

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Životní cyklus *Ambystoma mexicanum*

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Horváthová

Obor studia: ABPSKS

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kubík, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "*Životní cyklus *Ambystoma mexicanum**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Štěpánu Kubíkovi, Ph.D., za jeho trpělivost a pevné nervy. A zároveň své rodině za velkou podporu.

.

Životní cyklus *Ambystoma mexicanum*

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá životním cyklem *Ambystoma mexicanum* (Shaw a Nodder, 1798) a jeho chovem v zajetí. *Ambystoma mexicanum* patří do třídy obojživelníků Amphibia. Axolotl je endemit vysokohorských jezer ležících v centrálním Mexiku poblíž města Mexico City. Ve volné přírodě je kriticky ohrožený kvůli znečišťování jeho domoviny. Ve starších literaturách ho můžeme najít např. pod názvem *Siredon*. Je to robustní mlok dorůstající až 30 cm s hmotností do 300 g. Má válcovité tělo, plochou hlavu, tři páry vnějších keříčkovitých žaber, čtyři slabé končetiny, a od krku přes páteř a ocas se mu táhne ploutvovitý lem, který zasahuje až ke kloace. Jedinci chovaní v zajetí se bez problémů rozmnožují. Rozmnožovat se mohou larvy staré cca jeden a půl roku. Na začátku chovný pár předvádí tzv. zasnubní tanec. Po úspěšném spáření samička klade přibližně 600 vajíček po 12 až 15 hodinách. Vývoj embrya je závislý na teplotě. Při vyšší teplotě (24 °C) se embryo vyvíjí rychleji. Těsně po vylíhnutí mladé larvy leží na dně a vstřebávají zbytek žloutkového vaku.

Metamorfózu lze v zajetí uměle vyvolat vpravením hormonu štítné žlázy (tyroxin). Axolotl je masožravec. Potrava podávaná v zajetí by měla být co nejpestřejší. Aby chovaný jedinec měl dostatek minerálů a vitamínů.

Larva axolotla mexického se chová v akváriu o minimálním objemu 50 l. Axolotlové mají rádi tvrdou a studenou vodu o teplotě 15 °C až 19 °C s pH 6,9 až 7,6. Akvárium je vhodné vybavit rostlinami, které mají širší listy a pevné kořeny. Široké listy jsou vhodné pro samici, která klade vejce na listy vodních rostlin.

Jako každý živočich tak i axolotl může onemocnět. Prevence před různými nemocemi je hlavně hygiena. Chovné ubikace se musí udržovat čisté, bez plísní, zbytků krmiva atd.

Klíčová slova: obojživelníci, ocasatí, axolotl mexický, neotenie, metamorfóza

The life cycle of *Ambystoma mexicanum*

Summary

The work deals with the life cycle of the *Ambystoma mexicanum* (Shaw and nodder, 1798) and its breeding in captivity. *Ambystoma mexicanum* belongs to the class of Amphibians. Axolotl is endemic species of mountain's lakes lie in central Mexico, near Mexico City. In the wild nature, they are critically endangered due to pollution of its homeland. In older literatures, we can find this axolotl under the name *Siredon*. It is robust salamander growing up to 30 cm and a weight of 300 g. It has a cylindrical body, flat head, three pairs of external fruticose gilled four weak limbs and neck through the spine and tail, he pulls fin's rim which extends up to her cloaca. Individuals in captivity without problems multiply. They can reproduce the old larvae about one and a half years. At the beginning of the breeding pair shows called. Engagement dance. After successful mating female lays about 600 eggs after 12 to 15 hours. Embryo development is dependent on the temperature. At higher temperature (24 °C), the embryo develops faster. Immediately after hatching the young larvae lying down and absorb the rest of the yolk sac.

In captivity, metamorphosis is caused by thyroid hormone (thyroxine) that is introduced to animal's body animal. Axolotl is a carnivore. Food should be as varied as possible in captivity. Breeding individual must have enough minerals and vitamins.

Axolotl Mexican larva is behaved in an aquarium with a minimum volume of 50 l. Axolotl like hard and cool water at 15 °C to 19 °C with a pH of 6.9 to 7.6. The aquarium is suitable to equip plants that have broader leaves and strong roots. Broad leaves are suitable for the female that lays eggs on the leaves of aquatic plants.

The axolotl can be ill. Prevention of various diseases is mainly hygiene. Breeding hutch must be kept clean, no mould, no remains feed etc.

Keywords: amphibians, caudate, axolotl mexican, neoteny, metamorphosis

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Taxonomické zařazení Axolotla mexického.....	3
3.2 Rozšíření axolotla mexického.....	5
3.3 Ohrožení.....	5
3.4 Historie	6
3.5 Morfologie.....	7
3.6 Rozmnožování	10
3.6.1 Embryonální vývoj	11
3.6.2 Larva po vylíhnutí.....	14
3.6.3 Pohlavní dimorfismus	14
3.7 Metamorfóza.....	15
3.8 Potrava	16
3.9 Chov v zajetí	19
3.9.1 Manipulace.....	19
3.9.2 Karanténa	20
3.9.2 Akvárium	20
3.9.3 Akvaterárium	24
3.10 Nemoci.....	25
3.10.1 Infekční onemocnění.....	26
3.10.2 Neinfekční onemocnění	28
4 Závěr.....	30
5 Seznam literatury	31

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá obojživelníkem z čeledi Ambystomatidae. Pojednává o jednom z nejznámějších zástupců této čeledi o axolotlu mexickém *Ambystoma mexicanum* (Shaw and Nodder, 1798). Je to pedomorfní druh (pohlavně dospívá a množí se v larválním stádiu), a proto celý život tráví ve vodě. Má robustní tělo, dorůstá do délky 30 cm. Axolotl je velmi často chován jako laboratorní zvíře, ale v posledních letech se rozšířil i mezi laickou veřejnost jako domácí mazlíček (Gaisler et Zima, 2007). Ve volné přírodě skoro nikdy nedochází k metamorfóze (proměně), ale u jedinců chovaných v zajetí lze metamorfózu vyvolat uměle za pomoci hormonů štítné žlázy. Bohužel je tento druh na pokraji vyhynutí. Axolotla mexického můžeme ve volné přírodě najít na jednom místě a to ve vysokohorských jezerech poblíž Mexico City, v jezerech Xochimilco a Chalco (Indiviglio, 1997).

Ambystoma mexicanum můžeme ve starších literaturách najít pod názvem *Amblystoma*, *Siredon*, které se používaly asi do poloviny 20. století (Wistuba, 2008).

Čeď Ambystomatidae zahrnuje více než 30 druhů, kteří žijí v Kanadě, USA a v Mexiku. Většina z nich má tmavou barvu (hnědá, černá) se skvrnami. Jsou buď trvale nebo příležitostně pedomorfní. Téměř u všech druhů ve volné přírodě může dojít k metamorfóze (proměně) v suchozemského jedince. Za tuto změnu mohou přírodní podmínky například změna teploty, vysychání vody (Indiviglio, 1997).

2 Cíl práce

Tato bakalářská práce si klade za cíl vytvořit ucelený přehled o životním cyklu axolotla mexického – *Ambystoma mexicanum* (Shaw a Nodder, 1798) a jeho chovu v zajetí.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomické zařazení Axolotla mexického

Říše: Animalia - Živočichové

Kmen: Chordata - Strunatci

Podkmen: Vertebrata - Obratlovci

Třída: Amphibia - Obojživelníci

Podtřída: Caudata - Ocasatí

Řád: Ambystomatoidea - Axolotli

Čeleď: Ambystomatidae - Axolotlovití

Rod: *Ambystoma* - Axolotl

Druh: *Ambystoma mexicanum* (Shaw a Nodder, 1798) - Axolotl mexický

Axolotl mexický *Ambystoma mexicanum* (Shaw a Nodder, 1798) patří do třídy obojživelníci Amphibia. Název obojživelníci se může používat jak pro Amphibia kmenový taxon, který zahrnuje žijící i vymřelé linie, tak i pro Lissamphibia korunový taxon moderních obojživelníků, do kterého se řadí společný předek žijících skupin a všichni jeho potomci. Mezi Lissamphibia patří červoři (Gymnophiona), ocasatí (Caudata), žáby (Anura) a jedna vymřelá skupina (Gaisler et Zima, 2007).

Dá se říci, že obojživelníci jsou přechodnou skupinou mezi vodními a suchozemskými obratlovci. Celá tato třída se řadí mezi ektotermní (studenokrevný – nejsou schopni upravovat svou tělesnou teplotu termoregulací) obratlovce střídající žaberní a plicní dýchání v různých etapách života (Gaisler et Zima, 2007).

Obojživelníci jsou známy pro svůj životní cyklus, který u jiných obratlovců nenajdeme. Rozděluje se na tři stádia: vajíčko, larva a dospělec. Část životního cyklu, přechod z larvy na dospělce se nazývá metamorfóza. Je to přeměna organismu, kdy se larva z vodního prostředí změní na dospělce schopného žít na souši (Burnie, 2002). Opět jako všude můžeme najít

rozdíl. Někteří obojživelníci, nejčastěji z podtřídy ocasatí, mohou žít trvale ve vodě, kde jsou schopni pohlavně dospět, rozmnožovat se a přitom si udržet larvální znaky. Takový stav se nazývá pedomorfóza. Pedomorfóza je evoluční změna, díky které se urychluje pohlavní zralost vůči tělesnému růstu. To způsobuje, že dospělý jedinec je schopen se rozmnožovat a vypadá stejně jako jeho larva. Je pouze o pár čísel větší (Gaisler et Zima, 2007).

U pedomorfózy rozlišujeme tři typy: neúplná pedomorfóza, úplná pedomorfóza většiny přirozených populací a úplná pedomorfóza všech v přírodě žijících populací:

1. neúplná pedomorfóza

- metamorfóza u všech jedinců proběhne pouze částečně, dokončení metamorfózy nelze u těchto zvířat uměle vyvolat
- patří sem: velemlokovití - Cryptobranchidae (Fitzinger, 1826)
úhoříkovití - Amphiumidae (Garden in Smith, 1821)
macarátovití - Proteidae (Gray, 1825)

2. úplná pedomorfóza

- většina jedinců žijící ve volné přírodě si ponechává v dospělosti znaky larválního stádia (vypadají jako larva, ale dozrávají jim pohlavní orgány a jsou schopni se rozmnožovat), menší část populace projde metamorfózou, a důležité je, že v laboratorních podmínkách je možnost metamorfózu uměle vyvolat
- patří sem: axolotlovití - Ambystomatidae (Gray, 1850)
mločíkovití - Plethodontidae (Gray, 1850) – pouze některé druhy
pamlokovití - Hynobiidae (Cope, 1859) – pouze některé druhy

3. úplná pedomorfóza všech v přírodě žijících populací

- metamorfózu lze v laboratorních podmínkách uměle vyvolat
- patří sem: mločíkovití - Plethodontidae (Gray, 1850) – pouze některé druhy (Gaisler et Zima, 2007)

Podtřída ocasatí zahrnuje především mloky a čolky. Jsou štíhlí s dlouhým ocasem a se čtyřmi končetinami většinou stejně dlouhými. Žijí na vlhkých místech a vyskytují se převážně na severní polokouli. I když samci nemají penis, dochází téměř u všech k vnitřnímu oplození.

Samec vypouští pouzdro se spermatem, které se nazývá spermatofor. Při rozmnožování ocasatí předvádí tzv. zasnubní tance. To je rituál, při kterém samec láká samičku a přitom vypouští do vody spermatofor. Následně navádí samičku zpět nad spermatofor, aby ho přijala (Burnie, 2002).

3.2 Rozšíření axolotla mexického

Ambystoma mexicanum je endemit vysokohorských jezer ležících v centrálním Mexiku poblíž města Mexico City. Můžeme ho najít ve dvou jezerech, v jezerech Xochimilco a Chalco. Z jezera Xochimilco se stal systém zavlažovacích kanálů a mokřadu dlouhý více než 150 kilometrů připomínající labyrint a z jezera Chalco můžeme spatřit pouze mokřady (Zambrano L. et al, 2010b). Xochimilco leží 28 km jižně od Mexico City ve výšce 2 274 m n.m. Je známé pro své ostrůvky z nánosů bahna tzv. „chinampas“ (plovoucí zahrady), které jsou na něm rozprostřeny ještě dnes. Využívají se zejména na pěstování zeleniny, květin nebo jiných rostlin. V roce 1987 bylo Xochimilco zařazeno do Světového dědictví UNESCO (Britannica, 2011).

3.3 Ohrožení

V dnešní době axolotl mexický stále více ve volné přírodě ubývá. Je to z důvodu vysychání a znečištění systému kanálů a mokřadů jezera Xochimilco a Chalco. Zároveň i kvůli stále rozšiřujícímu se Mexico City a narůstajícímu počtu obyvatel (Zambrano, L. et al, 2010b). Dále je ohrožují uměle vysazené tržní ryby. Do jezera Xochimilco byly zavedeny asi před 27 lety. Jedná se o dva druhy ryb, o *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) – tlamoun nilský (= tilápie nilská) a *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) - kapr obecný, které měly sloužit na obživu obyvatelstva (Zambrano, L. et al., 2010a). Tyto ryby se rychle staly predátorem a přenašečem nemocí pro axolotla. Do té doby byli axolotlové nejspíš nejvýše postavenými predátory v jejich biotopu. Také *Cyprinus carpio* může nepřímo ovlivňovat rozmnožování axolotlovitých, protože má na svědomí zmenšení vodních rostlin, které axolotlovití potřebují k reprodukci a k zachování svého druhu. Jejich přirození nepřátelé bývali vodní ptáci, například volavky. Na IUCN (červený seznam ohrožených druhů) byl axolotl mexický zařazen již v roce 1986 a dostal status VZÁZNÝ (R). Tento status mu zůstal, až do roku 1996, kdy se změnil na ZRANITELNÝ (VU). Postupem času se oblast jeho výskytu zmenšila na

pouhých 10 km² a tím získal v roce 2006 nový status KRITICKY OHROŽENÝ (CR), ten mu zůstal do dnes (Zambrano, L. et al, 2010b).

Díky jejich využití ve vývojové a evoluční biologii se povedlo vytvořit velkou populaci chovanou v zajetí (Shaffer, 1993). Kvůli velkému zájmu o axolotla byly vytvořeny farmy na mezinárodní úrovni. Už v roce 1989 bylo založených cca 24 farem v různých zemích. Například v Nizozemsku, Japonsku, Švýcarsku, Kanadě, Francii, USA, Švédsku a Anglii. Jedna z důležitých kolonií axolotlů je na University of Indiana. Na univerzitě rozmnožují axolotly, kteří jsou genetickou zásobou pro různé laboratoře (M. Sciences-Hernandez, 2006). Axolotl mexický tvoří cca 30 % ocasatých obojživelníků použitých v laboratorním výzkumu (Institute, 1973) a do budoucna bude nejspíše používán pro experimenty čím dál tím častěji (Schreckenberget Jacobson, 1975).

Program na ochranu axolotla mexického ve volné přírodě je založen na vzdělávání veřejnosti, omezení turistického ruchu, ochraně přírody a procesu, ve kterém jsou pomocí živých organismů nebo enzymů přeměňovány toxické látky na netoxické a nerizikové tzv. bioremedikací (Zambrano, L. et al, 2010b).

3.4 Historie

Historie taxonomického zařazení axolotla mexického byla složitá. Ve starších literaturách ho můžeme najít pod názvy *Axolotl*, *Axolotus*, *Philhydrus*, *Siredon*, *Sirenodon* nebo *Amblystoma* (Institute, 1973).

První popisy axolotla pochází z konce 16. století. V roce 1893 byl publikován objev a popis *Ambystoma mexicanum* tenkrát v populární edici Brehmův život zvířat. Axolotl je popsán jako jistý druh jezerní ryby s měkkou kůží a čtyřma nohama jako ještěrka (Wistuba, 2008). Později se francouzským badatelům v 19. století podařilo odchytit 34 kusů *Ambystoma mexicanum* a přivést do Paříže ke zkoumání (Gresens, 2004). Až do 30. let 20. století byly larvy axolotla loveny a nabízeny na trzích v Mexico City jako potravina (Wistuba, 2008). Traduje se, že maso axolotla mexického chutná podobně jako maso úhoře. Larvy axolotla byly také využívány pro lékařské účely, ale není žádný důkaz o tom, že by měli axolotlové léčivé účinky (Duhon, 1997). Věřilo se, že sirup z axolotla vyléčí nemoci dýchacích cest,

například astma nebo zánět průdušek. Naštěstí zájem o léčiva z axolotla mexického u mladších generací opadá (M. Sciences-Hernandez, 2006).

Svoje jméno dostal axolotl z aztéckého jazyka Nahuatl. Jméno je odvozeno od slova Atl (=voda) a Xolotl (=jméno boha). Pravděpodobně se jméno vztahuje k aztéckému bohu Xolotlovi. Což znamená „obluda“. Bůh Xolotl je zobrazován jako člověk se psí hlavou a obrácenýma nohama, který se údajně dokázal v nebezpečí proměnit v malého živočicha (Wistuba, 2008).

3.5 Morfologie

Axolotl mexický je pedomorfní druh (úplná pedomorfóza většiny přirozených populací – zachování larválních znaků v dospělosti a dozrání pohlavních orgánů, starší název neotenie). I když ve volné přírodě téměř nikdy neprojde metamorfózou, je schopen v larválním stádiu pohlavně dospět a rozmnožovat se. Metamorfózu lze uměle vyvolat v laboratorních podmínkách (Gaisler et Zima, 2007).

Nejznámější výklad o potlačení metamorfózy, který získal největší uznání v této oblasti je, že jezera představují stabilní, neměnné vodní stanoviště uprostřed drsného suchého prostředí. A nejjednodušší způsob jak využít těchto podmínek je právě potlačení metamorfózy (Shaffer, 1989).

V 60. letech 20. století byl proveden experiment křížení *Ambystoma mexicanum* a *Ambystoma tigrinum* (Green, 1825). Samice byla *Ambystoma tigrinum*, měla bělavě-růžové zbarvení se žlutými skvrnami. Toto zkřížení mělo života schopné jedince, kteří převážně zdědili zbarvení po samici. Zjistilo se, že křížení je možné a zároveň se zachovala pedomorfóza. Z tohoto křížení vzniklo i několik nových barevných mutací. Do dnešní doby se často *Ambystoma mexicanum* kříží s *Ambystoma tigrinum* (Wistuba, 2008).

Axolotl má obrovskou schopnost regenerace. Jako jeden z mála je schopen regenerovat kompletní kostní prvky končetin (McCusker et al., 2016).

Popis larvy axolotla mexického

Axolotl mexický je poměrně velký mlok. Velikostně dosahuje do 30 cm. Hmotnost se pohybuje až do 300 g (Bruins, 1999). Larvy mají válcovité tělo a na bocích 16 až 18 příčných kožních rýh (Kocourek et Modrý, 2000).

Lebka je bikondylní, dorzoventrálně zploštělá (Štraub et Niedl, 1972). Na hlavě má dvě poměrně malé, krátkozraké, kulaté oči bez víček postavené daleko od sebe a dva otvory pro nádech vzdušného kyslíku (Bruins, 1999). Zrak nemají pro lov příliš vyvinutý. Smyslové orgány jsou uloženy po stranách hlavy a trupu. Při získávání potravy dokáží rozlišovat elektrické pole a vnímat chemické podněty vůně, chuť (Wistuba, 2008). Zuby jsou na horním patře malinké a uspořádány v příčných řadách nebo v řadách dozadu sbíhavých. Dolní patro dutiny ústní je bez zubů (Štraub et Niedl, 1972).

Za širokou, plochou hlavou má tři páry vnějších keříčkovitých žaber připomínajících větvičky (Kocourek et Modrý, 2000). Barva žaber je od růžové až po sytě červenou. Podle zbarvení žaber můžeme pozorovat jak je axolotl právě aktivní. Když jsou žábry červené, je axolotl vzrušený, třeba z rozmnožování či z lovu (Veselovský, 2005). Axolotl využívá tři způsoby dýchání. Pomocí vnějších žaber, difúze skrz pokožku a dýchání vzdušného kyslíku. Při dýchání atmosférického kyslíku jedince vyplave na hladinu tzv. „lapne vzduch“, který pak putuje do málo vyvinutých plic (Wistuba, 2008).

Během růstu se vyvíjejí malé primitivní plíce pro podporu vzdušného dýchání. Na souši dokáže přežít 2 až 3 hodiny pokud je dostatečná vlhkost vzduchu (Wistuba, 2008). Srdce má dvě předsíně a jednu komoru. Srdcem prochází pouze odkysličená krev (Gaisler et Zima, 2007).

Axolotl mexický má ze stran zploštělý ocas veslovitého tvaru. Téměř přes celé tělo se táhne ploutvovitý lem. Ten začíná za hlavou a pokračuje přes páteř a ocas. Ze spodní části zasahuje ploutvovitý lem až ke kloace (Štraub et Neidl, 1972).

Končetiny jsou poměrně štíhlé a slabé, protože larva axolotla se nepohybuje na souši, ale pouze ve vodě. Na předních končetinách má čtyři prsty, na zadních pět prstů. Mezi prsty se nachází neúplná plovací blána. Končetiny používá spíše ke stabilizaci těla nebo k menším

změněm polohy v kontaktu s podkladem. K pohybu ve vodě používá především ocas (Kocourek et Modrý, 2000).

Pokožka je tenká, hladká a slizká. Kůže je citlivá, protože je bez šupin. Obsahuje žlázy, které produkují hlen. Vyprodukovaný hlen udržuje pokožku neustále vlhkou a chrání larvu od různých druhů onemocnění (Wistuba, 2008).

Zbarvení kůže u zvířat žijících v přírodě je převážně tmavé. Vše je závislé na pigmentových buňkách zvaných chromatofory. Axolotl divokého zbarvení vykazuje expresi všech tří pigmentových typů buněk. Tmavé zbarvení jedince je způsobeno melanofory (tmavohnědá pigmentová buňka, která obsahuje melanin). Společně melanofory a xantofory (žlutý pigmentový buňky) tvoří zelené či okrově hnědé zbarvení. Záleží na množství pigmentů v organismu. Třetí pigmentový typ buňky je iridiofor, který má na svědomí lesklé skvrny zejména na ocasním lemu (Wistuba, 2008).

Jedinci chovaní v zajetí jsou různě barevní. Například Leucistic, Melanoidní, několik druhů Albínů. Nejčastěji se chovají v bílé albinotické formě (Epperlein et Löfberg, 1990).

- Divoké zbarvení je tmavé (hnědé, černé) s lesklými skvrnami.
- Melanoidní zbarvení je velmi tmavé až černé, v kůži není obsažen iridiofor, tudíž nemají na sobě lesklé skvrny
- White (Leucistic) jsou bílí s tmavými očima
- Axanthic albíni jsou bílí s lehkým kovovým nádechem
- Gold albíni jsou zlatožlutí se žlutými očima a červenými žábami, viz obrázek č. 1
- Melano-albíni jsou bílí s mírným nádechem žluté barvy a lesklými skvrnami, viz obrázek č. 2



Obrázek č. 1: Gold albín

Zdroj: <http://www.axolotl-online.de>



Obrázek č. 2: Melano-albín

Zdroj: <http://www.axolotl-online.de>

3.6 Rozmnožování

U většiny obojživelníků je strategií při reprodukci mít co nejvíce potomků. Počítá se s tím, že většina se nedožije dospělosti, a proto nebude schopna vyprodukovat další jedince. Ve volné přírodě je normální jeden reprodukční cyklus za rok. Zvířata jsou závislá na ročním období (pokles a zvýšení teploty, denní režim), které je stimuluje k rozmnožování. V zajetí se dá tento cyklus uměle urychlit (osvětlením, ohřevem a zchlazením vody) a tím donutit zvířata k reprodukci několikrát za rok (Wistuba, 2008). V zajetí v kvalitních podmínkách je samice schopná klást až 660 vajíček každé dva měsíce a to bez ztráty hmotnosti. Ale pouze po dobu 5 až 6 let. Poté se sníží počet vyprodukovaných vajíček a zvýší úmrtnost (M. Sciences-Hernandez et al., 2006).

K úspěšnému rozmnožení zvířat je zapotřebí dvou pohlavně zralých jedinců (chovného páru). Pohlavně zralý axolotl mexický je přibližně rok a půl starý jedinec. Obě zvířata musí být zdravá (Wistuba, 2008).

Jako u téměř všech ocasatých obojživelníků, tak i u axolotla mexického probíhá namlouvací rituál nazývaný svatební tanec. Je to rituál, který probíhá ve vodním prostředí převážně v noci, kdy samec vypouští feromony a láká samičku. Pokud samice uzná za vhodné se spářit, tak samec vypouští spermatofor (ve tvaru pyramidy) a poté samici na tento spermatofor navádí. Samice nasaje spermatofor kloakou a dochází k vnitřnímu oplození. Bylo zjištěno, že samice dokáže kloakou nasát několik spermatoforů za noc (Indiviglio, 1997).

Když celý rituál proběhne v pořádku, tak samice klade vejce po 12 až 15 hodinách, nejčastěji na vodní rostliny nebo v zajetí i na jakoukoliv jinou vhodnou dekoraci. Pro chovatele je vhodnější, když samice naklade vajíčka na vodní rostliny, protože jdou lehce přemístit do jiné nádrže a tím zabránit dospělým jedincům, aby sežrali vajíčka. Nebo existuje i druhá možnost, a to přemístit chovný pár do jiného akvária a vajíčka nechat v původním (Wistuba, 2008).

Samice snese až 600 vajíček a to na jaře (Kocourek et Modrý, 2000). Vajíčka samice snáší při teplotě cca 12 °C. Vajíčka je lepší inkubovat s mírným provzdušněním (udržet vajíčka v lehkém pohybu) (Indiviglio, 1997). Embryo je závislé na teplotě, kdy při vyšší teplotě probíhá vývoj rychleji. Tento účinek (vývoj embryí) se při teplotě nad 25 °C značně snižuje. Vhodná teplota je ze začátku kolem 24 °C a postupně snižovat na 20 °C (Wistuba, 2008). Larvy se líhnou při teplotě vody okolo 20 °C až 22 °C po 8 až 10 dnech (Kocourek et Modrý, 2000). Při nižší teplotě 11,5 °C až 14 °C dokonce až po 14 až 21 dnech. Larvy se první den po vylíhnutí drží při dně nádrže. Při odchovu larev velmi často dochází ke kanibalismu (Indiviglio, 1997).

Larvy ihned po vylíhnutí nepotřebují krmení, protože ještě vstřebávají žloutek. S krmením můžeme začít hned po rozplavání larev (Institute, 1973).

3.6.1 Embryonální vývoj

Po snesení je vejce obaleno pouze rosolovitou hmotou (slizovitý obal), která ho nechrání před vyschnutím, ale před některými plísněmi ano. Těsně po snesení se vejce skládá pouze ze zárodečného materiálu (animální pól) a žloutku vyživující zárodek (vegetativní pól). Poté dochází k postupnému štěpení až do fáze 64 buněk, které nastává cca 9 hodin po snesení (Wistuba, 2008). Vejce staré 10 hodin je vidět na obrázku č. 3. Po 48 hodinách malé kulaté vajíčko přechází do dalšího stádia neurula (vznik nervové trubice). Celý proces neurulace začíná podélným vychlípáním neuroektodermu, čímž vzniká nervová ploténka a později nervová trubice. Celé vajíčko se pomalu protahuje. Čímž z kolovitého tvaru se stává spíše ovál (Gaisler et Zima, 2007).



Obrázek č. 3: 10 hodin

Zdroj: <http://www.axolotl.org>



Obrázek č. 4: 130 hodin

Zdroj: <http://www.axolotl.org>



Obrázek č. 5: 178 hodin (7,5 dne)

Zdroj: <http://www.axolotl.org>



Obrázek č. 6: 224 hodin (9 dní)

Zdroj: <http://www.axolotl.org>

Ted' už konečně začíná embryo růst. Kolem 5. dne po snesení se začíná vyvíjet ploutevní lem, postupně se začínají zakládat žábry a embryo se celé protahuje, viz obrázek č. 4. Po týdnu je vytvořen cévní systém, začíná bít srdce. Ostatní vnitřní orgány se začnou brzy diferencovat (slezina, játra, ledviny), viz obrázek č. 5. Embryo je v této fázi pěkně pigmentované, ale barevnost jedince nejde ještě rozlišit. Někteří jedinci jsou už v této fázi neposední a začínají se hýbat. Reagují na vnější prostředí (Wistuba, 2008).

Kolem 9. až 10. dne se žábry začínají rozvětvovat, hlava je ostrá, tlama je viditelná, začínají se dotvářet oči, části trávicího traktu už mají svůj typický tvar, viz obrázek č. 6 a č. 8. V následujících dnech se dotváří orgány trávicího traktu a vyvíjí se oko (Wistuba, 2008).



Obrázek č. 7: 298 hodin (12,5 dne)

Zdroj: <http://www.axolotl.org>



Obrázek č. 8: Žábry se začínají rozvětňovat

Zdroj: <http://www.axolotl-online.de>

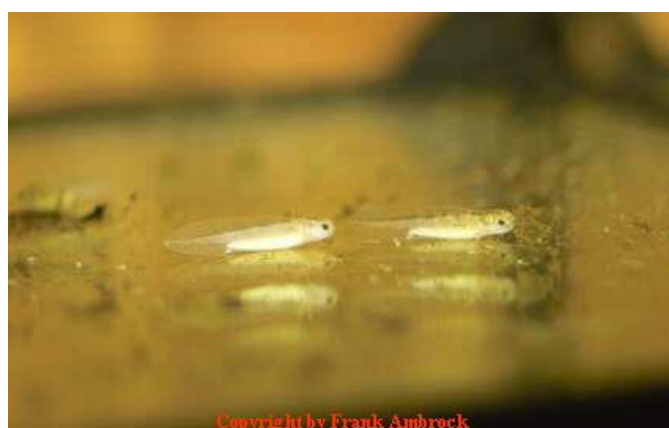
Kolem 12. až 14. dne jsou oči spojeny s nervovým systémem, žábry jsou rozvětvené, viz obrázek č. 7. V této fázi, už je téměř vše vyvinuté a dominuje celkový růst larvy. Ještě před vylíhnutím se zakládají pupeny předních končetin, které rostou po vylíhnutí a jsou viditelné až po cca 10 dnech (Wistuba, 2008).

Aby se larva dostala z vejce, je zapotřebí spousty energie k tomu, aby prorazila vaječné obaly (Wistuba, 2008). Larva před vylíhnutím je na obrázku č. 9.



Obrázek č. 9: Larva před vylíhnutím

Zdroj: <http://www.axolotl-online.de>



Obrázek č. 10: Larva po vylíhnutí

Zdroj: <http://www.axolotl-online.de>

3.6.2 Larva po vylíhnutí

Po vylíhnutí je larva velká asi 1 cm a nese si s sebou zbytek žlutkového vajíčka na spodní straně břicha, viz obrázek č. 10. Dokud larva tráví tento žloutek, tak klidně leží na dně a nevyžaduje potravu. Tento stav trvá asi tak první tři dny, protože vývoj je individuální a záleží na okolních podmínkách (teplota, krmení). Larva je beznohá, a pokud se potřebuje přemístit, tak k pohybu využívá rychlé pohyby ocasu. Přibližně po 10 dnech jsou na mladé larvě velké cca 3,5 cm viditelné přední končetiny. Na jedinci velkém cca 5 cm můžeme pozorovat růst zadních končetin. O další týden později, tedy ve věku 3 až 4 týdnů se larvě dovyvinou zadní končetiny a zároveň se vyvíjejí rudimentální plíce (záleží na teplotě a krmení, za jak dlouho se larva vyvine). Po dokončení vývoje končetin přechází larva do skutečného larválního vývoje a vypadá jako zmenšená verze neotenického dospělého jedince, ve kterém setrvává až do 1 až 1,5 roku stáří (Wistuba, 2008).

Označení semiadult je pro zvířata, která začínají dosahovat pohlavní dospělosti, délka cca 25 cm, hmotnost až 300 g (Wistuba, 2008).

3.6.3 Pohlavní dimorfismus

Samice je zavalitější, ocas je kratší, její kloaka není zduřelá, viz obrázek č. 11. Samec je štíhlejší, ocas má delší, v době páření má zduřelou kloaku, viz obrázek č. 12. Kloaka je zduřelá z důvodu rozšíření žlázy, která produkuje obaly na ochranu spermií (Gresens, 2004). Samec je větší než samička a má delší ocasní ploutev (Indiviglio, 1997).



Obrázek č. 11: Samice

Zdroj: <http://www.axolotl.org>



Obrázek č. 12: Samec

Zdroj: <http://www.axolotl.org>

3.7 Metamorfóza

Metamorfóza je typická přeměna obojživelníků. Je to unikátní jev, kdy se larva při zachování základních životních funkcí postupně mění na dospělého jedince, který je schopen žít na souši (Fokt, 2008).

Díky umělému podávání hormonů štítné žlázy může proběhnout metamorfóza u axolotla mexického. Za spuštění celého koloběhu metamorfózy je zodpovědný hormon tyroxin (Indiviglio, 1997). Podávání hormonů musí být správně načasované v určitém životním stádiu zvířete. Někde ve stavu polo-dospělého jedince. Když jsou hormony podány příliš brzy, zvíře na ně nereaguje. Pokud později, může se proměnit částečně, ale často tento pokus končí smrtí axolotla (Wistuba, 2008).

V roce 1920 provádí J. S. Huxley experiment, ve kterém předvádí jak z neotenické larvy axolotla mexického vytvořit metamorfovaného jedince. Přidává axolotlům do žrádla štítnou žlázu a zjišťuje, že cca po 3 týdnech se axolotlům postupně redukuje keříčkovité žábry až k úplnému uzavření žaberních štěrbin, také postupně mizí ploutevní lem ocasu, částečně se změni barva kůže, protože stará kůže je svlečena, šířka celého jedince a končetiny začínají být silnější (Coleman et al., 1997). Dále jsou oči posunuté na okraj hlavy a více vypouklejší, kožní sliz výrazně ustupuje a kůže je sušší a drsnější. Jedinci přešli na plicní a kožní dýchání. Ze začátku tráví axolotl spoustu času ve vodě, ale s postupným zesílením končetin vylézá na souš čím dál tím častěji (Mundy, 1996). V roce 1924 se přichází na to, že axolotl mexický je necitlivý na hormony své štítné žlázy. V té době se nevědělo, jestli štítná žláza produkuje

málo hormonu tyroxinu, nebo je přítomno málo citlivých buněčných receptorů na tyroxin. Později bylo zjištěno, že vše je způsobeno sníženou sekrecí TSH (thyreotropin – thyroid stimulating hormone), což má za následek nízkou hladinu tyroxinu v plazmě. Metamorfózu můžeme vyvolat uměle vpravením T4 (tyroxin) nebo T3 (trijódtyronin). Pokus byl proveden na larvách mladých 120 dní a na jeden a půl roku starých larvách. Larvám starým 120 dní byl injekčně podán T3. U těchto jedinců proběhla kompletní metamorfóza do 14 dní. U larev starých jeden a půl roku proběhla metamorfóza po injekčním podání T3 do 20 dnů a po podání T4 proběhla kompletní metamorfóza po 35 dnech (Coleman et al., 1997).

Dominantní alela způsobující metamorfózu u axolotla mexického se nachází v blízké příbuzném druhu *Ambystoma tigrinum*, s nímž se může axolotl mexický křížit (TOMPKINS, 2015). Uměle metamorfozovaný axolotl je podobný *Ambystoma tigrinum*, ale jedinci zůstávají menší. U divokého zbarvení axolotla mexického je metamorfozovaný jedinec tmavý (hnědý, černý) s nepravidelnými tečkami, které jsou světlé, viz obrázek č. 13 a č. 14 (Indiviglio, 1997).



Obrázek č. 13: A. mexický po metamorfóze Obrázek č. 14: A. mexický po metamorfóze

Zdroj: <http://www.biolib.cz>

Zdroj: <http://www.biolib.cz>

3.8 Potrava

Axolotl je masožravec. Potrava by měla být co nejpestřejší. Dlouhodobým podáváním jednoho druhu potravy by mohlo způsobit nedostatek určitých látek v těle a tím způsobit problémy s vývinem zvířete. Axolotl je nevybíravý tvor. Dá se říci, že sežere různé vodní živočichy, které je schopen strčit do tlamy. Podávané krmení by mělo být úměrné k velikosti

chovaného jedince. Doporučuje se krmit nepravidelně (1x – 2x týdně). V zajetí krmíme žížalami, nitěnkami, plži, vodním hmyzem, rybkami, kousky hovězího masa. Pokud axolotl nechce potravu nebo jí vyvrhne, může to být způsobeno překrmením, příliš velké sousto, podrážděný zažívací trakt nebo nějaká nemoc (Kocourek et Modrý, 2000). Mladé larvy je dobré krmit denně. Po několika měsících je vhodné začít axolotla krmit obden či jednou za dva dny (Institute, 1973).

Mladé larvy 2 cm až 3 cm velké je vhodnější krmit živou potravou velmi malých velikostí např. čerstvě vylíhlými žábronožkami nebo malými hrotnatkami. Zbytky krmení se musí co nejdříve odstranit, aby se zabránilo infekcím (Indiviglio, 1997).

Larva 3 cm až 9 cm velká přijme malé žížaly, kousky žížal nebo jemně nakrájené hovězí srdce (Wistuba, 2008).

V laboratoři byl proveden experiment ohledně krmení mrtvou potravou na mladých larvách. Do experimentu bylo zařazeno několik mražených krmiv jako například žábronožky různých velikostí či červy. Stejně jako skoro všichni obojživelníci mají i axolotlové tendenci žrát živou potravu a mrtvé si nevšímají. Larvy rozeznávají potravu ve vodním prostředí jak vizuálně tak především podle vůně. Již velmi brzy po vylíhnutí si dokáží přiřadit určitou vůni k potravě a na tom se zakládá celý experiment. Živou potravu namáčeli do roztoku chloridu sodného a předkládali larvám. Po určité době se jedincům nabídla mrtvá potrava, která se nechala rozmrazit v roztoku chloridu sodného. Díky stejné vůni živé i mrtvé potravě neměla většina jedinců problémy s příjmem (Muske, 1997).

Dospělým larvám a větším než 10 cm můžeme předkládat například žížaly, malé rybičky nebo axolotl pelety, viz obrázek č. 15 (Wistuba, 2008).

1. **Žížaly**

- jedním z nejlepších a nejlevnějších způsobů krmení

2. **Nítěnky - *Tubifex* spp. (Lamarck, 1816)**

3. **Ryby**

- jedním z přirozených způsobů krmení, podporuje lovecký instinkt axolotla

4. **Hovězí maso**

- nakrájet na slabé proužky dle velikosti jedince, můžeme použít libové kousky, srdce, játra, ale zbavit je šlach

5. **Larvy pakomárů**

6. **Larvy komárů**

- snadno se chovají, dá se krmit jakýmkoliv vývojovým stádiem, a proto jsou dostupné v různých velikostech

7. **Žábřonožka solná - *Artemia salina* (Linnaeus, 1758)**

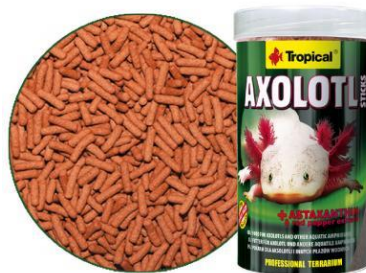
- je primitivní korýš s protáhlým měkkým tělem, žije pouze ve slaných vodách v jezerech, patří mezi nejhojněji využívané krmivo a jedno z lepších pro čerstvě vylíhlé larvy axolotla

8. **Hrotnatka - *Daphnia* spp. (O. F. Müller, 178)**

9. **Roupice - *Enchytraeus* spp. (Henle, 1837)**

10. **Pelety**

- pokud se je axolotl naučí přijímat je to pohodlné krmení, viz obrázek č. 15 (Institute, 1973)



Obrázek č. 15: Granule pro axolotly

Zdroj: <http://www.sklorex-akvarium.cz>

Jedincům po metamorfóze můžeme nabídnout červy, malé pavouky, malé mnohonožky, žížaly, mšice. Potravu se doporučuje posypávat minerály a vitamíny. Krmení na rozdíl od larvy potřebuje denně (Mundy, 1996).

3.9 Chov v zajetí

Larva axolotla mexického se chová v akváriu. V zajetí se může dožít až 25 let (Bruins, 1999). Ale většina zvířat se dožívá cca 10 až 15 let. Je vhodnější je chovat ve skupinách s dostatkem úkrytů. Akvária by neměla být delší než širší a menší než o objemu 50 litrů. Pro dva axolotly se doporučuje alespoň 80 litrové akvárium. Stále platí, že čím větší chovné prostory tím lépe (Wistuba, 2008). Je lepší držet axolotly ve vodě, která je mírně provzdušňována (Indiviglio, 1997).

Pro rozmnožování axolotla se pořizuje několik akvárií cca 5 až 6 kusů.

- hlavní akvárium
- akvárium na karanténu a ošetřování nemocných zvířat
- několik akvárií (cca 3 až 4) na vajíčka a larvy axolotla v různých vývojových stádiích (Wistuba, 2008).

Při odchovu musíme dávat pozor na hustotu osídlení akvária, aby se chovanci navzájem nepožírali (Wistuba, 2008).

Pro chov metamorfovaného jedince je zapotřebí tzv. akvaterárium. Axolotl potřebuje, jak vodu, do které se ponoří celý bez potíží, tak i suchou část. Ubikace by měla být rozdělena přepážkou do dvou částí, alespoň z 30 % vodní část a ze 70 % souš (Mundy, 1996).

3.9.1 Manipulace

Pro larvu i přeměněného jedince je lepší, když různá manipulace, např. brání do rukou je co nejmenší (Mundy, 1996). Jejich kůže je velmi jemná a citlivá. Neopatrným zacházením obojživelníkům pouze ublížíme. Zvířata můžeme odchytávat např. do čistých plastových nádob (bez zbytků chemikálií). Při odchytu se vyvarujeme prudkým pohybům, abychom neublížili zvířeti nebo sobě. Pokud není jiná možnost a musí se obojživelník chytit do rukou,

držíme jedince sice pevně, ale zároveň opatrně. Chytíme je za předníma nohama kolem těla, aby hřbet (páteř) směřoval do dlaně (Fokt, 2008).

3.9.2 Karanténa

Nové jedince nebo zvířata s podezřením na nemoci dáváme vždy do karantény. Je to z toho důvodu, aby se do hlavního akvária/akvaterária nezanесли paraziti či jiná infekce, kterých by se později těžko zbavovalo (Fokt, 2008).

Nově zakoupené jedince umístíme do karantény přibližně na 4 až 8 týdnů. Během té doby sledujeme jejich chování, příjem potravy a celkový stav, jak psychický, tak fyzický (Fokt, 2008).

3.9.2 Akvárium

K chovu larvy *A. mexicanum* je vhodné akvárium o minimálních rozměrech 100 x 40 x 40 cm. (Kocourek et Modrý, 2000) Axolotl není náročný na vybavení akvária. Kvůli údržbě jsou axolotlové často drženi v holém akváriu (bez písku, štěrku) s plovoucími rostlinami (Indiviglio, 1997).

3.9.2.1 Dno

Na dno ubikace se nejvíce hodí jemný písek nebo štěrk. U štěrku musíme dávat pozor na velikost a jeho hrany. Štěrk by neměl mít v žádném případě ostré hrany. Jinak hrozí při spolknutí poranění trávicího traktu. Proto je vhodné vybírat písek nebo štěrk bez ostrých hran, protože při spolknutí malého kulatého kamínku je větší pravděpodobnost, že projde bez potíží trávicím traktem přirozenou cestou (Wistuba, 2008).

3.9.2.2 Voda

Pro chov Axolotla mexického jsou důležité hodnoty vody (teplota, pH, atd.), pH vody je vhodné 6,9 až 7,6. Axolotl má raději tvrdou vodu, optimální je 6 GH. Měkká voda a vysoká

kyselost může způsobit poškození žaber. Na pH si musíme dát především pozor u mladých zvířat, protože larvy jsou mnohem citlivější (Indiviglio, 1997).

Proudění vody nesmí být v akváriu příliš velké. Jinak axolotl bude ve stresu a bude lehkým terčem pro nemoc. Výměna vody by měla probíhat každý týden. Vyměnit by se mělo cca 20 % vody (Mundy, 1996).

Na úpravu tvrdosti vody může použít několik roztoků. Např. Holtfreterův roztok (viz tabulka č. 1), Steinbergův roztok (viz tabulka č. 2) nebo Johnův roztok (viz tabulka č. 3). Roztoky jsou považovány za 100 % roztok do 1 litru vody, které se dále ředí (CLARE, 1999 - 2012):

Tabulka č. 1 Holtfreterův roztok

Holtfreterův roztok	NaCl	3,46 g
	KCl	0,05 g
	CaCl ₂	0,1 g
	NaHCO ₃	0,2 g

Zdroj: <http://www.axolotl.org>

Tabulka č. 2 Steinbergův roztok

Steinbergův roztok	NaCl	3,4 g
	KCl	0,05 g
	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	0,08 g
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,205 g
	Tris (organická pufovací látka)	0,56 g

Zdroj: <http://www.axolotl.org>

Tabulka č.3 Johnův roztok

Johnův roztok	NaCl	1 g
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,1 g
	NaHCO ₃	0,1 g

Zdroj: <http://www.axolotl.org>

Indiana University Axolotl kolonie využívá pozměněné řešení Holtfreterova roztoku, vynechávají NaHCO₃ a využívá MgSO₄ ve stejné hmotnosti. Využívá se 40 % nebo 50 % roztok pro dospělé jedince a 20 % roztok pro embrya (Clare, 1999 - 2012).

3.9.2.3 Teplota

Axolotl by se měl chovat v chladnější vodě cca 19 °C. V zimě je lepší teplotu snížit na cca 10 °C. Tento pokles teploty bude stimulovat reprodukci (chladný sklep s oknem, pro přirozené světlo, je ideální pro nastartování reprodukce). Teplota vody vyšší než 22 °C může způsobit různé infekce. Například Saproneglia (Indiviglio, 1997).

Ve volné přírodě se teplota vody pohybuje okolo cca 15 °C až 18 °C (Wistuba, 2008).

3.9.2.4 Rostliny a dekorace

Nádrž je dobré vybavit plovoucími a širokolistými rostlinami. Například Egeria. Rostliny je vhodné nechat v květináčích pro pozdější manipulaci a hygienu (Indiviglio, 1997).

- morovinka hustolistá – *Egeria densa* (Planchon, 1849)
 - nenáročná, kosmopolitní, vytrvalá sladkovodní rostlina
 - není náročná na osvětlení, snese chladnější vodu
 - tvoří velké bílé květy, které se vznášejí nad hladinou
 - listy jsou protáhlé, bez řapíku a s jemně zoubkovaným okrajem
 - viz obrázek č. 16 a č. 17



Obrázek č. 16: *Egeria densa*

Zdroj: <https://rybicky.net>



Obrázek č. 17: *Egeria densa*

Zdroj: <https://rybicky.net>

- šípatkovec malokvětý – *Echinodorus grisebachii* Small (Rataj, 1970)
 - nenáročná rostlina, snáší teplotu kolem 18 – 20 °C
 - má šavlovitě zahnuté listy, vytváří tzv. keř
 - viz obrázek č. 18 – č. 19



Obrázek č. 18: *Echinodorus grisebachii* Small

Zdroj: <https://rybicky.net>



Obrázek č. 19: *Echinodorus grisebachii* Small

Zdroj: <https://rybicky.net>

Kvůli kanibalismu mezi axolotly je zapotřebí mít v akváriu více úkrytů různých velikostí než je chovaných zvířat. Veškerá dekorace musí být bez ostrých hran (Wistuba, 2008).

3.9.3 Akvaterárium

Akvaterárium by mělo být dostatečně veliké. Potřebujeme, aby axolotl měl minimálně 10 litrů vody a dostatečně prostornou souš (Mundy, 1996).

3.9.3.1 Dno

Na dno do vodní části můžeme dát štěrk. Platí stejná pravidla jako u chovu larvy axolotla mexického. Je zapotřebí zvolit správnou velikost štěrku a hlavně, aby byl bez ostrých hran. Na suchou část v teráriu je vhodné zvolit například rašelinu. Je potřeba dát rašeliny dostatečné množství, kdyby se axolotl rozhodl, že se bude chtít zahrabat, tak aby měl kam a nijak si při tom neublížil (Mundy, 1996).

3.9.3.2 Voda

Je nutné udržovat vodu čistou. To znamená kvalitní filtr nebo ji každý druhý den vyčistit. Ve špinavé vodě je velká pravděpodobnost nemoci. Voda by měla být chladnější (Mundy, 1996).

3.9.3.3 Teplota

Axolotlové mají rádi chladnější prostředí. V Akvateráriu by se měla udržovat teplota mezi 15 až 24 °C. Je vhodné vytvořit v ubikaci několik teplotních zón. Třeba na suché části za pomoci osvětlení vytvořit teplejší kout a postupně směrem k vodní části, aby bylo chladněji. Aby si chovaný jedinec mohl přelézat mezi teplotami, jak mu bude příjemné (Mundy, 1996).

3.9.3.4 Osvětlení

Je vhodné přidat nějaký zdroj lehkého, tlumeného a nepřímého světla. Jak pro tepelnou pohodu zvířete, tak pro nastavení jeho denního režimu a tím navodit správné podmínky pro rozmnožování (Mundy, 1996).

3.9.3.5 Dekorace a rostliny

Suchou část terária vybavíme několika úkryty. Můžou být z různých materiálů, například z kůry nebo hliněné květináče (Bruins, 1999).

Vodní část akvaterária osázíme rostlinami. Jsou vhodnější rostliny se širšími listy. Je to z toho důvodu, že axolotlové by při koupání mohli svými pohyby křehčí rostliny s úzkými lístečky poničit. A navíc samice snáší vajíčka na listy rostlin (Mundy, 1996).

3.10 Nemoci

Jako každé zvíře tak i obojživelníci mohou onemocnět. Zvířata chovaná v zajetí bývají méně často nemocní než jedinci z volné přírody. Základem předcházení nemocí je správná hygiena. K hygieně je zapotřebí udržovat správnou teplotu pro daného jedince a co nejvíce eliminovat stres (Indiviglio, 1997). Nemoc se může projevat různě, například zaostáváním v růstu, špatným příjmem potravy, vyhublostí, později apatií a úhynem jedince (Kocourek et al., 2000).

Stres vzniká z dlouhodobého konfliktu organismu a prostředí. Zvíře se střetává s nepříjemnými vlivy, od kterých nemůže uniknout. Může tím být vedro, velký chlad, setkání s nepřítelem nebo držení příliš velké skupiny jedinců téhož druhu (Veselovský, 2005).

První obrannou linií proti škodlivým mikroorganismům zastupuje u obojživelníků hlen na kůži. Se zvířaty by se mělo manipulovat co nejméně. Abychom tuto bariéru nepoškodili. Při manipulaci je potřeba obojživelníky brát do mokřích rukou (ne suchých) nebo do plastové nádoby. Nedoporučuje se chytat jedince do tvrdých nylonových sítí. Těmito sítkami se stírá hlen a kůže je nechráněná pro různé infekce (Fokt, 2008).

Pokud léčíme obojživelníky, musíme si dát pozor na léčiva rozpustné ve vodě, protože jsou schopni celým povrchem těla tato léčiva přijímat (Indiviglio, 1997).

3.10.1 Infekční onemocnění

Bakterie

Salmonella spp, *Aeromonas hydrophila*, *Mycobacterium* spp.

Aeromonas hydrophila

Jinak známe onemocnění jako „choroba červených nohou“. Je to nakažlivá nemoc z infikované vody. Způsobuje septikémii (Bruins, 1999).

Příznaky se u rozvinuté formy projevují apatickými stavy a červeným zbarvením kůže, především na končetinách. Léčit se doporučuje širokospektrálními antibiotiky. Použit můžeme např. tetracyklin, nebo snížit teplotu na 4 °C až 5 °C po dobu 2 týdnů (úspěšné u axolotla). Za přenašeče je považována žába, ale nevykazuje symptomy (Indiviglio, 1997).

Mycobacterium spp.

Tyto bakterie způsobují tuberkulózu. I když původce je odlišný od klasické tuberkulózy člověka, tak i přesto je přenosná na lidi (Indiviglio, 1997).

Projevuje se rozpadem ploutví, zkřivením páteře, hubnutím, malými uzlíky v plicích, játrech a dalších orgánech, rozvíjet se bude i zápal plic. Léčit se většinou nedá. Diagnózu lze přesněji stanovit až po smrti zvířat (Kocourek et Modrý, 2000).

Plísňová infekce

Plísně jsou skupina mikroskopických patogenů. Postihují povrch vajíček, kůži dospělých obojživelníků, pulců a také vnitřní orgány. Plíseň postihující povrch těla můžeme zpozorovat včas, ale plíseň na orgánech jde zjistit až po úhynu zvířete a to pitvou. Léčba plísňových onemocnění je zdlouhavá a složitá. Bohužel ne všechny případy jsou včas diagnostikovány a léčeny (Kocourek et Modrý, 2000). Plísňové onemocnění se projevuje na napadené části kůže ochmýřenými bílými skvrnami. Plísně jsou způsobeny nejčastěji nehygienickým prostředím,

depresí, stresem, který naruší imunitní systém a umožní mikroorganismům útok (Indiviglio, 1997).

Saprolegnia spp.

Mykotická infekce je jedna z nejčastějších u vodních živočichů. Za viníka je považovaná houba *Saprolegnia spp.*, ale i dalších 20 druhů. Houba může růst na kůži nebo na žábrách. Vypadá jako chomáček bavlny. Problémy začínají po odstranění slizu z kůže (špatná manipulace), zvířata ztrácejí reflexy, nepřijímají potravu. *Saprolegnia spp.* špatně přežívá teploty vyšší než 21 °C. Jako léčba se doporučuje krátkodobá ponořovací lázeň v roztoku malachitové zeleni nebo ohřátí vody nad 21 °C (Wistuba, 2008).

Paraziti

Volně žijící obojživelníci jsou častými mezihostiteli parazitů. Zda je parazit patogenní nebo ne, závisí na několika věcech. Na individuální rezistence, koncentrace parazitů, atd. (Indiviglio, 1997).

Nejvíce parazitů lze nalézt v trávicím traktu. Ten je za normálních okolností osídlen společenstvím bakterií a jednobuněčných bičíkoviců, které nijak organismu neškodí. Pokud dojde ke zhoršení zdravotního stavu jedince, například špatné podmínky chovu, tak může dojít k narušení rovnováhy v trávicím traktu a vyvolat různá onemocnění (Kocourek et Modrý, 2000).

Piscinoodinium pillularis

Nemoc způsobuje malý bičíkovec. Projevuje se drobnými bílými tečkami nebo malými šedými fleky (povlak) na kůži a občas i na žábrách, pokud se nemoc dostane na žábry, tak chovaný jedinec bude mít problémy s dýcháním. Napadení se velmi často opakuje (Indiviglio, 1997).

3.10.2 Neinfekční onemocnění

Mezi neinfekční onemocnění patří poranění zvířete, poruchy minerálního metabolismu a avitaminózy, intoxikace (otrava), výhřez kloaky atd. (Wistuba, 2008).

Poranění

Poranění je jedno z nečastějších onemocnění. Příčinou poranění může být špatný transport, špatná manipulace, únikové reakce (naražení do stěny ubikace, poranění o dekoraci, atd.). Drobná zranění se doporučuje ošetřit desinfekčním roztokem, např.: betadine, peroxid vodíku 2 – 3 % (Kocourek et Modrý, 2000).

Naštěstí axolotl mexický a mnoho dalších obojživelníků má vysokou schopnost regenerace, díky které se spousta poranění rychle hojí, pokud jsou zvířata držena ve správném prostředí (Indiviglio, 1997).

Vitamíny a minerály

Stejně jako všichni živí tvorové tak i obojživelníci potřebují ke svému životu minerály a vitamíny. Jedinci žijící ve volné přírodě většinou problémy nemívají kvůli jejich pestrému jídelníčku, ve kterém si najdou vše, co potřebují. Na rozdíl od zvířat chovaných v zajetí, kteří jsou velmi často krmeni jednostrannou potravou. Tento způsob krmení jim neumožní vstřebávat různé druhy minerálů a vitamínů. Proto se klade důraz na předkládání pestré (rozmanité) stravy. Čím je potrava rozmanitější, tím je menší pravděpodobnost, že zvíře bude trpět nedostatkem látek. Tento nedostatek látek se projevuje nejčastěji na mladých zvířatech. Jedinci jsou náchylnější k různým chorobám, můžou mít problémy s reprodukcí. Jestliže u chovaného zvířete pozorujeme výraznější problémy způsobené nedostatkem minerálů či vitamínů bývá většinou pozdě (Kocourek et Modrý, 2000).

Vápník/Fosfor

Doporučuje se poměr vápníku k fosforu menší než 1,2:1. Nedostatek vápníku způsobuje deformované nebo měkké kosti. Zvíře bude náchylnější ke zlomeninám, i když půjde o běžné

(přirozené) aktivity a bude slabé. Léčit můžeme injekčně podáním glutamátu vápenatého (Indiviglio, 1997).

Vitamín A

Nadbytek ve stravě způsobuje poškození jater, které může vést až ke smrti. Problém je nejčastěji u chovu axolotla mexického v zajetí. Bývá často krmen syrovými játry (Indiviglio, 1997).

Intoxikace

Chemické látky jsou pro obojživelníky nebezpečné. Nejčastěji je otrava způsobena nesprávným použitím desinfekčních nebo čistících přípravků. Patří sem např. chlór, amoniak, pesticidy, desinfekční prostředky, těžké kovy (z potrubí), vysoké procento mědi. Otravu můžeme způsobit i nesprávným podáním léků. Intoxikace velmi rychle vede k náhlému úhynu zvířat (Kocourek et Modrý, 2000).

Nejdříve uvidíme u zvířete změnu v chování a zbarvení. Bude se například snažit utéci z ubikace. Později bude docházet k nervovým poruchám. Léčit můžeme okamžitým přemístěním jedinců do čistého prostředí. Často měnit vodu v nádrži a udržovat ji chladnější. (Kocourek et Modrý, 2000).

Otrava chlórem se projevuje matnou kůží a poškozením jater. I olovo v malé míře je fatální (osudné) pro embrya. Rozpouští žloutkový váček, larvy jsou zakřivené, mají špatně vyvinuté žábry, různé neurologické problémy a celkově jsou vývojově zpožděné. Dále jsou vysoce toxické látky lithium, měď, cín, rtuť (Wistuba, 2008).

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit na základě vědeckých článků a literární publikace ucelený přehled pro laickou veřejnost o životním cyklu *Ambystoma mexicanum* a jeho způsobu chovu v zajetí.

Bylo zjištěno, že život axolotla mexického je na pokraji vyhynutí. Z důvodu znečišťování vodního prostředí v místě jeho rozšíření, kde se stal kriticky ohroženým. Díky jeho oblíbenosti v evoluční a vývojové biologii je hojně chován pro laboratorní výzkum. Byly vytvořeny farmy na mezinárodní úrovni a programy pro jeho záchranu.

Zjistilo se, že není příliš složité axolotla mexického stimulovat k rozmnožování v uměle vytvořených laboratorních podmínkách. A tak udržet jeho populaci prozatím v zajetí. Je možné i křížení s *Ambystoma tigrinum*. Z tohoto křížení jsou životaschopní jedinci, u kterých přetrvává pedomorfóza a ze kterých byly vyšlechtěny některé barevné mutace.

Pro svůj nevšední vzhled se rychle stal populární mezi chovateli. Spousta lidí si myslí, že chov je jednoduchý, protože nepotřebuje vzduchování a topení, ale opak je pravdou. Jeho chov je náročnější a nehodí se pro úplné začátečníky, kteří se pouští do chovu obojživelníků bez podpory zkušeného chovatele.

5 Seznam literatury

Bruins, E. 1999. Encyklopedie teraristiky. Rebo productions. Čestlice. 317 s. ISBN 80-7234-069-7

Burnie, D. 2002. Zvíře: obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů. Euromedia Group. Praha. 624 s. ISBN 80-242-0862-8

Coleman, C. L., Hessler, A. C. 1997. Thyroxine induced metamorphosis in a neotenic axolotl (*Ambystoma mexicanum*): Gills, Lungs, and Capillaries. Axolotl Newsletter 26. 4 - 10

Duhon, S. T. 1997. The Axolotl and Its Native Habitat - Yesterday and Today. Axolotl Newsletter 26. 14 - 17

Epperlein, H. H., Löfberg, J. 1989. The development of the larval pigment patterns in *Triturus alpestris* and *Ambystoma mexicanum*. Advances in anatomy, embryology, and cell biology. 118. 1 - 99.

Fokt, M. 2008. Chováme obojživelníky. Grada Publishing, a. s. Praha. 144 s. ISBN 978-80-247-2162-0.

Gaisler, J., Zima, J. 2007. Zoologie obratlovců. Academia. Praha. 696 s. ISBN 978-80-200-1484-9.

Gresens, J. B. S. 2004. An introduction to the Mexican axolotl (*Ambystoma mexicanum*). Lab Animal. 33 (9). 41 - 47

Indiviglio, F. 1997. Newts and Salamanders. Barron's Educational Series. p. 128. ISBN 0-8120-9779-3.

Institute of Laboratory Animal Resources. 1973. Amphibians: Guidelines for the Breeding, Care and Management of Laboratory Animals. National Academies Press. Washington. p. 163. ISBN 9780309540155.

Kocourek, I., Modrý, D. 2000. Obojživelníci v teráriích. Ratio. Praha. 95 s. ISBN 80-902312-6-8.

M. Sciences-Hernandez, M. Soriano-Lopez , D. Mota-Rojas , A. Vergara Iglesias , R. Ramirez-Necoechea , A. Olmos-Hernandez , J. Toca-Ramirez and M. Alonso-Spilsbury. 2006. The Axolotl (*Ambystoma mexicanum*): Factors That Limit its Production and Alternatives for its Conservation. International Journal of Zoological Research. 2. 362 - 368.

McCusker, C. D., Diaz-Castillo, C., Sosnik, J., Phan, A. Q., Gardiner, D. M. 2016. Cartilage and bone cells do not participate in skeletal regeneration in *Ambystoma mexicanum* limbs. Developmental Biology. 416 (1). 26 - 33.

Mundy, B. 1996. Compendium of Axolotl Husbandry Methods: Terrestrial Axolotl Care Sheet (*Ambystoma mexicanum*). Axolotl Newsletter. 25. 22.

Muske, L. 1997. Compendium of Axolotl Husbandry Methods: Raising Axolotl Larvae. Axolotl Newsletter. 25. 15.

Shaffer, H. B. 1989. Natural history, ecology, and evolution of the Mexican “Axolotls”. Axolotl Newslett. 18. 5 - 11.

Shaffer, H. B. 1993. Phylogenetics of Model Organisms: The Laboratory Axolotl, *Ambystoma mexicanum*. Systematic Biology. 42 (4). 508 – 522

Schreckenberg, G. M., Jacobson, A. G. 1975. Normal stages of development of the axolotl, *Ambystoma mexicanum*. Developmental biology. 42 (2). 391 - 399.

Štraub, R., Niedl, J. 1972. Teraristika v koutku živé přírody. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 280 s.

Tompkins, R. 1978. Genie Control of Axolotl Metamorphosis. American Zoologist. 18 (2). 313 - 319.

Veselovský, Z. 2005. Etologie: biologie chování zvířat. Academia. Praha. 408 s. ISBN 80-200-1331-8.

Wistuba, J. 2008. Axolotl. Natur und Tier. Münster. p. 93. ISBN 978-3-86659-086-1.

Zambrano, L., Valiente, E., Vander Zanden, M. J. 2010. Food web overlap among native axolotl (*Ambystoma mexicanum*) and two exotic fishes: carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Xochimilco, Mexico City. Biological Invasions. 12 (9). 3061-3069. a

Online zdroje:

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. Xochimilco. Encyclopaedia britannica. [Online] 29. 3 2011. [Citace: 18. 3 2017.] Dostupné z <www.britannica.com>

Clare, J. P. 1999 - 2012. Axolotls. Axolotls. [Online] 1999 - 2012. [Citace: 18. 3 2017.] Dostupné z <<http://www.axolotl.org>>

Zambrano, L., Reidl, P. M., McKay, J., Griffiths, R., Shaffer, B., Flores-Villela, O., Parraa-Olea, G., Waked, D. *Ambystoma mexicanum*. [Online] The IUCN Red List of Threatened Species. 2010. Version 2016-3 [Citace: 12. 3 2017.] Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org>> b