

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Určování stáří u křečka polního

Lada Zemanová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Biologie a ekologie

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Olomouc 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením
Mgr. Jana Losíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 26. července 2015

.....
Podpis

Zemanová L. 2015: Určování stáří u křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 40 s., česky.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na nejpoužívanější metody pro odhad věku různých skupin obratlovců. U ryb můžeme stáří odhadnout počítáním ročních známek růstu v kalcifikovaných strukturách, jako jsou šupiny, otolity, ploutevní paprsky. Na šupinách se tvoří letokruhy tak jako u dřevin. U plazů a obojživelníků se k odhadu věku využívá metoda zvaná skeletochronologie založená na základě počítání růstových linek vytvořených zejména v dlouhých kostech. U ptáků je metod více díky popularitě ornitologie. V terénu se přibližné stáří odhaduje nejčastěji podle zbarvení peří a přepeřování. U pěvců se dá stanovit míra pneumatizace lebky a tak odlišit tohoto ptáka od adulta. U volně žijících savců je určení stáří nejdůležitější. Savci jsou nejvíce využíváni lidmi pro obživu a sport. Proto je tedy na místě stanovit počet dospělých jedinců v populaci. Díky vlastnostem o věkovém složení určité populace můžeme lépe porozumět demografickým údajům a dynamice této populace. Ve studiích o věku savců jsou často přezkoumávány metody určení věku podle hmotnosti oční čočky, penisové kosti, zvětšení velikosti těla nebo zarůstání lebečních švů. Nejstarší a nejvyužívanější metodou pro odhad věku je studium opotřebení chrupu neboť se abraze zvyšuje s věkem.

Cílem vlastního výzkumu je studium populace křečka polního v přírodní populaci na okraji Olomouce metodou zpětného odchyty značených jedinců. Uvést základní charakteristiku studovaného druhu se zaměřením na prořezávání chrupu u mladých jedinců a studium opotřebení stoliček u dospělých křečků.

Klíčová slova: věk, savci, opotřebení zubů, prořezávání chrupu, *Cricetus cricetus*, obratlovci

Zemanová L. 2015: Age determination in the common hamster [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 40 pp., in Czech.

Abstract

This bachelor thesis is focused on the most commonly used methods for estimating the age of the different groups of vertebrates. We can estimate the age of fish by counting annual growth marks in calcified structures, such as scales, otoliths and fin rays. On scales there are rings similar to trees. To estimate the age of Reptiles and amphibians we use a method called skeletochronology based on the counting of the growth lines found especially in the long bones. For birds, there are more methods because of the popularity of ornithology. In the field the approximate age estimation is made by plumage coloration and moult. For singers, the age can be determine by the degree of skull pneumatization and thus to distinguish theearlings and adults. The age determination of the wild mammals is the most important. Mammals are used mostly as food and for hunting. Therefore it is important to determine the number of adults in the population. Due to the properties of a certain age composition of the population, we can better understand demography data and dynamics of given population. Age of mammals can be determinated by various methods as the weight of eye lens, baculum size, body size and occlusion of cranial sutures. One of the oldest and the most used method for estimating the age is the study of tooth wear. The teeth abrasion increases with age.

The aim of my research was to study the population of the European Hamster by re-capture of marked individuals in natural populations on the outskirts of Olomouc. I focused on presenting basic characteristics of the studied species, on pruning teeth of young individuals, and on molar wear of adult hamsters.

Key words: age, mammals, tooth wear, eruption of teeth, *Cricetus cricetus*, vertebrates

Obsah

Seznam obrázků	viii
Poděkování.....	x
1. Úvod.....	1
2. Cíle	3
3. Určování věku obratlovců	4
3.1. Určování věku ryb	4
3.1.1. Metody používané k určení věku u ryb	4
3.1.2. Určení stáří podle šupin	5
3.1.3. Určení stáří podle otolitů, operculare a obratlů	5
3.1.4. Určení věku podle hřbetních trnů	6
3.2. Určení věku plazů a obojživelníků metodou skeletochronologie.....	6
3.3. Metody používané k určení věku u ptáků.....	8
3.3.1. Krátce po vyklubání.....	9
3.3.2. Rozpoznání věku podle zbarvení	9
3.3.3. Odlišení stáří podle tvaru per.....	10
3.3.4. Určení stáří podle přepeřování.....	11
3.3.5. Opotřebení peří	12
3.3.6. Růstové proužky	12
3.3.7. Pneumatizace lebky	14
3.3.8. Zbarvení oční zorničky	15
4. Přehled metod stanovení věku u savců	16
4.1. Stanovení věku založené na zvětšení velikosti těla.....	16
4.2. Určení věku na základě penisové kosti	16
4.3. Stanovení věku podle suché hmotnosti oční čočky.....	18

4.4. Stanovení věku pomocí lebečního materiálu.....	20
4.4.1. Zarůstání lebečních švů	20
4.4.2. Stanovení věku podle opotřebení zubů a počtu přírůstkových vrstev sekundárního zubního cementu	20
4.5. Využití uzavření epifýzy k určení věku.....	24
5. Určování věku u křečka polního	26
5.1. Obecná charakteristika studovaného druhu	26
5.1.1. Reprodukce křečka polního	27
5.1.2. Postnatální vývoj mláďat	28
5.1.3. Prořezávání chrupu	29
6. Vlastní pozorování	31
6.1. Materiály a metody.....	31
6.2. Výsledky.....	32
7. Souhrn	34
8. Literatura	35

Seznam obrázků

Obrázek 1: Příčný řez hřbetní ploutve páteře 5 let starého <i>Plectropomus leopardus</i> . Mezikruží jsou označeny býlími tečkami (převzato Hobbs et al. 2014).....	6
Obrázek 2: Příčný řez článků prstu dospělého samce <i>Hynobius nebulosus</i> (Amphibia, Urodela). Šipky – pět růstových linií, ML – metamorfozní linie (převzato z Ento & Matsui 2002).	8
Obrázek 3: Přehled věkových skupin racků (převzato ze Svensson et al. 2009).	10
Obrázek 4: Spodní ocasní krovka juvenilního (a) a postjuvenilního (b) opeření (převzato z Hromádka et al. 2001).....	11
Obrázek 5: Tři dvojice krajních RP, juvenilní (a) a postjuvenilní (b) generace (převzato z Hromádka et al. 2001).....	11
Obrázek 6: Pravidelný vzor růstových proužků na rýdovacích perech (převzato z Hromádka et al. 2001).....	13
Obrázek 7: Pravidelný vzor růstových proužků na vykrojeném ocase (převzato z Hromádka et al. 2001).....	13
Obrázek 8: Nepravidelný vzor růstových proužků na rýdovacích perech (převzato z Hromádka et al. 2001).....	14
Obrázek 9: Průběh pneumatizace lebky (A - nepneumatizovaná, B, C, D - částečně a E - plně pneumatizovaná lebka.; 1 - hlavní typ průběhu pneumatizace, 2 - alternativní typ průběhu (kos černý, drozd zpěvný aj.). Převzato z Hromádka et al. 2001.	15
Obrázek 10: Baculum dospělé vydry severoamerické (<i>Lutra canadensis</i>) a) boční pohled b) ventrální strana (převzato z Friley 1949).....	18
Obrázek 11: Pět kategorií abraze stoliček a řezáků u jezevce lesního. Křížky ukazují ostré vrcholy a tmavé oblasti představují zbrošenou plochu zubu. Kategorie 0 odpovídá přibližně 0 – 1 rok, kategorie 0,25 je 1 – 2 roky, kategorie 0,5 je 3 – 4 roky, kategorie 0,75 je 7 – 8 let a kategorie 1 odpovídá věku více než 8 let (převzato z Delahay et al. 2011).....	22
Obrázek 12: Postup opotřebení premolárů a stoliček u pekari páskovaného (Pecari tajacu). A) < 1 rok, B) 1 rok, C) 2 roky, D) 4 roky, E) 6 let, F) 8 let, G) 10 let, H) ≥ 12 let (převzato z Villa et al. 2003).....	23

Obrázek 13: Odhad věku u zajíce polního (<i>Lepus europaeus</i>) podle hrbolku nad epifýzou. A) mladý zajíc B) dospělý zajíc.	25
Obrázek 14: Prořezávání zubů od věku 9 až 50 dní. Horizontální plná čára – povrch/hranice dásně, horizontální přerušovaná čára – povrch/hranice čelisti. Jednotlivé stoličky brány zleva: M ₁ , M ₂ , M ₃ (převzato Vohralík 1975).	30
Obrázek 15: A) Dokumentace opotřebení chrupu u narkotizovaného křečka B) detail abraze chrupu horních stoliček (M ₁ , M ₂ , M ₃ – není vidět) – věková kategorie 4, podle odchytové historie je křeček starý tři roky.	32
Obrázek 16: Prořezávání chrupu v horní a dolní čelisti u křečka polního. A) 19 dní B) 40 dní C) ≥ 50 dní	33

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Janu Losíkovi, PhD za odborné vedení, pomoc, čas, ochotu a za cenné připomínky v průběhu psaní celé práce. Za rady a pomoc při terénním výzkumu bych chtěla poděkovat Mgr. Ivaně Petrové a Mgr. Martině Bendové. Za pomoc s citacemi děkuji Mgr. Jakubu Vránovi. Také bych chtěla poděkovat rodičům za podporu při celém tříletém bakalářském studiu. Největší dík patří Michalu Šandorkovi za pomoc s překladem odborných článků a za psychickou podporu při celém studiu.

1. Úvod

Demografické studie a životní historie živočichů se v dnešní době neobejdou bez určení věku studovaných jedinců. Určení věku je u volně žijících jedinců obtížné, protože živočicha často nestudujeme od počátku jeho života. Určení věku můžeme považovat za jeden ze základních předpokladů pro pochopení mnoha aspektů života zvířat. Bez údajů o věku jedince jen těžko můžeme stanovit počet dospělých živočichů v populaci a tempo růstu populace (Morris 1972). Dále údaj o věku přispívá k porozumění ekologie, populační struktury a dynamiky populací. Nicméně u divokých populací není snadné určit přesné stáří, zejména u dospělých jedinců, přestože mohou být odchyceni a zkoumáni (Delahay et al. 2011). Přítomnost jedinců neznámého věku může zmařit odvození a analýzu demografických údajů (Conn & Diefenbach 2007), což má za následek nepřesné odhady parametrů populace. Přítomnost živočichů neznámého věku bude rovněž překážkou při studiu příbuzenských vztahů za pomoci genetických metod, protože bez znalosti stáří nelze u daných jedinců identifikovat, zda jsou potomci nebo rodiči ostatních jedinců (Delahay et al. 2011).

K určování věku byla vyvinuta řada metod, jejichž využitelnost je závislá na biologii druhu. Například studium stavu opotřebení nebo i abraze chrupu, slouží jako ukazatel věku u mnoha druhů savců a to zejména u hlodavců, šelem a kopytníků (Hancox 1988).

Na zubech je řada znaků, které jsou využívány při taxonomickém hodnocení jednotlivých druhů savců, protože jsou specifické svým počtem a tvarem. Zuby jsou velmi trvanlivé a dobře odolávají vlivům vnějšího prostředí, takže je můžeme studovat také z fosilního materiálu (Gaisler & Zima 2007). Určení stáří organismů je nedílnou součástí paleontologických nálezů, kdy nám tento údaj může přinést informace o celkovém zdravotním stavu, reprodukční historii a vlivu faktorů prostředí na růst jedince (Musil 2014).

Věk lze určit přesně u živočichů v zajetí nebo u domácích zvířat, pokud víme, kdy se který jedinec narodil. Například v zoologických zahradách se k tomuto účelu využívá přesná evidence. V některých případech mohou mít živočichové ekvivalent "rodného listu", to je případ zejména domestikovaných živočichů, u kterých jsou

vedeny plemenné knihy. Tyto záznamy mohou poskytnout cenná data pro tvorbu životních tabulek a studium efektů stárnutí, jako je např. vliv věku samců na délku života jejich potomků. U divokých zvířat nejsou k dispozici žádné takové písemné rodné listy, a proto je třeba hledat určité známky věku nebo biologické záznamy v průběhu času (Morris 1972).

V mnoha činnostech prováděných v přírodě jako je například myslivost, ornitologie a další se dá věk a také pohlaví jedince odhadnout v terénu aniž bychom museli živočicha chytat, měřit, či uspávat. Člověk, který tento odhad věku provádí, musí mít zodpovědný přístup a být zkušený pozorovatel (Vančatová 2009).

Odhad věku se provádí zejména u živočišných druhů, které jsou často vědecky zkoumány. Metody k určování věku mnohou být např. na základě vnějších znaků, jako je stavba těla, tvar a nesení hlavy s krkem, zbarvení hlavy, barva peří, fyzická síla, kondice a chování jedince. V tomto případě se věk neurčuje přesně, ale jedince řadíme pouze do určité věkové třídy.

2. Cíle

V této práci bych chtěla uvést stručný přehled hlavních metod určování věku u vybraných skupin obratlovců. Podrobněji rozeberu způsoby určování věku u savců a na vybraných druzích uvedu příklady použití některých metod.

Dále nastíním možné způsoby určování věku u křečka polního a uvedu své dosavadní zkušenosti s použitím těchto metod v terénu.

3. Určování věku obratlovců

3.1. Určování věku ryb

U ryb je určení věku obtížnější, protože máme odepřeno přímé pozorování. Ryby žijí skrytě ve všech druzích vod (Watson 1967). Ryby řadíme mezi poikilotermní živočichy, což znamená, že nejsou schopni udržet stálou tělesnou teplotu a teplota těla kolísá s teplotou vody (Gaisler & Zima 2007). S teplotou vody také souvisí intenzita růstu, ale také aktivita trávicích enzymů a úroveň metabolismu ryby. Ryby mají specifickou vlastnost a to je tzv. otevřený růst, rostou po celý čas svého života na rozdíl od ptáků, savců, obojživelníků. Při dosažení pohlavní dospělosti se růst částečně zpomaluje, díky větší spotřebě energie na tvorbu pohlavních buněk, ale růst v menší míře nadále pokračuje. Velmi důležitou otázkou z ichtyologického hlediska a rybářského obhospodařování je, jakého maximálního věku mohou dosáhnout volně žijící rybí druhy. Každý druh má však svoji specifickou věkovou hranici. Obecně můžeme říci, že druhy dorůstající menší velikosti (ouklej obecná, slunka obecná, střevle potoční apod.) jsou krátkověké na rozdíl od rybích druhů dosahujících velkých rozměrů (Spurný 1998).

Stanovení stáří ryb a jejich růst je zásadní v biologii a řízení rybolovu, kdy musíme vytyčit lovnou míru konkrétních druhů tak, abychom zbytečně neusmrtili juvenilní jedince, kteří ještě neměli možnost se vytříit a předat své geny dál (Sedaghat et al. 2013). Pro získání optimálního výtěžku velikosti ryb z populace, je třeba znát věkovou strukturu, tempo růstu, kapacitu pro výměnu a ztráty prostřednictvím přirozených příčin (Watson 1967). Věkové studie nám mohou poskytnout další základní údaje, jako jsou věk při prvním tření, třecí frekvence, individuální a základní reakce na změny v prostředí (Sedaghat et al. 2013).

3.1.1. Metody používané k určení věku u ryb

Věk ryb je možné určovat nepřímo podle velikosti, kdy jedince na základě délky těla přiřazujeme k určitým věkovým třídám nebo přímo (individuální věk) počítáním ročních známek růstu v kalcifikovaných strukturách (Gaamour & Khemiri 2005). Metody k určení věku ryb se zakládají na pravidelnosti jejich růstu v jednotlivých ročních obdobích, kde jsou pozorovatelné v podobě střídajících se širších zón letního

přírůstku s užšími zónami zimního přírůstku (Spurný 1998). Roční známky růstu se viditelně projevují na vápnitých strukturách (Gaamour & Khemiri 2005). Tyto struktury, které kódují informaci o věku, jsou šupiny, otolity, operculární kosti, těla obratlů páteře a první tvrdý ploutevní paprsek prsní ploutve (Gaamour & Khemiri 2005, Spurný 1998, Stevenson & Campana 1992). Výběr nejvhodnější struktury k posouzení věku se však může lišit mezi jednotlivými druhy (Khan et al. 2011) a zeměpisnými lokalitami (Khan et al. 2013).

3.1.2. Určení stáří podle šupin

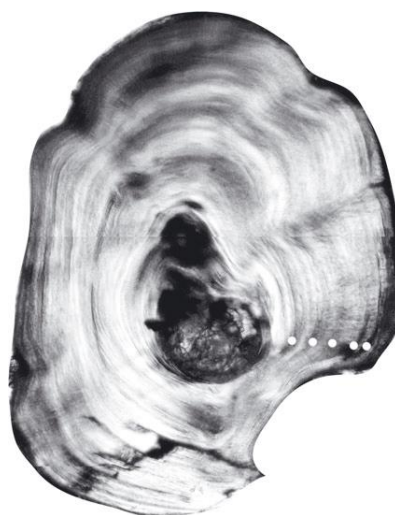
Na šupinách ryb se tvoří tzv. letokruhy stejně tak jako u stromů (Watson 1967). Z této informace můžeme odhalit údaje o stáří, ale také profil teploty prostředí. Mírný růst v chladnějších vodách, tedy v zimním období bude zobrazen na šupinách v podobě hustších prstenců označovaných jako sklerity (tmavé zóny), zatímco rychlejší růst bude viditelný na šupině pozicí kruhů dál od sebe (světlé zóny). Vytvořená hranice mezi letním a zimním přírůstkem se nazývá annulus. Při sečtení skleritů-tmavých zón dostaneme přibližný věk ryby. Bohužel, kruhové počítání ne vždy odhalí skutečný věk. Díky proměnlivému životnímu prostředí může ryba trpět stresem např. při kolísání výživy během letního období nebo zastavení růstu vlivem teplotních změn, popřípadě znečištění vody a onemocnění ryby se projeví přidáním tzv. falešného annulu (Watson 1967, Spurný 1998). Falešný annul většinou neprochází po celém obvodu rybí šupiny a chybí také charakteristická rýha (Spurný 1998). Například u tresky skvrnitě (*Melanogrammus aeglefinus*) byl tento falešný prstenec pozorován po převodu ryby z oceánu do akvária (Watson 1967).

3.1.3. Určení stáří podle otolitů, operculare a obratlů

Pokud jsou šupiny nečitelné nebo u rybích druhů bez šupin např. sumec velký (*Silurus glanis*), vranka obecná (*Cottus gobio*) se využívá ke stanovení věku metoda otolitů (Spurný 1998). Otolity jsou tzv. sluchové kaménky, orgány rovnováhy a sluchu nacházející v ušním labyrintu mozkovny. Jsou tvořeny z minerálních látek především z uhličitanu vápenatého (Watson 1967). U otolitů je výhodou, že nepřidávají žádné přírůstky ve stresových podmínkách. Nicméně existuje také nevýhoda analýzy otolitových mikrostruktur a tou je že, ryba musí být zabita. Technika využití otolitových struktur je metodicky a časově náročnější a vyžaduje odbornou přípravu (Stevenson & Campana 1992). Otolity s nejasnými letokruhy se zbrušují brusným papírem, aby bylo mezikruží více zřetelné (Khan et al. 2011, Khan et al. 2013).

3.1.4. Určení věku podle hřbetních trnů

Získání otolitů vyžaduje sběr a obětování mnoha jedinců, což je nežádoucí pro chráněné druhy či ekonomický nebo rekreační význam. Proto je využití neletální techniky velmi přínosné pro odhad věku u zranitelných druhů. K neletálnímu odhadu stáří ryb byly vybrány šupiny, ploutevní paprsky a hřbetní trny. Studie u kanice pardálího (*Plectropomus leopardu*) obývajících korálové útesy uvedla, že odstranění hřbetního trnu má minimální vliv na jeho přežívání nebo růst. Kanic pardálí je téměř ohrožený a zranitelný v důsledku snížení velikosti populace (IUCN 2012), což zvyšuje potřebu neletální metody odběru vzorků. Hřbetní trny jsou přítomny ve všech fázích života a mají viditelné přírůstky (obr. 1), které odpovídají počtu otolitových mezikruží (Hobbs et al. 2014).



Obrázek 1: Příčný řez hřbetní ploutve páteře 5 let starého *Plectropomus leopardus*. Mezikruží jsou označeny bílými tečkami (převzato Hobbs et al. 2014).

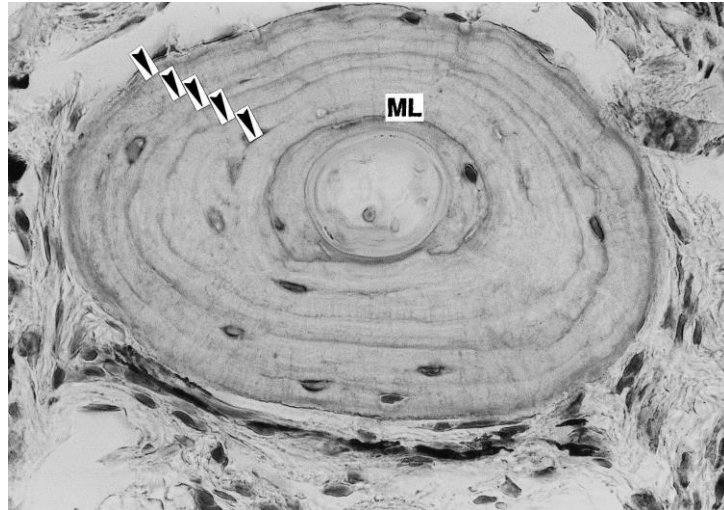
3.2. Určení věku plazů a obojživelníků metodou skeletochronologie

Plazi vykazují pozitivní korelaci mezi věkem a velikostí těla. Tímto způsobem můžeme odvodit věk živočicha od jeho velikosti. Na druhou stranu se míra růstu často mezi jednotlivci liší a praxe ukazuje, že tato metoda může vést k falešným výsledkům. Odhad věku na základě velikosti jedince může obsahovat závažné chyby. Důvodem je rozdílná rychlost růstu mezi populacemi, jedinci z téže populace i mezi samci a samicemi. Tudíž jakákoliv snaha odvodit stáří živočicha na základě jeho velikosti by měla být provedena s opatrností a brána pouze jako hrubý odhad.

Problém může být ještě více komplikovaný, protože plazi a obojživelníci jsou ektotermní živočichové, kteří jsou silně závislí na vnějších podmínkách, například na teplotě (Borczyk & Pasko 2011). Roční růst u ještěrek pozitivně koreluje s aktivitou a větší dostupnost jídla může zvýšit tempo růstu, zatímco rozmnožování může tempo růstu snížit. Proto nemůže být velikost těla použita jako přesný a spolehlivý indikátor věku. Odhad věku s použitím rozložení velikosti těla je považován za přesnou metodu pro předpověď věku, jen do té doby, dokud není dosaženo pohlavní dospělosti (Piantoni et al. 2006).

Skeletochronologie se stala standardní metodou pro odhad věku u mnoha obratlovců na základě počtu růstových značek uložených v kostech (Piantoni et al. 2006). Tato metoda je založena na počtu růstových linek, vytvořených v kostech plazů v důsledku sezónních růstových procesů (Arakelyan et al. 2013). K tomuto účelu se využívají histologické řezy stehenních nebo pažních kostí. Možné je i použití článků prstů (obr. 2), které poskytují praktické výhody. Touto výhodou je především rychlost v provedení a využití této struktury nemusí být smrtelné, jak je tomu u ostatních dlouhých kostí. Vzhledem ke své malé velikosti, je možné vytvořit četné sériové úseky, což umožňuje lepší vyhodnocení (Guarino et al. 2004). Pro pozorování růstových značek se kostní řezy odvápnují roztokem kyseliny dusičné a poté se barví hematoxylinem (Borczyk & Pasko 2011). Růstové značky se tvoří až po prvním přezimování (Misawa & Matsui 1999), ale chybí u zvířat narozených v zajetí (Piantoni et al. 2006). Tato linka vzniká u plazů v období zimního spánku. Tyto struktury jsou viditelné ve formě kroužků, které vykazují místní osteogenezi, která je dočasně zastavena (Tok et al. 2013). Linie růstu nemusí být vytvořeny jen při zimování. Ukazuje se však, že linie se mohou vytvořit také během období sucha, klesající teploty, za snížené dostupnosti potravy a během letního spánku (Khonsue et al. 2000).

Uplatnění skeletochronologie má však jednu nevýhodu. Kosti rostou do šířky tzv. apozicí z hlubokých vrstev periostu a endostu. Aby byl zachován tvar a proporce rostoucí kosti, je proces apozice doplněn procesy resorpce (odbourávání) kosti, při kterém dochází i k její celkové remodelaci. Při resorpci se mohou některé růstové linie odbourat. Proto k určení věku nestačí spočítat tyto linie, ale musí se zjistit, jestli některé nebyly odbourány (Khonsue et al. 2000).



Obrázek 2: Příčný řez článků prstu dospělého samce *Hynobius nebulosus* (Amphibia, Urodela). Šipky – pět růstových linií, ML – metamorfozní linie (převzato z Ento & Matsui 2002).

3.3. Metody používané k určení věku u ptáků

Určování věku je důležité pro nejrůznější studie a proto musíme věk sledovaných jedinců určit správně. Tato informace nám podává mnoho ukazatelů o životě ptáků, jejich mortalitě, sociálním postavení, reprodukční úspěšnosti a zkušenostech souvislými s načasováním migrace (Procházka et al. 2012).

Díky velkému rozvoji a popularitě ornitologie existuje dnes řada způsobů určování věku u ptáků (*Aves*). Vedle mnohdy jasně rozdílného zbarvení těla (Svensson et al. 2009) bývá věk ptáků často determinován také na základě pneumatizace lebky, tvaru a zbarvení per či třeba podle stupně a doby přepeřování mezi jednotlivými šaty (Hájek 1985, Svensson 1992, Hromádko et al. 2001, Jenni & Winkler 1994).

V některých případech (např. řada rákosníků rodu *Acrocephalus*) se staří určuje také podle skvrnění jazyka (Svensson 1992, Hromádko et al. 2001). Dále pak (př. jestřáb lesní, pěnice pokřovní) je možné používat též zbarvení oka (Hájek 1985, Svensson et al. 2009).

3.3.1. Krátce po vyklubání

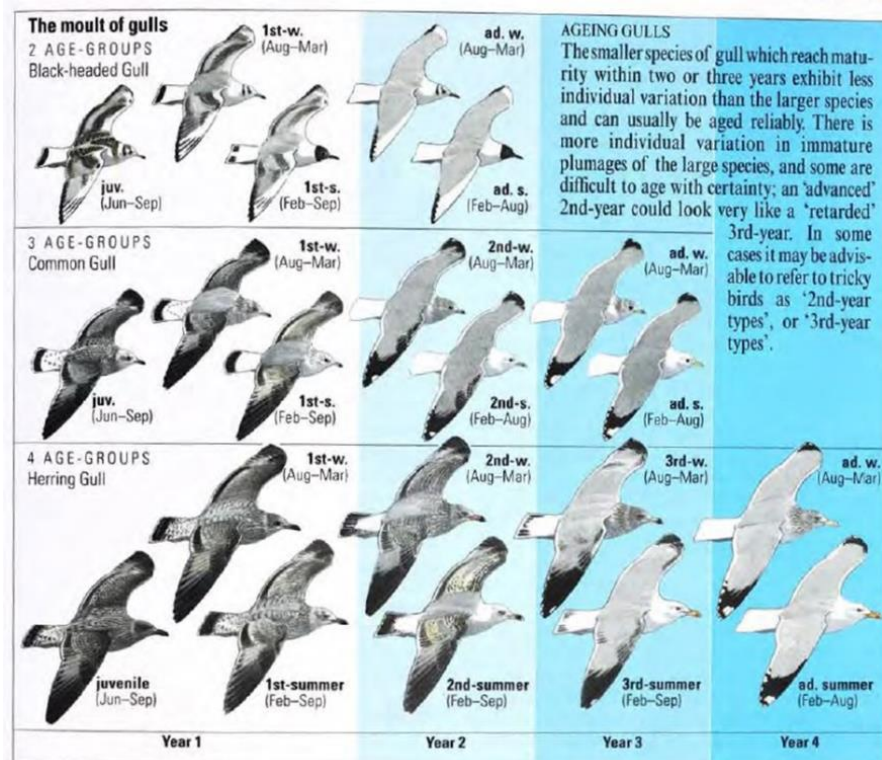
- A) Atriciální (krmivá mlád'ata) – tyto mlád'ata se rodí téměř holá, postupně jim dorůstá prachové peří, později se začínají objevovat i krycí pera např. pěvci (*Passeriformes*).
- B) Nidifugní (nekrmivá mlád'ata) – tyto druhy ptáků se líhnou vyspělejší již s prachovým peřím po celém těle, krycí peří ale také dorůstá až během vývoje např. hrabaví (*Galliformes*); (Gill 2006, Veselovský 2001).

3.3.2. Rozpoznání věku podle zbarvení

V některých případech se staří určuje pouze přiřazením do věkové třídy. U řady ptáků např. kachny (*Anatidae*), pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*) připomínají mlád'ata zbarvením spíše samice nebo dospělé v prostém šatě. Jindy můžeme nalézt rozdílné zbarvení oproti dospělým (Svenson et al. 2009).

Například velcí rackové rodu *Larus*, mají bílý podklad, který je po téměř celém těle pokryt tmavým šedivým skvrněním, též označován jako šat 1. roku nebo jako 1K (1. kalendářní rok), křídelní krovky a lem ocasu je tvořen tmavými pruhy. V šatě druhého roku se objevuje světle šedé (adultní) zbarvení na hřbetě, které v šatě následujícího roku přechází již z velké části do šatu dospělého (obr. 3). Zůstává jen několik juvenilně zbarvených per na křídlech a na ocase. To však nemusí vždy přesně odpovídat skutečnému stáří (Svenson et al. 2009, Vavřík 2001).

Někdy jsou rozdíly ve zbarvení peří patrné lépe až při blízkém kontaktu (např. kroužkování) – př. drozdovití (*Turdidae*) – zpočátku mají peří silně kropenaté, obvykle však dochází rychle k přepeření a kropenatá zůstávají již pouze některá pera většinou na velkých krovkách (Hromádko et al. 2001).



Obrázek 3: Přehled věkových skupin racků (převzato ze Svensson et al. 2009).

3.3.3. Odlišení stáří podle tvaru per

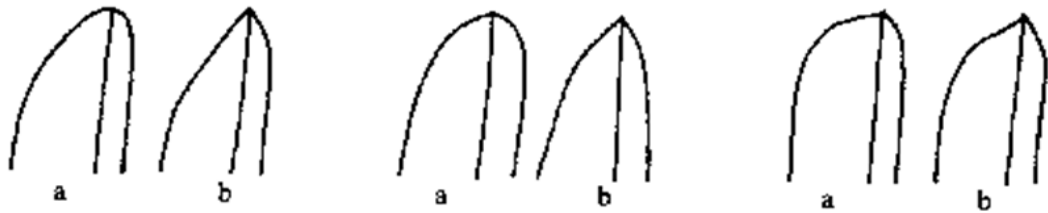
Při určování stáří ptáků je nutná dobrá znalost rozdílů juvenilního opeření neboli první generace úplných per, která se liší v řadě vlastností od per následujících generací.

Největší rozdíl ve stavbě juvenilních per nalzáme zejména u per obrysových, která jsou v porovnání s pery dalších generací jemnější, jednotlivá pera jsou měkčí. Složení paprsků a větví je méně souvislé a pevné, pera dávají řidší vzhled (obr. 4). Některé partie u mladých ptáků obrůstají peřím poměrně pozdě a někdy nedosáhnou obvyklé hustoty, především spodiny křídla a podpaží.

K určování stáří lze také využít charakteristický tvar některých juvenilních per a to per rýdovacích (obr. 5) a ručních krovek. Tímto způsobem se určuje stáří především u druhů, které nemají celkové postjuvenilní pelichání. Juvenilní rýdovací pera jsou více vystavena opotřebení oproti dalším generacím. Celkově mají užší vzhled a ke konci jsou zašpičatější s matnějším odstínem (Hromádka et al. 2001).



Obrázek 4: A) Spodní ocasní krovka juvenilního B) postjuvenilního opeření (převzato z Hromádka et al. 2001).



Obrázek 5: Tři dvojice krajních rýdovacích per A) juvenilní B) postjuvenilní generace (převzato z Hromádka et al. 2001).

3.3.4. Určení stáří podle přepeřování

Nutnou podmínkou pro určování stáří ptáků je podrobná znalost průběhu pelichání. Pelicháním rozumíme pravidelnou obměnu opeření, které udává typický životní projev každého ptačího druhu. Přepeřování je důležité pro zachování základních funkcí opeření, které slouží především k tepelné izolaci a létání.

U pěvců můžeme pelichání rozdělit podle míry na dva základní typy – částečné pelichání a pelichání úplné.

Při částečném pelichání se obměňuje opeření těla, některé části křídelních krovek, někdy také část (málokdy všechna) rýdovací pera a terciální letky. Zatímco loketní a ruční letky nepelichají.

Výměna veškerého opeření ptačího těla je pelichání úplné, sem patří i přepeření ručních i loketních letek. Někdy se může stát to, že u některých tažných ptáků není úplné pelichání plynule dokončeno např. u ručních letek. Když dojde k dokončení pelichání, např. na zimovišti, jedná se o tzv. pelichání přerušené. Naopak, když zůstane přepeření ručních letek v nedokončené fázi až do doby příštího úplného pelichání, mluvíme o pelichání zastaveném (Hromádka et al. 2001).

Míra a průběh pelichání u letošních (resp. jednoletých) a starších ptáků jsou rozdílné u řady druhů (Jenni & Winkler 1994). Výhradně částečně pelichají ptáci v juvenilním opeření. U našich ptáků figuruje úplné postjuvenilní pelichání jen u některých čeledí - skřivanovití (*Alaudidae*), špačkovití (*Sturnidae*), vrabcovití (*Passeridae*), dále u druhů, jako je rákosník tamaryškový (*Acrocephalus melanopogon*), mlynařík dlouhoocasý (*Aegithalos caudatus*), sýkořice vousatá (*Panurus biarmicus*) a strnad luční (*Miliaria calandra*) (Hromádka et al. 2001).

Stanovení stáří některých druhů sov není vůbec jednoduché, proto američtí vědci přišli s metodou využití UV světla. Tato metoda funguje u těch druhů sov, jejichž opeření obsahuje pigment porfyrin, který způsobuje fluorescenci. Tento pigment na ručních a loketních letkách můžeme rozpoznat podle síly záření pod UV světlem. Intenzivněji fluoreskují letky nové a kontrastují s pery staršími. Tímto způsobem se dají přesně diagnostikovat pera různých generací (Weidensaul et al. 2011). Tento postup byl zatím v praxi použit u sovy pálené (*Tyto alba*) a sýce amerického (*Aegolius acadicus*).

3.3.5. Opotřebení peří

Další a dobře použitelný ukazatel při určování stáří ptáků je míra opotřebení opeření. Opotřebení per může nastat dvojím způsobem - opotřebení vnější a vnitřní. Vnější vlivy, které působí na pera, jsou především fyzikálně-chemické. Patří sem působení vzduchu, slunečního záření, vegetace (otěr o stébla trav, rákosu, větve apod.). Z vnitřních faktorů působící na opotřebení peří má vliv především typ a stáří (generace) per a jejich zbarvení. Pera juvenilní generace nebo pera světlejší bývají více opotřebovaná než pera generací pozdějších (Hromádka et al. 2001). Takto můžeme odlišit mladého jedince od adultního.

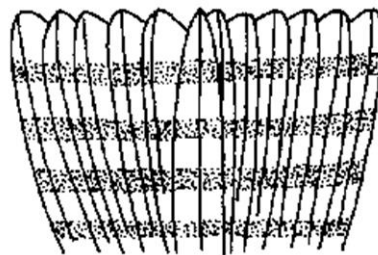
3.3.6. Růstové proužky

Růstové proužky se využívají u těch druhů ptáků, u kterých nemáme k dispozici žádné jiné znaky pro určení věku. Ptačí pero vyrůstá z pysku. Růst per není do své plné délky rovnoměrný, ale je ovlivňován mnoha faktory. Tyto rozdílné přírůstky se jeví na ptačích perech jako růstové proužky a jsou jedním z dalších znaků pro odlišování stáří ptáků.

Růstové proužky mají charakteristické uspořádání na dílčích skupinách per a skýtají nám možnost odhadnout, zda určitá skupina per (např. rýdovací pera) vyrůstala zároveň či nikoliv. Pokud všechna rýdovací pera vyrůstala společně, pak růstové proužky tvoří rovnoměrný vzor, který se shoduje na všech perech určité skupiny

(obr. 6). Nicméně odpovídající si růstové proužky mohou být na všech perech jinak výrazné. V případě, že pera nevyrostala společně, vytváří růstové proužky nepravidelný vzor (obr. 8). Abychom odlišili juvenilní pera (obr. 6,7) od per vyrostlých při celkovém pelichání (obr. 8), musíme posoudit druh vzoru a pokud dále známe proces pelichání daného ptačího druhu, tak můžeme určit i jeho stáří. Bohužel tato metoda má omezenou použitelnost u ptačích druhů, u kterých dochází k úplnému pelichání juvenilního opeření, tzv. kompletní postjuvenilní pelichání.

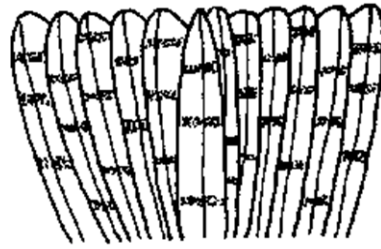
Pro odhad věku u ptáků jsou vhodnější loketní letky a ruční krovky než rýdovací pera. Jsou to ta pera, která se při celkovém pelichání nikdy nevyměňují současně. Nevýhodou těchto per je, že růstové proužky jsou zde méně výrazné než u per rýdovacích. Naopak tzv. hladové proužky jsou pro určování výraznější, ale bohužel se vyskytují vzácně pouze jen na juvenilním opeření (Hromádko et al. 2001).



Obrázek 6: Pravidelný vzor růstových proužků na rýdovacích perech (převzato z Hromádko et al. 2001).



Obrázek 7: Pravidelný vzor růstových proužků na vykrojeném ocase (převzato z Hromádko et al. 2001).



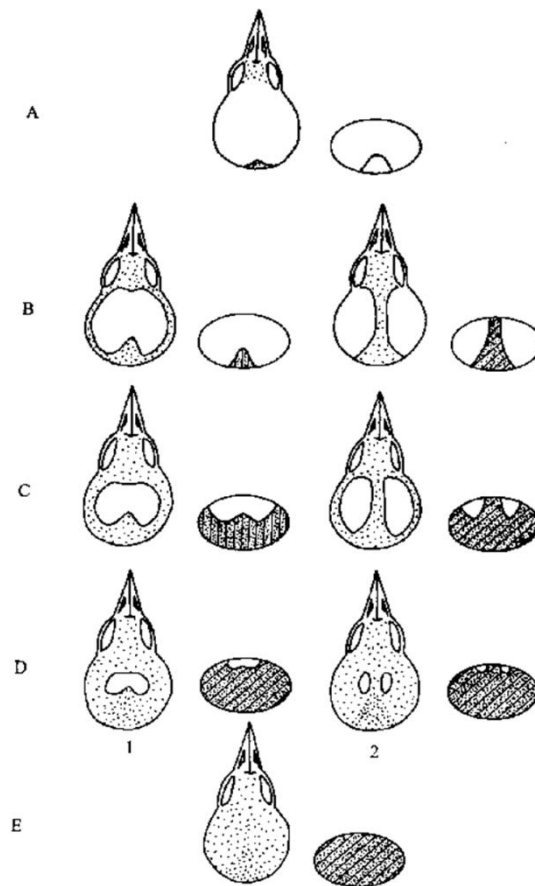
Obrázek 6: Nepravidelný vzor růstových proužků na rýdovacích perech (převzato z Hromádko et al. 2001).

3.3.7. Pneumatizace lebky

Míra pneumatizace lebky je jednou z dalších metod při stanovení stáří u velké části pěvců. Pneumatizaci můžeme definovat jako proces, při kterém se tvoří z jednovrstevných lebečních kostí kosti dvouvrstevné se vzduchovými komůrkami (obr. 9). Tuto metodu můžeme provádět v terénu a to tak, že peří ptáka na hlavě navlhčíme, odhrneme a kůži zlehka napneme. Přes napnutou kůži lze pozorovat míru pneumatizace, ale měli dbát na to, abychom napnutou kůži nějak nenatrhli.

U mladých ptáků, kteří opouští hnízdo, je temenní část lebky tvarově jednovrstvá. V průběhu času se vytváří další vrstva na její vnitřní straně, přičemž vnější vrstva je oddělena od vnitřní vrstvy vzduchovou mezerou, přes kterou procházejí četné kostní sloupky. Ještě nepneumatizovaná lebka mladého ptáka má barvu jednolitě bělavě růžovou, růžovou až narůžověle červenou zatímco plně pneumatizovaná lebka je bělavě až bělavě růžové barvy díky vzdušnému prostoru. Lebka dospělého ptáka je s jemnými bílými skvrnami, což způsobují kostní sloupky propojující obě vrstvy lebeční kosti. Ptáci, kteří mají již částečně pneumatizovanou lebkou, budou mít zřetelné oblasti, které vykazují obě podmínky (McKinney 2004, Hromádko et al. 2001). Zásluhou barevného kontrastu mezi plně pneumatizovanou a ještě nepneumatizovanou lebkou můžeme odlišit tohoročního ptáka od adulta.

Tato metoda má však jisté nevýhody, a to, že není použitelná u čeledi krkavcovitých (*Corvidae*) a několika druhů našich pěvců, kteří nedocílí naprosté pneumatizace (Hromádko et al. 2001).



Obrázek 7: Průběh pneumatizace lebky (A - nepneumatizovaná, B, C, D - částečně a E - plně pneumatizovaná lebka.; 1 - hlavní typ průběhu pneumatizace, 2 - alternativní typ průběhu (kos černý, drozd zpěvný aj.). Převzato z Hromádka et al. 2001.

3.3.8. Zbarvení oční zorničky

Pomocí zbarvení oční zorničky můžeme odlišit juvenilní jedince od dospělých. Například u řady adultních ptáků čeledi pěnicovitých (*Sylvidae*) se setkáme s jasnější, sytější a pestřejší zorničkou (Svensson 1992). Dále u některých ptačích druhů jako je jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) dochází během života k poměrně výrazným barevným změnám. Juvenilní jedinec jestřába má v mládí šedivou zorničku, zatímco v dospělosti se zornička mění na oranžovou (Hájek 1985).

4. Přehled metod stanovení věku u savců

Pro správné zachování a řízení populací volně žijících savců je určení věku důležité. Volně žijící savci jsou v dnešní době využíváni hlavně pro obživu a sport. V některých zemích tvoří základ cenného cestovního ruchu. Důkladné analýzy produktivity u divokých populací jsou nemožné bez znalosti jejich věkové struktury. Například v myslivecké praxi je odhad věku zvěře součástí při výběru jedinců určených k odlovu, ale také slouží pro zhodnocení věkové stratifikace zvěře v honitbě (Morris 1972).

Věk u savců se obvykle odhaduje pomocí hmotnosti a morfometrických měření anatomických struktur (Villa et al. 2003). Absolutní věk jedince se vyjadřuje v časových jednotkách, obvykle měsících v nebo letech (Morris 1972).

4.1. Stanovení věku založené na zvětšení velikosti těla

Hmotnost je nejzřejmější údaj o velikosti; pokud je nárůst velikosti v přímé korelaci se zvyšujícím se věkem, pak tělesná hmotnost může být brána jako index stáří. Při stanovení věku na základě míry růstu bychom však měli brát v úvahu rozdíly mezi pohlavími. Tato metoda není vždy spolehlivá, zejména z důvodu rozmanitosti faktorů ovlivňujících hmotnost. Jedním z těchto faktorů je např. zdravotní stav jedince. Dále může být hmotnost také ovlivněna v důsledku sezonních změn v dostupnosti potravy nebo ztrátou tuku během zimní hibernace a to bez ohledu na věk (Morris 1972). Také špatná výživa během raného ontogenetického vývoje bude mít za následek menší velikost těla a tím pádem může dojít k podcenění skutečného věku (Kunz et al. 1996).

Tato metoda je rychlá, snadno se aplikuje a je vhodná zejména pro malé savce. Slouží především k oddělování subadultních a dospělých jedinců na konci období rozmnožování a možné rozlišení na rané a pozdní vrhy dokonce až v následujícím roce. Hmotnost obvykle přestane být přímo spojená s věkem, jakmile jedinec dosáhne pohlavní dospělosti (Morris 1972).

4.2. Určení věku na základě penisové kosti

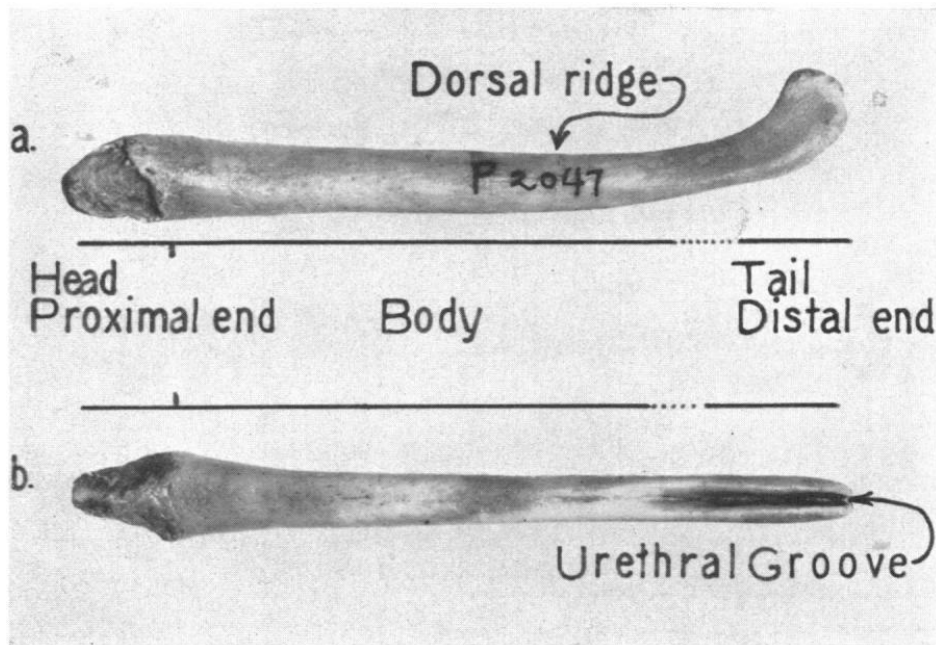
Penisová kost neboli baculum též os penis je kosterní element, který se nachází uvnitř distální části žaludu penisu a poskytuje podporu pro přilehlé tkáně kopulačních orgánů (Smirnov & Tsytsulina 2003). Os penis vykazuje výrazné změny ve velikosti a tvar

koreluje s věkem, a to zejména s dosažením pohlavní dospělosti. Tvar nebo velikost os penis může poskytnout užitečnou indikaci věku, zejména tam, kde je třeba rozlišit dospělé jedince od subadultních. Nevýhodou této metody je skutečnost, že může být aplikovaná jen u samců, a to pouze u několika skupin savců, které ji mají (Morris 1972) a její použití je možné jen po usmrcení jedince. Penisová kost se vyskytuje u různých skupin savců: u hlodavců, některých hmyzožravců, letounů a většiny primátů. Nalezneme ji také u psovitých šelem, ale naopak úplně chybí u kočkovitých šelem a hyen.

Obvyklými změnami odehrávajícími se v této kosti s rostoucím věkem je celkové prodlužování, osifikace a zahušťování proximálního konce, který se stává obzvláště výrazný v dospělosti. U dospívajících jedinců dochází k rychlému nárůstu os penis do délky a ke zpomalení dochází na počátku puberty. Dále se kost stává silnější a těžší pod vlivem pohlavních hormonů. U šakala čabrakového (*Canis mesomelas*) bylo zjištěno, že maximální hmotnost a délka bacula je dosažena mezi pátým a šestým měsícem věku. U mladých lišek je báze bacula hladká a s věkem se stává drsnější a výraznější. Na ventrální straně bacula je hluboká uretrální drážka, což způsobuje, že je kost v průřezu ve tvaru V. U lišky obecné (*Vulpes vulpes*) baculum roste, dokud není dosaženo délky 40 mm a hmotnosti 200 mg u šest měsíců starých živočichů. Tento nárůst hmotnosti je v průběhu celého života, ačkoli v pomalejším tempu. Poměr založený na měření hmotnosti a délky bacula se často využívá u různých druhů savců (Harris 1978).

Ve studii Friley (1949) na vydře severoamerické (*Lutra canadensis*) byly pro účely orientace stanoveny tři oddíly pro popis bacula a to hlava, tělo a ocas (obr. 10). „Hlava“ bacula, proximální část je konec připojený k tělu živočicha. „Ocas“ bacula, distální konec kosti, který se nachází v blízkosti konce penisu. „Tělo“ bacula se nachází mezi hlavou a ocasem. Pro dospělou vydru říční je charakteristický tvar bacula ve tvaru S. Plocha hlavy je drsná a v příčném řezu je zhruba trojúhelníkovitého tvaru s vrcholem na ventrální straně. Zatímco tělo bacula je hladké a vrchol je na hřbetní straně. Ocasní plocha je taktéž hladká s výjimkou mírné nerovnosti na ventrální straně v oblasti uretrální drážky. V rozlišování mladých a dospělých jedinců je dobré využít délku, hmotnost a objem této kosti. V této studii byla vydra říční rozdělena do čtyř věkových skupin: velmi mladé, nezralé, mladé dospělé a dospělé.

Během vývoje se distální část bacula dostane do konečné podoby v nezralé fázi a proximální část končí vývoj ve fázi mladší dospělé. Celkový růst pokračuje pomalu během pozdní mladší dospělé fáze a starší dospělé fáze. Proměna z nezralého bacula na typ dospělý je rychlý. Dojde k rozšíření hlavy a proximálního konce těla, následuje zvýšení hmotnosti a objemu. Lineární růst je nejrychlejší v rámci nezralé skupiny (Friley 1949).



Obrázek 8: Baculum dospělé vydry severoamerické (*Lutra canadensis*) a) boční pohled b) ventrální strana (převzato z Friley 1949).

U tchoře tmavého (*Putorius putorius*) se dají snadno odlišit juvenilní jedinci od dospělých do věku šesti až osmi měsíců. Během růstu se baculum prodlužuje, ale u starších živočichů již dále neroste, ale zvyšuje se jeho hmotnost. Například u mladých tchořů dosahuje baculum průměrné hmotnosti 300 mg přibližně ve věku šesti měsíců, zatímco u fretek se stejné hmotnosti dosáhne ve věku čtrnácti měsíců, i když si jsou tyto dva druhy v celkové hmotnosti těla podobné. Z tohoto důvodu je tedy důležité hodnotit věk u každého druhu zvlášť (Walton 1968).

4.3. Stanovení věku podle suché hmotnosti oční čočky

V zoologické praxi je dnes asi nejpoužívanější metodou pro určování stáří metoda založená na hmotnosti oční čočky. Této metody se využívá hlavně u drobných savců

(Jánová et al. 2003, Gacic et al. 2007). Oční čočka je ektodermální struktura (Morris 1972) a její výhodou je, že je použitelná k hodnocení věku i u starších živočichů a mění se mnohem méně než u jiných tělesných rozměrů díky podmínkám životního prostředí (Jánová et al. 2007).

Oční čočka zvyšuje svoji hmotnost během celého života. Hmotnost čočky se zvyšuje nejvíce v období růstu a po dosažení dospělosti není zvýšení hmotnosti tak výrazné. Ve studii Jánová et al. (2007) u hraboše polního (*Microtus arvalis*) vykazují oční čočky velmi strmý růst v průběhu prvních třech měsíců života a poté růst klesá se zvyšujícím se věkem. Proto se dá věk nejpřesněji určit do pohlavní dospělosti jedince a to k oddělování subadultních jedinců od dospělých. Metoda není tak náročná na provedení jak se může zdát, ale je aplikovatelná pouze na usmrcené živočichy a nelze ji použít v terénu (Morris 1972, Jánová et al. 2003). Metoda spočívá ve sběru celých očí, které se nejprve fixují v 10% formalínu, aby došlo k vytvrzení oční čočky a tak omezení případného poškození při vyjímání z oka. Vytvrzené a vypreparované oční čočky se mohou vážit v tomto stavu nebo až po vysušení do její konstantní hmotnosti (Jánová et al. 2003). Stáří odchycených jedinců z volné přírody neznámého věku se určí podle kalibrační křivky stanovené na jedincích z laboratorních chovů, u kterých známe přesné stáří (Jánová et al. 2003, Jánová et al. 2007). Obecně platí, že by čočka měla být použita již během několika hodin po smrti, aby se zabránilo chybám v odhadu věku v důsledku rozkladu oční tkáně (Burlet et al. 2010, Morris 1972). V terénu je však u velkého množství odchycených a usmrcených živočichů vyjímání očí obtížné, proto se v praxi jedinci nejprve zmrazí a podle časových možností se provádí pitva. V mnoha studiích (Burlet et al. 2010, Jánová et al. 2003 ad.) se řeší otázka, jak moc se změní hmotnost čočky, která byla přemrazena, protože vlivem mrazu může dojít k narušení vnitřního složení a výskytu ledových krystalků (Morris 1972, Jánová et al. 2003). Ve výzkumu Burlet et al. (2010) u hryzce vodního (*Arvicola terrestris*) zjistili, že přemrazené čočky váží o něco více než ty nemražené. Přemrazená čočka může být tedy použita s tím, že se použije korekční faktor, který opraví toto nadhodnocení věku. Dále některé studie uvádějí zlepšení přesnosti měření, pokud se mezi transformovaný věk a hmotnost čočky zahrne také pohlaví (Rowe et al. 1985, Jánová et al. 2003).

4.4. Stanovení věku pomocí lebečního materiálu

4.4.1. Zarůstání lebečních švů

Na lebkách savců lze pozorovat míru zarůstání lebečních švů a tak odlišit juvenilní jedince od subadultních a dospělých. Toto zarůstání švů můžeme pozorovat u *os basioccipitale-os basisphenoidale*, *os presphenoidale-os basisphenoidale* a *sutura maxilloincisiva*. Například ve studii Roulichová & Anděra (2007) na lebkách lišky obecné (*Vulpes vulpes*) se dá pomocí zarůstání švu mezi *os presphenoidale-os basisphenoidale* spolehlivě odlišit 1-1,5 roku staré lišky od lišek 2-2,5 roku starých.

Postupné zarůstání švů zde bylo rozděleno do tří stupňů: šev otevřený, šev uzavírající se (v různých fázích zarůstání) a šev uzavřený. Šev *os basioccipitale-os basisphenoidale* se zcela uzavírá přibližně ve věku jednoho roku. Šev *os praesphenoidale* a *os basisphenoidale* se uzavírá na počátku třetího roku života a jako poslední se uzavírá šev *maxilloincisiva a intermaxilla* přibližně kolem pátého roku života. Toto postupné uzavírání lebečních švů je spojeno s postupnou osifikací lebky a to koreluje s věkem živočicha.

4.4.2. Stanovení věku podle opotřebení zubů a počtu přírůstkových vrstev sekundárního zubního cementu

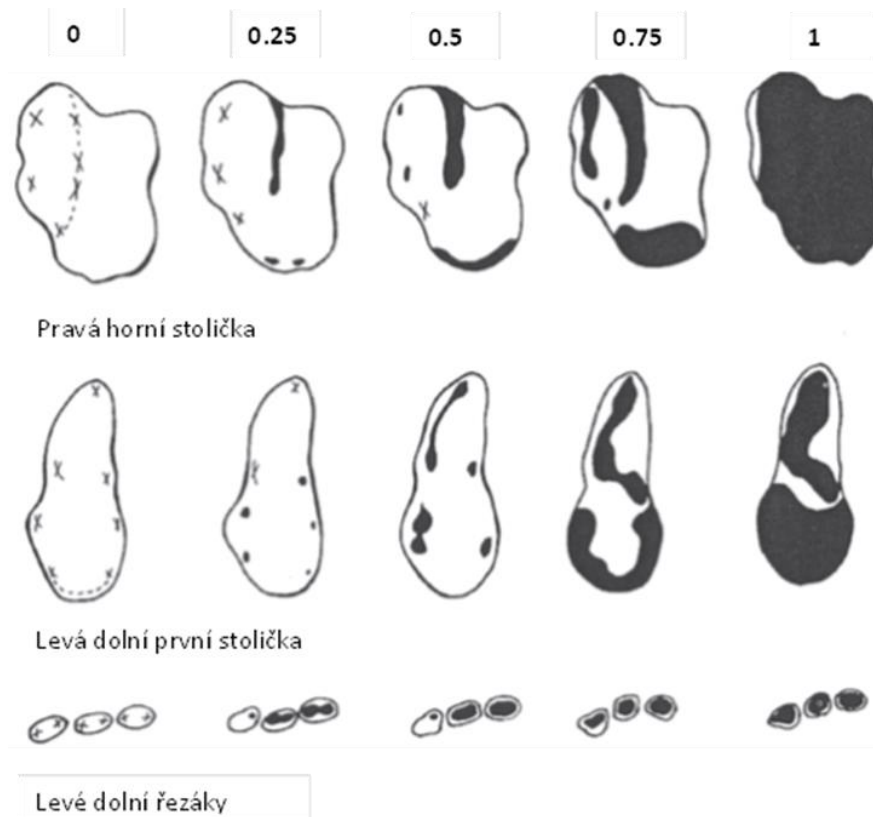
Studium opotřebení zubů je historicky nejstarší metodou pro odhad věku savců (Roulichová & Anděra 2007, Harris 1978). Relativní opotřebení řezáků, špičáků nebo stoliček může často korelovat s věkem (Kunz et al. 1996). V poslední době je chrup vodítkem k odhadu věku také v archeologických studiích a slouží i pro forenzní účely. Zuby a čelisti jsou velmi trvanlivé a přežívají v horninách i několik desítek let (Morris 1972). Vývoj zubů je mnohem méně ovlivněn nutričními faktory, než jak je tomu u jiných vývojových kosterních částí (Kunz et al. 1996). U domácích zvířat má věk velký význam pro účely přehlídek a pro prodej hospodářských zvířat. Někdy přítomnost pouze jednoho specifického zubu může stačit k definování minimálního nebo maximálního věku. Klesající podíl mléčných zubů odráží zvyšující se věk živočicha. Opotřebení (abraze) zubů (často v kombinaci s prořezáváním stálého chrupu) je dobře použitelná technika pro posouzení věku mnoha savců. K této metodě není třeba žádného specializovaného vybavení a může být použita k hodnocení věku u živých zvířat (Morris 1972).

Opotřebenění zubů však může být ovlivněno tvrdostí potravy (Villa et al. 2003). Srovnání opotřebenění zubů divokých zvířat se zvířaty známého věku v zajetí nemusí být přesné. Je to dáno tím, že zvířata v zajetí mají často velmi měkkou nebo uvařenou potravu. Dále může být rozdíl v závislosti na celkovém fyzickém stavu živočicha, druhu dostupné potravy, obsahu vápníku v pitné vodě a dalších důležitých sloučenin pro procesy kalcifikace (Roulichová & Anděra 2007). Roli zde hrají i genetické rozdíly ve struktuře a tvrdosti chrupu (Morris 1972). Proto je obtížné sestavit obecný systém opotřebenění zubů platný pro všechny jedince jednoho druhu. Při hodnocení abraze chrupu je třeba brát v úvahu odchylky od normálního zubního vzorce pro daný druh, v důsledku ztráty jednoho nebo více zubů v průběhu stárnutí nebo vrozené anomálie, které mohou mít za následek nerovnoměrné zatížení na povrch stoliček a tak vést k odchylkám (Roulichová & Anděra 2007). Také ne všechny zuby jsou dobrými indikátory opotřebenění zubů. Obecně platí, že opotřebenění zubů je spojeno s potravou konkrétního druhu. Špičáky a carnassial zuby (modifikovaný čtvrtý horní premolár a první dolní stolička) jsou dobrými indikátory opotřebenění zubů pro masožravce, zatímco poslední premoláry a první stoličky jsou vhodné pro turovitě a jelenovité (Kunz et al. 1996).

Hodnocení stupně opotřebenění zubů je stále nejčastěji využívanou metodou. Některé studie však uvádějí, že by se mělo opotřebenění zubů brát jako doplňkové kritérium v kombinaci s jinými metodami stanovení věku (Roulichová & Anděra 2007).

Ve výzkumu Delahay et al. (2011) zkoumali opotřebenění zubů u jezevce lesního (*Meles meles*). Opotřebenění chrupu rozdělili do pěti věkových kategorií (obr. 11) založených na stavu řezáků (*dentes incisivi*) a hrbolků horních stoliček (*dentes molares*). Neopotřebenované zuby, kde jsou řezáky trikuspídní s ostrými hranami, horní stoličky mají pět různých hrbolů a dolní stoličky se šesti jasnými hrboly zařadili do kategorie 0 (neobroušené). Kategorie 0,25 (mírně opotřebené) odpovídá přibližně 25% obroušení, zde již nejsou řezáky trojcípé a stoličky ztratily jasně viditelné hrbolky. Kategorie 0,5 (opotřebenované) odpovídá zhruba 50% abrazi. V této kategorii jsou jasně viditelné zploštělé oblasti řezáků a stoliček, které zasahují do rozšiřující se části zubu. Kategorie 0,75 (velmi opotřebenované) představuje asi 75% opotřebenění, výška zubu řezáků a stoliček je snížena asi o 50 až 80 % a hrbolky stoliček jsou téměř zcela zploštělé. Poslední kategorie 1 (ploché) představuje 100% opotřebenění, což má za následek, že jsou opotřebenované zuby v blízkosti nebo na úrovni dásně a výška zubu

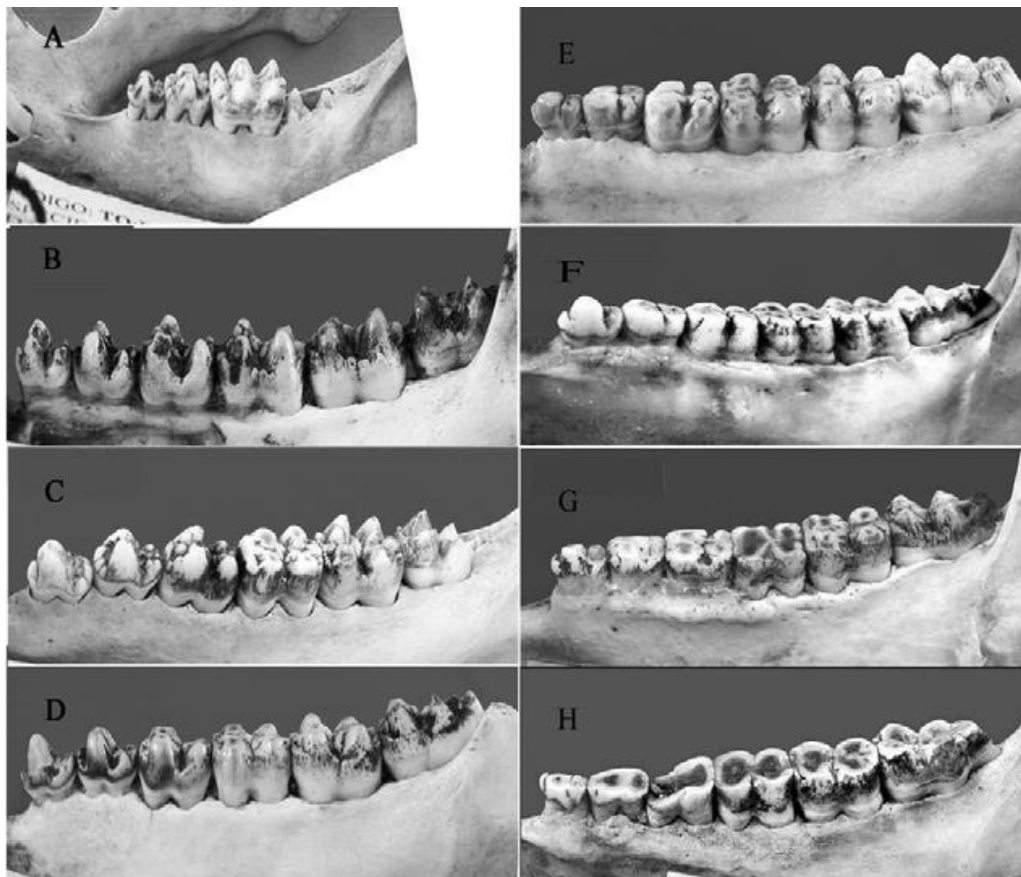
je v tomto důsledku snížena o více než 80 %. V této kategorii nejsou žádné viditelné hrbolky.



Obrázek 9: Pět kategorií abraze stoliček a řezáků u jezevce lesního. Křížky ukazují ostré vrcholy a tmavé oblasti představují zbroúšenou plochu zubu. Kategorie 0 odpovídá přibližně 0 – 1 rok, kategorie 0,25 je 1 – 2 roky, kategorie 0,5 je 3 – 4 roky, kategorie 0,75 je 7 – 8 let a kategorie 1 odpovídá věku více než 8 let (převzato z Delahay et al. 2011).

Opotřebenění zubů můžeme také zaznamenávat pomocí zubních odlitků. Abychom mohli připravit otisky, je nutné živočicha uvést do anestezie. Poté se na zuby aplikuje silikonový tmel, který vymodeluje surovou formu. Do takto připravené formy se poté nalije sádra a nechá se vytvrdnout. Na odlitku můžeme poté provést měření opotřebenění zubů. Odlitky bychom měli uchovávat na suchém místě se štítkem, kde bude napsáno pohlaví, reprodukční stav a přibližný věk (Kunz et al. 1996).

Jak se dá očekávat, opotřebenění zubů a spolehlivost této metody klesá s věkem. Kombinace opakovaného pozorování těchto ukazatelů u zvířat neznámého věku pravděpodobně vede ke zlepšení přesnosti odhadů parametrů populace (Delahay et al. 2011). Opotřebenění zubů a zařazení do určité věkové kategorie (obr. 12) bylo provedeno u různých druhů savců jako například u lišky obecné (Roulichová & Anděra 2007), u pekari páskovaného (Villa et al. 2003), již zmíněného jezevce lesního (Delahay et al. 2011) a u řady hlodavců a lesní zvěře.



Obrázek 10: Postup opotřebenění premolárů a stoliček u pekari páskovaného (*Pecari tajacu*). A) < 1 rok, B) 1 rok, C) 2 roky, D) 4 roky, E) 6 let, F) 8 let, G) 10 let, H) \geq 12 let (převzato z Villa et al. 2003).

Další metoda analýzy zubů je založena na počítání přírůstkových vrstev zubního cementu nebo dentinu v podélných histologických řezech zubních kořenů (Roulichová & Anděra 2007). Přírůstkové vrstvy neboli letokruhy jsou viditelné jako střídající se světlé a tmavé pásy, které odpovídají sezónním změnám (Villa et al. 2003). Prvním krokem v této metodě je výběr nejvhodnějšího zubu. Roční linky jsou pravděpodobně přítomny ve všech zubech s výjimkou řezáků hlodavců, které se opotřebovávají a rostou neustále. Dále bychom měli mít na paměti, že první linie nemusí představovat první rok

živočicha, protože některé zuby se prořezávají až v průběhu života (např. u člověka třetí stolička tzv. zub moudrosti, která se prořezává po 18 roce). Ke studii je tedy nejvhodnější zub, který je již přítomen při narození nebo se prořezává brzy po té. U lišky obecné byl vybrán k tomuto účelu špičák (Roulichová & Anděra 2007). Při přípravě histologických řezů dochází k řadě kroků, jako je odvápnění, změkčení, barvení (pro lepší čitelnost linií) a řezání na tenké plátky, které jsou pozorovány pomocí mikroskopu (Morris 1972).

Počítání zubního mezikruží vyžaduje odstranění zubu, což je nežádoucí u živých živočichů (Delahay et al. 2011, Kunz et al. 1996). Tato metoda je také technicky nákladnější a vyžaduje laboratorní zpracování (Villa et al. 2003).

Všechny způsoby odhadu věku mají nějaký stupeň chyby, které jsou s nimi spojeny. V případě, že máme k dispozici vzorek živočicha známého stáří, je možné aplikovat statistické techniky ke zlepšení věkového odhadu jedince neznámého věku, v ideálním případě v téže populaci (Harris 1978).

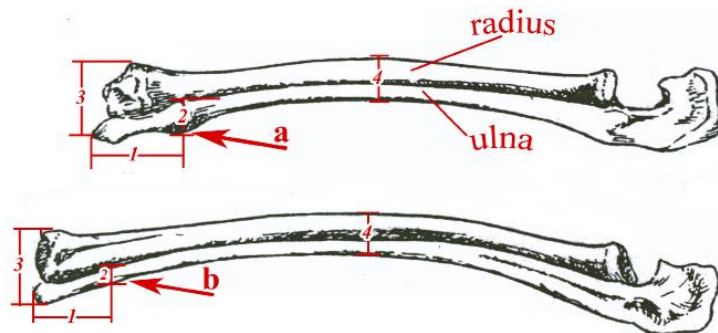
4.5. Využití uzavření epifýzy k určení věku

Růstové „epifýzové“ chrupavky se nachází v koncové části dlouhých kostí na přechodu mezi tělem a hlavicí. Pomocí této epifýzy rostou dlouhé kosti do délky. Epifýza zůstává chrupavčitá po dobu růstu savce (Harris 1978). Po dosažení dospělosti epifýza kostnatí (osifikuje) a její terminální část se spojí s hlavicí. Nespojené růstové štěrby jsou další metodou jak odlišit mladé jedince od dospělých (Morris 1972, Morris 1971).

Epifýzové chrupavky můžeme hodnotit u živých zvířat pohmatem (např. u zajíce) nebo na rentgenových snímcích. Chrupavky mají menší hustotu než kosti a na rentgenu se objeví jako tmavé proužky. Ve studii Taylor (1959) u králíka bylo zjištěno, že když dojde k uzavření kostní růstové štěrby a tedy již nemáme růstový znak, tak rentgenové snímky páteře odhalí postupnou osifikaci v oblasti obratlů, které umožňují určit věk až do 33 měsíců.

Vyšetření stupně uzavření epifýzy je možné jen s použitím rentgenových snímků. Tato metoda má zjevné omezení v dostupnosti zařízení, ceně provedení, nedá se použít v terénu a umožňuje identifikovat jedince jen jako mladistvé nebo dospělé (Delahay et al. 2011).

Určení stáří u zajíců nelze provádět podle opotřebenosti zubů, jelikož chrup zajíců roste po celý život (Stankevičiūtė et al. 2011). V myslivosti a při terénním výzkumu se k odlišení nedospělých a dospělých zajíců využívá metoda podle chrupavčitého terčíku nad epifýzou kosti vřetenní (*radius*) a loketní (*ulna*). Terčík je hmatatelný jako hrbolek na vnější straně přední nohy nad kloubem (obr. 13), kde začíná tlapka. Tento hrbolek mají juvenilní zajíci do věku 8 měsíců, starší jedinci už ho nemají (Stankevičiūtė et al. 2011, Kauhala & Soveri 2001).



Obrázek 11: Odhad věku u zajíce polního (*Lepus europaeus*) podle hrboleku nad epifýzou. A) mladý zajíc B) dospělý zajíc.

Ve studii Kauhala & Soveri (2001) dále rozlišovali mladé samice zajíce běláka (*Lepus timidus*) od dospělých podle přítomnosti placentární jizvy. Placentární jizva je důkazem, že je jedinec starší než jeden rok, protože u tohoto druhu je známo, že mají potomstvo až během druhého roku života.

5. Určování věku u křečka polního

Jak již bylo zmíněno v úvodu, odhad věku slouží ke stanovení populační struktury a tempa růstu populace. U křečka polního *Cricetus cricetus* (Linnaeus 1758) dochází ke snížení průměrné hustoty populace v celé Evropě. Dříve byl tento četný hlodavec pokládán v zemědělství za škůdce a byl loven pro kožešinu. V letech 1971 – 1972 došlo na východním Slovensku k jeho přemnožení a jeho populace dosáhla hustoty až 500 jedinců na hektar (Grulich 1977), zatímco dnes je označován jako kriticky ohrožený druh v osmi z 18 zemí. Weinhold (2008) uvádí, že křeček polní je stále běžný pouze ve třech zemích. Výskyt tohoto hlodavce je v západní Evropě mozaikovitý a jeho hustota se stále zmenšuje (Zejda et al. 2000). U tohoto druhu je tedy na místě stanovit věk pohlavní dospělosti a celkový věk dožívání. Jak uvádí Morris (1972) u volně žijících živočichů je určení stáří jedním z nejdůležitějších předpokladů pro správné nastavení ochranných opatření a řízení savčích populací.

5.1. Obecná charakteristika studovaného druhu

Křečka polního řadíme do řádu *Rodentia* (hlodavci), čeledi *Cricetidae* (křečkovití). V dospělosti dosahuje délky těla v rozmezí 200-300 mm a hmotnosti 200-650 g v závislosti na pohlaví. Vzhledem k délce těla má poměrně krátký řídký osrstěný ocas o délce 40-60 mm (Weinhold 2008). Jeho zbarvení je odlišné od ostatních savců neboť má leskle černé břicho a světle hnědý hřbet, tlapy a nos jsou bílé. Na lících, krku a za předními končetinami má krémové skvrny (Kayser & Stubbe 2000). Křeček polní je charakteristický krátkými končetinami, tlustým tělem s lícními torbami, ve kterých přenáší potravu. Chrup křečka je tvořen 16 zuby s nespécializovanými bunodontními stoličkami (korunka má přibližný tvar čtverce se zaoblenými hrboly), které mají kořeny i v mléčném chrupu a stále dorůstajícími řezáky (hlodáky) (Zejda et al. 2000). Řezáky mají velmi dlouhé kořeny, které v dolní čelisti prochází téměř přes celou délku dolní čelisti. Viditelná je pouze asi jedna třetina z dolního řezáku, zatímco dvě třetiny jsou usazené v aleveolu. Horní řezáky jsou o něco kratší. První horní stolička má čtyři dlouhé úzké kořeny, druhá a třetí už jen tři. Dolní stoličky mají kořeny pouze dva. Zubní vzorec zapíšeme jako $\frac{1003}{1003}$ (Reznik et al. 1978). Průměrná délka života u volně žijících populací se pohybuje kolem tří let, ale v laboratorních podmínkách se může dožít až 10 let (Nechay 2000).

Výskyt křečka je vázán na ten typ půd, které umožňují hloubení nor. Norové systémy mohou dosahovat až dvou metrů hloubky. Jejich struktura a počet východů se mění v závislosti na pohlaví a v průběhu sezóny. Obecně jsou zimní nory hlubší a slouží především k přezimování (hibernaci). Letní nory jsou využívány jako úkryt během léta a podzimu. U samic slouží také k reprodukci (Grulich 1981). Křeček dává přednost hlavně suchým oblastem, kde sněhová pokrývka neleží déle než 60 dnů v roce a hladina spodní vody nesmí být blízko pod povrchem (Zejsa et al. 2000). Hlavní složku potravy tvoří rostliny, semena obilovin a kořeny. Potřebné bílkoviny získává křeček v podobě žížal, hmyzu, plžů či malých obratlovců (Weinhold 2008). Při vysokých populačních hustotách byl také zaznamenán kanibalismus (Grulich 1975).

Tento savec má značné teritoriální chování. Svě území si značí pomocí pachových žláz. Maz je produkován žlázou, která se nachází na břišní straně. Svoji noru si aktivně brání před ostatními jedinci. Tito hlodavci žijí samotářsky s výjimkou páření. Při zastrašování konkurenčního jedince nebo při vyrušení si stoupají na zadní končetiny, vztekle prskají a nafukují prázdné torby. Jejich aktivita je především ve večerních a nočních hodinách (Anděra & Horáček 2005).

5.1.1. Reprodukce křečka polního

Správné určení věku studovaného druhu není možné bez podrobné znalosti a úplného popisu jeho ontogeneze (Olenev 2009). Data o průběhu růstu přispívají k přesnějším odhadům věku, což je důležité pro studium ekologie a populační dynamiky tohoto ekonomicky významného hlodavce.

Pro křečka polního je typická polygamie, kdy se samec během letní sezóny páří s několika samicemi. Reprodukční období trvá od dubna či května (podle toho zda byla mírná zima) a trvá do konce srpna. Samice může mít 2 - 3 vrhy v závislosti na klimatických podmínkách. Gravidita tohoto savce trvá 19 - 22 dnů, ale v některých případech může březost trvat až 25 - 35 dní (druhý a třetí vrh) pokud k páření došlo první nebo druhý den po porodu v průběhu poporodní říje samice. Ve vrhu může být 4 - 12 mláďat, průměrně však 5 - 6. Celkový poměr pohlaví je 1:1 (Grulich 1975, Zejsa et al. 2000, Vohralík 1974). Samci se na péči o mláďata nikdy nepodílejí. Mláďata se rodí holá, slepá a neslyšící. Jejich váha je 3 - 5 g a délka těla je okolo 50 mm. Hmotnostní rozdíly mezi pohlavími jsou zanedbatelné během prvních dnů po porodu. Rozdíl v hmotnosti nastává přibližně až ve věku 16 dní a rychle se zvyšuje.

Průměrná hmotnost 30 dní starých samců je 102,2 g a samic 95,9 g. Hmotnost křečka se zvyšuje po celou dobu jeho života, ale tempo růstu vykazuje značné sezónní výkyvy způsobené hibernací. Intenzivní růst a nabírání na hmotnosti je největší během prvního měsíce života, ale poté tempo růstu pomalu klesá se zvyšujícím se věkem (Vohralík 1975).

Vývoj mladých křečků je poměrně rychlý. Po dvou dnech se postaví uši (Vohralík 1975), po čtyřech dnech začíná růst srst. Eibl-Eibesfeld (1953) uvádí, že ve věku asi 12 dní začínají slyšet a otevírat oči, zatímco Zejda et al. (2000) a Vohralík (1975) uvádějí, že otevírání očí se děje ve věku 14-15 dní. Mláďata jsou kojena přibližně 20 dnů a ve věku 25-30 dní od porodu poprvé začínají opouštět mateřskou noru a postupně se osamostatňují. Pohlavní dospělost samic, které se narodily na začátku jara tedy v prvním vrhu, je ve věku 2,5 měsíce. Tyto samice se mohou zapojit do reprodukce v téže roce narození. V našich podmínkách se však samice a samci začleňují do reprodukce až po první hibernaci.

5.1.2. Postnatální vývoj mlád'at

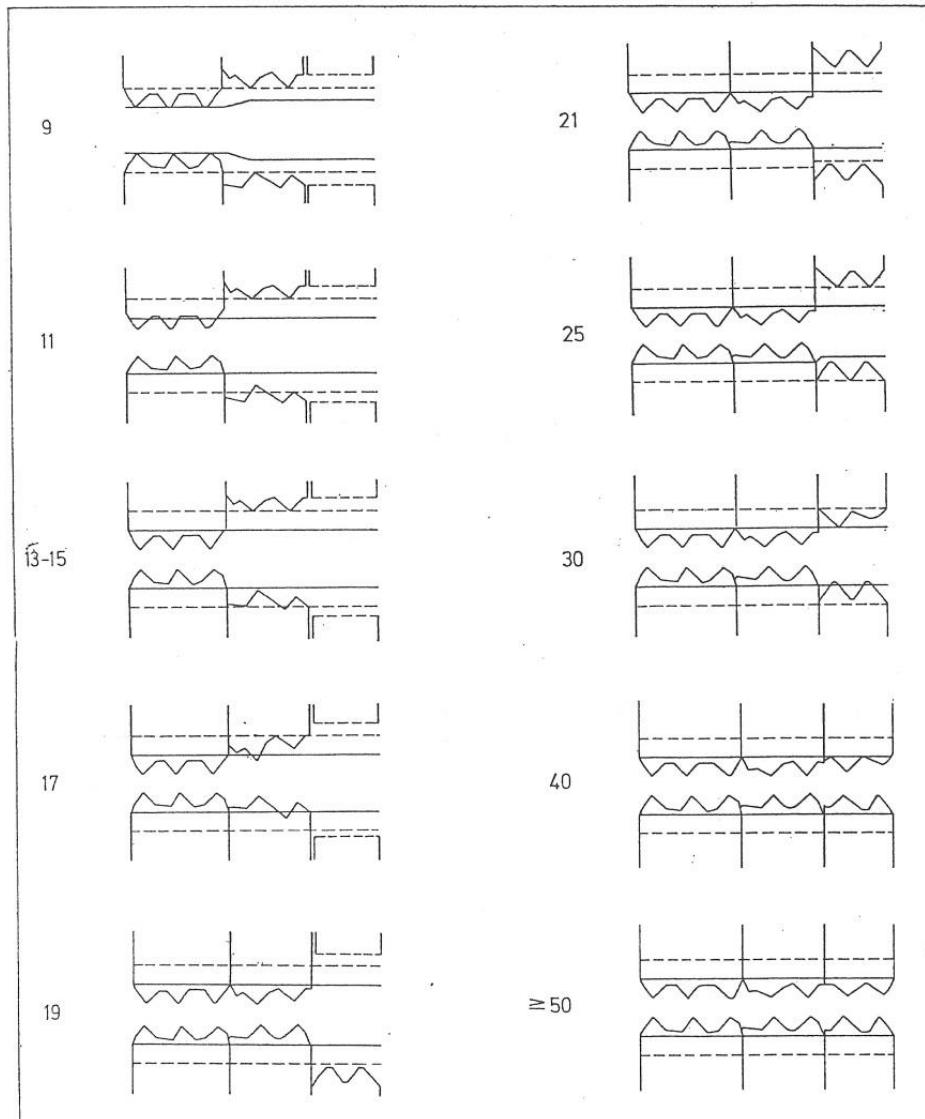
Okamžitě po porodu je tělo křečka matné s šedavě modrým odstínem na hřbetní straně. O dvě hodiny později je již pokožka lesklá s masitě červenou barvou s výjimkou dorzální strany, která je slabě našedlá. Oči jsou viditelné jen jako tmavé skvrny pod kůží. Po 24 hodinách je hřbetní strana šedá až tmavě modrá s růžovými boky. Mládě je schopno se pohybovat díky předním končetinám, ale zadní nohy jsou neaktivní. Druhý den po narození jsou již na těle viditelné bílé skvrny a začínají se pomalu stavět uši. Třetí den je na hřbetě jasně viditelná pigmentace a po stranách hlavy se tvoří rezavé skvrny. Ventrální strana je bez srsti a nepigmentovaná. Čtvrtý den jsou rezavé skvrny po obou stranách hlavy již jasně viditelné. Výraznější barva na dorzální straně těla je způsobena rostoucí srstí. U samic se objeví mléčné bradavky. Pohyb je umožněn všemi končetinami. Pátý den se nažloutlá barva boků zintenzivňuje, poloha boltců je již svislá a oddělují se prsty. Šestý den tmavá barva hřbetu dosáhne maxima a na břicho se začíná objevovat tmavá srst. Mládě začíná přijímat i pevnou potravu. Sedmý den tmavý hřbet zesvětlá do normální žlutohnědé barvy, ušní boltce jsou holé. Osmý den je ventrální strana s černými chlupy a ušní boltce jsou pokryty jemnými bílými chloupky. Mládě je schopno pohybu vzad. Devátý den se hnědožlutá barva na hřbetě stupňuje. Desátý den je vidět jasně bílý lem na uších a vnější strana začíná být pokryta rezavě zbarvenými chloupky. Přední končetiny se narovnají pod tělo,

ale zadní jsou stále bokem. Jedenáctý den jsou prsty na předních končetinách jen slabě spojeny. Dvanáctý den je spojen pouze 3. a 4. prst na přední končetině a ostatní jsou již volné. Oba páry končetin jsou pod tělem. Třináctý den již začíná slyšet a prsty na předních končetinách jsou zcela oddělené. Čtrnáctý den se pomalu začínají otevírat oční víčka a prsty na zadních končetinách jsou zcela oddělené. Šestnáctý den jsou schopni typického čištění hlavy předními končetinami ve vzpřímené poloze. V následujících dnech mají mláďata velmi dlouhou srst a začínají si hrát a bojovat. Třicátý den jsou již juvenilové podobní vzhledem dospělým (Vohralík 1975, Eibl – Eibesfeld 1953).

5.1.3. Prořezávání chrupu

Řezáky (*dentis incisivi*) se prořezávají jak v dolní tak v horní čelisti ihned po narození. Stoličky (*dentis molares*, M₁, M₂, M₃) se pořezávají postupně (obr. 14).

Devátý den od narození jsou dásně v horní i dolní čelisti zduřelé nad M₁ a M₂. Jedenáctý den je M₁ dolní čelisti prořezán nad dásní, ale M₁ horní čelisti se prořezává skrz dásně jen vrcholem korunky. 13-15. den je M₁ zcela prořezán v obou čelistech a v dolní čelisti se začíná prořezávat dásní M₂. Sedmnáctý den od narození je M₂ v dolní čelisti zčásti prořezán a v tento moment je pár orálních (ústních) vrcholů korunek mnohem výš než aborální pár. Devatenáctý den je dokončen vývoj M₂ v obou čelistech a výška dosahuje M₁. Den 21. M₃ je pod hranicí čelistní kosti. Den 25. je dásně v dolní čelisti nad M₃ mírně zvednutá, ale v horní čelisti je stále pod hranicí čelistní kosti. 30. den se začíná korunka M₃ prořezávat dásní v dolní čelisti a M₃ je v horní čelisti stále uvnitř dásně. 40. den je chrup v dolní čelisti kompletně vyvinut a M₃ v horní čelisti ještě nedosáhl plné výšky. 50. den je chrup kompletní. Při určování věku bychom však měli brát v úvahu možnou individuální variabilitu. Prořezávání zubů můžeme brát jako ukazatel přibližného věku zhruba do věku 40 dní. Ve věku 50 dní je vývoj stoliček plně dokončen. (Vohralík 1975).



Obrázek 12: Prořezávání zubů od věku 9 až 50 dní. Horizontální plná čára – povrch/hranice dásně, horizontální přerušovaná čára – povrch/hranice čelisti. Jednotlivé stoličky brány zleva: M₁, M₂, M₃ (převzato Vohralík 1975).

6. Vlastní pozorování

6.1. Materiály a metody

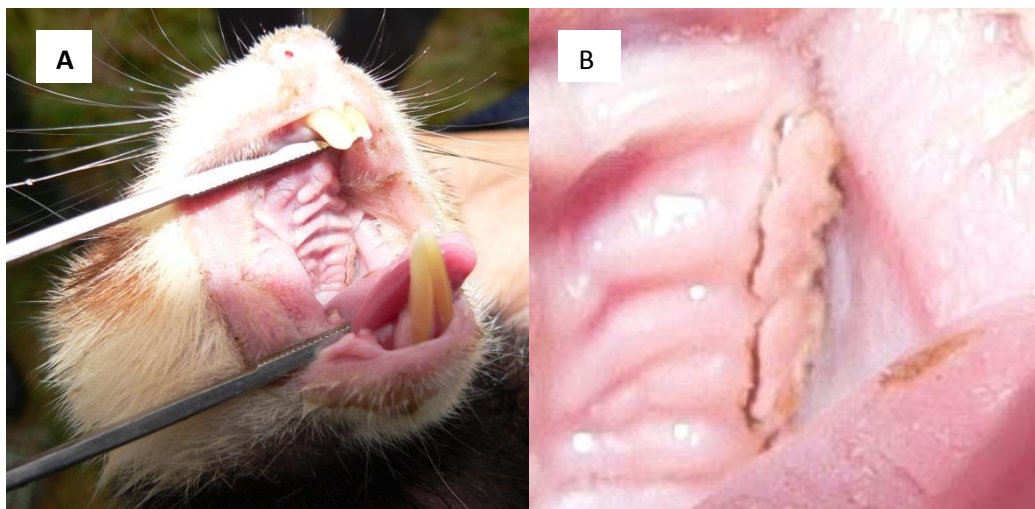
Vlastní výzkum jsem prováděla v přírodní populaci křečka polního. Lokalita se nachází v jihovýchodní části města Olomouce v areálu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého se sledovanou plochou přibližně o 25 ha. Tato plocha je dlouhodobě využívána k výzkumu a k maloplošné zemědělské výrobě. Výzkum na populaci křečka polního je zde prováděn od roku 2002 a samostatná studie určování věku probíhá od roku 2013.

K odchytu jedinců jsem využívala metodu zpětného odchytu značených jedinců do živolovných pastí (capture-mark-recapture, CMR). Tato metoda slouží ke zjišťování hlavních demografických parametrů v populaci např. velikost populace, věková struktura populace, míra přežívání. V mé práci byla využita k získání dat pro výzkum opotřebenosti zubů u křečka. Pasti neboli sklopce jsou z mřížového plechu o rozměrech 18 x 40 x 16 cm. Jako návnada byla používána pšenice popřípadě kousek jablka či mrkve. Kontrola pastí byla prováděna vždy druhý den brzy ráno. Chycení jedinci byli uspáni kouskem hadříku napuštěným anestetikem halotanem (2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoro-ethan). U takto narkotizovaných jedinců byla provedena identifikace podle zavedeného čipu, popřípadě u nově chycených byl čip injekčně vpraven pod kůži na hřbetě. Dále se zjišťovaly údaje jako pohlaví, hmotnost, délka těla, reprodukční kondice, abraze chrupu a popřípadě zdravotní stav. Zjišťování abraze chrupu se kvůli agresivitě jedinců provádělo v narkóze. S použitím velké pinzety se jim otevřela tlama pro lepší viditelnost stoliček, které se poté zdokumentovaly fotografiemi. Jedinci byly poté rozděleny podle míry opotřebenosti stoliček do věkových skupin. Třída 0 – neobroušené, žádný stupeň obroušení, hrbolky dosahují plné výšky (hrbolky na korunkách jasně zřetelné). Třída 1 – mírně opotřebené, korunky s patrným obrusem hrbolků, nejsou tak ostré, ale hrbolky patrné. Třída 2 – opotřebované, korunky jsou bez hrbolků, viditelné zploštění stoličky. Třída 3 – velmi opotřebované, výška zubu je o něco snížena. Třída 4 – úplné obroušení, stoličky obroušené až na úroveň dásní.

6.2. Výsledky

Vlastní výsledky, které zde uvádím, jsou zatím předběžné a neúplné. Nastiňují budoucí výsledky v diplomové práci.

Fotografie prořezávání zubů (obr. 16) jsem získala díky nalezenému lebečnímu materiálu z uhynulých jedinců. Lebky byly mechanicky čištěny, aby se odstranily zbytky ulpívající tkáně a dočištěny v naředěném roztoku peroxidu vodíku. Prořezávání zubů jsem zhodnotila podle vzorové studie Vohralík (1975). Bohužel uvádím pouze tři věkové kategorie díky nedostatečnému lebečnímu materiálu. Na studované lokalitě dochází poslední roky ke snižování velikosti populace křečka polního, tudíž by bylo nevhodné chycené jedince usmrcovat. Stav opotřebení zubů lze sledovat na živých jedincích (obr. 15). Abraze chrupu byla hodnocena pomocí pozorování a dokumentována fotografiemi. Fotografie zaznamenávající obroušování chrupu byly pořízeny u narkotizovaných a nehybných jedinců.



Obrázek 13: A) Dokumentace opotřebení chrupu u narkotizovaného křečka B) detail abraze chrupu horních stoliček (M_1 , M_2 , M_3 – není vidět) – věková kategorie 4, podle odchytkové historie je křeček starý tři roky.

Obrázek 16. A) dokumentuje horní a dolní čelist u přibližně 19 dní starého jedince. Jak v horní tak v dolní čelisti je vidět dokončený vývoj obou stoliček. M₃ je stále pod hranicí čelistní kosti. Na obrázku 15. B) je jedinec starý okolo 40 dní. M₃ jsou



Obrázek 14: Prořezávání chrupu v horní a dolní čelisti u křečka polního. A) 19 dní B) 40 dní C) \geq 50 dní

prořezané v obou čelistech, ale ještě nedosáhly plné výšky. Obrázek 15. C) zobrazuje mladého jedince starého okolo 50 dní. Zde je vývoj stoliček dokončen v obou čelistech.

Od roku 2013 do července 2015 jsem prohlédla 58 jedinců a zdokumentovala fotografiemi. Z mých dat vyplývá, že maximální věk odchycených jedinců, který byl zaznamenán v naší populaci je tři roky.

Do diplomové práce bych chtěla nasbírat více dat pro přezkum abraze chrupu u křečka polního a stanovit alespoň čtyři věkové kategorie. Dále bych chtěla doplnit více fotografií prořezávání chrupu, ale to bude záležet na nalezení lebečním materiálu.

7. Souhrn

V předložené bakalářské práci jsem uvedla základní metody určování věku u různých skupin obratlovců. Zaměřila jsem se na odhad věku u ryb, plazů, ptáků a savců. Prováděla jsem vlastní výzkum obrušování chrupu a prořezávání stoliček u modelového druhu křečka polního a uvedla jsem nástin předběžných výsledků. Domnívám se, že u dospělých jedinců se dá přibližný věk stanovit podle míry abraze stoliček. Musíme ale brát v potaz důležitou skutečnost, že rychlost abraze může být obecně velmi variabilní. Kompletní výsledky a potvrzení své myšlenky budou však následovat až v diplomové práci.

8. Literatura

- Anděra M. & Horáček I. 2005: Poznáváme naše savce. Sobotáles, Praha, 127-128 s.
- Arakelyan M., Petrosyan R., Ilgaz C., Kumlutaş Y., Durmuş S. H., Tayhan Y. & Danielyan F. 2013: A skeletochronological study of parthenogenetic lizards of genus *Darevskia* from Turkey. *Acta Herpetologica* 8(2): 99-104.
- Borczyk B. & Pasko L. 2011: How Precise are Size-Based Age Estimations in the Sand Lizard (*Lacerta agilis*)? *Zoologica Poloniae* 56(1-4): 11-17.
- Burlet Pierre, Deplazes Peter & Hegglin Daniel 2010: Efficient age determination: how freezing affects eye lens weight of the small rodent species *Arvicola terrestris*. *European Journal of Wildlife Research* 56: 685-688.
- Conn, P. B. & Diefenbach, D. R. 2007: Adjusting age and stage distributions for misclassification errors. *Ecology* 88: 1977–1983.
- Delahay R. J., Walker N., Gunn M. R., Christie C., Wilson G. J., Cheeseman C. L., McDonald R. A. 2011: Using lifetime tooth-wear scores to predict age in wild Eurasian badgers: performance of a predictive model. *Journal of Zoology* 284: 183–191.
- Eibl - Eibesfeld I. 1953: Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.) *Zeitschrift für Tierpsychologie* 10: 204–254.
- Ento Kyoko & Matsui Masafumi 2002: Estimation of Age Structure by Skeletochronology of a Population of *Hynobius nebulosus* in a Breeding Season (Amphibia, Urodela). *Zoological Science* 19: 241–247.
- Friley Charles E. 1949 : Age determination, by use of the baculum, in the river otter, *Lutra C. canadensis* schreber. *Journal of Mammalogy* 30(2): 102-110.
- Gaamour A. & Khemiri S. 2005: Age determination procedure for fishes at the Sclerochronology Laboratory of the INSTM. *Technická zpráva*, 8 str.

- Gacic Dragan P., Milosevic-Zlatanovic S. M., Pantic D. S. & Dakovic Dara B. 2007: Evaluation of the eye lens method for age determination in roe deer *Capreolus capreolu*. *Acta Theriologica* 52(4): 419–426.
- Gaisler J. & Zima J. 2007: *Zoologie obratlovců*. Academia, Praha, 692 p.
- Gil F. B. 2006: *Ornithology*. Third edition. W. H. Freeman & Company, New York.
- Grulich I. 1975: Populační exploze křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) – na východním Slovensku v roce 1971. *Zprávy ÚKZÚZ* 16(9): 15–23.
- Grulich I. 1977: Křeček polní – *Cricetus cricetus* L. a zákonitosti jeho rozšíření v ČSSR. *Živa* 66: 35-36.
- Grulich I. 1981: Die Baue des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Rodentia, Mammalia). *Folia Zoologica* 30(2): 99-116.
- Guarino Fabio M., Di Maio Alessandro & Caputo Vincenzo 2004: Age estimation by phalangeal skeletochronology of *Caretta caretta* from the Mediterranean Sea. *Italian Journal of Zoology* 71(2): 175-179.
- Hájek V. 1985: *Určování stáří a pohlaví nepěvců*. SZN, Praha
- Hancox M. 1988: Field age determination in the European badger. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 23: 399–404.
- Harris Stephen 1978: Age determination in the Red fox (*Vulpes vulpes*)-an evaluation of technique efficiency as applied to a sample of suburban foxes. *Journal of zoology* 184: 91-117.
- Harris Stephen 1978: Age determination in the Red fox (*Vulpes vulpes*) evaluation of technique efficiency as applied to a sample of suburban foxes. *Journal of Zoology* 184: 91-117.
- Hobbs J. P. A., Frisch A. J., Mutz S. & Ford B. M. 2014: Evaluating the effectiveness of teeth and dorsal fin spines for non-lethal age estimation of a tropical reef fish, coral trout *Plectropomus leopardus*. *Journal of Fish Biology* 84: 328–338.
- Hromádka M., Horáček J., Chytil J., Pithart K., Škopec J. 2001: „Příručka k určování našich pěvců 1. Společnost spolupracovníků Kroužkovací stanice NM Praha, Praha.

- Jánová Eva, Heroldová Marta, Bryja Josef & Tkadlec Emil 2003: Methodical problems in the age identification of rodents on the base of the eye lens weight. *Lynx (Praha)* 34: 29-38.
- Jánová Eva, Nesvadbová Jiřina & Tkadlec Emil 2007: Is the eye lens method of age estimation reliable in voles? *Folia Zoologica* 56(2): 119-125.
- Jenni L. & Winkler R., 1994: *Moult and Ageing of European Passerines*. Academic Press Ltd. London.
- Kauhala Kaarina & Soveri Tomo 2001: An evaluation of methods for distinguishing between juvenile and adult mountain hares *Lepus timidus*. *Wildlife biology* 7(4): 295-300.
- Kayser A. & Stubbe M. 2000: Colour variation in the common hamster *Cricetus cricetus* in the north-eastern foot-hills of the Harz Mountains. *Acta Theriologica* 45(3): 377-383.
- Khan S., Khan M. Afzal & Miyan K. 2011: Comparison of age estimates from otoliths, vertebrae, and pectoral spines in African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Estonian Journal of Ecology* 60(3): 183-193.
- Khan S., Khan M. Afzal & Miyan K. 2013: Precision of age determination from otoliths, opercular bones, scales and vertebrae in the threatened freshwater snakehead, *Channa punctata* (Bloch, 1793). *Journal of Applied Ichthyology* 29: 757–761.
- Khonsue W., Matsui M. & Misawa Y. 2000: Age Determination by Skeletochronology of *Rana nigrovittata*, a Frog from Tropical Forest of Thailand. *Zoological Science* 17(2): 253-257.
- Kunz T. H., Wemmer Ch. & Hayssen V. 1996: Sex, age and reproductive condition of mammals. In Wilson D. E., Cole R., Nickols, J. D.: *Biological Diversity Handbook Series: Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, 279-290.
- McKinney R. G. 2004: Skull Pneumatization in Passerines: A Table of Last Dates Many Passerines in the Northeast Can be Aged Safely by Skullin. *North American Bird Bender* 29(4): 164-170.

- Misawa Yasuchika & Matsui Masafumi 1999: Age Determination by Skeletochronology of the Japanese Salamander *Hynobius kimurae* (Amphibia, Urodela). *Zoological Science* 16(5): 845-851.
- Morris P. 1972: A review of mammalian age determination methods. *Mammal Review* 2 (3): 69-104.
- Morris P. A. 1971: Epiphyseal fusion in the forefoot as a means of age determination in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Journal of Zoology* 164(2): 254-259.
- Musil R. 2014: Morava v době ledové. Prostředí posledního glaciálu a metody jeho poznávání. Masarykova univerzita, Brno, 228 s.
- Nechay G. 2000: Status of hamsters: *Cricetus cricetus*, *Cricetulus migratorius*, *Mesocricetus newtoni* and other hamster species in Europe. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Nature and Environment Series, No. 106.
- Olenev G. V. 2009: Determining the age of cyclomorphic rodents: Functional-ontogenetic determination, ecological aspects. *Russian Journal of Ecology* 40(2): 93-104.
- Piantoni Carla, Ibarguengoytia Nora R. & Cussac Victor E. 2006: Age and growth of the Patagonian lizard *Phymaturus patagonicus*. *Amphibia-Reptilia* 27(3): 385-392.
- Prochazka P., Jelinek V., Požgayova M. & Honza M. 2012: Jak určovat staří rákosníků velkých (*Acrocephalus arundinaceus*) po úplném pelichání. *Sylvia* 48: 57–73.
- Reznik G., Schuller Hildegard M. & Mohr U. 1978: Clinical anatomy of the European hamster, *Cricetus cricetus*, L.. Bethesda, Maryland. UNT Digital Library. <http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc28308/>. Accessed July 16, 2015.
- Roulichová J. & Anděra M. 2007: Age determination in the Red Fox (*Vulpes vulpes*): a comparative study. *Lynx* 38: 55-71.
- Rowe F. P., Brafield A., Quay R. J. & Swinney T. 1985: Relationship Between Eye Lens Weight and Age in the Wild House Mouse (*Mus musculus*). *Journal of Applied Ecology* 22(1): 55-61.

Sedaghat S., Hoseini S. A., Larijani M. & Ranjbar K. S. 2013: Age and Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Southern Caspian Sea, Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(1): 71-73.

Smirnov Dmitry G. & Tsytsulina K. 2003: The ontogeny of the baculum in *Nyctalus noctula* and *Vespertilio murinus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Acta Chiropterologica* 5(1): 117-123.

Spurný P. 1998: *Ichtyologie (obecná část). Ichtyologie (systematická část). Skripta MZLU Brno, 280 s.*

Stankevičiūtė J., Pėtelis K., Baranauskaitė J. & Narauskaitė G. 2011. Comparison of two age determination methods of the European hares (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in Southwest Lithuania. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* 11(1): 22-28.

Stevenson D. K. & Campana S. E. (eds.) 1992: *Otolith Microstructure Examination and Analysis. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 117, Ottawa.*

Svensson L. 1992: *Identification Guide to European Passerines. British Trust for Ornithology, London.*

Svensson L., Mullarney K., Zetterstrom D. 2009: *Collins bird guide. Second edition. Harper Collins Publishers, London.*

Taylor R. H. 1959: Age determination in wild rabbits. *Nature* 184: 1158-1159.

Tok C. Varol, Gürkan M., Batuhan Y. Yakin & Hayretdag S. 2013: Age Determination in Some *Ophisops elegans* Menetries 1832 (Sauria: Lacertidae) Populations Living in the Vicinity of Canakkale and Aksehir-Eber. *Ecologia Balkanica* 5(2): 23-30.

Vančátová M. 2009: http://www.rozhlas.cz/odhaleni/odhaleni_o_gorilach/_zprava/598629. 11. 3. 2015

Vavřík M. 2001: K problematice určování a subspecifické příslušnosti racků skupiny *Larus argentatus* vyskytujících se v České republice. *Sylvie* 37: 95-108.

Veselovský Z. 2001: *Obecná ornitologie. Academia, Praha.*

Villa Madeleyne, Miranda-Chumacero Guido & Wallace Robert 2003: Estimating age of *Tayassu pecari* and *Pecari tajacu* using tooth analyses (Artiodactyla: Tayassuidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1167-1178.

Vohralík V. 1974: Biology of the reproduction of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.). *Věstník československé společnosti zoologické*. 38: 228-240.

Vohralík V. 1975: Postnatal development of the common hamster *Cricetus cricetus* (L.) in captivity. *Rozpravy československé akademie věd* 85(9): 1-48.

Walton K. C. 1968: The baculum as an age indicator in the polecat *Putorius putorius*. *Journal of Zoology* 156(4): 533-536.

Watson J. B. 1967: Age and Growth of Fishes. *The American Biology Teacher* 29(6): 435-438.

Weidensaul C. Scott, Colvin Bruce A, Brinker David F. & Huy Steven J. 2011: Use of Ultraviolet Light as an Aid in Age Classification of Owls. *The Wilson Journal of Ornithology* 123(2): 373-377.

Weinhold U. 2008: Draft European Action Plan For the conservation of the Common hamster (*Cricetus cricetus*, L. 1758). Strasbourg: Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing Committee. 28th meeting, Strasbourg, 24–27 November 2008.

Weinhold U. 2008: Draft European action plan for the conservation of the common hamster *Cricetus cricetus*, L. 1758. Second version. Strasbourg: Council of Europe, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Standing Committee.

Zejda J., Zapletal M., Obržálková D., Pikula J., Heroldová M., Beklová M. & Pikula J. ml. 2000: Křeček polní (*Cricetus cricetus* L.) v ČR - škůdce v zemědělství nebo objekt ochrany? *Rostlinolékař* 2: 21-23.

