupiny. Tato forma mívá menší absolutní počet vajíček ve snůšce (4–6 ks) a více ztrát během inkubace než formy zelená a modrá.

Dendrobates auratus forma měděná – 87 snůšek za dva roky od 9 jedinců ve dvou chovných skupinách – parametry srovnatelné se zelenou formou. Mláďata jsou tyrkysově-tmavohnědě skvrnitá, zbarvení mění během růstu, plně se vybarvují před nástupem pohlavní dospělosti.

I: Hodnocené reprodukční charakteristiky *Dendrobates auratus*, forma modrá (data rozčleněna dle doby snůšek do tří období, I. – vajíčka kladená v obdobích leden–duben, celkem 30 snůšek, II. – vajíčka kladená v obdobích květen–červenec, celkem 51 snůšek, III. – vajíčka kladená v obdobích srpen–listopad, celkem 17 snůšek)

I: Evaluation of the reproductive characteristics of *Dendrobates auratus*, blue form (data broken-down according to harvest into 3 periods: I. – eggs laid in the period January–April, total 30 clutches, II. – eggs laid in the period May–July, total 51 clutches, III. – eggs laid in the period August–November, total 17 clutches)

období	I.	II.	III.
Počet vajíček ve snůšce	4 (2–6)	7 (4–11)	3 (1–5)
Délka inkubace vajíček	8–10	13–18	8–12
Celková doba vývinu pulce	67–78	97–103	50–87
Přežití pulců	do 49 %	51–73 %	do 51 %

II: Ukazatel „počet vajíček ve snůšce“ – výsledky statistického hodnocení *Dendrobates auratus*, forma modrá (data rozčleněna dle doby snůšek do tří období, I. – vajíčka kladená v obdobích leden–duben, II. – vajíčka kladená v obdobích květen–červenec, III. – vajíčka kladená v obdobích srpen–listopad)

II: Index „Number of eggs in a clutch“ – results of statistical evaluation of *Dendrobates auratus*, blue form (data broken-down according to harvest into 3 periods, I. – eggs laid in the period January–April, II. – eggs laid in the period May–July, III. – eggs laid in the period August–November)

Výsledky F-testu ukazatele „počet vajíček ve snůšce“

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
I	29	4,0690	1,7306	0,3214
II	50	6,3400	2,3265	0,3290
Celkem	79	5,5063	2,1292	0,2396

$$F(49,28) = 1,8072$$

Pravostranná pravděpodobnost = 0,0477

$$95\% \text{ Konfidenční interval} = 0,2752 < > 1,0465$$

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
I	29	4,0690	1,7306	0,3214
III	17	3,4706	1,3284	0,3222
Celkem	46	3,8478	1,5961	0,2353

$$F(28,16) = 1,6972$$

Pravostranná pravděpodobnost = 0,1344

$$95\% \text{ Konfidenční interval} = 0,6567 < > 3,9320$$

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
II	50	6,3400	2,3265	0,3290
III	17	3,4706	1,3284	0,3222
Celkem	67	5,6119	2,1248	0,2596

$$F(49,16) = 3,0672$$

Pravostranná pravděpodobnost = 0,0085

$$95\% \text{ Konfidenční interval} = 1,2393 < > 6,4009$$

Výsledky T-testu ukazatele „počet vajíček ve snůšce“

- období I + II statisticky vysoce průkazný rozdíl (t-test pro různé rozptyly)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
I	29	4,0690	1,7306	0,3214
II	50	6,3400	2,3265	0,3290
Celkem	79	5,5063	2,1292	0,2396

$$t\text{-statistika} = -4,9378$$

$$\text{Stupně volnosti} = 72,1584$$

dvoustranná pravděpodobnost = 0,0000

$$\text{Rozdíl mezi průměry} = -2,2710$$

$$95\% \text{ Konfidenční interval} = -3,2617 < > -1,2803$$

- období II + III statisticky vysoce průkazný rozdíl (t-test pro různé rozptyly)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
II	50	6,3400	2,3265	0,3290
III	17	3,4706	1,3284	0,3222
Celkem	67	5,6119	2,1248	0,2596

t-statistika = 6,2311
 Stupně volnosti = 49,2736
 dvoustranná pravděpodobnost = 0,0000

Rozdíl mezi průměry = 2,8694
 95% Konfidenční interval = 1,6708 <> 4,0680

- období I + III statistický rozdíl není (t-test pro společné rozptyly)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
I	29	4,0690	1,7306	0,3214
III	17	3,4706	1,3284	0,3222
Celkem	46	3,8478	1,5961	0,2353

t-statistika = 1,2273
 Stupně volnosti = 44,0000
 dvoustranná pravděpodobnost = 0,2262

Rozdíl mezi průměry = 0,5984
 95% Konfidenční interval = -0,3842 <> 1,5810

III: Ukazatel „délka inkubace vajíček“ – výsledky statistického hodnocení; *Dendrobates auratus*, forma modrá (data rozčleněna dle doby snůšek do tří období, I. – vajíčka kladená v obdobích leden–duben, II. – vajíčka kladená v obdobích květen–červenec, III. – vajíčka kladená v obdobích srpen–listopad)

III: Index „Duration of egg incubation“ – results of statistical evaluation of *Dendrobates auratus*, blue form (data broken-down according to harvest into 3 periods, I. – eggs laid in the period January–April, II. – eggs laid in the period May–July, III. – eggs laid in the period August–November)

Výsledky F-testu ukazatele „délka inkubace vajíček“

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace I	30	9,0333	0,9994	0,1825
Inkubace II	51	13,4510	2,3092	0,3234
Celkem	81	11,8148	1,9343	0,2149

F(50,29) = 5,3387
 Pravostranná pravděpodobnost = 0,0000

95% Konfidenční interval = 0,0943 <> 0,3512

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace I	30	9,0333	0,9994	0,1825
Inkubace III	17	12,1176	2,1761	0,5278
Celkem	47	10,1489	1,5256	0,2225

F(16,29) = 4,7407
 Pravostranná pravděpodobnost = 0,0001

95% Konfidenční interval = 0,0918 <> 0,5433

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace II	51	13,4510	2,3092	0,3234
Inkubace III	17	12,1176	2,1761	0,5278
Celkem	68	13,1176	2,2777	0,2762

F(50,16) = 1,1261
 Pravostranná pravděpodobnost = 0,4142

95% Konfidenční interval = 0,4556 <> 2,3434

Výsledky T-testu ukazatele „délka inkubace vajíček“

- období I + II statisticky vysoce průkazný rozdíl (t-test pro různé rozptyly)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace I	30	9,0333	0,9994	0,1825
Inkubace II	51	13,4510	2,3092	0,3234
Celkem	81	11,8148	1,9343	0,2149

t-statistika = -11,8982

Stupně volnosti = 73,9795

dvoustranná pravděpodobnost = 0,0000

Rozdíl mezi průměry = -4,4176

95% Konfidenční interval = -5,3045 <> -3,5308

- období II + III statisticky průkazný rozdíl (t-test pro společný rozptyl)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace II	51	13,4510	2,3092	0,3234
Inkubace III	17	12,1176	2,1761	0,5278
Celkem	68	13,1176	2,2777	0,2762

t-statistika = 2,0903

Stupně volnosti = 66,0000

dvoustranná pravděpodobnost = 0,0404

Rozdíl mezi průměry = 1,3333

95% Konfidenční interval = 0,0598 <> 2,6069

- období I + III statisticky vysoce průkazný rozdíl (t-test pro různé rozptyly)

	Příp.	Průměr	Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Inkubace I	30	9,0333	0,9994	0,1825
Inkubace III	17	12,1176	2,1761	0,5278
Celkem	47	10,1489	1,5256	0,2225

t-statistika = -5,5232

Stupně volnosti = 19,8968

dvoustranná pravděpodobnost = 0,0000

Rozdíl mezi průměry = -3,0843

95% Konfidenční interval = -4,0507 <> -2,1179

5. Ztráty během vývinu

Období inkubace

U všech barevných forem se většinou 1–2 vajíčka v jinak kvalitní snůšce nasazená do inkubace správně nevyvíjela a zaplísnila bez negativního dopadu na ostatní vyvíjející se embrya. Pokud nedošlo k hrubé chybě (výkyv teploty), inkubace probíhala bez dalších ztrát. Pokud byla vajíčka nalezena později než 1–3 dny po snesení, byl přenos vajíček na Petriho misku do 8.–10. dne silně rizikový a mortalita až 100%, a to i za dodržení velmi šetrného transportu a hygieny. Pokud byla vajíčka přehlédnuta, samec většinou po vykulení pulců z vajíček v teráriu transportoval do nádržky s vodou pouze jednoho, maximálně dva pulce. Zvýšený výskyt nekvalitních snůšek až se 100% mortalitou bývá na začátku reprodukčně aktivního období (konec února, začátek března), kdy je zřejmá i nižší oplozenost va-

jíček. Za dodržení odpovídajících chovatelských pravidel je období inkubace vajec z hlediska ztát relativně nerizikovým obdobím.

Období metamorfózy

Stadium od vykulení pulce z vajíčka do vytvoření základů zadních končetin je z hlediska ztrát nejrizikovější, což částečně vyplývá ze skutečnosti, že je údobím nejdelším. V závislosti na pečlivosti chovatele se ztráty pohybují od 5% až do 60%. Zvýšení mortality bylo pozorováno u pulců pocházejících z pozdních snůšek (vajíčka kladená ve druhé polovině srpna a později).

Údobí mezi vytvořením zadních a předních končetin je z hlediska ztrátovosti o něco méně rizikové než stadium předchozí, rovněž je ale zásadně ovlivněno chovatelským managementem. Citlivá je v tomto období především forma měděná, která při opomenutí zoohygieny vykazuje ztrátovost až 95%.

Údobí ukončení metamorfózy při přechodu pulce na souš je nerizikové, a to i přes nutnost manipulace s pulcem, nutné je však dodržet vhodné podmínky pro přechod na souš. Na rozdíl od některých jiných zástupců čeledi Dendrobatidae, jejichž chov má v tomto údobí svá riziková specifika (rody *Epipedobates*, *Ranitomeya*), nebývají u *Dendrobates auratus* téměř žádné ztráty.

Ztráty malých metamorfovaných žabek v teráriu se souší jsou již víceméně náhodné nebo se jedná o špatně vyvinuté jedince (syndrom nitkovitých končetin), kteří nepřijímají potravu.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Při vytvoření optimálních podmínek je chov a rozmnožování žab *Dendrobates auratus* v zajetí relativně snadnou záležitostí. Samotný pojem „optimální podmínky“ se však skládá z několika aspektů a opominutí nebo nedůslednost v některém z nich může mít pro chov fatální důsledky. Z předložených výsledků výzkumu reprodukčních parametrů *Dendrobates auratus* a dalších vlastních dlouhodobých zkušeností s chovem tohoto druhu vyplývají následující závěry pro možnou optimalizaci podmínek pro chov.

1. Terárium pro chovné účely

Ačkoli je *Dendrobates auratus* žába převážně terestrická (Dunn, 1931), zejména u zelené formy platí, že žáby často šplhají i po vegetaci a odpočívají na stanovištích nad zemí (Angel *et al.*, 2003). V přírodě vyhledávají v průběhu dne stanoviště s přímým slunečním osvětlením a pokud je při chovu podlahová plocha terária menší, zarostlá rostlinami a koncentrace žab vyšší (zejména to bývá u odchovných terárií s pohlavně nedospělými žabkami), je vhodné vybavit terárium silnějšími větvemi a případně i doplnit bodovými zdroji přisvícení. Toto opatření umožní úspěšně chovat i odchovávat více jedinců, a to i v teráriu, které není rozměrově pro tento druh optimální (např. vyšší užší nádrž), a které autoři většinou vůbec nepovažují za vhodné k chovu (srv. Walls, 1994; Schmidt & Henkel, 2004).

Tento fakt je dobře využitelný rovněž při odchovu čerstvě metamorfovaných malých žabek. V menším teráriu snáze uloví potravu a vlivem určitého „rozvrstvení“ jedinců mezi nimi nedochází k výraznějším konkurenčním problémům. Současným předpokladem je ovšem denní dostatek kvalitního krmiva – v přírodě mají rostoucí žabky stálou nabídku hmyzu a jsou nesmírně žravé.

Častou, někdy až fatální chybou v zájmových chovech je nadměrné zamokření terária, hojně doporučované především starší literaturou (srv. Walls, 1994; Keller & Grit-Schneider, 2005). *Dendrobates auratus* je druh, u nějž není žádoucí velmi vysoká vzdušná vlhkost – tekoucí „potůčky“ na čerpadlo v malých nádržích jsou naprosto nevhodné. Bohatě stačí malá miska s vodou a rosení dvakrát za den. Rovněž doporučovaná stimulace navozením „období dešťů“

(viz např. Lötters *et al.*, 2007) není k dosažení dobrých chovatelských výsledků nutná.

Teplota v teráriu bývá doporučována v rozmezí 24–28 °C (Schmidt & Henkel, 2004; Ulber, 1995). Teplotu 28 °C považují za téměř mezní, teplotní optimum je spíše 23–26 °C, pokles na 22 °C nebo i o pár desetin stupně pod tuto hodnotu během jara a podzimu, event. v noci, žábám *Dendrobates auratus* nijak výrazně nevadí.

2. Technika odchovu

Chovatelé jsou jednotni v preferenci umělého odchovu, kdy jsou vajíčka z terárií odebrána a inkubována uměle. Objevují se však mezi nimi názory, že pulci odchovaní přirozeně a transportovaní samcem na zádech do vodního rezervoáru jsou kvalitnější; není však prokázáno, že by pulci během transportu získávali z pokožky nějaké specifické látky, které by pozitivně ovlivnily jejich životaschopnost. Navíc je přirozený odchov v první vývojové fázi (vajíčko – pulec) v praxi obtížněji proveditelný, výsledky mizivé (spíše se jedná o náhodné situace vzniklé zanedbáním vybírání vajíček).

Dále se většina chovatelů (např. Walls, 1994; Keller & Grit-Schneider, 2005; Lötters *et al.*, 2007) shoduje na individuálním odchovu pulců. Ten je sice časově i prostorově náročnější, ale zamezuje inhibici mezi pulci, čímž poskytuje vyrovnanější potomstvo a zajišťuje odchov maxima jedinců. Poněvadž pulci *Dendrobates auratus* nejsou vyloženě kanibalističtí, používám v praxi přece jen alespoň částečně odchov skupinový, a to z kapacitních důvodů. Podmínkou je min. jedenkrát, lépe však dvakrát týdně výměna vody, denní sledování a následný odlov pulců, kteří začnou zaostávat v růstu. I když ve finále stejně odchov končí téměř ze 70 % individuálně v krabičkách, přesto tato technologie umožní v plné sezoně alespoň na počátku ušetřit místo v místnosti určené k odchovu pulců a čas chovatele bez výraznějších negativních dopadů. Na rozdíl od rodů *Phylllobates* a *Epipedobates*, u kterých je skupinový odchov pulců většinou bezproblémový, má u *Dendrobates auratus* přece jen svá úskalí.

Teplotu pro odchov pulců rovněž doporučuji 23–24 °C, při teplotách nad 27 °C je vyšší mortalita embryí i pulců.

Důležitou otázkou je, která vajíčka k inkubaci nasadit. Na počátku (únor–březen) a ke konci (srpen) rozmnožovací sezony většiny barevných variet *Dendrobates auratus* byly snůšky nekvalitní, špatně oplozené, zaplísňené. V průběhu sezony se ve snůšce často objevila 1–2 špatná vajíčka. Většina chovatelů snůšky čistí a špatná vajíčka odstraňuje. Ukázalo se však, že pokud ostatní vajíčka ve snůšce byla kvalitní a dobře oplozená, nemělo ponechání 1–2 ks špatných vajíček v Petriho misce na vývin ostatních zdravých embryí negativní dopad, a to ani v případě, že se zdravými vajíčky přímo sousedila. Rovněž přítomné nečistoty (mrtvý hmyz, kamínky, trus, rostlinné hlístice nebo nadbytečný rosol) nemají na kvalitní vajíčka ve snůšce fatální vliv.

Z mapování reprodukce vyplynulo, že jistou sezonnost si většina barevných forem *Dendrobates auratus* podržela tak, že odpovídá střídání období sucha a dešťů v jejich domovině (Dunn, 1941; Eaton, 1941; Gray & Green, 2000). Přesto však v zajetí v mírném pásmu nastupuje reprodukční aktivita spíše provokací vlivem změn délky dne a noci (rovnodennost) a simulace nástupu období dešťů se jeví pouze jako podpůrný doplňkový spouštěč. Mezi některými ba-

revními varietami se ukázaly rozdíly v reprodukčních parametrech a v dynamice procesu reprodukce v průběhu kalendářního roku.

Doba celkového vývinu *Dendrobates auratus* (bez ohledu na barevné variety) se uvádí většinou v rozmezí 75–100 dní při teplotě 25 °C (Lótters *et al.*, 2007), v rámci tohoto výzkumu byla zjištěna doba v rozmezí 64–98 dní při teplotě 22–24 °C.

SOUHRN

Výzkum reprodukční aktivity *Dendrobates auratus* Girard byl prováděn s cílem vymezit optimalizaci podmínek chovu těchto žab pro zájmové, eventuálně zachovné chovy v době, kdy je jejich přirozené životní prostředí v tropické Americe ničeno činností těžařských společností a rozpínající se civilizací a kdy je existence mnoha druhů obojživelníků ohrožena epidemií chytridiomykózy. Výzkum byl součástí sledování širšího druhového spektra žab čeledi Dendrobatidae a jeho výsledky jsou určeny zejména pro chovatele dendrobátek. Zároveň jsou součástí hlubšího poznání uvedeného druhu jako článku biodiverzity světa.

Druh *Dendrobates auratus*, pocházející z tropické střední Ameriky až SV Jižní Ameriky, je chován v zajetí již cca 15 let, a i přesto, že se jedná o poměrně známý druh s uniparentální samčí péčí o potomstvo, jsou výsledky v chovech a zejména odchovech v zajetí značně nejednotné. Závěry výzkumu by měly pomoci dosáhnout lepšího kvantitativního i kvalitativního zhodnocení chovatelské práce.

Vzhledem k rozsáhlému areálu *Dendrobates auratus* vytváří v přírodě několik barevných forem. Poněvadž se v průběhu jejich chovu v zajetí ukazují určitá specifika, bylo ve výzkumu sledováno šest barevných variet samostatně a výsledky porovnány. Na jejich základě jsou navržena opatření aplikovatelná v malých (zájmových) i velkých (zachovných, komerčních) chovech.

Výzkum reprodukční aktivity proběhl u forem zelená, modrá,ampaño, negativ, canal a měděná, které se vyskytují v různých oblastech a teoreticky se v přírodě nepotkávají. I když byla vyslovena hypotéza, že jednotlivé barevné variety se od sebe geneticky ani chováním neliší (Walls, 1994), práce se věnuje každé barevné varietě ve všech sledovaných parametrech zvlášť, tzn. nesleduje barevně odlišné jedince tohoto druhu dohromady a neprovádí se mísení barevných forem při rozmnožování.

Chovné skupiny o 3–6 jedincích byly umístěny do standardizovaných podmínek (terária se stejným vybavením, teplotou, vlhkostí, světelným režimem). Žáby byly krmeny pravidelně stejnou potravou a byly dodržovány stejné postupy při ošetřování. Vajíčka byla vybírána v pravidelných intervalech a inkubována uměle v Petriho miskách. Inkubace a následný odchov pulců rovněž probíhal standardizovaně. Stáří v chovu zařazených jedinců bylo 2–7 let a většina pocházela ze 2.–4. generace odchované v zajetí. Žáby byly sledovány ve dvou po sobě jdoucích letech (2007, 2008) a byly definovány tyto sledované parametry: dynamika snáškového cyklu v průběhu kalendářního roku, počet vajíček ve snůšce, celková doba vývinu, délka dílčích intervalů vývinu, ztráty během vývinu.

Práce vyžadovala denní kontakt se zvířaty, poskytla proto i mnoho poznatků o projevech chování *Dendrobates auratus* v zajetí. Protože nebyly použity cílené metody etologického sledování (tento aspekt nebyl cílem práce), zůstaly tyto poznatky vedlejším produktem sledování, který má ovšem pro praxi chovu značnou hodnotu.

Výsledkem výzkumu bylo podchycení reprodukční dynamiky všech šesti forem *Dendrobates auratus*, získání kvantitativních údajů sledovaných reprodukčních parametrů, překvapivě odhalená specifita u reprodukčních parametrů modré formy *Dendrobates auratus*, která byla vyhodnocena statisticky – tato žába vykazuje statisticky vysoce průkazné rozdíly v počtu vajíček ve snůšce a délce vývinu ve třech různých údobích roku (vajíčka kladená I. v lednu až dubnu, II. v květnu až červenci, III. v srpnu až listopadu). U většiny forem bylo v průběhu roku pozorováno zřetelné období klidu (od podzimu do jara) a reprodukční aktivity (od jara do podzimu) mezi dny rovnodennosti. Ve snůšce bylo obvykle 5–10 vajíček, průměrná doba inkubace byla 10 dní (8–18) při teplotě 22 °C. Celková délka vývinu byla průměrně 74 dní (64–103). Počet vajíček ve snůšce a délka inkubace vajíček byly statisticky rozdílné mezi dílčími obdobími. Celková mortalita během ontogeneze dosahovala 10–53 %, nejvyšší ztráty byly v období od vykulení pulce z vajíčka do vytvoření základů zadních končetin, 5–60 %. Je navržena optimalizace podmínek pro chov.

Nejdůležitější pro chovatelskou praxi je následně zpracování optimalizačních návrhů pro chov *Dendrobates auratus* v zajetí, které z výzkumu vycházejí. Při dodržení navržených opatření je možné dosáhnout až 90 % úspěšnosti v odchovech kvalitního potomstva (*Dendrobates auratus* zelená forma).

Dendrobates auratus, chov, péče, reprodukční aktivita, reprodukční parametry, dynamika kladení vajíček, mortalita během ontogeneze

SUMMARY

Research of the reproduction activity of *Dendrobates auratus* Girard was carried out with the objective of defining optimal conditions for the breeding of these frogs by amateur hobbyists, as well as for conservation purposes as their natural habitat in tropical America is being destroyed by the mining industry and expanding civilization as well as the threat posed to many kinds of amphibians by epidemics of Chytridiomycosis. Research was part of a wider study of frogs from the family Dendrobatidae and its results are mainly aimed at their breeders. Simultaneously they are part of deeper understanding of aforementioned species as an element of the world's biodiversity.

Species *Dendrobates auratus* originates from tropical Central America and South-western South America and has been bred in captivity for approximately 15 years, and despite being a fairly known species with uniparental male care for the offspring, the captive breeding results have been very inconsistent. The results of this research should help to achieve better quantitative and qualitative evaluation of breeders' work.

Due to the wide area *Dendrobates auratus* has colonized, many colour variations exist. To allow for any differences between these variations, six differently coloured examples of the species were tracked throughout the research and results were compared. Based on the results are suggested measures applicable to small (hobbyist) and large (conservational, commercial) breeding.

I studied the reproduction activities of the green, blue, campañó, negativ, canal and copper colour varieties which exist in different areas and in theory would not meet in their natural habitats. Even though a hypothesis exists that particular colour varieties are not genetically or behaviourally different from each other (Walls 1994), this study tracked all monitored parameters for each colour variety separately, meaning that it does not mix data for differently coloured specimens of this species together and it does not perform mixing of coloured forms in breeding.

Breeding groups of 3–6 specimens were placed in standardized conditions (paludariums with the same amenities, temperature, humidity and light regime). Frogs were fed regularly with the same food and the same method of care was maintained. Eggs were collected at regular intervals and incubated artificially in Petri dishes. Incubation and subsequent fostering of tadpoles was also standard. The age of specimens taking part in breeding was 2–7 years and most of them were from 2nd – 4th generation bred in captivity. Frogs were monitored in 2 consecutive years (2007, 2008) and the following parameters were defined for monitoring: egg-laying dynamics during the calendar year, number of eggs in each harvest, development time, the duration of the different stages of development and stock loss during development.

The study required continuous monitoring of the specimens, which also provided a great deal of insight into the behaviour of *Dendrobates auratus* in captivity. Despite the fact that methods aimed at ethological monitoring were not used (this aspect was not the main aim of this work), the research still resulted in some significant observations regarding behaviour in captivity which has a significant value for breeding.

The research resulted in significant revelations regarding the reproduction dynamics of all six forms of *Dendrobates auratus*, obtaining quantitative data of the monitored reproduction parameters, as well as an unexpected revelation regarding the uniqueness of reproduction activity of blue form *Dendrobates auratus*, which was evaluated statistically – this frog shows statistically highly evidentiary differences in number of eggs in a harvest and the duration of development in three different periods of the year (eggs laying in I. January–April, II. May–July, III. September–August. A noticeable alternating cycle of rest and reproduction activities has been observed between equinoxes. In the harvest there were usually 5–10 eggs with an average incubation period of 10 days (8–18) at a temperature of 22 °C. The total duration of development was on average 74 days (64–103). The number of eggs in a harvest and the duration of incubation were statistically different with the blue form between different observed periods. Total mortality rate during ontogenesis reached 10–53%, the highest losses were in the period when the tadpole left its egg and began developing its hind legs, 5–60%. The optimisation of breeding conditions has been recommended.

The most important application for this research is the creation of a greater understanding of the optimal conditions for keeping *Dendrobates auratus* in captivity. With adherence to the suggested measures it is possible to achieve up to 90% of success in breeding of quality offsprings (*Dendrobates auratus* green form).

Poděkování

Za všechny, kteří mi s mojí prací pomáhali (a pro něž jsou její výsledky určeny především) chci poděkovat Milanu Makovcovi, který je průkopníkem chovu dendrobátek v České republice a v současnosti u nás zřejmě největším odborníkem v tomto oboru.

LITERATURA

- ANGEL, R., DELFINO, G. & PARRA, G. J., 2003: Ultrastructural patterns of secretory activity in poison cutaneous glands of larval and juvenile *Dendrobates auratus*. *International Society on Toxinology, Toxicon*, 2003 Jan., 41(1): 29–39.
- CIVIŠ P. & VOJAR J., 2010: Chytridiomykóza obojživelníků. Informace online [cit. 2010-02-15]. Dostupné na: <http://chytrid.herp.cz>.
- DAVIES, R. W. & DAVIES, V. C., 1986: The rearing and breeding of *Dendrobates auratus* in captivity. *British Herpetological Society Bulletin*, 18: 24.
- DUNN, E. R., 1931: New frogs from Panama and Costa Rica. *Occasional Papers of the Boston Society of Natural History*, 5: 385–401.
- DUNN, E. R., 1941: Notes on *Dendrobates auratus*. *Copeia, American Society of Ichthyologists and Herpetologists*, 2: 88–93.
- EATON, T., 1941: Notes on the life history of *Dendrobates auratus*. *Copeia, American Society of Ichthyologists and Herpetologists*, 2: 88–95.
- GRAY, H., M. & GREEN, D. M., 2000: *Dendrobates auratus* (Green Poison Frog). Refuge use. *Herpetological Review*, 31: 169–170.
- GROW, D., 1977: Reproduction of *Dendrobates auratus* at the SCZ. *Kansas Herpetological Society Newsletter*, 17: 9–12.
- KELLER, G. & GRIT-SCHNEIDER, E., 2005: *Pfeilgiftfrösche*. Ruhmannsfelden: Bede, 96 s., ISBN 3-89860-100-5.
- LÖTTERS, S., JUNGFER K. H., HENKEL, F. H., SCHMIDT, W., 2007: *Poison Frogs-Biology, Species & Captive Husbandry*. Frankfurt am Main: Chiamara, 668 s., ISBN 978-3-930612-62-8.
- SCHMIDT, W. & HENKEL, F. W., 2004: *Poison Frogs*. Frankfurt am Main: Chiamara, 166 s., ISBN 3-930612-92-5.
- WALLS, J. G., 1994: *Poison Frogs of the Family Dendrobatidae*. New Jersey: Neptune, 288 s., ISBN 0-7938-0299-7.

Adresa

Ing. Romana Křížová, Tylova 9, 612 00 Brno, Česká republika