

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra ekologie a životního prostředí



Ontogenetické změny folidózy u ještěrky zední
***Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)**

Bakalářská práce

Autor: Sandra Pamřková
Vedoucí práce: RNDr. Milan Veselý, Ph.D.

Olomouc 2010

Abstrakt

Na lokalitě Štramberk, PP Horní Kamenárka jsme studovali uzavřenou populaci ještěrky zední (*Podarcis muralis*) metodou individuálního odchytu pomocí rybářského prutu (zakončený okem z měděného drátku). U odchycených jedinců jsme využili metodu fotografické identifikace. Vytvořili jsme fotografickou databázi s kódem pro každého jedince, na jejímž základě jsme porovnali reodchyty, u kterých jsme vyhodnotili rozsah změn ve folidóze.

U ještěrky zední se ontogenetické změny folidózy prokázaly. Analýza fotografií hlavy přinesla doklad o několikanásobné změně štítků pilea během 4 let (fotograficky doloženo u jednoho adultního samce). Změny spočívaly v rozpadu plátů na menší segmenty, dokonce došlo i ke splynutí štítků.

Klíčová slova: folidóza, ještěrka zední (*Podarcis muralis*), šupiny, změny folidózy.

Abstract

In our research at the locality Štranberk, PP Horní Kamenárka we studied the closed (endemical) population of *Podarcis muralis* by the method of individual catching using catching rod (ended with the copper wire loop). Method of photographic identification was applicated on hereby caught examples. We created the photographic database with unique code for each individual. By recatching the same individuals we could analyse the range of variability in pholidosis with previous findings.

We proved the changes in pholidosis at *Podarcis muralis* – wall lizard. The photographical head analysis gave us evidence of multiple changes of pileus plates scales within 4 years (photographically proved at one adult-male). The changes were represented by plate breakdown and even some of the plates joined together.

Key words: pholidosis, wall lizard (*Podarcis muralis*), scales, changes of pholidosis

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením.
RNDr. Milana Veselého, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 7. 5. 2010

.....
Podpis

Obsah

Obsah	vi
Seznam obrázků.....	vii
Seznam příloh	viii
Seznam tabulek.....	viii
Poděkování	ix
1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Materiál a metody	3
3.1 Popis pracovního území	3
3.2 Metody výzkumu v terénu.....	4
3.3 Analýza dat	5
3.3.1 Fotografická karta jedince.....	6
3.3.2 Identifikační kód.....	7
4. Teoretická část	9
4.1 Charakteristika druhu	9
4.2 Morfologické odlišnosti štramberské populace	10
4.3 Struktura plazí epidermis a regenerace	11
4.3.1 Epidermis a její funkce	11
4.3.2 Regenerace plazí epidermis	12
4.4 Možné příčiny exogenních změn folidózy	12
4.4.1 Poranění	12
4.4.2 Vlivy prostředí	13
4.4.3 Parazitace a kožní nemoci.....	14
5. Výsledky.....	15
6. Diskuze	20
7. Závěr	23
8. Reference	24
9. Obrazová příloha.....	29

Seznam obrázků

Obr. 1. Mapa Štramberku s pracovním územím.....	3
Obr. 2. Fotografická karta jedince.	6
Obr. 3. Vybrané šupiny pilea a masseerica pro sestavení dentifikačního kódu. Fotografie Podarcis muralis odchycené na lokalitě PP Horní Kamenárka.	7
Obr. 4. Výskyt rýh a zářezů.....	15
Obr. 5. Odchycený adultní samec v roce 2005.....	16
Obr. 6. Tentýž odchycený adultní samec v roce 2009.....	16
Obr. 7. Zvětšená fotografie pilea stejného jedince v roce 2005 (v pravo) a 2009 (v levo)	17
Obr. 8. Rozdělení a zmnožení šupin pilea, rok 2005.	18
Obr. 9. Rozdělení a zmnožení šupin pilea, rok 2009.	18
Obr. 10. Rozdělení šupin (žlutá šip. nahoře), splynutí šupin (modrá šip. dole) v roce 2005.....	19
Obr. 11. Rozdělení šupin (žlutá šip. nahoře), splynutí šupin (modrá šip. dole) v roce 2009.....	19

Seznam příloh

Příloha 1: PP Horní Kamenárka, střední terasa.	29
Příloha 2: PP Horní Kamenárka, dolní část lomu.	29
Příloha 3: Podarcis muralis, PP Horní Kamenárka.	30
Příloha 4: Odřeniny na šupinách pilea, způsobené pravděpodobně následkem zranění nebo napadení parazitem.	30

Seznam tabulek

Tab. 1. Popis identifikačního kódu podle možných morfologických znaků šupin.	8
---	---

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Milanu Veselému, Ph.D za vedení a cenné rady při řešení problémů, panu Petru Pavlíkovi za všestrannou pomoc a podporu. V neposlední řadě děkuji svým rodičům za jejich lásku a důvěru.

V Olomouci dne 7. 5. 2010

1. Úvod

Šupiny hlavy jsou u šupinatých (*Squamata*) tradičně považovány za individuální otisky prstů, které se používají jako spolehlivý identifikační znak na úrovni jednotlivce, populací i druhů. Jejich morfologie se využívá při studiu vnitrodruhové i mezidruhové variability (Bruner et al. 2005). Geometrické vlastnosti šupin ještěrek jsou také vhodné pro fylogenetické, biologické a taxonomické určování (Arnold 1989).

Folidóza je u plazů definována jako struktura, tvar a uspořádání šupin. Počet a tvar štítků folidózy a zejména pilea je často využíván v systematických, fylogenetických a ekologických studiích, kvůli předpokladu, že toto uspořádání je dáno genotypem a v ontogenezi se nemění (Horton 1972, Shine et al. 2005). Mezi nejvíce využívané znaky patří šupiny pilea. Ty jsou považovány jako velmi spolehlivý a důležitý znak pro určení jedince na úrovni druhů i vyšších jednotek (Sanders et al. 2006).

Ale Tomovic et al. (2008) ve své práci poukazuje na nedostatečnost této identifikační metody. Jejich studovaná populace zmije menší *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835) jasně dokázala, že frekvence změn šupin byly tak vysoké, že se nemohly považovat za anomálie jednotlivců a tyto změny jsou během života jedince běžným jevem. Tyto meristické znaky jsou však použity při fylogenetických analýzách různých zmijích taxonů (Nilson & Andrén 2001) a používají se běžně pro identifikaci jedinců pro celou třídu plazů.

Nastává otázka, na jakých úrovních k těmto změnám dochází. Zda na úrovni fylogenetické (mezi druhy), ontogenetické (v rámci jedince), v rámci populace nebo individuálně (Tomovic et al. 2008). Důležitá je i otázka, jaké jsou příčiny změn folidózy (endogenní, exogenní) a především jaký to bude mít dopad na identifikaci jedinců, druhů i populací.

2. Cíle práce

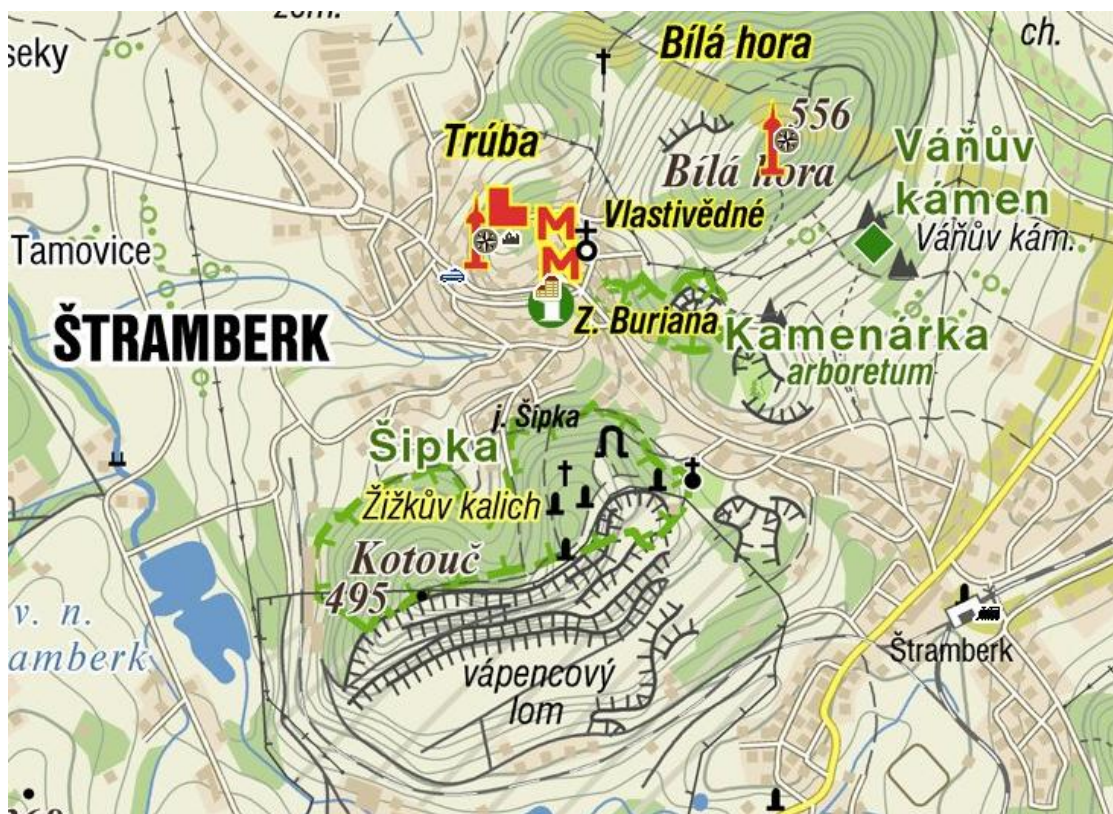
Předkládaná bakalářská práce je literární rešerší zabývající se problematikou změny folidózy u plazů. Rešerše poslouží jako podkladový materiál pro následnou diplomovou práci.

Hlavním cílem tedy bylo vytvoření fotografické databáze jedinců a nalezení co největšího množství opakovaně odchycených jedinců (reodchytů) v různém časovém období. U těchto reodchytů jsme následně vyhodnotili rozsah změn folidózy.

Součástí rešerše je charakteristika studovaného druhu ještěrky zední a dané lokality Štramberk, PP Horní Kamenárka.

3. Materiál a metody

3.1 Popis pracovního území



Obr. 1. Mapa Štramberku s pracovním územím.

Vápencový lom PP Horní Kamenárka.

Bývalý vápencový lom PP Horní Kamenárka (Obr. 1.), na které byl výzkum prováděn, se nachází v katastru města Štramberk v Moravskoslezském kraji. Na severovýchodě sousedí s vrcholem a rozhlednou Bílá Hora, na jihovýchodě se nachází Botanická zahrada a arboretum Štramberk v areálu bývalého vápencového lomu Dolní Kamenárka. Od roku 2001 je celé území o rozloze 4,46 ha chráněné státem.

Geomorfologicky je území součástí okrsku Šostýnské vrchy, podcelku Štramberská vrchovina, celku Podbeskydská pahorkatina, patřící do podsoustavy Západobeskydské podhůří, soustavy Vnější Západní Karpaty a provincie Západní Karpaty (Demek et al. 2006).

Podloží tvoří převážně bloky štramberských vápenců (spodní křída těšínsko – hradištského souvrství bašského vývoje slezské jednotky), pedogeneticky převládají hnědé půdy.

Klimaticky je území řazeno do zóny MT 9. Pro tuto zónu je charakteristické dlouhé, teplé, mírné suché léto, teplé jaro a mírně teplý podzim. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí od 6 – 8 °C a úhrn ročních srážek činí 650 – 750 mm (Urban 2006, zpracováno podle Mikátové et al. 2001). Území patří ze zoogeografického hlediska do paleoarktické oblasti, eurosibiřské podoblasti v provincii listnatých lesů, do zoologického okresu 40 Beskydy (Opatrný 2001).

3.2 Metody výzkumu v terénu

Pro terénní výzkum studované populace ještěrky zední jsme použili metodu individuálního odchyty jedinců na odchyťový prut zakončený okem z měděného drátku. Hlavním pilířem výzkumu bylo vytvoření fotografické databáze jedince využívající individuálních rozdílů ve folidóze hrudní oblasti (Steinicke et al. 2000).

U odchyceného jedince jsme zaznamenali vybrané morfometrické údaje pomocí digitálního posuvného měřítka s přesností na milimetry.

Morfometrické údaje:

Celková délka těla (BL)

Měřena od předního konce hlavy po konec ocasu (SVL + TL).

Délka těla měřena bez ocasu (SVL).

Délka těla bez ocasu, měřená od předního konce hlavy po přední okraj kloakální štěrby.

Šířka hlavy (HW)

Měřena v nejširším místě za zadním okrajem oka.

Výška hlavy (HH)

Měřena v nejvyšší části hlavy, v oblasti oka.

Délka hlavy (HL)

Měřena od předního konce hlavy po přední okraj tympania.

Délka čenichu (NL)

Měřena od předního konce hlavy po přední koutek oka.

Rozestup končetin (Ax. – groin distance A x G)

Vzdálenost měřená od zadního okraje báze přední končetiny po přední okraj báze zadní končetiny.

Dále jsme určili pohlaví jedince: samec (MALE), samice (FEMALE), neurčení jedinci (JUVENILES) a přibližnou věkovou kategorii (juvenil, úplné mládě, dospělec). Zaznamenali jsme jedince bez ocasu či s regenerovaným ocasem (všechny tyto informace však sloužily jako doplňkový materiál pro identifikaci jedince).

Lokalitu Horní Kamenárku jsem navštěvovala v rozmezí od jara do podzimu (od r. 2008 – 2009). Terénní výzkum populace ještěrky zední probíhal v závislosti na klimatických podmínkách. Při ideálním počasí jsem lokalitu navštěvovala pravidelně, co druhý týden mimo sezonu (jaro, podzim) a každý týden v letních měsících. Odchyty probíhaly mezi 6 – 18 hodinou. Lokalitu jsem navštívila několikrát i za méně příznivých podmínek (děšť, zataženo, prudký vítr), a to i v jinou denní dobu pro ověření případné aktivity jedinců mimo tento časový úsek.

Území lokality je rozděleno na 3 výškové stupně. VC – vrcholová část, ST – střední terasa, DČ – dolní část (Příloha 1, 2). Tento prostor jsem systematicky procházela.

Ihned po zaznamenání všech potřebných informací byl odchycený jedinec opět vypuštěn zpět na místo odchyty, aby nedocházelo k vystavování zvířat stresu. Fotografie byly pořízeny pomocí fotoaparátu DS Canon EOS 50D, objektiv Sigma 17 – 70 mm f/2,8-4,5 DC Macro pro Canon.

3.3 Analýza dat

Z dat pořízených v terénu jsem sestavila fotografickou kartu jedince. Pro snadnější dohledání vícekrát odchycených jedinců, na kterých se následně vyhodnocoval rozsah změn folidózy, byl vytvořen pro každého identifikační kód. Samotné vyhodnocení změn folidózy jsme provedli vizuálně z fotografických karet reodchyťů se stejným identifikačním kódem. Rozdíly ve folidóze mohou nastat jak

rozpadem některých šupin, změnou jejich tvaru a uspořádáním nebo také ve změně pigmentace, která ale není tak vzácná.

3.3.1 Fotografická karta jedince

Individuální značení jedinců a jejich snadná identifikace při možném zpětném odchytu je základním předpokladem použití CMR (capture mark recapture) metod. U sledované populace ještěrky zední jsme použili metody fotografické identifikace. Ta používá změny ve folidóze hrudní oblasti (1. – 5. řada ventrálních šupin), za předpokladu, že ošupení jedince se v této tělní oblasti během ontogeneze nemění (Fox 1975) a v populaci se nevyskytují dva jedinci s naprosto stejným uspořádáním štítků (Steinicke et al. 2000).

Pro identifikaci byly foceny tyto části těla:

pileus (pohled z vrchu)

hlava boční pohled P, L strana

hrudní štítky

genitální štítky

celkový pohled shora

Vytvořená fotografická karta (Obr. 2.) z fotografií pořízených v terénu byla upravena v programu IrfanView.



Obr. 2. Fotografická karta jedince.

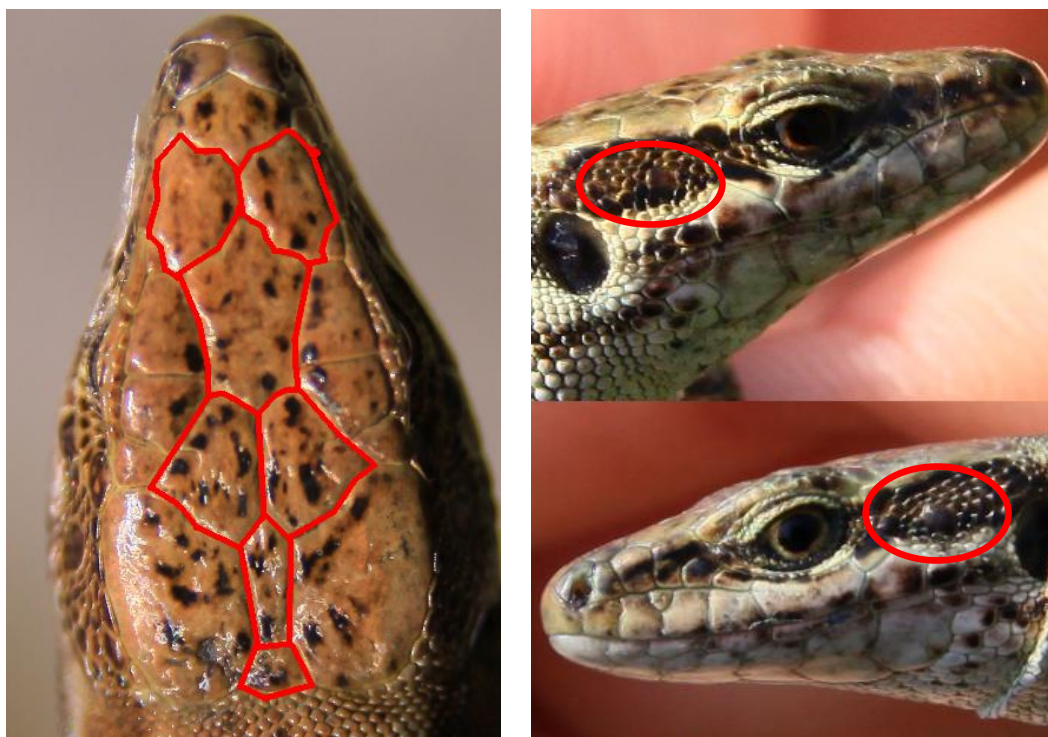
Samice Podarcis muralis odchycená na lokalitě PP Horní Kamenárka.

Pro tento způsob práce využívající metodu fotografické identifikace, je velmi důležitá dobrá kvalita fotografií, bez které je jinak dokladový materiál bezvýznamný a odchycený jedinec s nečitelnou kartou nemůže být zařazen do výzkumu. Pozůstatky zranění v oblasti ventrálních šupin a pilea identifikaci ulehčují, případně zhoršují v závislosti na svém rozsahu (Urban 2006).

3.3.2 Identifikační kód

Identifikační kód každého odchyceného jedince jsem vytvořila pro snadné nalezení vícekrát odchycených jedinců. Na základě shodnosti kódů jsem našla reodchyty, u kterých jsme zkoumali změnu folidózy pilea a ventrální oblasti.

Pro sestavení kódu byly použity pouze šupiny pilea. Vybrané šupiny pilea (Obr. 3.) měly pro daný typ vzhledu (rýhy, rozdělení) číslo (Tab. 1.), které jsem zaznamenala do vytvořené tabulky v programu Microsoft Office Excel. Do tabulky jsem zaznamenala i massetericum, které se hodnotilo na základě viditelnosti a počtu šupin k němu těsně přiléhajících. Tyto údaje, ale v konečném kódu nebyly použity, díky vysoké shodnosti mezi odchycenými jedinci a sloužily pouze jako doplňující identifikační materiál.



Obr. 3. Vybrané šupiny pilea a masseerica pro sestavení dentifikačního kódu. Fotografie *Podarcis muralis* odchycené na lokalitě PP Horní Kamenárka.

Tab. 1. Popis identifikačního kódu podle možných morfologických znaků šupin.

pořadí číslo	rozdělení pilea	kód
1	massetericum L	dobře zřetelné 1/ málo zřetelné 0,5 / nezřetelné 0/
2	scales around mas.	počet šupin kolem masseterica
3	massetericum R	dobře zřetelné 1/ málo zřetelné 0,5 / nezřetelné 0/
4	scale around mas.	počet šupin kolem masseterica
5	praefrontalia in contact	v kontaktu 1/ bez kontaktu 0
6	scales between praefrontalis	ano 1/ ne 0/
7	frontale s rýhami	ano 1/ ne 0/
8	frontale	předělené zcela1/ zprava2/ zleva3/ z obou směrů 4/ zcela oddělená šupinka 5/
9	frontoparietale s rýhami	ano 1/ ne 0/
10	occipitale, interparietale	nerozdělené 0/ rozdělené X

Identifikační kód byl sestaven v tabulce programu Microsoft Office Excel.

Po dohledání jedinců se stejným kódem jsem provedla vizuální porovnávání hrudních šupin, které fungují jako otisky prstů člověka a jejichž uspořádání se během ontogeneze nemění. Pokud se uspořádání hrudních šupin shodovalo a potvrdil se reodchyt daného jedince, mohli jsme konečně vyhodnotit rozsah změn šupin pilea.

4. Teoretická část

4.1 Charakteristika druhu

Středně velká, štíhlá ještěrka s relativně plochým tělem, které jí umožňuje vměstnat se i do velmi malých štěrbin ve skalách či zdivu. Hlava je zploštělá, rostrum protáhlé, zašpičatělé. Ocas a končetiny jsou relativně dlouhé a štíhlé.

Zbarvení ještěrky zední je převážně hnědo – šedé s výraznou síťovou kresbou, po bocích u samců s výraznými modrými šupinami. Šupiny mají bronzový lesk. Břišní část je od béžové barvy až po sytě cihlově červenou (především starší jedinci). Velmi častý je výskyt černých teček či skvrnek.

Celková délka těla (BL) kolísá mezi 16 – 25cm (některé formy v Itálii) (Baruš et al. 1992). Typická je přítomnost řady drobných šupin mezi supraciliárními a supraokulárními štítky. Frenální štítek a postnasální štítek za nosním otvorem je zpravidla jen jeden. Zadní okraj límce je rovný a je tvořený 7 – 13 šupinami (Baruš et al. 1992). Dorzální šupiny tvoří u obou pohlaví v průměru 51 řad (Fuhn & Vancea 1961). Ventrální šupiny u samců jsou ve 25 řadách, u samic ve 29 řadách. Počet stehenních pórů je 16 – 21 (Lác 1968).

V Evropě běžně rozšířený druh, jehož areál sahá od středního Španělska přes celou střední a jižní Evropu, zasahuje až do západní Asie do severního Turecka. V ČR se nachází pouze na dvou lokalitách, štramberská populace v bývalém vápencovém lomu PP Horní Kamenárka a nyní nově vysazená populace na lokalitě Strejčkův lom v Grygově. Tato velmi mrštná ještěrka je vázána převážně na skalní stepní biotopy (Příloha 3), škrapová pole i otevřenou krajinu nebo sekundární biotopy jako jsou staré zříceniny a zdi, násypy silnic a železnic, či chemicky neošetřených vinic. Je to teplomilný druh suchých lokalit s výhradně denní aktivitou. Obratně dokáže šplhat a skákat po holé skále a to i po strmých stěnách a převisech.

Z úkrytu vylézá již s prvními paprsky slunce, aby se napila rosy. Aktivní slunění začíná až po oschnutí rosy. V odpoledních hodinách vyhledává mírně zastíněné místa. Po oslunění a prohřátí těla začíná lovit potravu.

Aktivita začíná brzy z jara a závisí především na dané lokalitě, intenzitě oslunění, teplotě vzduchu a síle větru. Ze zimního spánku se probouzí v druhé polovině března, ale může docházet i k probuzení během zimního spánku, opakovaně

přerušované zimování je tedy běžné. Záleží jen na příznivých podmínkách během zimního období, kdy je lokalita během slunečných dnů dobře prohřátá.

K páření dochází od dubna do června. Samice klade od června do září 2 – 8 polodlouhých vajec. Vajíčka s pergamenovitými obaly samice kladou do nor, skalních štěrbin, ale i pod kameny (Bartuš et al. 1992). Líhnutí mláďat probíhá v období srpna, většinou za 6 – 8 týdnů po nakladení vajec.

Samci bývají teritoriální, boj o teritoria či samice je rychlý a krátký a slouží spíše k zastrašení slabšího jedince. Kanibalismus u tohoto druhu není běžný, ale je známý (Ponec 1968). Potravu tvoří drobní bezobratlí, larvy i dospělci hmyzu, motýli, červi, brouci, příležitostně i jiní bezobratlí, jako např. pavouci.

4.2 Morfologické odlišnosti štramberské populace

Izolovaný výskyt štramberské populace ještěrky zední, ležící na severní hranici areálu rozšíření daného druhu, je sledován od roku 2001. Početnost ještěrek na lokalitě Horní a Dolní Kamenárka se podle recentních odhadů pohybuje kolem 200 jedinců (Veselý & Urban 2006).

Získaná morfologická data ukázala, že je pro populaci charakteristická výrazně nízká frekvence přítomnosti zřetelně vyvinutého masseterica, které zcela chybí nebo je velmi malé a obtížně odlišitelné od okolních štítů. Dále starší výzkum ukázal na nápadně vysokou frekvenci výskytu anomálií v uspořádání štítků pilea. Odlišnosti spočívaly v přítomnosti malých nadbytečných štítků oddělujících částečně nebo úplně párová supranasalia a prefrontalia a dále v rozdělení (často násobném) štítků pilea na menší části (Veselý & Urban 2006). Uvedené anomálie se vyskytovaly u 71,2 % samců a 85,7 % samic (Veselý et al. 2007).

Na morfologické odlišnosti štramberské populace upozorňuje i Zwach (2009). Hlava jedinců je méně plochá než u většiny evropských jedinců, čenich je kuželovitě zaoblený a hlava je mírně vyšší. Dále zmiňuje i variabilitu zbarvení, která je velmi malá na rozdíl od jižní Evropy. V Evropě běžné zbarvení samců hnědošedé až šedé s výraznou síťovou kresbou, je u moravské populace zcela výjimečné. Většinou je zbarvení podobné ještěrce živorodé. Zjištěné anomálie lze chápat jako jedinečný rys nepočetné, izolované, na vápencové skalní stěny vázané populace (Veselý et al. 2007).

4.3 Struktura plazí epidermis a regenerace

4.3.1 Epidermis a její funkce

Epidermis, původem z ektodermu, je nejsvrchnější vrstva kůže. Tvoří vodotěsný ochranný obal kolem povrchu těla a je tvořena vrstevnatým epitelem z dlaždicovitých buněk, pod nimiž je bazální membrána.

Pokožka neobsahuje žádné cévy, a tak je vyživována pouze díky difuzi ze škáry (*dermis*). Čtyři hlavní druhy buněk jsou keratinocyty, melanocyty, Langerhansovy buňky a Merkelovy buňky. Přitom keratinocyty představují až 95% z celkového objemu buněk v pokožce.

Epidermis je rozdělená do mnoha vrstev. Rozlišují se na: *stratum corneum*, která obsahuje 2 typy keratinů a lipidovou vrstvu chránící pokožku před dehydratací (Ripamonti et al. 2009). *Stratum lucidum*, které je pouze v měkké kůži, *stratum granulosum* (3 – 5 vrstev plochých buněk se zrny keratohyalinu), *stratum spinosum* (několik vrstev buněk s vysokým stupněm proteosyntézy) a *stratum basale* (1 vrstva nízkých cylindrických buněk).

Vnější vrstva pokožky (*stratum corneum*) podléhá značnému rohovatění, zvanému keratinizace. Keratinizace je proces ukládání keratinu a lipidových vrstev do svrchní vrstvy epidermis. Tato epidermová rohovina je základem dnešních šupin pocházejících z ektodermu (Gaisler & Zima 2007).

Epidermis plazů má již typickou stavbu všech obratlovců, což představuje trvale se obnovující vrstvu bazálních buněk, které se postupně diferencují do struktury vrstvy rohové. Typická je syntéza dvou druhů keratinů: α – keratin (elastické, ohebné, typické pro třídu savců – vlasy, chlupy), β – keratin (tužší keratin – nehty, šupiny). β – keratiny jsou zodpovědné za mechanickou odolnost šupin u plazů (Toni & Alibardi 2007). Vrstvy α a β – keratinů se u plazů vzájemně překrývají a odlučují se při svlékání (Záhejský 2006). Bez β – keratinové vrstvy by zbývající α – keratinová vrstva neměla dostatečnou tuhost, neodolala by vnějšímu tlaku a podléhala deformacím (Toni & Alibardi 2007).

4.3.2 Regenerace plazí epidermis

Přirozená obnova epidermis u plazů je nesouvislý proces. Epidermis se obnovuje v cyklech a po vytvoření nové kůže se proces obnovy zastaví a přejde do klidové fáze. Obnova kůže při svlékání u ještěrek trvá asi 14 dnů. Pod svrchní vrstvou se vytváří nová vrstva obsahující β , mezo a α vrstvy buněk, které vytvoří novou pokožku. Stejná je i posloupnost histologických změn, která probíhá u regenerované kůže ocasu (Alibardi 2000).

Regenerace šupin v důsledku odpovědi na traumata kůže je u šupinatých běžná. Nové šupiny nejsou stejně pravidelné jako původní a ani geometrické struktury nejsou stejné (Maderson et al. 1978). U mladších jedinců dochází k regeneraci rychleji než u starších jedinců (Seligmann et al. 2003).

4.4 Možné příčiny exogenních změn folidózy

4.4.1 Poranění

Poranění šupin a možná následná změna jejich tvaru po zhojení rány může být způsobena z několika příčin. Jako první důvod může být útok predátora. Při neúspěšném pokusu o ulovení, predátor pouze zraní svou kořist (Seligmann et al. 2003). Hlavním predátorem ještěrky zední je užovka hladká (*Coronella austriaca*, Laurenti 1768). U španělské populace jako další predátoři (kteří mohou být možnými predátory i u naší populace) jsou uvedeni káně lesní (*Buteo buteo*, Linnaeus, 1758), kuna lesní (*Martes martes*, Linnaeus 1758) (Diego – Rasilla 2003). Na Štramberku je možná také predace místními kočkami, které se tam vyskytují v hojném počtu.

K poranění může dále docházet při soubojích samců. Pravděpodobnost boje mezi sousedy, kteří jsou teritoriální a jejich areál teritoria se překrývá, je velmi vysoká (Morrison 1999), ale agresivita samců klesá při novém střetu se starým soupeřem, kdy se samci snaží šetřit energií a předcházejí boji (López & Martín 2002). U samců, kteří jsou agresivní, ale ne striktně teritoriální, dochází k boji při hájení některých oblastí a hlavně samic (López & Marín 2001). Samci dále soupeří v boji o samice v období páření. Také samice mezi sebou mohou bojovat především o přístup ke zdroji potravy. K dalším možným zraněním může docházet mezi samicí a samcem v období páření při sexuálním nátlaku ze strany samce. Sexuální obtěžování samic samcem u něj vyvolává

agresivitu vůči samicím, ale i mladým samcům, kteří jsou potencionální konkurenti (Galliard et al. 2005). U samců je procento zranění větší než u samic, díky vyšší agresivitě. Důležitou roli hraje i velikost těla. Samci mají větší lebky, větší čelistní svaly a tím i sílu kousnutí. Velikost hlavy tedy souvisí s teritoriálními boji mezi samci a bojem o samice a zdroje (Herrel et al. 2007).

Jako poslední faktor způsobující zranění uvádím náročnost terénu. U populace ještěrky zední na Štramberku může docházet k různým oděrkám při neopatrnosti pohybu ve skalním terénu, při útěku před predátorem, nebo při pádu ze skály.

4.4.2 Vlivy prostředí

Morfologie spousty organismů souvisí s jejich životním prostředím (Rocha – Barbosa et al. 2009). Projev jejich genů je přizpůsoben populacím a jedincům tak, aby vyhovoval místním podmínkám (Aubret et al. 2004). Důležité jsou především abiotické vlivy prostředí ovlivňující rychlost a směr embryonální rozdílnosti, jako je např. teplota. Teplotní režimy během ontogeneze mohou ovlivnit fenotypické znaky potomků, jako je velikost těla, šupinatost a asymetrie morfologických vlastností. (Zhdanova & Zakharov 2006). Další důležité faktory prostředí jsou snížené srážky, nadmořská výška a zvýšená teplota, které korelují s vyšším počtem šupin (Brown et. al. 1991) nebo nižším počtem šupin (Lister 1976). Počet a velikost šupin folidózy se liší u jednotlivých ekomorfů téhož druhu v závislosti na prostředí. Populace žijící ve vlhčích a chladnějších podmínkách mají drobnější a početnější šupiny, zatímco populace žijící v suchém prostředí mají velké a dobře se překrývající šupiny (Soulé & Kerfoot 1972), tím zmenšují kožní povrch a množství odpařené vody (Malhotra & Thorpe 1997, Thorpe et al. 2005, Calsbeek et al. 2006, Neilson 2002).

Šupiny mají dále termoregulační funkci, jejich velikost je důležitá při výměně tepla. Ve velmi teplých oblastech jsou šupiny větší, aby lépe usnadnily radiaci a tepelné ztráty, naopak v chladných oblastech jsou hřbetní šupiny malé, aby tepelné ztráty minimalizovaly (Horton 1972).

4.4.3 Parazitace a kožní nemoci

Ektoparaziti jsou vnější cizopasníci, kteří žijí na povrchu kůže a sliznic. Často se živí krví nebo jinými tělními tekutinami. Mezi ektoparazity patří především klíšťata a roztoči. Poškození šupin a kůže mohou vyvolat především roztoči. Tito drobní paraziti se vyskytují na těle plazů ve velkých počtech, kde sají krev a v těchto místech dochází ke vzniku nekvalitních a poškozených šupin (Příloha 4.) (Twentyman 1999). Dále mohou vyvolat záněty kůže a tvorbu vředů (Reardon & Norbury 2004). Starší a větší ještěrky mají větší výskyt ektoparazitů (Christian & Bedford 1995).

Takto poškozená kůže ektoparazity může být vstupem pro jiné mikroorganismy, které způsobují další kožní nemoci. Například mykotický zánět kůže u plazů může způsobit poškození epidermis, dermis a dokonce i podkožních tkání. Dochází ke ztrátě epitelu a vznikající hluboké vředy se mohou dostat až do svalů (Cork & Stockdale 1994). K dalším mykotickým onemocněním patří u plazů „černé tečky“ mezi šupinami, které se projevují většinou v zimě a v lehké formě způsobují narušení svlékání kůže (McCall 1981).

5. Výsledky

Během sledovaného období jsem provedla kolem 40 odchytových akcí (35 nenulových akcí). Vzhledem k výskytu opakovaných odchytů bylo ve vzorku 66 jedinců. Po odečtení reodchytů bylo jedinců celkem 43. Z celkového počtu se prokázalo 15 reodchytů.

Vytvořená databáze fotografických karet navazuje na recentní výzkum ještěrky zední ve Štramberku (Urban 2006), kdy byla vytvořena fotografická databáze 104 jedinců.

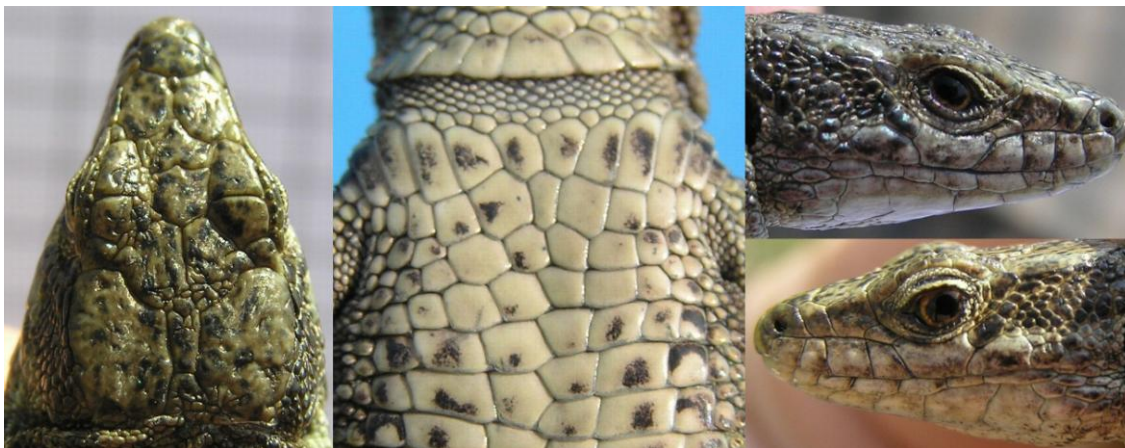
Z nového výzkumu se prokázalo 15 reodchytů, bohužel jsou tyto fotografie od sebe málo časově vzdáleny a změna folidózy na nich není patrná. Po porovnání odchycených jedinců z dřívějšího a nového výzkumu se mi podařilo získat pouze 3 shodné jedince. Z toho pouze jediná analýza fotografie hlavy ze 4 roky staré studie u jednoho adultního samce přinesla doklad o několikanásobné změně štítků pilea během 4 let (Obr. 5., 6., 7.).

Nejčastějším jevem z těchto změn je rozpad plátů na menší segmenty (Obr. 8., 9., 10., 11.), došlo i ke splývání štítků (Obr. 10., 11.). Úplnému rozdělení šupin předcházela výskyt rýh a zářezů zasahujících v různé míře do plochy štítku (Obr. 4.). Rozdíly ve folidóze mohou nastat i ve změně pigmentace, která ale není tak vzácná.



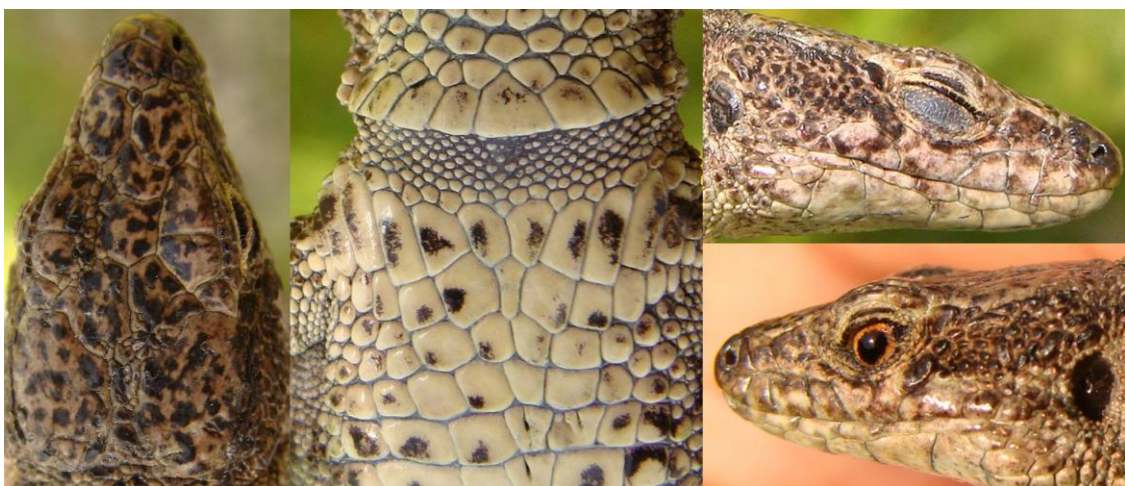
Obr. 4. Výskyt rýh a zářezů.

Samice odchycená na PP Horní Kamenárka v roce 2008.



Obr. 5. Odchycený adultní samec v roce 2005.

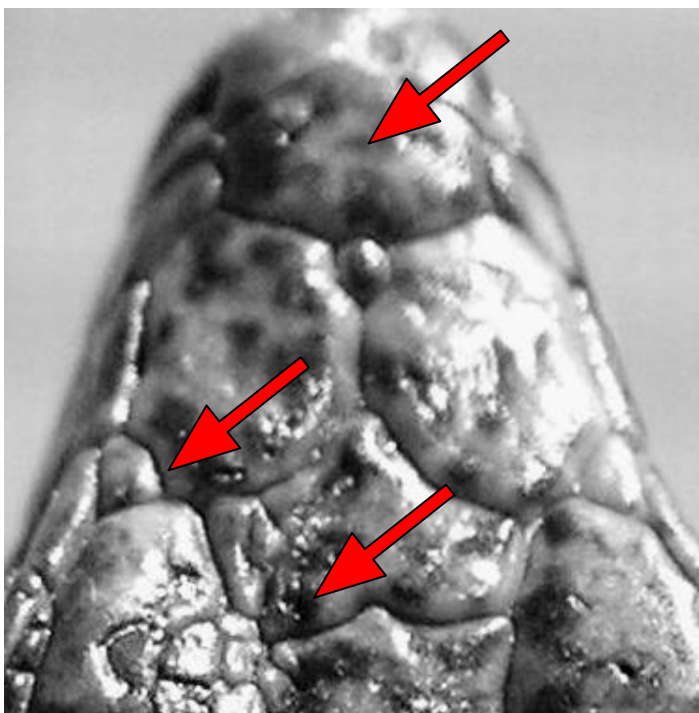
Fotografie pořízená na PP Horní Kamenárka



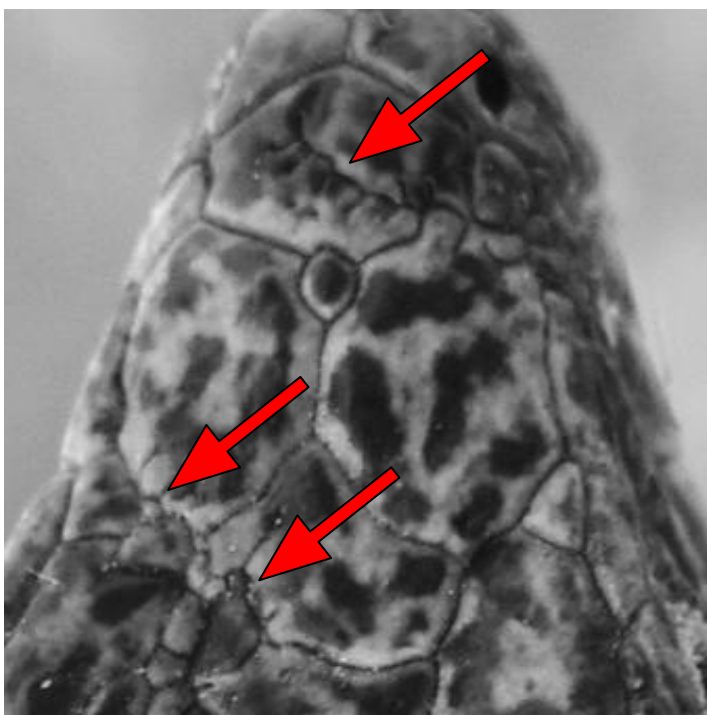
Obr. 6. Tentýž odchycený adultní samec v roce 2009.



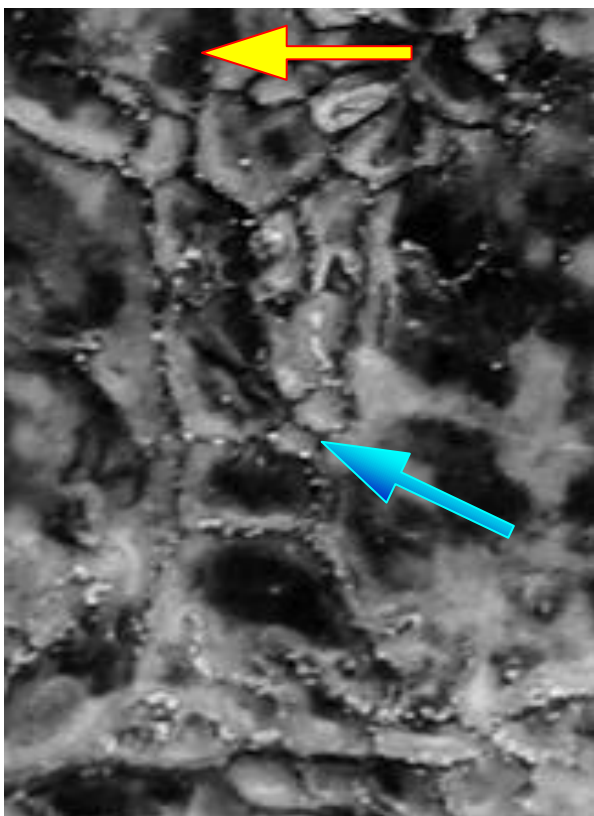
Obr. 7. Zvětšená fotografie pilea stejného jedince v roce 2005 (v pravo) a 2009 (v levo) s viditelnými změnami ve folidóze. Fotografie pořízená na PP Horní Kamenárka



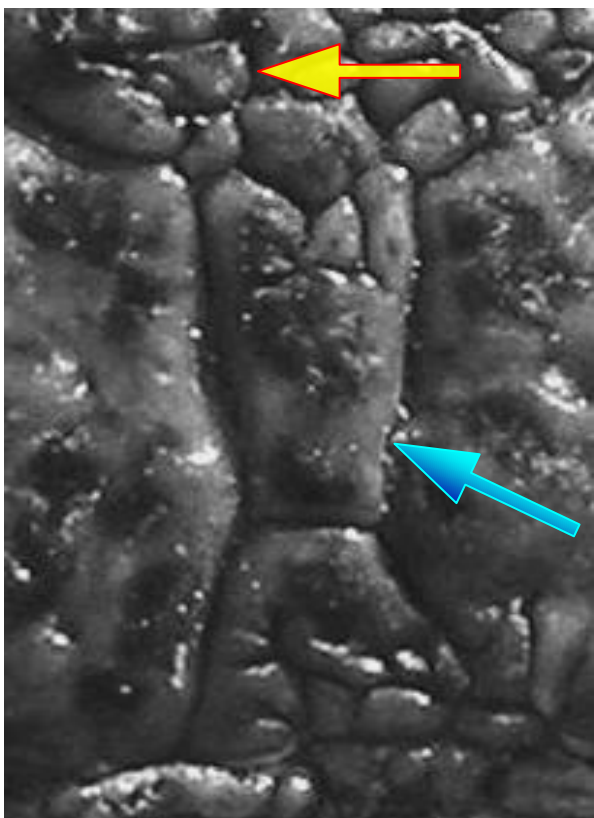
Obr. 8. Rozdělení a zmnožení šupin pilea, rok 2005.



Obr. 9. Rozdělení a zmnožení šupin pilea, rok 2009.



Obr. 10. Rozdělení šupin (žlutá šip. nahoře), splynutí šupin (modrá šip. dole) v roce 2005.



Obr. 11. Rozdělení šupin (žlutá šip. nahoře), splynutí šupin (modrá šip. dole) v roce 2009

6. Diskuze

Metoda individuálního odchyty ještěrky zední na odchyťový prut se osvědčila poměrně dobře. Vzhledem ke skalnímu biotopu tohoto druhu a velké mrštnosti, by jiné metody nebyly vhodné, jako např. různé druhy pastí, odchyt do sítě či ruky. Prut zajistil dostatečnou únikovou vzdálenost pro ještěrky, které takto umožnily přístup zhruba do 3 metrů. Samotného prutu si příliš nevšímalý, pouze se soustředily na odchyťovou osobu. Určitou nevýhodou však někdy může být neopatrnost a prudký pohyb při odchyťu, kdy ještěrky okamžitě vyhledají úkryt (tedy i časová náročnost, trpělivost a dobrý zrak), či špatné utažení drátku kolem krku, při kterém ještěrka vypadne, v nejhorším případě jeho úplné protržení. Tomu se dá zabránit častým měněním drátku (jedno oko na 3 odchyty, ne víc).

Pro výsledky jsou nejdůležitější kvalitní fotografie se zaostřením na zkoumané šupiny. Bez požadované kvality fotografií není možné porovnat změny ve folidóze a fotografická karta odchyťeného jedince nemůže být zařazena do výzkumu.

Identifikační kód, který byl sestaven pro usnadnění dohledání reodchyťených jedinců (podle uspořádání a tvaru šupin pilea), se osvědčil v našem výzkumu dobře. V našem výzkumu odchyty nebyly časově tak vzdáleny, aby se uspořádání šupin pilea změnilo natolik, že by změnily i celý identifikační kód a tím i dohledání reodchyťeného jedince. Problém může nastat ve chvíli, kdy se časová osa odchyťů prodlouží, šupiny pilea se změní natolik, že původní kódy dřívějších odchyťů se nebudou shodovat s novými (jedinec odchyťený např. před 10 lety pravděpodobně bude mít zcela jiné uspořádání šupin pilea a program podle jeho kódu ho vyhodnotí za zcela nového jedince). U menších vzorků cca do 100 jedinců není nutné tuto metodu využít, protože se jedinci ještě dají vizuálně dohledat podle uspořádání hrudních šupin na fotografii, ale je to poměrně zdlouhavé a může dojít k přehlédnutí některé z fotografických karet.

U větších vzorků, kdy je nemožné vizuálně porovnávat každého s každým podle hrudních šupin, je dobré tento postup využít, ale je potřeba brát ohled na možné změny šupin pilea a tím i změny identifikačního kódu.

Jak již bylo zmíněno, počet šupin je skutečně adaptivní znak (Calsbeek et al. 2006). Ontogenetické změny ve folidóze u ještěrky zední byly prokázány. U ještěrky zední může docházet k rozpadu šupin následkem exogenních příčin, jako je poranění predátorem, při soubojích samců v období páření nebo zraněním získaným při pádu či pohybu v drsném terénu skal. K dalším možným činitelům, podílejících se na změně tvaru či deformaci šupin mohou patřit exogenní parazité, mezi které patří především klíšťata a roztoči. Ti způsobují poranění kůže v místech, kde jsou šupiny nejjemnější. U ještěrky zední se napadení klíšťaty sice vyskytuje, ale nepředpokládáme, že by nějak mohlo ovlivnit tvar a vývoj šupin. Oproti tomu napadení roztoči, kteří sají krev, nebo poškozují keratinovou vrstvu, poškození a následné změny ve folidóze pravděpodobně vyvolat může. Mezi poslední exogenní faktor, který může ovlivnit změny folidózy uvádím mykózy kůže. Ty mohou vyvolat poškození epidermis a různé deformace šupin. U naší populace jsme se ale parazitologickým a mikrobiologickým vyšetřením jedinců nezabývali, a proto tuto teorii nemůžeme potvrdit, ale měla by být předmětem dalšího zkoumání v následné diplomové práci.

Naše výsledky ukázaly, že dochází nejenom k rozpadu šupin ale také k jejich splývání. Příčiny splývání šupin nejsou známy, ale mohly by mít souvislost s regenerací pokožky při lehčích poškozeních, kdy nejsou vrstvy epidermis natolik poškozeny, že se dokáží zahojit do původního stavu.

Bruner a Costantini (2007) ve své práci uvádějí, že tvar lebky a svaly ovlivňují tvar šupin na hlavě. Pokud by jsme vycházeli z předpokladu, že lebka a svaly na ní se během života jedince vyvíjejí a rostou, je možné uvažovat, že i toto přispívá k vzniku rozdílů šupin pilea mezi jednotlivci u ještěrky zední. V tom případě by ale větší změny ve folidóze byly pravděpodobně u starších jedinců.

Abiotické vlivy prostředí jako je teplota a vlhkost, které korelují s velikostí a počtem šupin byly prezentovány více autory. Ti zjistili, že populace žijící ve vlhčích a chladnějších podmínkách mají drobnější a početnější šupiny, zatímco populace žijící v suchém prostředí mají velké a dobře se překrývající šupiny (Malhotra & Thorpe 1997, Soulé & Kerfoot 1972, Thorpe et al. 2005, Calsbeek et al. 2006, Neilson 2002). Dále bylo zjištěno ve velmi teplých oblastech jsou šupiny větší, aby lépe usnadnily radiaci a tepelné ztráty, naopak v chladných oblastech jsou hřbetní šupiny malé, aby tepelné ztráty minimalizovaly (Horton 1972). Vzhledem k tomu, že ještěrka zední na Štramберку žije ve velmi teplém a suchém prostředí, je velmi nepravděpodobné, že by jeden z těchto faktorů přispíval k změně či rozpadu šupin folidózy.

Ontogenetické změny mohou být způsobeny i endogenní variabilitou, jejíž příčiny nám v tomto výzkumu nejsou známy.

Tato nestabilita ve tvaru a uspořádání šupin u plazů může mít negativní dopad pro metody, které využívají meristických znaků pro identifikaci jedince. Na toto upozorňuje i Tomovic et al. (2008) ve své práci, kde říká, že není vhodné jejich používání pro taxonomické analýzy, dokud se neobjasní, jak k těmto změnám dochází.

7. Závěr

Změnám folidózy u plazů se začala věnovat zvýšená pozornost teprve v nedávném období. Existuje minimum studií zabývajících se tímto tématem. Více studií se zabývá morfologickými odlišnostmi šupin u plazů v rámci populací a jejich mikrostanovišť.

Jaké jsou příčiny těchto změn je zatím předmětem dalšího zkoumání. Nicméně je určitě vhodné položit si otázku, jaké důsledky bude mít tato nestabilita pro metody, které na meristických znacích postavily základ identifikace jedinců. Ontogenetické změny folidózy u plazů nebyly dosud v České Republice sledovány a určitě si zaslouží pozornost i do budoucna.

8. Reference

Alibardi, L., 2000: Epidermal structure of normal and regenerating skin of the agamine lizard *Physignatus lesueurii* with emphasis on the formation of the shedding layer. *Annales des Sciences Naturelles* 21: 27– 36.

Arnold, E.N., 1989: Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an old – world family of lizards derived from morphology. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.)* 55: 209 – 257.

Aubret, F., Shine, R. & Bonnet, X., 2004: Evolutionary biology: adaptive developmental plasticity in snakes. *Nature* 431: 261 – 262.

Baruš, V., Oliva, O. (ed.) et al., 1992: Plazi – Reptilia. Fauna ČSFR, Sv. 26, Academia, Praha, 224 pp. ISBN 80-200-0082-8.

Bruner, E. & Costantini, D., 2007: Head morphological variation in *Podarcis muralis* and *Podarcis sicula*: a landmark - based approach. *Amphibia – Reptilia* 28: 566-573.

Bruner, E., Costantini, D., Fanfani, A., Dell’Omo, G., 2005: Morphological variation and sexual dimorphism of the cephalic scales in *Lacerta bilineata*. *Acta Zool.* 86: 245 – 254.

Calsbeek, R., Knouft, J.H. & Smith, T.B., 2006: Variation in scale numbers is consistent with ecologically based natural selection acting within and between lizard species. *Evolutionary Ecology* 20: 377 – 394.

Cork, SC., Stockdale PGH., 1994: Mycotic disease in the common New Zealand gecko *Hoplodactylus maculatus*. *NZ Vet. Journal* 42: 144 – 147.

Demek, J. et al., 2006: Zeměpisný lexikon ČR – Hory a nížiny. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 580 pp.

Diego – Rasilla, F. J., 2003: Influence of predation pressure on the escape behaviour of *Podarcis muralis* lizards. *Behavioural Processes* 63: 1 – 7.

Fox, S. F., 1975: Natural selection on morphological phenotypes of the lizard *Uta stansburiana*. *Evolution* 29: 95 – 107.

Fuhn, I. E., Vancea, S., 1961: Reptilia (Tortoase, Sopirle, Serpi). In: *Fauna Republici Populare Romine*. 14/2. Ed. Acad. RPR, Bucuresti, 343 pp.

Gaisler, J., Zima, J., 2007: *Zoologie obratlovců*. Praha Academia, 692 pp. ISBN: 978-80-200-1484-9.

Galliard, J. F., Fitze, P. S., Ferriere, R. & Clobert, J., 2005: Sex ratio bias, male aggression, and population collapse in lizards. *The National Academy of Sciences of the USA* 102 (50): 18231 – 18236.

Herrel, A., McBrayer, L. D. & Larson, P. M., 2007: Functional basis for sexual differences in bite force in the lizard *Anolis carolinensis*. *The Linnean Society of London, Biological Journal of the Linnean Society* 91: 111 – 119.

Horton, D.R. 1972: Lizard scale size and adaptation. *Syst. Zool.* 21: 441 – 443.

Christian, K. A. & Bedford, G. S., 1995: Physiological consequences of filarial parasites in the frillneck lizard, *Chlamydosaurus kingii*, in northern Australia. *Can J Zool* 73: 2302 – 2306.

Lác, J., 1968: Plazy – Reptilia, pp. 315 – 341. In: Oliva, O., Hrabě, S. & Lác, J., 1968: *Stavovce Slovenska*. 1. Ryby, obojživelníky a plazy. SAV, Bratislava, 389 pp.

Lister, B.C. 1976: The nature of niche expansion in West Indian *Anolis* lizards: II. Evolutionary components. *Evolution* 30: 677 – 692.

López, P. & Martín, J., 2001: Fighting rules and rival recognition reduce costs of aggression in male lizards, *Podarcis hispanica*. *Behav Ecol Sociobiol* 49: 111 – 116.

López, P. & Martín, J., 2002: Chemical rival recognition decreases aggression levels in male Iberian wall lizards, *Podarcis hispanica*. Behav Ecol Sociobiol 51: 461 – 465.

Maderson, P.F.A., Baranowitz, S., Roth, S.I., 1978: A histological study of the long – term response to trauma of squamate integument. J. Morphol. 157: 121-135.

Malhotra, A. & Thorpe, R.S., 1997: Microgeographic variation in scalation of *Anolis oculatus* (Dominica, West Indies): a multivariate analysis. Herpetologica 53: 49-52.

McCall PG., 1981: Studies on “Black Spot”, a skin disease of New Zealand Geckos. BSc (Hons) Thesis, Massey University.

Mikátová, B., Vlašín, M. & Zavadil, V. (ed.), 2001: Atlas rozšíření plazů v České republice. Atlas of the distribution of reptiles in the Czech Republic. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno – Praha, 257 pp.

Morrison, S., 1999: Effects of male territoriality and body size on paternity in the alpine water skink (*Eulamprus heatwolei*). B.Sc. Thesis, Australian National Univerzity.

Neilson, K. A., 2002: Evaporative water loss as a restriction on habitat use in endangered New Zealand endemic skinks. J. Herpetol. 36: 324 – 348.

Nilson, G., Andrén, C., 2001: The meadow and steppe vipers of Europe and Asia – the *Vipera (Acridophaga) ursinii* complex. Acta Zool. Acad. Scien. Hung. 47: 87 – 267.

Opatrný, E., 2001: Zoogeografie. PřF UP, Olomouc, 190 pp. ISBN 80-224-0011-1.

Ponec, J., 1978: Zo života plazov. Příroda, Bratislava, 149 pp. In: Baruš, V., Oliva, O. (ed.) et al., 1992: Plazi – Reptilia. Fauna ČSFR, Sv. 26, Academia, Praha, 224 pp. ISBN 80-200-0082-8.

Raerdon, J. T. & Norbury, G., 2004: American Society of Parasitologists. J. Parasitol 90 (6): 1274 – 1278.

Ripamonti, A., Alibardi, L., Falini, G., Fermani, S., Gazzano, M., 2009: Keratin – lipid structural organization in the corneous layer of snake. Wiley Periodicals, Inc. Biopolymers 91: 1172 – 1181.

Rocha – Barbosa, O. & Morales e Silva, RB., 2009: Analysis of the microstructure of Xenodontinae snake scales associated with different habitat occupation strategies. Braz. J. Biol. 69 (3): 919 – 923.

Sanders, K.L., Malhotra, A., Thorpe, R.S., 2006: Combining molecular, morphological and ecological data to infer species boundaries in a cryptic tropical pit viper. Biol. J. Linn. Soc. 87: 343 – 364.

Seligmann, H., Beiles, A. & Werner, Y., 2003: Avoiding injury and surviving injury: two coexisting evolutionary strategies in lizards. The Linnean Society of London, Biological Journal of the Linnean Society 78: 307–324.

Shine, R., Langkilde, T., Wall, M., Mason, T., 2005: The fitness correlates of scalation asymmetry in garter snakes *Thamnophis sirtalis parietalis*. Funct. Ecol. **19**: 306 – 314.

Soulé, M. & Kerfoot W. C., 1972: On the climatic determination of scale size in a lizard. Syst. Zool. 21: 97 – 105.

Steinicke, H., Ulbrich, K., Henle, K., Grosse, W. R., 2000: Eine neue Methode zur fotografischen Individualidentifikation mitteleuropäischer Halsbandeidechsen (Lacertidae). Salamandra, Rheinbach, 36 (2): 81 – 88.

Thorpe, R.S., Reardon, J.T. & Malhotra, A., 2005: Ecotypic differentiation in the Dominican Anole (*Anolis oculatus*). American Naturalist 165: 495 – 504.

Tomović, L., Carretero, M.A., Ajtić, R. & Crnobrnja-Isailović, J., 2008: Evidence for post-natal instability of head scalation in the meadow viper (*Vipera ursinii*) - patterns and taxonomic implications. Amphibia – Reptilia 29(1): 61 – 70.

Toni, M. & Alibardi, L., 2007: Soft epodermis of a scaleless snake lacks beta – keratin. *European Journal of Histochemistry* 51 (2): 145 – 151.

Twentyman, C., 1999: Diseases in New Zealand reptiles. *Surveillance* 26 (4): 3 – 5.

Urban, P., 2006: Biologická a ekologická charakteristika populace ještěrky zední, *Podarcis muralis* na lokalitě Horní a Dolní Kamenárka ve Štramberku. Diplomová práce, PřF UP, Olomouc, Katedra zoologie a antropologie, 64 pp.

Veselý, M., & Urban, P., 2006: Nové poznatky o populaci ještěrky zední *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) na Štramberku. *Herpetologické informace* 5 (1): 11 – 13.

Veselý, M., Urban, P. & Moravec, J., 2007: Poznámky k morfologii ještěrky zední (*Podarcis muralis*) ze Štramberku [Notes on morphology of Common Wall Lizard of the Štramberk population]. *Herpetologické informace* 6 (1): 11-12.

Záhejský, J., 2006: Zevní dermatologická terapie a kosmetika. Grada Publishing, a. s., Praha, 136 pp. ISBN: 80-247-1551-1.

Zhdanova, N.P., Zakharov, V.M. 2006: Developmental stability of sand lizard (*Lacerta agilis* L.) under optimal and non – optimal conditions. In: Mainland and insular lacertid lizards. A Mediterranean perspective, p. 211 – 220. Corti, C., Lo Cascio, P., Biaggini, M., Eds, Florence, Firenze University Press.

Zwach, I., 2009: Obojživelníci a plazi České Republiky. Grada Publishing, a. s., Praha, 496 pp. ISBN: 978-80-247-2509-3.

9. Obrazová příloha



Příloha 1: PP Horní Kamenárka, střední terasa.



Příloha 2: PP Horní Kamenárka, dolní část lomu.



Příloha 3: Podarcis muralis, PP Horní Kamenárka.



Příloha 4: Odřeniny na šupinách pilea, způsobené pravděpodobně následkem zranění nebo napadení parazitem.