

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Adaptace plazů na různé životní podmínky

Bakalářská práce

Autor práce: Kamila Nedbalová

Obor studia: Speciální chovy

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Adaptace plazů na různé životní podmínky" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Štěpánovi Kubíkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a podporu při psaní této práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za podporu a trpělivost.

Adaptace plazů na různé životní podmínky

Souhrn

Tato práce je zaměřena na různé životní adaptace plazů. Cílem práce bylo popsat adaptace a objasnit důvody a způsoby fungování těchto adaptací. Adaptace můžeme definovat jako odpověď organismů na rozdílné a proměnné parametry jejich životního prostředí. Plazi jsou schopni reagovat na změny v prostředí velmi širokou škálou adaptací, které jim pomáhají zvýšit šanci na přežití.

Plazi se přizpůsobují svému okolí z různých důvodů. Jedním z typů je antipredační adaptace, dalšími pak potravní adaptace, reprodukční adaptace, adaptace na klimatické podmínky, adaptace smyslových orgánů i přizpůsobení se místům výskytu. Důvody některých adaptací nejsou zatím známy, ale naopak u některých adaptací je význam poměrně zřetelný.

Práce je řazena taxonomicky a popisuje adaptace u vybraných zástupců želv, krokodýlů, haterií a u šupinatých plazů. U šupinatých je objasněna adaptace na vodní prostředí.

Dále je u plazů popsána adaptace, která se projevuje rozdílným vývojem pohlaví nevylihnutých jedinců v závislosti na teplotě při inkubaci vajec. U zástupců želv je objasněn důvod adaptace anatomie jazyka v ústní dutině.

I když plazi disponují mnoha anatomickými adaptacemi, jsou schopni se přizpůsobit různým životním podmínkám i svým chováním.

Klíčová slova: Adaptace, prostředí, želvy, šupinatí, chování plazů

Reptiles adaptation to different living conditions

Summary

This thesis focuses on the on different living adaptations of reptiles. The objective of this thesis was to describe the adaptation and clarify the reasons and methods of operation of these adaptations. Adaptation could be defined as the response of organism to different and variable parameters of their environment. Reptiles are able to respond to changes in the environment a very wide range of adaptations that help them to increase the chance of survival.

Reptiles adapt to their surroundings for various reasons. One of the types is antipredatory adaptation, other then foraging adaptation, reproductive adaptation, adaptation to climatic conditions, adaptation of the sensory organs and adapt to the places of occurrence. Some of the reasons for adaptation are not yet known, but on the contrary for some adaptation is the meaning quite clear.

Work is sorted taxonomically and describes the adaptation of selected representatives of the turtles, crocodiles, tuataras and the scaly reptiles. In the scaly is clarified adaptation to the aquatic environment.

In addition, for reptiles documented adaptation that is manifested by the differing development of the sex of aborted individuals depending on the temperature during incubation of the eggs. For the representatives of the turtles is explained the reason of adaptation of the anatomy of the tongue in the oral cavity. Although reptiles have many anatomical adaptations, they are able to adapt to different living conditions with their behaviour.

Keywords: Adaptation, environment, turtles, scaly, behaviour of reptiles

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Systematické zařazení plazů.....	3
3.2	Charakteristika plazů	3
3.3	Řád: Želvy (Chelonia).....	4
3.3.1	Skrytohlavé (Pleurodira).....	6
	Terekovití (Pelomedusidae)	6
	Matamatovití (Chelidae).....	6
3.3.2	Skrytohrdlé (Cryptodira).....	7
	Kajmankovití (Chelydridae).....	7
	Karetovití (Cheloniidae).....	8
	Kožatkovití (Dermochelyidae)	8
	Emydovití (Emydidae)	9
	Testudovití (Testudinidae)	9
3.4	Řád: Krokodýli (Crocodylia)	10
3.4.1	Charakteristika krokodýlů.....	10
	Taxonomické členění krokodýlů	12
3.4.2	Eusuchia.....	12
	Aligátorovití (Alligatoridae)	12
	Krokodýlovití (Crocodylidae).....	13
	Gaviálovití (Gavialidae).....	13
3.5	Řád: Haterie (Rhynchocephalia)	14
3.6	Řád: Šupinatí (Squamata).....	16
3.6.1	Ještěři (Sauria)	16
	Ještěřkovití (Lacertidae)	16
	Slepýšovití (Anguidae).....	16
	Leguánovití (Iguanidae)	17
	Agamovití (Agamidae).....	18
	Gekonovití (Gekonidae)	19
	Varanovití (Varanidae).....	19
	Baziliškovití (Corytophanidae)	20
	Chameleonovití (Chamaeleonidae)	20
3.6.2	Hadi (Serpentes)	22

Korálovcovití (Elapidae)	23
Zmijovití (Viperidae)	23
Hroznýšovití (Boidae)	24
4 Závěr.....	25
5 Seznam použité literatury.....	26

1 Úvod

Organismus je v průběhu svého života neustále nucen reagovat na mnoho proměnných parametrů v rámci svého místa výskytu a přizpůsobovat se jim. Reakci organismu můžeme nazvat jako adaptaci. Adaptace na různé životní podmínky plazům pomáhají zvýšit šanci na přežití.

Plazi v období prvohor uskutečnili svou první obrovskou adaptaci, a to při přechodu z vody na souš. Naučili se dýchat vzdušný kyslík, přizpůsobili své tělo k chůzi, zabezpečili se ochrannými prvky proti suchozemským nepřítelům (Roček, 2002). S přechodem na souš se vyvinula kostra, svalstvo, trávicí soustava, dýchací soustava, rozmnožovací soustava. Nervová soustava se obohatila o druhotnou kůru velkého mozku, u smyslových orgánů se vyvinulo vnější ucho. Dále se vyvinula vylučovací soustava, vylučují párovými pravými ledvinami, došlo k diferenciaci cévní soustavy až k úplnému oddělení tělního a plicního oběhu u krokodýlů a želv (Zwach, 2009). Vlastně adaptace byla kompletní a dotkla se celého organismu. Dále se u plazů rozvinuly adaptace dle rozšíření druhů, přizpůsobili se stavbou těla dle místa výskytu (např.: pouštní formy, stromové formy), s tím souvisí i adaptace na příjem a druh potravy.

Plazím zárodkům vodní prostředí dokonale nahrazuje tekutina uvnitř zárodečných obalů (amnion, allantois, serosa). Po zahrabání na suchém a teplém místě se jejich vajíčka vyvíjejí samostatně, bez péče rodičů. Společně s ptáky a savci tvoří přirozenou skupinu vyšších obratlovců, zvanou blanatí (Amniota). Život v naprosto suchém prostředí jim umožňují účinné mechanismy, zabraňující vysychání, zejména zrohovatění povrchu pokožky. Plazi se vyznačují dokonalým pohybem a značnou aktivitou (Roček, 2002). Mají výkonnou dýchací soustavu, na jejíž pohybech se podílí hrudní koš, dále mají mimořádně rozvinuté kosterní svalstvo, téměř úplné zkostnatění kostry, dokonalá pohyblivost hlavy. Aktivita životních funkcí plazů je však závislá na teplotě okolního prostředí, jsou to tedy živočichové s proměnlivou teplotou těla, živočichové poikiloternní (Nicolau et al., 2000).

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je popsat adaptace plazů na různá životní prostředí, klima, rozdílné teploty, vodní prostředí. Dále adaptace spojené s příjmem potravy, rozmnožováním a s výskytem případných predátorů. Pokusit se objasnit důvody a způsoby fungování těchto adaptací.

3 Literární rešerše

3.1 Systematické zařazení plazů

Říše: Živočichové (Animalia)

Kmen: Strunatci (Chordata)

Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)

Třída: Plazi (Reptilia)

Řád: Želvy (Testudinata)

Podřád: Skrytohlavé (Pleurodira)

Podřád: Skrytohrdlé (Cryptodira)

Řád: Krokodýli (Crocodylia)

Řád: Haterie (Rhynchocephalia)

Řád: Šupinatí (Squamata)

Podřád: Ještěři (Sauria)

Podřád: Hadi (Serpentes)

(Převzato z: www.biolib.cz)

3.2 Charakteristika plazů

Rozlišujeme tři základní tělesné typy plazů (Moravec a kol., 2015):

1. Typ ještěrkovitý (s protáhlým tělem, čtyřmi pětiprstými končetinami a dlouhým ocasem) – ještěrky, haterie, chameleoni a krokodýlové
2. Typ hadovitý (bez končetin) – beznohé ještěrky a hadi
3. Typ želvovitý (s dorzoventrálně zploštělým tělem, uzavřeným mezi vyklenutým hřbetním a plochým břišním štítem, carapax a plastron) – želvy

Plazi jsou zastoupeni převážně drobnými až středně velkými druhy, nejmenším plazem je chameleonek nejmenší měřící sotva tři centimetry (*Brookesia minima*, Glaw et al., 2012) nebo jen o několik milimetrů větší gekonek trpasličí (*Chameleon Bonae*, Laurenti, 1768). Krokodýlové a někteří hadi se dorůstají délky až 9 metrů. Zcela největšími plazi byli druhotní býložraví dinosauři, kteří dosahovali až 23 metrů a vážili až 30 tun (Roček, 2002). Kromě plazů vejcorodých existují i plazi vejcoživorodé (ovoviviparní), například ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*, Lichtenstein, 1823), slepýš křehký (*Angius fragilis*, Linnaeus, 1758) a užovka hladká (*Coronella austriaca*, Laurenti, 1768). Tato adaptace umožňuje

uvedeným druhům rozšíření do chladných oblastí na severu, případně do vyšších nadmořských výšek.

Jedinci této třídy jsou v ekosystémech sekundárními konzumenty. Jsou i druhy, které jsou konzumenty vyššího řádu (například rybožravé želvy). Z recentních plazů jsou býložravé suchozemské želvy, leguánovití a agamy (*Iguanidae*, Oppel, 1811) (Moravec a kol., 2015). Páření plazů v oblastech se střídavým podnebím je soustředěno v době časného jara. Vývoj nezahříváných vajec je totiž mimořádně dlouhý. V závislosti na podmínkách i 2 měsíce. U želv trvá přes rok a u haterie dokonce 12-14 měsíců.

Zástupci této skupiny rostou po celý život. Dospívají zpravidla ve 4-5 letech, želvy a krokodýli v 10 letech. Dožívají se poměrně vysokého věku, prokázané stáří slepýše je 33 let, želvy řecké 54 let a želvy sloní až 200 let. Pro kladení vajec samice vyhledávají ve svém teritoriu optimální místo. Ke kladení vajec migrují některé druhy želv až 2 000 km. U suchozemských plazů nejsou migrace na větší vzdálenosti známy (Zwach, 2013). Živočichové této třídy v chladné části roku (i během dne při teplotě pod 8 °C) upadají do stavu strnulosti (Nicolau et al., 2000).

Plazi jsou významnou složkou zejména suchozemských ekosystémů. Mnozí z nich jsou však v důsledku lidských aktivit ohroženi na své existenci. Všechny druhy z této skupiny, které jsou původní v naší přírodě, jsou zvláště chráněny.

3.3 Řád: Želvy (*Chelonia*)

Želvy (*Chelonia*, Linnaeus, 1758) obývají teplé krajiny. Suchozemské druhy mají silně vyklenutý krunýř a jsou býložravé. Vodní druhy želv mají hřbetní štít zploštělý a živí se dravě. Rozlišujeme dva podřády na želvy skrytohlavé a želvy skrytohrdlé. K tomuto rozdělení došlo již během triasu, přičemž se skrytohrdlí ukázali jako úspěšnější. Úspěšnější proto, že se do dnešní doby rozrůznili do 11 čeledí, zatímco skrytohlaví pouze do čeledí tří (Zych, 2006). Tělo želv je kryto krunýřem tvořeným dermálními kostmi a epidermálním rohovitým pokryvem, přičemž rohovitá část z epidermálních plakod. Lebka je silně pozměněna hlubokým spánkovým zářezem, žebra se vyvíjejí vně kostí pletence lopatkového a počet obratlů uvnitř krunýře je vždy deset.

Želvy sice nemají žádnou spánkovou jámu, ale mají místo toho hluboký spánkový zářez, který může funkci spánkové jámy zastávat. Pro tento rozdíl je jejich blízký fylogenetický vztah k ostatním skupinám anapsidních amniot v mnohém pochybný. Již triasové formy měly dobře vyvinutý krunýř, i když z většího počtu elementů, než tomu bylo u

pozdějších forem. Počet presakrálních obratlů se u želv redukoval vždy na deset. Želvy jsou jedinou skupinou obratlovců, u nichž jsou žebra umístěna vně od elementů pletence lopatkového. U vodních želv docházelo k redukci krunýře, ale mořské želvy mnohdy dorůstaly značných velikostí (Roček, 2002).

Želvy mají masivní lebku a bezzubé zobákovité čelisti se zrohovatělými okraji. Jazyk mají velmi svalnatý. V trávicí soustavě vyniká tlustostěnný žaludek. Svalstvo trupu je zakrnělé, ale svalovina krku, končetin i ocasu je mohutná. Želvy dýchají plicemi s houbovitou strukturou. Mechanismus dýchání u želv je v důsledku nepohyblivého srůstu žeber s krunýřem zajišťován pohyby hlavy a končetin, případně speciálními dýchacími svaly, tlačícími na plicní tkáň. U vodních želv probíhá i doplňkové dýchání sliznicí úst nebo konečníkem. Zjištěná doba souvislého pobytu vodních želv pod vodou je 90 minut. Samci mají kloaku upravenou k rozmnožování. Rozmnožování je zakončeno produkcí vajec s vápenatou skořápkou, o které rodiče nikdy nepečují (Moravec a kol., 2015).

Krunýř želv je společným derivátem epidermis a škály. Kostěné desky karapaxu srůstají s větší částí páteře, s hrudními i břišními žebry a s částmi končetin, která jsou mimořádně uložena pod žebry. Jeho vnější rohovitá vrstva vzniká z epidermis. Pod rohovitou vrstvou je endesmálně vznikající kost osifikující ze škály. Krunýř se člení na dorzální část (carapax) a spodní plochou část (plastron). Karapax se skládá ze tří hlavních typů desek, okrajové neboli marginalia, dorzální mediánní řada je tvořena destičkami přirůstajícími k obratlům neboli neuralia a mezi nimi leží řada destiček zvaných pleuralia. Plastron je převážně tvořen párovými deskami, vpředu při okraji otvoru pro přední končetiny je po obou stranách epiplastron, vzadu xiphiplastron. Předpoklad je, že epiplastron a endoplastron jsou homologické s dermálními kostmi pletence lopatkového. Všechny tyto desky jsou vzájemně spojeny švy. Epidermální štítky a kostěné destičky však spolu alternují, to znamená, že jejich švy neleží přesně nad sebou. Původ tohoto jevu není dosud objasněn, avšak jeho výsledkem je bezesporu zvýšení mechanické odolnosti krunýře (Roček, 2002).

Krunýř je složitá struktura, která má do značné míry ochrannou funkci pro tuto pomalu se pohybující skupinu. Data ukazují, že jedním z prvních kroků k rozvoji krunýře bylo rozšíření žeber. Rozšířená žebra mají samy o sobě malou ochranu a pro pohybovou a dýchací funkci jsou spíše zátěží. Zvyšují tuhost hrudníku, která zkracuje délku kroku a tím snižuje rychlost pohybu. Široká žebra poskytují stabilní základnu, díky které může fungovat silný mechanismus kopání. Tento mechanismus usnadňuje veslovací pohyb želv ve vodním prostředí a další pohyby jako je škrábání a hrabání. Krunýř želv tedy má důležitou roli v přežití druhu (Lyson et al., 2016).

3.3.1 Skrytohlavé (Pleurodira)

Skrytohlavé želvy (Pleurodira, Cope, 1864) jsou želvy, které přikládají hlavu ohybem pod krunýř vodorovně ze strany do měkké kůže mezi karapax a plastron. Příčné výběžky na krčních obratlích jsou dlouhé, pánev přirůstá ke krunýři. Karapax je široký, oválný, ale v přední části zúžený. Nejstarším zástupcem je mořská želva *Platychelys* (Wagner, 1853), jejíž krunýř přesahoval jen 20 cm v délce. Pleurodira jsou v recentu známi jen z kontinentů jižní polokoule a podřád obsahuje čeleď Pelomedusidae (Cope, 1868) s rody *Pelomedusa*, *Pelusios* a *Podocnemis* a čeleď Chelidae (Gray, 1825) se sedmi rody (Roček, 2002).

Terekovití (Pelomedusidae)

Tereka velká (*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812) je jedna z největších sladkovodních želv na světě, je to býložravá želva, která obývá řeky Amazonku a Orinoko. Samice dosahují délky krunýře až 80 cm a hmotnosti 60 kg, zatímco samci jsou menší. U těchto želv bylo zjištěno, že okolní teplota v době inkubace může mít vliv na pohlavní dimorfismus mláďat. Bylo popsáno, že při nižších teplotách se líhnou více samci a při vyšších teplotách samice. Za období, které je významné pro určení pohlaví je považována druhá třetina inkubace, tedy po 40. dni s průměrnou inkubační dobou 58 dnů. Této schopnosti využívají někteří farmáři, kteří cíleně přemísťují vejce želv na místa s vyšší teplotou a ovlivňují nerovnováhu pohlaví, aby získali samice, které jsou větší (Bonach et al., 2011).

Matamatovití (Chelidae)

Matamata třásnitá (*Chelus fimbriatus*, Schneider, 1783) má chobotnatě protažený čenich a na kůži bizarní kožní výrůstky. Skrývá se v bahnitých vodách brazilských řek. Když se na blízku objeví malá ryбка, rozevře želva prudce čelisti a vzniklý proud vody strhne jako vývěva oběť přímo do otevřené tlamy. Želva má spíše slabé čelisti a tenké zuby, které nelze použít ke žvýkání nebo kousání kořisti (Ferreira et al., 2016). Matamata má výrazně dlouhý krk, který plní svou funkci při dýchání. Želva sedí na dně a nozdry vystrčí nad hladinu tak, aby nápadným pohybem nevyplašila ryby, na které číhá. Na krku se nachází zmíněné kožní výrůstky – štrapse, které vlají podél krku, čímž připomínají vodní rostliny a slouží k lákání potravy (Ferreira et al., 2016).



Obr.1: Dlouhý krk a kožní výrůstky u matamaty třásnitě jako adaptace na životní podmínky.

Zdroj: www.fotohanc.com/displayimage.php?album=29&pos=56

3.3.2 Skrytohrdlé (Cryptodira)

Do skupiny skrytohrdlých (Cryptodira, Cope, 1868) se řadí většina želv, jejich charakteristickým znakem je, že zatahují hlavu do krunýře tím způsobem, že se krk skládá ve vertikální rovině. Pánev nesrůstá s krunýřem pevně, ale je k němu napojena pomocí chrupavek a vaziva (Roček, 2002).

Kajmankovití (Chelydridae)

Kajmanka rybožravá (*Chelydra*, Schweigger, 1812) je vodní želva s mohutnou hlavou, hákovitými čelistmi a mimořádně dlouhým ocasem. Tato želva je odolná k chladu a vyskytuje se v Americe od jižní Kanady po Equador (Moravec a kol., 2015).

Kajmanka supí (*Macrochelys temminckii*, Troost in Harlan, 1835) se adaptovala na své prostředí svým zbarvením, kdy dokonale splývá s bahnitými vodami Severní Ameriky. Leží nehybně na dně s otevřenou tlamou a pohybuje pouze jazykem, který připomíná mrskajícího se červa. Hladové ryby se na návnadu nechají zlákat a když jsou v tlamě, želva sklopne mohutné čelisti a pohltní kořist. Kajmanka supí získala jméno podle silného ocasu a mocných čelistí, které připomínají krokodýla (Alhaboubi et al., 2017).

Kajmanka dravá (*Chelydra serpentina*, Linnaeus, 1758) žije v Americe od jižní Kanady po Ecuador. Tato želva je rybožravá a velmi odolná k chladu. Mláďata kajmanky dravé přečkávají zimu v hnízdech pod povrchem půdy a v místech, kde není trvalá sněhová pokrývka nebo je jen částečná jsou běžně vystavována teplotám pod bodem mrazu. Mláďata opouští svá hnízda na konci léta a přesouvají se do vody, kde zůstanou trvale. Pod vodou tedy i zimují a jsou tam chráněné před extrémními teplotami. Tato želva se tedy přizpůsobila k životním podmínkám v Severní Americe (Constanzo et al., 1999).

Karetovití (Cheloniidae)

Jsou to želvy, které mají hydrodynamické tělo s nezatažitelným krkem a s nohama přeměněnými v ploutve. Jsou tedy přizpůsobeny k životu ve vodě. Žijí v tropických oblastech na volném moři. Na pevninu vylézají pouze klást vejce. Jsou loveny pro maso, vejce i krunýř.

Kareta obrovská (*Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758) je býložravá želva žijící u východního brazilského pobřeží. Dnes je druhem ohroženým vyhynutím. Na kladiště svých vajec plave až 2000 kilometrů. Po páření na pláži vyhloubí svá hnízda, tak daleko aby je voda neodnesla a do nich naklade přes tisíc vajec. Přizpůsobila se podmínkám souše, umí ronit slzy, které zvlhčují povrch očí, vyplavují z nich plážový písek a vylučují z těla nadbytečnou sůl (Moravec a kol., 2015).

Kožatkovití (Dermochelyidae)

Do této čeledi patří želvy, které velmi dobře plavou, a to díky tříprstým veslovitým nohám bez drápů. Mají redukovaný krunýř přerostlý měkkou kůží. Hlavu také zatahovat nemohou (Moravec a kol., 2015).

Kožatka velká (*Dermochelys coriacea*, Vandelli, 1761) je svou hmotností největší mořská želva na světě. Tato želva se adaptovala na podmínky svého života v oceánech tím způsobem, že přizpůsobila své potravní požadavky výhradně na medúzy, je to tedy dravec a dokáže při hledání této potravy přeplavat velké vzdálenosti (Doyle et al., 2012).

Emydovití (Emydidae)

Želvy z této čeledi jsou všežravé, mají mírně klenutý krunýř a vyskytují se především v Severní Americe. Jediným druhem žijícím i v přírodě střední Evropy je želva bahenní (*Emys orbicularis*, Linnaeus, 1758). Tato želva je obojživelná, její potravou jsou čolci, ryby a drobní bezobratlí. Obývá stojaté vody ve Středomoří a Podunajské nížině. Má černo zelený karapax se žlutými tečkami a zimu přečkává v bahně. Tento druh i mnoho dalších z čeledi Emydovitých kladou snůšku, která je později ovlivněna teplotou prostředí (Moravec a kol., 2015). Výzkum odhalil, že pohlaví potomků je závislé na inkubační teplotě. Stěžejní teplota, rozsah přechodných teplot a období citlivá pro ovlivnění teplotou zatím nebyly úplně prozkoumány. Výzkum ukázal, že všechny samice se vylíhly z vajec inkubovaných při teplotách vyšších než 30°C a naopak potomci samčího pohlaví se vylíhli z vajec inkubovaných při teplotách nižších než 30°C. Příčina této pozoruhodné adaptace nebyla odhalena (Burke et al., 2014).

Testudovití (Testudinidae)

Tato čeleď zahrnuje želvy suchozemské, z větší části býložravé, se silným vyklenutým hřbetem a hrabavýma nohama. Žijí ve stepích a polopouštích Evropy, Asie, Afriky, Ameriky i Madagaskaru. Celá čeleď je zařazena v CITES a mezinárodně chráněna. Patří sem želva žlutohnědá (*Testudo graeca*, Linnaeus, 1758), která pochází z jižní Evropy a patří mezi často chované druhy v zajetí. Dalším evropským druhem je želva zelenavá (*Testudo hermanni*, Gmelin, 1789). Želva čtyřprstá (*Testudo horsfieldii*, Gray, 1844) obývá stepi střední Asie a s horkým letním počasím se vyrovnává tím, že se zahrabává a přečkává je (Moravec a kol., 2015).

Želva sloní (*Chelonoidis niger*, Quoy & Gaimard, 1824) žijící ve 12 poddruzích na Galapážském souostroví, dosahuje velikosti 2 metrů a váhy kolem 200 kg. Může se dožít až 150 let přirozeného věku. Má typický široce otevřený a zvednutý karapax, který zvířeti umožňuje vztyčit dlouhý krk a dosáhnout tak na vyšší vegetaci. Ve vnitrodruhové komunikaci nejvýše vztyčená hlava symbolizuje dominanci mezi samci bojujícími o samice. Otevřený karapax má želva z důvodu adaptace na suché prostředí Galapážských ostrovů pro termoregulaci (Moravec a kol., 2015). Ačkoliv jsou tyto obří želvy pravidelně k vidění po celém světě, jejich rozmnožování mimo souostroví Galapágy zůstává sporadické. Vzhledem k tomu, že Galapážské obří želvy jsou klasifikovány jako ohrožené, úspěšný chov

v zoologických institucích je klíčový pro zachování tohoto druhu. Ve srovnávací studii růstu nedospělé sloní želvy v jejich přirozeném prostředí na Charles Darwin Research Station a růstu v zajetí byl pozorován velký rozdíl. Želvy chované v zajetí byly přibližně až dvakrát větší a vážily desetkrát více než želvy ve stejném věku v přirozeném prostředí CDR Station. Jako klíčový faktor byla uznána strava, želva v zajetí je schopná jiným způsobem využívat vlákninu (Hatt et al., 2005).

3.4 Řád: Krokodýli (Crocodylia)

Krokodýli jsou samostatná, velmi starobylá vývojová větev plazů, která dosáhla nejvyšší úrovně tělesné organizace. Příbuzní současných krokodýlů, kteří žili od permu do triasu (Jamkozubí, Thecodontia), vymřeli. Byli evolučním předstupněm celé třídy plazů (Moravec a kol., 2015).

Krokodýli žijí v tropických a subtropických řekách, jezerech, močálech i mořích obojživelným způsobem života. Jsou největšími sladkovodními predátory. Nepříznivé klimatické podmínky přečkávají zahrabáni v bahně. Krokodýli mají válcovité ještěrovité tělo se shora zploštělým trupem a dlouhým, svalnatým, kýlovitým a ze stran zploštělým ocasem, který jim zajišťuje pohyb ve vodním prostředí (Carrol, 1993).

3.4.1 Charakteristika krokodýlů

Hlava krokodýlů je nízká, plochá, s protaženou a hluboce rozeklanou tlamou. Oči a nozdry jsou na hlavě umístěny tak, že plujícímu krokodýlovi vyčnívají nad hladinu a má tak přehled, co se děje nad vodou a může přitom klidně dýchat. Nohy krokodýlů jsou silné a krátké. Zadní končetiny jsou výrazně mohutnější, což naznačuje, že prošli bipedním stadiem vývoje (Benton, 2005). Přední nohy mají pět volných prstů a zadní mají pouze čtyři, z nichž na prvních třech jsou drápy. Prsty jsou propojeny blánou, která zdokonaluje pohyb ve vodě. Při plavání nohy splývají podél těla. Jsou aktivní hlavně při soumraku a v noci (Moravec a kol., 2015).

Lebka je diapsidní a velmi zesílená, pravděpodobně díky úponům velkých žvýkacích svalů (Roček, 2002). Je masivní a zároveň pneumatizovaná (Carrol, 1993). Chrup krokodýlů je heterodontní a tekodontní, přičemž jejich počet se u různých skupin liší. Krokodýli mají v tlamě přibližně 60-72 zubů, aligátoři 72-82 a gaviálové 106-110 (Britton, 2012). Během života jim zuby vypadávají a nahrazují je nové.

Pro tuto skupinu jsou charakteristická i břišní žebra (gastralia), ale u dnešních aligátorů tyto kosti nenajdeme (Carrol, 1993). Tělo krokodýlů je celoplošně pokryté kostěnými destičkami neboli osteodermou. Tuto strukturu lze nazvat kožním štítem. Krokodýlí kůže je obecně tuhá, i když její vrstva se liší v různých částech těla. Součástí kožního štítu jsou také keratinové šupiny, které kryjí celé tělo, a způsobují právě tuhost pokožky.

Adaptace pokožky ve velmi tvrdé rohové vrstvy mají za účel poskytovat účinnou mechanickou ochranu při plazivém pohybu a proti predátorům. Vznik keratinových šupin začíná už 3 týdny před vylíhnutím embrya a má za následek i pruhovaný vzor pokožky mláďat. Kožní štít tedy může fungovat jako „solární panel“ pro zvýšení tělesné teploty a může zprostředkovávat senzoryckou funkci podobně jako postranní čára u ryb (Alibardi et al., 2002).

Na život pod vodou a dlouhodobé zadržování dechu se také adaptovala cévní soustava. Krokodýli jsou ektotermní živočichové a mají srdce se dvěma síněmi a dvěma komorami, které jsou od sebe téměř oddělené. Rozvod krve je rozdělen podobně jako u savců do tělního a plicního oběhu (Gaisler a Zima, 2007). Smyslová soustava podpořila krokodýlí způsob života vytvořením třech očních víček, z nichž vrchní víčko je tvořeno kostěným štítkem a spodní víčko je tvořeno kůží. Třetí víčko je jemná mžurka chránící oko před vodou. Mimo to jsou krokodýli vybaveni také slznými kanálky. Sluch se u těchto plazů vyvinul mnohem více než u ostatních a podobá se sluchu ptáků. Čich je rovněž velmi dobře vyvinutý a Jacobsonův orgán, který je pro většinu plazů typický, krokodýli nemají (Carrol, 1993).

U krokodýlů jsou vyvinuty metanefros, neboli pravé ledviny. Nenacházíme u nich močový měchýř a vylučovací soustava je zakončena kloakou, okolo které se nachází pižmové žlázy. Pižmové žlázy se také nachází v okolí čelistí (Gaisler a Zima, 2007). Krokodýli mají dobře vyvinutý osmoregulační systém. Většina krokodýlů žije ve sladké hypoosmotické vodě. Aligátoři nezvládají přežít ve slané vodě po delší dobu, protože v průběhu evoluce ztratili schopnost využívat podjazykové solné žlázy. Moře a oceány jsou tím pádem pro aligátory geografickou bariérou. Avšak někteří aligátoři se dokázali přizpůsobit a zvládají dočasně obývat hyperosmotické prostředí (Grigg a Gans, 1993).

Krokodýli jsou gonochoristé, kteří mají nepárový penis a oplození je vnitřní (Gaisler a Zima, 2007). Samice snášejí vejce do hnízda a poté se o hnízdo starají a chrání ho před predátory. Určitou adaptací u krokodýlů je vývoj pohlaví na základě inkubační teploty. Při nižších teplotách se rodí samice a při vyšších naopak samci. Důvod této adaptace ale nebyl zatím objasněn. Mláďata se z vajec dostávají ven pomocí vaječného zoubku a z hnízda je pak matka vyhrabává. U krokodýlů existuje pohlavní dimorfismus a to, že samci dosahují větších

velikostí (Grigg a Gans, 1993). Krokodýli byli vždy loveni člověkem pro svou kůži, ze které se vyrábějí luxusní kožené výrobky. Neustálé pronásledování krokodýlů způsobilo, že většině z asi dvaceti současně žijících druhů hrozí vymření. V USA nebo na Kubě existují farmy na chov krokodýlů za účelem jejich ochrany. Nejvíce vhodné druhy pro chov na farmách jsou druhy *Crocodylus acutus* a *Crocodylus rhombifer* (Moravec a kol., 2015).

Taxonomické členění krokodýlů

Podle Carrola (1993) se tento řád člení na 6 podřádů a 29 čeledí. Podřády tohoto řádu jsou tedy Trialestia, Sphenosuchia, Protosuchia, Hallopoda, Mesosuchia a Eusuchia. O podřádu Trialestia je známo jen velmi málo. Do řádu se začleňuje na základě prodloužených karpálních kůstek (Benton 2005).

3.4.2 Eusuchia

Tato skupina je do dnes žijící a také nejmladší. Podle geologů jsou o ní první zmínky ze spodní křídy (Carrol, 1993). U této skupiny došlo ke zvětšení druhotného patra (Benton, 2005). Stydká kost již není součástí kyčelní jamky a dorzální stranu těla pokrývá dermální štít, na ventrální straně se někdy nevyskytuje (Carrol, 1993). Aktuálně žije 23 druhů a několik poddruhů.

Aligátorovití (Alligatoridae)

Čeď Aligátorovití bychom dnes hledali hlavně na západní polokouli a jeden druh aligátora i v Číně. V Evropě aligátori vymřeli. Zástupci této čeledi mají při zavření tlamy schovaný čtvrtý zub oproti krokodýlům, kterým vyčnívá ven. Aligátorovití mají totiž jamku v horní čelisti, do které zub zapadá (Gaisler a Zima, 2007). Tlamu mají méně špičatou a nemají podjazykové solné žlázy jako krokodýli, proto špatně snáší slanou vodu (Gaisler a Zima, 2007). Nyní žijí dva druhy aligátorů a šest druhů kajmanů (Moravec a kol., 2015).

Aligátor severoamerický (*Alligator mississippiensis*, Daudin, 1802)

Tento druh čeledi Aligátorovitých obývá řeky, jezera a mokřady na jihu USA. Jejich obživou jsou obojživelníci, bezobratlí a ryby. Bohužel vlivem pronásledování a přeměny krajiny se jejich areál výskytu velmi zmenšil. Tento Aligátor byl schopen se adaptovat na podmínky

jeho výskytu tím způsobem, že je schopen přechodně přežívat i v poměrně studené vodě (Moravec a kol., 2015).

Kajman černý (*Melanosuchus niger*, Spix, 1825)

Aligátoru podobný kajman nemá kostěnou mezinosní přepážku. Tento kajman je rozšířen na území Jižní Ameriky v povodí řeky Amazonky. Dorůstá pěti metrů a dospívají ve věku 4 let. Samice kladou asi 30 vajec do kupovitých hnízd.

Krokodýlovití (Crocodylidae)

Krokodýlovití neboli praví krokodýlové zahrnují 14 druhů, které bychom nacházeli v tropech celého světa (Moravec a kol., 2015). Dorůstají velikosti až 8 metrů. Mají dlouhé a úzké rostrum, ale není tak úzké jako u gaviálů. Čtvrtý zub v dolní čelisti při zavřené tlamě vyčnívá ven (Gaisler a Zima, 2007). Břišní štíty podporují kosti, kdežto u předchozí čeledi Aligátorovitých se kosti na podpoře břišního štítu nepodílejí (Gaisler a Zima, 2007). U všech druhů této čeledi se vyvinula adaptace na přechodný život ve slané vodě, jelikož jejich slinné žlázy se přeměnily na solné žlázy, které se nachází na kořeni jazyka (Moravec a kol., 2015; Leslie et al., 2001).

Krokodýl nilský (*Crocodylus niloticus*, Laurenti, 1768)

Tento zástupce Krokodýlovitých je nejznámější a dobře přizpůsobivý (Moravec a kol., 2015). Podle studie je krokodýl nilský velmi citlivý na povrchové vlnění vody podobně jako vodní hmyz (Grap et al., 2015). Tuto citlivost uplatňuje při lovení kořisti. Samice krokodýla nilského hnízda nestaví, ale vybere podle instinktu vhodné místo na břehu a zde vejce zahrabe. Zahřabané vejce a následně vylíhnutá mláďata po několik měsíců hlídají oba rodiče (Moravec a kol., 2015).

Gaviálovití (Gavialidae)

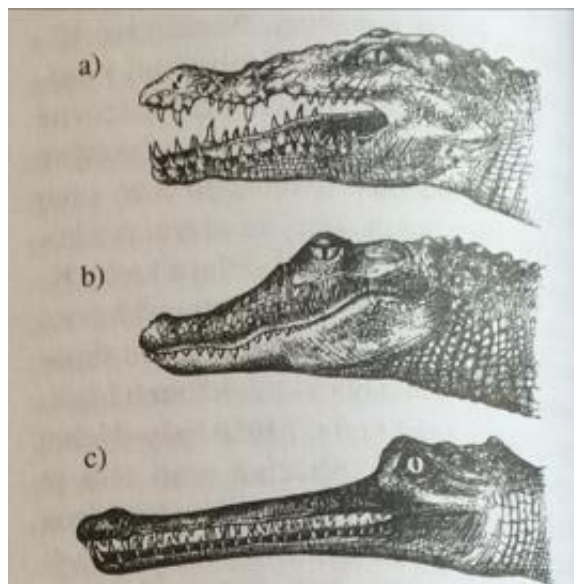
Gaviálovití jsou krokodýli s dlouhým a úzkým rostrem specializovaným na lov ryb. Jsou zastoupeni jediným druhem. V mořských vodách ho nenajdeme, žije pouze v brakických vodách na indickém subkontinentu.

Gaviál indický (*Gavialis gangeticus*, Gmelin in Linnaeus, 1789)

Gaviál je důrazně vázán na indické řeky s rychlým průtokem, v nichž loví především ryby a obojživelníky. Dožívá se vysokého věku. Páření u nich probíhá v listopadu, prosinci a lednu. Snůšku vajec samice nezahrabávají. Písečné ostrovy a muldy hrají významnou roli v ekologii gaviálů, jelikož je využívají přednostně k vyhřívání a stavění hnízd. V březnu, dubnu a květnu

samice šplhají na písčné ostrovy a muldy, kde ustoupila řeka a společně s dalšími samicemi zde nakladou vejce do písku. Rodičovská péče samic byla pozorována v několika prvních dnech po porodu (Katdare et al., 2011).

Gaviálové bohužel doplácí na mizení rychle prudkých řek v důsledku znečištění řek, těžby písku, staveb přehrad a zavlažování úrody vodou z řek. Další příčiny poklesu populace byly lov pro kůži, trofeje, vejce a využití na domorodou medicínu (Katdare et al., 2011). Gaviálové byli hlavně výrazně loveni pro výrůstek na rostru samců, který je považovaný za erektilní stimulans (Moravec a kol., 2015). Výrůstek je zvaný ghara a v jejich životních podmínkách jim napomáhá v zesílení zvukového projevu při dorozumívání jedinců stejného nebo opačného pohlaví. Zesílení zvuku je dosaženo pomocí rezonance uvnitř výrůstku při výdechu z nosních dutin a samci pomocí něho zastrašují případné soky. Zároveň na bučivý zvuk lákají samice, se kterými se chtějí pářit (Whitaker & Basu, 1982).



Obr. 2: Porovnání hlav krokodýlů podle tvaru rostra, adaptace na příjem rozdílné potravy, a) *Crocodylus niloticus*, b) *Melanosuchus niger*, c) *Gavialis gangeticus*; (Moravec a kol., 2015).

3.5 Řád: Haterie (Rhynchocephalia)

Haterie jsou menší diapsidní plazi, kteří žijí výhradně na Novém Zélandu. Tato skupina má dva existující druhy haterii novozélandskou (*Sphenodon punctatus*, Gray, 1842) a haterii Guntherovu (*Sphenodon guntheri*, Buller, 1877). Rhynchocephalia jsou považovány za

morfologicky jednotná, ale výzkum v poslední době odhalil nečekané taxonomické a fenotypové diverzity (Jones et al., 2009).

Haterie novozélandská (*Sphenodon punctatus*) maorsky nazývána „tuatara“ žije v poměrně malém počtu na okolních ostrovech Nového Zélandu pod přísnou ochranou. Fosilní důkazy o tomto druhu pochází již z triasu a od současné podoby se prakticky neliší. Je tedy právem nazývána „živou zkamenělinou“. Na stranách hlavy má umístěné oči se svislými zorničkami. Velikostně dosahuje až 70 centimetrů. Ocas je přibližně stejně dlouhý jako tělo, je lámavý a ze stran zploštělý. Nohy jsou svalnaté s pěti prsty. Povrch těla je tvořen drobnými zelenými šupinami se světlými skvrnami. Hlavu, ocas i hřbet jí zdobí výrazný hřeben z trojúhelníkových šupin. Přes den haterie pobývá v norách opuštěných buňáky. Živí se obratlovci, měkkýši a členovci. Aktivní je za soumraku a v noci (Moravec a kol., 2015). Zůstává aktivní i při poklesu teplot jen na několik stupňů Celsia a kořist loví při měsíčním svitu. S úplnou absencí světla žít nemohou, protože by jim správně nefungoval metabolismus (Meyer-Rochow et al., 2005). Snůšku zhruba deseti vajec zahrabává do jamek v zemi a klade průměrně jednou za čtyři roky. Pokud vyhodnotí nepříznivé podmínky pro rozmnožování, vyčká raději na další rok (Newman et al. 1994). Na břišní straně má pod kůží destičky, které jsou pozůstatkem břišního krunýře a dokazují evoluční vztahy ke krytolebcům. Haterie mají na temeni hlavy vysoce organizovaný orgán nazývaný parietální oko, které funguje jako fotoreceptor. Na fotoreceptor přímo navazují gangliové buňky. Vývojově se vztahuje k epifyze, ale strukturně se podobá sítnici oka. Na rozdíl od sítnice má parietální oko méně součástí.

Tato adaptace se u haterií vyvinula proto, aby byla schopná zpracovat informace o intenzitě a vlnové délce světla dopadajícího na její tělo a informaci poslala do mozku. Tato informace předávaná do mozku slouží ke koordinaci zvířete s výkyvy podmínek životního prostředí (Meyer-Rochow et al., 2005).

Další adaptací haterie jsou protilátky, které je schopna použít na rozpoznávání antigenů Salmonelly. Imunitní systém tohoto druhu je tedy schopen uchránit haterie před patogenními bakteriemi jako je Salmonella, ale i E. coli a C. koseri. Je zapotřebí dalšího výzkumu k pochopení účinku této adaptivní imunitní odpovědi (Middleton et al., 2015). Zřejmé je, že tato adaptace se vyvinula z důvodu obrany proti patogenům a tím zvyšuje hateriím šanci na přežití.

3.6 Řád: Šupinatí (Squamata)

Šupinatí jsou nejpočetnější skupinou plazů, která se stále rozvíjí. Povrch těla je tvořen charakteristickými taškovitě se překrývajícími šupinami, které jsou velikostně a tvarově rozlišeny dle druhů. Poslední vrstvu kůže po určité době svlékají, a to včetně očního víčka. Nenajdeme u nich druhotné kostěné patro ani zubní lůžka. Obličejová část je spojena s mozkovnou pohyblivě. U samců se vyskytuje párový pohlavní orgán a rozmnožování probíhá pomocí vajec s pergamenovitým obalem a některé druhy rodí živá mláďata. Četnost druhů rozšířených na všech kontinentech dokazují adaptabilitu na různá prostředí a schopnost se rozvíjet (Moravec a kol., 2015). Skupinu šupinatých spojuje Jacobsonův orgán, který jim umožňuje vnímat pachy ústní dutinou. Pomocí rozeklaného jazyka plazi přenesou molekuly pachu do pravé a levé jamky Jacobsonova orgánu ve stropě ústní dutiny (Bruins, 2001).

3.6.1 Ještěři (Sauria)

Tento podřád zahrnuje plazy tělesného typu ještěrky. Ještěři mají čtyři končetiny s pěti prsty a dlouhý, u mnoha jedinců lámavý ocas. U některých druhů došlo k redukci končetin. Oční víčka mají pohyblivá a mají dobře vyvinutý sluch. Chrup je u ještěrů pleurodontní (Moravec a kol., 2015).

Ještěrkovití (Lacertidae)

Ještěrka zední (*Podarcis muralis*, *Laurenti*, 1768) se adaptovala na své prostředí, ve kterém si musí hlídat případné predátory a zároveň si vyhledávat potravu. Adaptace se projevuje schopností soustředit se každým okem zvlášť na různé činnosti (Bonati et al., 2010). Další adaptací na prostředí plné predátorů je u ještěrky balkánské (*Lacerta trilineata*, Bedriaga, 1886) schopnost autotomie neboli odloučení části těla, převážně ocasu. Ocas může dorůst, ale nově narostlý ocas je většinou menší a bez obratlů. Tato schopnost bývá využívána jako poslední možnost úniku před predátorem. Nejedná se o smrtelný mechanismus, ale může vést ke ztrátě kondice. Odloučený ocas se ještě po odloučení hýbe, takže zaměstná predátora a jedinec má čas na útěk do bezpečí (Cooper et al., 2004).

Slepýšoví (Anguidae)

Jedinci této čeledi žijí převážně na severní polokouli. V průběhu evoluce se jim vytvořil osteodermový kryt, což je plochý kostěný útvar, u některých jedinců až velmi pevný.

U nich v boční rýze vzniknul pružný spoj mezi břišní a hřbetní částí, aby jedinci mohli dýchat a přijímat potravu (Moravec a kol., 2015). Tyto kostěné útvary slouží k ochraně těla.

Leguánovití (Inguanidae)

Leguánovitě bychom hledali v Americe a na Madagaskaru. Velikostně mohou dosáhnout více než 100 centimetrů. Žijí aktivně především ve dne a pohybují se na zemi nebo na stromech. Končetiny s prsty jsou zakončeny drápy. V jejich potravě převládá rostlinná složka (Moravec a kol., 2015).

Leguán mořský (*Amblyrhynchus cristatus*, Bell, 1825) je jediný mořský druh a žije na Galapágách (Moravec a kol., 2015). Jeho stavba těla se adaptovala na způsob příjmu potravy. Tento leguán se potápí pro mořské řasy a má proto svalnaté nohy s plovacími blánami. V potravě preferují červené řasy, které jsou hluboko a nedostupné, a proto se pro ně potápí v době odlivu. Čas, který leguáni stráví pod hladinou se mění v závislosti na ročním období (Shepherd & Hawkes, 2005).

Ropušníci (*Phrynosoma*, Wiegmann, 1828) jsou schopni využívat více mechanismů obrany. Tyto ještěrky se stravují jedovatými mravenci rodu *Pogomyrmex*, tato strava jim nedodává moc energie, a proto jsou při útěku pomalí. Z důvodu ochrany před predátory se jejich schopnosti adaptovaly. Jednou z adaptací je maskování, kterým se snaží ropušníci splynout s podkladem. Používají krycí zbarvení a tělo se zubatým okrajem dokáže dokonale zploštit (Cooper & Sherbrooke, 2010). Další velmi zajímavou adaptací je stříkání krve z orbitální dutiny. Tuto obranu ropušník využívá na predátory ze skupiny psovitých šelem. Při stříkání krve směřuje hlavu proti predátorovi a snaží se zasáhnout jeho oči, nos a tlamu (Sherbrooke & Mason, 2005). Při studii chemického složení jeho krve bylo zjištěno, že ropušník dokáže detoxikovat jed mravenců rodu *Pogomyrmex*, kterými se živí, a to může být zdrojem obranných látek v krvi. Bylo potvrzeno, že pozření ropušníka predátorem ze skupiny psovitých šelem, vyvolalo u šelem zvracení (Sherbrooke & Mason, 2005).

Anolisové (*Anolis lineatopus*, Gray, 1840; *Anolis gundlachi*, Peters, 1876) se přizpůsobili prostředí plnému predátorů tím, že jejich mláďata při útěku používají skákání namísto klasického sprintu (Larimer et al., 2006).

Agamovití (Agamidae)

Tato skupina se podobá leguánům, žíví se dravým způsobem a jsou aktivní ve dne. Pokožku jim zdobí hřebeny, ostny nebo límce. V přirozeném prostředí bychom je hledali v Africe, Asii i Austrálii v pouštních oblastech nebo v pralesích (Moravec a kol., 2015). U agamovitých se vyvinula schopnost bipedního běhu. Dříve bylo považováno, že chůze po dvou pro agamy představuje výhodu, ale není tomu úplně tak. Byl proveden výzkum pomocí vysokorychlostních videokamer, který zjistil, že bipední běh má pro ještěry výhodu pouze ve zrychlení při startu. Podle výzkumu rychlost běhu po dvou nohách není vyšší než při běhu po čtyřech, a hlavně je bipední běh méně vytrvalý. Z výzkumu tedy vyplývá, že tato adaptace má zatím neznámý důvod (Clemente et al., 2008).

Agama límcová (*Chlamydosaurus kingii*, Gray, 1825), jak již napovídá název, má kolem krku límec. Tento, v poměru s tělem agamy, velký límec jedinci používají ke vnitrodruhové komunikaci a také slouží k ochraně před predátory. Dříve byly hypotézy o využití této adaptace k plachtění, ukládání potravy nebo k zesilování zvuku, ale tyto hypotézy nebyly podpořeny. Samci tohoto druhu límec roztahují při soubojích o samici. Při soubojích mimo vztyčování límce samci houpou hlavou a mávají předními končetinami. U agamy límcové je patrný pohlavní dimorfismus ve velikosti těla, ale velikost límce se u obou pohlaví relativně neliší (Shine, 1990).

Trnorep skalní (*Uromastyx acanthinura*, Bell, 1825) má na svém ocase špičaté a ostré výrůstky. Vyskytuje se v pouštních oblastech Afriky a je uveden v CITES. Pro své přežití hloubí nory, které mohou mít více než čtyři metry na délku a když jsou ve své noře, tak ocasem vyplní vchod, aby zamezili vstupu potencionálním predátorům (Moravec a kol., 2015). Další schopností tohoto druhu je regulace vlastní tělesné teploty pro udržení fyziologických procesů v optimální úrovni. Na teplotě je závislé jejich trávení potravy a absorpce živin. Nevhodná teplota okolí omezuje trnorepa v růstu. Při výzkumu byl zjištěn nárůst tělesné teploty po příjmu potravy (Berec et al., 2014).

Dráček létavý (*Draco volans*, Linnaeus, 1758) je dalším ze skupiny agam, který žije v Malajsii a na Sundském souostroví. Na jeho těle vystupují žebra, která jsou spojena kožním lemem a tento lalok mu umožňuje klouzavým letem prodlužovat skoky o desítky metrů (Moravec a kol., 2015). Kožní lem je adaptací na prostředí jeho výskytu, žije totiž ve stromových patrech deštných pralesů. Barevnost laloků a velikost jejich ornamentů slouží ke komunikaci uvnitř druhu a k obraně území před predátory. Velikost laloku se u samců je sexuálním dimorfismem a hraje roli v přirozeném výběru partnera. Dále bylo zjištěno, že

velikost a barva kožního lemu ovlivňuje míru útoků predátorů. Toto zjištění dokazuje test, kdy byly nasazeny modely Dráčka létavého vyrobené z plastelíny na šesti odlišných stanovištích a po dobu 48 hodin se zaznamenávaly útoky predátorů. Modely ještěra se lišily v barvě hřbetní části od světle šedé po tmavou, zelenou a hnědou. U samců tohoto druhu bylo vyzpozorováno, že buď má samec velký lalok v poměru k tělu, anebo má lalok barevný kontrast oproti pozadí, ale neprojevují se oba znaky najednou. Test ukázal, že se znaky liší v závislosti na výskytu jedince. Velké, ale méně barevné laloky uplatňuje jedinec v oblastech s vysokou intenzitou predace a barevné laloky v oblastech s nízkou predací. U samic nebyl zjištěn žádný vztah mezi velikostí laloku a barvou. Ze zjištění také vyplývá, že nápadnost samčích znaků souvisí s pohlavním dimorfismem (Klomp et al., 2016).

Gekonovití (Gekonidae)

Ještěři z čeledi gekonovitých jsou menšího vzrůstu a mají výrazně velké oči s nepohyblivým víčkem a svislou zorničku. Vyskytují se v tropických a subtropických oblastech celého světa. Aktivními se stávají za soumraku a v noci a v jejich potravě převládá hmyz. Končetiny mají pět prstů a prsty jsou zakončeny přísavkami. Pohybují se velmi obratně v různém terénu, například na stromech, skalách i po zdech (Moravec a kol., 2015).

Varanovití (Varanidae)

Zástupci varanů patří mezi velké ještěry, kteří se mohou dorůstat délky přes dva metry. Tělo mají štíhlé, shora zploštělé, protaženou hlavu a dlouhý nelámavý ocas. Živí se dravým způsobem, menší druhy loví hmyz a větší jedinci drobné obratlovce. Do jejich potravy patří také mršiny. Jejich přirozeným místem výskytu jsou polopouště v Asii, Africe a v Austrálii. Žijí samotářským způsobem života a samci se v období páření mezi sebou napadají. Aktivní jsou ve dne a za šera. Mají dlouhé svalnaté nohy. Jejich metabolismus se přizpůsobil k jejich aktivnímu životu a je celkem intenzivní. Zvládají se totiž rychle a vytrvale pohybovat (Moravec a kol., 2015).

Rychlý pohyb varanů můžeme nazvat sprintem a potřebují ho k chytání kořisti a vyhýbání se dravcům. U většiny zvířat se rychlost zvyšuje v závislosti na velikosti těla. Původně se předpokládalo, že maximální rychlost by měla být nezávislá veličina, protože délka nohy (tudíž délka kroku) by měla nepřímou úměrou upravit frekvenci kroku. Později bylo však prokázáno, že s rostoucí velikostí těla se zvyšuje délka kroku a nezvyšuje se tedy frekvence kroku. Takže délka kroku ovlivňuje, že větší zvířata jsou schopna dosáhnout vyšší

rychlosti. Tento výzkum byl proveden u varana žlutoskvrnného (*Varanus panoptes*, Storr, 1980) (Clemente et al., 2012).

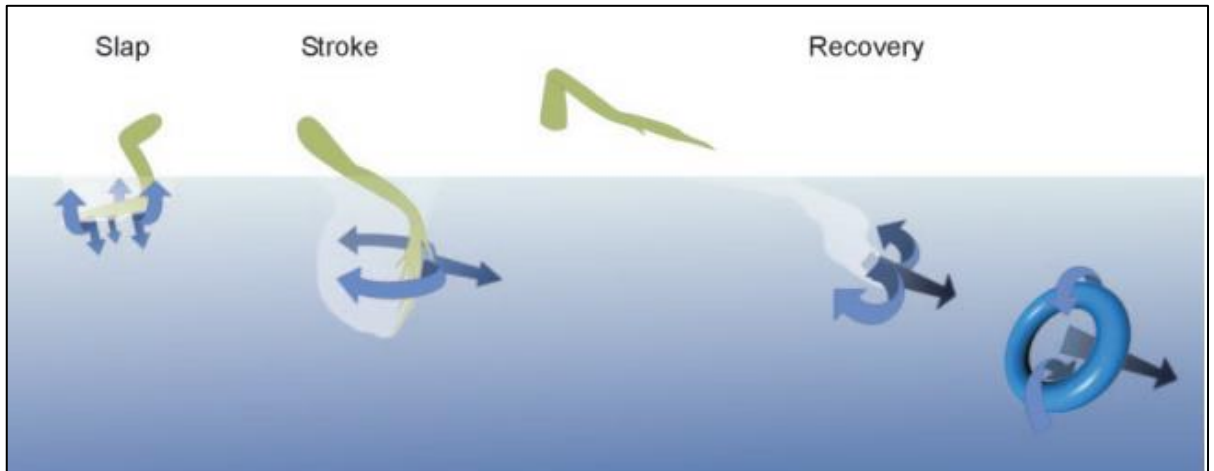
Baziliškovití (Corytophanidae)

Bazilišek hřebenatý (*Basiliscus basiliscus*, Linnaeus, 1758) se v přírodě vyskytuje v tropických oblastech jižní Ameriky. Podle názvu vyplývá, že na jeho těle se nachází vysoké hřebeny, přesně tedy na hřbetě a na ocase. Ocas dorůstá délky přesahující dvojnásobek délky jeho těla (Moravec a kol., 2015).

Žije v blízkosti vodních ploch a toků, aby mohl před predátory uniknout do vody. Na tyto podmínky se dokázal adaptovat vynikající stavbou těla, která mu umožňuje plavat, potápět se, ale hlavně bipedně běhat po hladině vody. Bazilišek dokáže vyvinout při běhu po hladině velmi vysokou rychlost, kdy uběhne až 150 cm za sekundu. Zvládne tak přeběhnout vzdálenost až 4,5 metru, než se potopí pod hladinu. Důvodem této adaptace je obrana před predátory útekem do prostředí pro predátora nepřekonatelného.

Bylo zjištěno, že nejdůležitějším faktorem pro pohyb po vodě je úder nohy na vodní hladinu a její vytažení ještě před tím, než se uzavře vzduchová kapsa ve vodní hladině. Baziliškovi při tomto výkonu pomáhají plovací blány, pod nimiž se právě rozprostře vzduchová bublina, která ho udrží na hladině. Během kroku se noha ponoří svisle směrem dolů, tlačí vodu také směrem dolů a k tomu do stran od nohy. Zároveň s tímto pohybem vytváří zmíněnou vzduchovou kapsu obklopující nohu. Při zdvihu noha zůstává ve vzduchové kapse. Tlakem na vodu vzniká vír ve tvaru prstene a tento vír má v průměru 3 cm a směřuje od nohy směrem dolů. Ještě vyvíjí obrovskou sílu vůči hladině směrem dolů a do stran, a to mu pomáhá udržet se na hladině a stabilizovat, aby se nepřevrátil. U mláďat bylo zjištěno, že vyvíjí třikrát větší sílu při svislém pohybu nohy směrem do vody než při zdvihu nohy. (Clifton et al., 2015; Lee et al., 2016; Hsieh & Lauder, 2004).

Běh po vodní hladině byl pozorován i u Anolisů a u mláďat leguánů zelených (*Iguana iguana*, Linnaeus, 1758), ale jen na krátké vzdálenosti.



Obr. 3: Schéma vzniku prstence při kroku po hladině vody u *Basiliscus basiliscus*. Kruhový vír je plně vytvořen až poté, kdy je noha zdvihnutá nad hladinu (Hsieh & Lauder, 2004).

Chameleonovití (Chamaeleonidae)

Ještěři z této čeledi se adaptovali k životu na stromech a keřích. Jejich tělo je ze stran zploštělé, ocas dorůstá u jednotlivých druhů různé délky. Funkcí ocasu je ovíjení například větví, v klidném stavu ho stačí do spirály ke spodní straně těla. Hlava je přilbovitého tvaru s velkýma nezávisle na sobě se pohyblivýma očima. Oči využívá k pozorování potencionálních predátorů a zároveň ke hledání potravy. K životu ve stromových patrech mu pomáhají dlouhé, tenké nohy zakončené dvěma prsty ve tvaru kleští, kterými se přidržuje větví (Moravec a kol., 2015). K lovení hmyzu se přizpůsobil dlouhým, vymrštitelným, lepkavým jazykem. U menších jedinců bylo zjištěno, že mají mnohem delší jazyk v poměru s tělem než větší jedinci a jsou tedy schopni mnohem většího výkonu. Chameleon je schopen vystřelit jazyk na skoro dvojnásobek délky svého těla neuvěřitelnou rychlostí. Během šestnáctiny sekundy vystřelí celý jazyk ven, a to je rychlost, na kterou nedokáže zareagovat žádné zvíře ani člověk. Za tento mechanismus je zodpovědná svalovina, která funguje jako katapult. Pružná tkáň mezi kostí a svaly se skládá z kolagenu, který stojí za celým obdivuhodným výkonem (Anderson, 2016).

Další adaptací na podmínky života je u chameleonů barvoměna neboli kamufláž. Skupina chameleonů má přibližně 160 druhů a více než polovina z nich je endemická na ostrově Madagaskar. Změna barvy pokožky a vzorů je hlavní antipredační strategie u všech jedinců této skupiny. Barvou povrchu těla se snaží splynout s podkladem anebo naopak

výraznými barvami pozemní druhy vyjadřují svoji obrannou pozici. Hlavními predátory chameleonů jsou ptáci a hadi. Kromě barvoměny mají trvalé barevné vzory na ventrální a boční straně těla, u kterých zatím nebyla objasněna funkce. Vzory ostře kontrastují s barvou těla nebo končetin a vyskytují se u mnoha zástupců.

Chameleoni vyvinuli různé zbarvení a způsoby chování, aby zůstali nenápadní. Bylo u nich prokázáno, že v přítomnosti predátora se otáčí na opačnou stranu větve, aby spodní stranou splynuli s podkladem. U chameleonovitých existují dvě morfologicky odlišné skupiny: pozemní a stromová. Bylo zkoumáno, zda vzorování těla je spojené s pohlavním dimorfismem nebo s antipredační strategií. Jelikož predace by měla způsobit rozdílné zbarvení a vzory v různých místech výskytu, měla by tato kamufláž nastat pouze u druhů, které jsou potenciálně viditelné pro predátory. To znamená, že spodní linie vzorů by se měla vyskytovat pouze u stromových druhů, které ukazují tyto tvary dravcům při otočném chování na větvích a boční vzorování by měli mít obě skupiny: stromové i pozemní. Výzkum ukázal, že není významný rozdíl v antipredačním chování a zbarvení u samic a samců, takže barvoměna je obrana proti predátorům a není považována za pohlavní dimorfismus. Při výzkumu se projeví i jiné způsoby adaptace na prostředí osídlené potenciálními predátory. Chameleon reagoval například pádem na zem ze stromu, útekem nebo výhružným zbarvením (Resetarits & Raxworthy, 2016).



Obr.4: Barvoměna jako adaptace. Antipredační chování chameleona s využitím barvoměny na spodní části těla (Resetarits & Raxworthy, 2016).

Chameleon má ještě další adaptaci na své podmínky života. Přizpůsobil se k životu na stromech i rozmnožováním, jelikož některé druhy jsou vejcoživorodé (Moravec a kol., 2015).

3.6.2 Hadi (Serpentes)

Tento podřád je evolučně nejmladší skupinou plazů. Podle Moravce a kol. (2015) se hadi vyvinuli z podzemních hrabavých ještěřů. Jsou rozšířeni po celém světě, ale nejvíce druhů se nachází v tropech. Zástupci tohoto podřádu prošli úplnou redukcí končetin, takže se

pohybují plazením. Přizpůsobili se životu na stromech i ve vodním prostředí. Tělo hadů je rozděleno na hlavu, trup a v poměru s tělem kratší ocas. Čelisti jsou schopni pomocí pružných vazů silně roztáhnout, jelikož jejich potravou je ulovená kořist, kterou polykají vcelku. Kořist usmrtí jedovým aparátem nebo ji škrtí, dokud kořisti tlakem nepraskne srdce. Po polknutí kořisti, kterou bývá hmyz, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci i savci, několik dnů tráví. Oči nemají víčka, jsou srostlá a průhledná (Kořínek, 1999). Hadi mají vyvinutou pouze pravou plíci, která je protáhlého tvaru a její funkcí je zásobovat hada kyslíkem při polykání potravy. Pokožku svlékají celou najednou. Pětina hadů je vybavena jedovými zuby, do kterých ústí jedová žláza. Jedová žláza vznikla přeměnou žlázy slinné, což je v podstatě také adaptace na životní podmínky (Moravec a kol., 2015).

Korálovcoví (Elapidae)

Hadi z této čeledi obývají Asii a Afriku. Zástupci jsou velmi jedovaté kobry. Jejich adaptací jsou jedové zuby a schopnost plivání jedu. Plivající kobry směřují jed do obličeje anebo do očí predátora. Musí mířit velmi přesně, protože plivání jedu je účinným prostředkem jen pokud se treť do rohovky predátora. Je několik způsobů, jak docílit přesného zásahu. Nepřítel je většinou v pohybu, a to ve vzdálenosti více než metr od hada. Kobry jsou schopné přesně sledovat pohyb nepřítele a předvídat jeho následné pohyby, tím maximalizují pravděpodobnost zasažení oka. Celý tento akt vyžaduje rychlé pohyby hlavy ze strany na stranu. Jakmile je jed vyloučen z jedového zubu, už není možnost ovlivnit jeho trajektorii pro zvýšení přesnosti. Přesný zásah do oka predátora vyvolá intenzivní bolesti a možnou slepotu (Westhoff, et al., 2010).

Mamba černá (*Dendroaspis polylepis*, Günther, 1864) žije ve východní Africe a je jedním z nejobávanějších hadů na světě. Její jed je mnohem prudší než u kobry, po uštknutí je nástup klinických příznaků velmi rychlý a závažný. Jed se skládá z proteinů nejvyšší toxicity a mamba často uštkne víckrát po sobě. Tento had se dokáže pohybovat velmi rychle (Laustsen et al., 2015).

Zmijoví (Viperidae)

Zmije obecná (*Vipera berus*, Linnaeus, 1758)

Zmije obecné se přizpůsobily životu v podhorských a horských zalesněných oblastech. Obývají Evropu i Asii a vyskytují se až k polárnímu kruhu. Zimují hluboko pod zemí ve větším počtu propletených jedinců. Patří mezi jedovaté hady a uštknutí může být nebezpečné (Moravec a kol., 2015).

Chřestýši (*Crotalus*) patřící mezi zmijovité, jsou prudce jedovatí hadi vyskytující se v Americe a v jihovýchodní Asii. K vyhledávání potravy se adaptovali vývojem termoreceptorů na hlavě. Jejich potravou jsou většinou teplokrevní obratlovci a pomocí termoreceptorů jsou schopni zjistit i nepatrné teplotní rozdíly. Zvláštní adaptací, která dala chřestýšům název, je chřestítko na konci ocasu. Vzniká zrohovatěním článků a při každém svlékání články o jeden přibývají. Tato adaptace slouží k zastrašování potencionálních predátorů, kdy při vyrušení chřestýše koncovka ocasu vydává silný chřestivý zvuk (Savitzky & Moon, 2008).

Hroznýšovité (Boidae)

Hadi této skupiny nejsou jedovatí, ale adaptovali se k podmínkám života svojí velikostí. Na hlavě mají také termoreceptory, pomocí kterých vyhledávají teplokrevné kořisti i ve tmě. Svou kořist usmrcují škrcením, kdy okolo ní obmotají tělo a tlakem ji škrtí. Dříve však podlehnou z důvodu puknutí srdce (Kořínek, 1999).

Anakonda velká (*Eunectes murinus*, Linnaeus, 1758) žije ve vlhkých pralesech v blízkosti řeky Amazonky. Dorůstá se velikosti až 10 metrů, samice může mít až 50 mlád'at a mlád'ata po narození dosahují délky 75 cm. Dospělé anakondy žijí v mělké, stojaté vodě, ve které roste mnoho rostlin. Loví poměrně velké kořisti, a tak zvládají dlouho vydržet bez potravy. Menší anakondy se živí hlavně ptáky a větší pak savci a plazy. V období sucha se anakondy shromažďují v prohlubních břehů řek, kde se drží voda do dalšího období dešťů. Během této doby jsou hadi tolerantní a vydrží v těsné blízkosti s jedinci stejného druhu (Rivas et al., 2016).

Krajta kobercová (*Morelia spilota variegata*, Gray, 1842) se přizpůsobila k životu na stromech. Délka těla je kratší než u ostatních hroznýšovitých a hmotnost je nižší z důvodu ulehčení těla při pohybu ve větvích stromů (Kořínek, 1999).

4 Závěr

Cílem práce bylo popsat různé adaptace na životní podmínky u plazů. Adaptací bylo popsáno mnoho a u většiny byl objasněn význam těchto adaptací. Přestože je dostupný nespočet vědeckých prací, u některých přizpůsobení plazů nebyl zatím objasněn význam.

Můžeme však konstatovat, že všechny adaptace na různé životní podmínky mají jeden společný význam. Význam je zvýšit svou šanci na přežití a ke zvýšení šance přispívají adaptace na příjem a složení potravy, která je dostupná v lokalitě výskytu jedinců, adaptace reprodukční, které umožňují zachování svého druhu a pokračování dalších generací. Adaptace na prostředí výskytu, které se projevují pohybovými schopnostmi. Přizpůsobení smyslových orgánů pro obranu před predátory nebo k vyhledávání potravy. Dále je mnoho adaptací, které napomáhají v zastrašování nepřátel.

Plazi se přizpůsobují podmínkám, které se liší napříč habitaty, takže adaptační projevy jsou rozdílné dle podmínek. Výstupem této rešerše je teoretický základ pro identifikaci vlivů prostředí, které mohou plazy ovlivňovat ve využití různých adaptací. Myslím si, že by se mělo ve výzkumech stále pokračovat a objasnit všechny významy adaptací plazů.

5 Seznam použité literatury

ALHABOUBI, A. R., POLLARD, D. A., HOLMAN, P. J. 2017. Molecular and morphological characterization of a haemogregarine in the alligator snapping turtle, *Macrochelys temminckii* (Testudines: Chelydridae). *Parasitology Research*. 116(1), 207-215.

ALIBARDI, L., THOMPSON, M. B. 2002. Keratinization and ultrastructure of the epidermis of late embryonic stages in the alligator (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Anatomy*. 201(1), 71-84.

ANDERSON, C. V. 2016. Off like a shot: scaling of ballistic tongue projection reveals extremely high performance in small chameleons. *Scientific reports*. 6, 18625.

BEREC, M., STARA, Z., POLAKOVA, S. 2014. Relation between body-size and thermoregulation behaviour: Postprandial thermophily in spiny-tailed agama, *Uromastyx acanthinura* bell. *Polish Journal of Ecology*. 62(1), 139-145.

BENTON, M. 2005. Vertebrate paleontology. *Blackwell Science*. Malden. 467 s.

BRITTON, A. 2012. Crocodylian species list. *Crocodylians, Natural History & Conservation*. [online]. Květen 2012. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://crocodylian.com/>

BONACH, K., MALVASIO, A., MATUSHIMA, E. R., VERDADE, L. M. 2011. Temperature-sex determination in *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae). *Iheringia Serie Zoologia*. 101(3), 151-155.

BONATI, B., CSERMELY, D., LÓPEZ, P., MARTÍN, J. 2010. Lateralization in the escape behaviour of the common wall lizard (*Podacris muralis*). *Behavioural Brain Research*. 207(1), 1-6.

BURKE, R. L., CALICHIO, A. M. 2014. Temperature-Dependent Sex Determination in the Diamond-backed Terrapin (*Malaclemys terrapin*). *Journal of Herpetology*. 48(4), 466-470.

CARROL, R. L. 1993. Paläontologie und Evolution der Wirbeltiere. *Thieme*. Stuttgart. 684 s.

- CLEMENTE, C. J., WITHERS, P. C., THOMPSON, G. 2012. Optimal Body Size with Respect to Maximal Speed for the Yellow-Spotted Monitor Lizard (*Varanus panoptes*; Varanidae). *Physiological and Biochemical Zoology*. 85(3), 265-273.
- CLEMENTE, C. J., WITHERS, P. C., THOMPSON, G., LLOYD, D. 2008. Why go bipedal? Locomotion and morphology in Australian agamid lizards. *Journal of Experimental Biology*. 211(13), 2058-2065.
- CLIFTON, G. T., HEDRICK, T. L., BIEWENER, A. A., 2015. Western and Clark's grebes use novel strategies for running on water. *Journal of Experimental Biology*. 218(8), 1235-1243.
- CONSTANZO, J. P., LITZGUS, J.D., LEE, R. E. 1999. Behavioral responses of hatchling painted turtles (*Chrysemis picta*) and snapping turtles (*Chelydra serpentina*) at subzero temperatures. *Journal of Thermal Biology*. 24(3), 161-166.
- COOPER, W. E. Jr., PERÉZ-MELLADO, V., VITT, L. J. 2004. Ease and effectiveness of costly autotomy vary with predation intensity among lizard populations. *Journal Zoologie*. 262, 243-255.
- COOPER, W. E. Jr., SHERBROOKE, W. C. 2010: Initiation of Escalation Behavior by the Texas Horned Lizard (*Phrynosoma cornutum*). *Herpetologica*. 66(1), 23-30.
- DOYLE, T. K., GEORGES, J. Y., HOUGHTON, J. D. R. 2012. A leatherback turtles guide to jellyfish in the North East Atlantic. *Marine turtles of the North East Atlantic*. 1, 15-21.
- GAISLER, J., ZIMA, J. 2007. Zoologie obratlovců. *Academia*. 692 s. Praha.
- GLAW, F., KOHLER, J., TOWNSEND, T. M., VENCES, M. 2012. Rivaling the World's Smallest Reptiles: Discovery of Miniaturized and Microendemic New Species of Leaf Chameleons (*Brookesia*) from Northern Madagascar. *Plos one*. 7, 2.
- GRAP, N. J., MONZEL, A. S., KOHL, T., BLECKMANN, H. 2015. *Crocodylus niloticus* (Crocodylia) is highly sensitive to water surface waves. *Zoology*. 118(5), 320-324.

- GRIGG, G., GANS, C. (1993): Fauna of Australia Vol 2A Reptilia: Morphology And Physiology Of The Crocodylia. *In Australian Government Publishing Service*. 326–336. Canberra.
- HATT, J. M., CLAUSS, M., GISLER, R., LIESEGANG, A., WANNER, M. 2005. Fiber digestibility in juvenile Galapagos tortoises (*Geochelone nigra*) and implications for the development of captive animals. *Zoo Biology*. 24(2), 185-191.
- HSIEH, S. T., LAUDER, G. V. 2004. Running on water: Three-dimensional force generation by basilisk lizards. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 101(48), 16784-16788.
- JONES, M. E., TENNYSON, A. J., WORTHY, J. P., EVANS, S. E., WORTHY, T. H. 2009. A sphenodontine (Rhynchocephalia) from the Miocene of New Zealand and palaeobiogeography of the tuatara (*Sphenodon*). *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, rspb-2008.
- KATDARE, S., SRIVATHSA, A., JOSHI, A., PANKE, P., PANDE, R., KHANDAL, D., EVERARD, M. 2011. Gharial (*Gavialis gangeticus*) populations and human influences on habitat on the River Chambal, India. *Aquatic conservation-marine and freshwater ecosystems*. 21(4), 364-371.
- KLOMP, D. A., ORD, T. J., DAS, I., DIEMOS, A., AHMAD, N., STUART-FOX, D. 2016. Ornament size and colour as alternative strategies for effective communication in gliding lizards. *Journal of Evolutionary Biology*. 29(9), 1689-1700.
- KOŘÍNEK, M. 1999. *Zoologická zahrada. Rubico*. Olomouc. 326 s. ISBN: 80-85839-29-6.
- LAUSTSEN, A. H., LOMONTE, B., LOHSE, B., FERNANDEZ, J., GUTIERREZ, J. M. 2015. Unveiling the nature of black mamba (*Dendroaspis polylepis*) venom through venomics and antivenom immunoprofiling: Identification of key toxin targets for antivenom development. *Journal of Proteomics*. 119, 126-142.

- LEE, M. S. Y., PALCI, A., JONES, M. E., CALDWELL, M. W., HOLMES, J. D., REISZ, R. R. 2016. Aquatic adaptations in the four limbs of the snake-like reptile *Tetrapodophis* from the Lower Cretaceous of Brazil. *Cretaceous Research*. 66, 194-199.
- LESLIE, A. J., TAPLIN, L. E. 2001. Recent developments in osmoregulation of crocodylians. *Crocodylian Biology and Evolution*. 265-279.
- LYSON, T. R., RUBIDGE, B. S., SCHEYER, T. M., DE QUEIROZ, K., SCHACHNER, E. R., SMITH, R. M. H., BOTHA-BRINK, J., BEVER, G. S. 2016. *Fossorial origin of the turtle shell*. *Current Biology*. 26(14), 1887-1894.
- MEYER-ROCHOW, V. B., WOHLFAHRT, S., AHNELT, P. K. 2005. Photoreceptor cell types in the retina of the tuatara (*Sphenodon punctatus*) have cone characteristics. *Micron*. 36(5), 423-428.
- MIDDLETON, D. M. R. L., NELSON, N. J., GARTRELL, B. D., LA FLAMME, A. C. 2015. Presence of antibodies to *Salmonella* in tuatara (*Sphenodon punctatus*) sera. *Comparative immunology microbiology and infectious diseases*. 41, 17-27.
- MORAVEC, J., BEREK, M., BREJCHA, J., FRIC, Z. F., GVOŽDÍK, V., IVANOV, M., JEŘÁBKOVÁ, L., JIRKŮ, M., KOTLÍK, P., MUSILOVÁ, R., ŠIROKÝ, P., VESELÝ, M., ZAVADIL, V. 2015. *Plazi Reptilia*. Academia. Praha. 531 s. ISBN: 978-80-200-2416-9.
- NEWMAN, D. G., WATSON, P. R., McFADDEN, I. 1994. Egg production by tuatara on Lady Alice a Stephens Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*. 387-398.
- NICOLAU, M. C., AKAARIR, M., GAMUNDI, A., GONZALEZ, J., RIAL, R. V. 2000. Why we sleep: the evolutionary pathway to the mammalian sleep. *Progress in neurobiology*. 62(4), 379-406.
- ROČEK, Z., 2002. *Historie obratlovců*. Academia. Praha. 512 s. ISBN: 80-200-0858-6.
- RESETARITS, E. J., RAXWORTHY, C. J. 2016. Hidden in Plain Sight: How Ventral Line Markings in Chameleons May Enhance Camouflage. *American Naturalist*. 187(2), 262-273

- RIVAS, J. A., MOLINA, C. R., COREY, S. J., BURGHARDT, G. M. 2016. Natural History of Neonatal Green Anacondas (*Eunectes murinus*): A Chip Off the Old Block. *Copeia*. 104(2), 402-410
- SAVITZKY, A. H., MOON, B. R. 2008. Tail morphology in the Western Diamond-Backed Rattlesnake, *Crotalus atrox*. *Journal of Morphology*. 269(8), 935-944
- SHEPHERD, S. A., HAWKES, M. W. 2005. Algal food preferences and seasonal foraging strategy of the marine iguana, *Amblyrhynchus cristatus*, on Santa Cruz, Galapagos. *Bulletin of Marine Science*. 77(1), 51-72.
- SHINE, R. 1990. Function and evolution of the frill of the frillneck lizard, *Chlamydosaurus kingii* (Sauria: Agamidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 40(1), 11-20.
- WESTHOFF, G., BOETIG, M., BLECKMANN, H., YOUNG, B. A. 2010. Target tracking during venom 'spitting' by cobras. *Journal of Experimental Biology*. 213(11), 1797-1802
- WHITAKER, R., BASU, D. 1982. The gharial *Gavialis gangeticus*): A review. *Journal of the Bombay Natural History of Society*. Bombay. 79(3), 531-548.
- ZWACH, I. 2009. Obojživelníci a plazi České republiky: encyklopedie všech druhů, určovací klíč. *Grada Publishing*. Praha. 496 s. ISBN: 978-80-247-2509-3.
- ZYCH, J. 2006. Želvy v přírodě a v péči člověka. Nakladatelství Brázda. Praha. 204 s. ISBN: 978-80-209-0342-9.