

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Excelentní výzkum EVA 4.0



**Preparace lebký – porovnání vhodnosti různých metod
pro jednotlivé třídy obratlovců**

Bakalářská práce

Autor: Jitka Sojková

Vedoucí práce: Ing. Jiří Synek, Ph.D.

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jitka Sojková

Lesnictví

Konzervace přírodnin a taxidermie

Název práce

Preparace lebky – porovnání vhodnosti různých metod pro jednotlivé třídy obratlovců.

Název anglicky

Various methods of animal skull cleaning. Comparison of its applicability in different Vertebrata classes.

Cíle práce

1. Vypracovat literární rešerši na zvolené téma.
2. Příprava a tvorba preparátů lebky vybraných druhů obratlovců pomocí všech zvolených metod preparace.
3. Zhodnocení vhodnosti použití jednotlivých metod preparace pro jednotlivé třídy obratlovců

Metodika

Práce má dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části práce bude vypracována rešerše, která shrne dosavadní literární údaje o osteologické preparaci lebek různých tříd obratlovců: paprskoploutvých (Actinopterygii), obojživelníků (Amphibia), diapsidních čtvernožců (plazů – Reptilia), ptáků (Aves) a savců (Mammalia). Bude provedena primární selekce metod, které budou součástí stanoveného protokolu.

V praktické části bude podrobně zaznamenáván postup při aplikaci konkrétní zvolené metody a postup zvolený pro evaluaci výsledků. Výsledkem bude podrobný protokol o aplikaci různých metodik s komentářem k jejich vhodnosti pro tu kterou skupinu obratlovců a doporučení k dalšímu užívání včetně poznámek a zkušeností získaných vlastní aplikací zvolených postupů. V doporučení bude zohledněna i ekonomická náročnost preparace vzhledem k různé velikosti preparátů.

Harmonogram prací:

Duben (IV) až červen (VI) 2020: Shromažďování literárních podkladů, vypracování literární rešerše a následné přesné stanovení metodiky praktické části.

Červenec (VII) až říjen (X) 2020: Praktická část a sběr dat o jednotlivých metodách.

Listopad (XI) až prosinec (XII) 2020: Evaluace získaných výsledků.

Leden (I) až únor (II) 2021: Odevzdání prvního manuskriptu, korekce.



Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

lebka zvířat, obratlovci, taxidermie, kosterní preparát

Doporučené zdroje informací

Lelláková, F. a kol. (1992) Zoologická technika, 2. vyd. Praha, Karolinum, 122 str.

Mourek, J., Lišková, E. (2010). Biologické sbírky – metody sběru, preparace a uchovávání. Praha: UK v Praze – Pedagogická fakulta, 52 str.

Odcházellová, T. (2012) Zoologické preparační techniky ve školní praxi. Diplomová práce. Praha: UK Pedagogická fakulta, 176 str.

Post, L. (2012) The Small Mammal Manual Manuscript, Vol. 9. Bone Building Books, 100 p. ISBN: 0-9747139-8-8/ [www/theboneman.com](http://www.theboneman.com)

Post, L. (2014) The Bird Building Book, Vol. 5. Bone Building Books, 92 p. ISBN: 0-9747139-7-X/ [www/theboneman.com](http://www.theboneman.com)

Řezníček, J., Roček, Z. (2007) Srovnávací anatomie obratlovců. Praha: UK, Pedagogická fakulta.

Sigmund, L., Hanák, V., Pravda, O. (1992). Zoologie strunatců. Praha: Karolinum, 501 str

Sullivan, L.M., Romney, C.P. (1999) Clearing and Preserving Animal Skulls. Tuscon (Arizona): The University of Arizona Cooperative Extension. 4s. // cals.arizona.edu/pubs/natresources/az1444.pdf

Vadasová, R. (2008) Možnosti využití lebek savců ve výuce přírodopisu. Diplomová práce. Praha: UK Pedagogická fakulta, 61 str.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jiří Synek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Excelentní výzkum EVA 4.0

Konzultant

Ing. Jiří Synek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2020

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Preparace lebky – porovnání vhodnosti různých metod pro jednotlivé třídy obratlovců vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jiřího Synka, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 12. 4. 2021

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Synkovi, Ph.D. za jeho pomoc, cenné rady a ochotu při řešení mé bakalářské práce a zároveň bych ráda poděkovala i svému konzultantovi MUDr. Ing. Martinu Häckelovi, Ph.D., CSc. za jeho cenné poznatky a připomínky k mé bakalářské práci. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a svému příteli za podporu při psaní mé bakalářské práce. Dále děkuji Depozitáři Národního muzea v Horních Počernicích za poskytnutí násady kožojedů.

Abstrakt

Tématem předkládané bakalářské práce je preparace lebek pěti k preparaci nejčastěji používaných tříd obratlovců za využití dostupných a vhodných metod. Teoretická část práce je zpracována podle zahraničních i českých zdrojů. Využity jsou tištěné publikace, články z vědeckých časopisů a některé internetové zdroje. V literární rešerši jsou shrnuty všechny současné poznatky z oblasti anatomické stavby obratlovců, jejich morfologie, taxonomie a rovněž poznatky o jejich životě. Rešerše zahrnuje všechny metody osteologické preparace lebek, kterými jsou například metoda vaření, macerace, preparace brouky a louhování v amoniaku. Z výše zmíněných metod byly v práci použity a vyzkoušeny všechny. Praktická část je tvořena metodikou zahrnující porovnání a vyhodnocování užitých metod preparace. Podrobně jsou zde popsány jednotlivé v práci použité metody, které jsou na závěr zhodnoceny a porovnány. Navrhované postupy jsou využity u vybraných zástupců obratlovců v samostatné kapitole – Výsledky. Výstupem bakalářské práce jsou podrobné návody postupů u zvolených metod a výběr těch nejvhodnějších pro danou třídu obratlovců. Jako nejvhodnější metoda pro malé obratlovce vychází preparace larvami rodu *Dermestes*. Naopak pro větší jedince je nejvhodnější metodou preparace vařením a macerace.

Klíčová slova: lebka zvířat, obratlovci, taxidermie, kosterní preparát

Abstract

The presented thesis deals with the preparation of skulls of all classes of vertebrates through the use of suitable and available methods. Both Czech and foreign sources were used for the theoretical part. These include printed media, scientific paper from scientific magazines and some internet resources. The literary research sums up all the present knowledge about the anatomic structure of vertebrates, morphology, taxonomy and the knowledge about the way they live. The research includes all methods of osteological preparation of skulls, such as boiling, maceration, cleaning with beetles and leaching. All of the above were tested and used in the thesis. The practical part consists of methodology which includes comparison and evaluation of the used methods of preparation. All the used methods are described in detail, evaluated and compared. The proposed procedures are used for the selected vertebrates in the final chapter called Results. The output of the bachelor thesis is a detailed scheme of procedures for the selected method and choice of those which are the most suitable for the chosen class of vertebrates. The beetle cleaning of *Dermestes* larva seems the most suitable for small vertebrates, whilst the preparation through maceration and boiling is the most suitable for big ones.

Keywords: animal skulls, vertebrates, taxidermy, bone preparation

OBSAH

Seznam tabulek	12
Seznam grafů.....	12
Seznam obrázků.....	13
Úvod	15
1 Cíle práce	16
2 Literární rešerše	17
2.1 Osteologie	17
2.2 Osteologická preparace.....	17
2.3 Přípravná fáze	18
2.4 Preparace.....	18
2.5 Metoda: Preparace kostí larvami kožojeda	19
2.6 Metoda: Preparace larvami potemníka brazilského	20
2.7 Metoda: Vaření	20
2.8 Metoda: Macerace	22
2.9 Metoda: Macerace v teplé vodě.....	23
2.10 Metoda: Podzemní rozklad	23
2.11 Metoda: Nadzemní rozklad.....	24
2.12 Metoda: Čištění pomocí koňského trusu	24
2.13 Metoda: Louhování v amoniaku s vodou	25
2.14 Metoda: Louhování v amoniaku a peroxidu vodíku.....	25
2.15 Odmaštění.....	26
2.16 Bělení kostí	27
2.16.1 Bělení kostí peroxidem vodíku	27
2.17 Obratlovci (Vertebrata).....	28
2.17.1 Taxonomie.....	29
2.17.2 Kost	30
2.18 Osteologie obratlovců	31

2.19	Paprskoploutví (Actinopterygii)	34
2.19.1	Taxonomie.....	34
2.19.2	Morfologie a anatomie.....	34
2.19.3	Kostra paprskoploutvých	35
2.19.4	Lebka ryb	37
2.19.5	Losos obecný (<i>Salmo salar</i>) Linnaeus, 1758.....	38
2.20	Obojživelníci (Amphibia)	38
2.20.1	Taxonomie.....	39
2.20.2	Morfologie.....	39
2.20.3	Anatomie.....	39
2.20.4	Kostra obojživelníků.....	40
2.20.5	Lebka obojživelníků	41
2.20.6	Drápatka vodní (<i>Xenopus laevis</i>) Daudin, 1802.....	42
2.21	Plazi (Reptilia)	42
2.21.1	Taxonomie.....	43
2.21.2	Morfologie.....	43
2.21.3	Anatomie.....	44
2.21.4	Kostra plazů.....	45
2.21.5	Lebka plazů	45
2.21.6	Gekon východní (<i>Hemidactylus frenatus</i>) Duméril a Bibron, 1836.....	46
2.22	Ptáci (Aves)	47
2.22.1	Taxonomie.....	47
2.22.2	Morfologie a anatomie.....	47
2.22.3	Kostra ptáků.....	48
2.22.4	Lebka ptáků	49
2.22.5	Kachna divoká (<i>Anas platyrhynchos</i>) Linnaeus, 1758.....	50
2.23	Savci (Mammalia)	51
2.24	Taxonomie	51
2.25	Morfologie a anatomie.....	51
2.25.1	Kostra savců	54
2.25.2	Lebka savců.....	54
2.25.3	Srniec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) Linnaeus, 1758.....	55
3	Metodika	57
3.1	Praktická část	57

3.1.1	Materiál k preparaci.....	57
3.1.2	Nástroje a pomůcky užitě k provedení praktické části	57
3.1.3	Bezpečnost práce.....	58
3.1.4	Stažení a ořezání masa z lebek	59
3.1.5	Vaření	60
3.1.6	Macerace	65
3.1.7	Preparace kožojedy.....	67
3.1.8	Preparace brouky: Zophobas morio.....	68
3.1.9	Louhování v amoniaku	69
3.1.10	Hodnocení kritérií při vyhodnocování výsledků preparace.....	70
4	Výsledky	73
5	Diskuze	79
	Závěr	87
	Citovaná literatura a zdroje informací	88

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Zkoumané znaky u paprskoploutvých po preparaci	73
Tabulka 2 - Zkoumané znaky u obojživelníků po preparaci.....	74
Tabulka 3 - Zkoumané znaky u plazů po preparaci	75
Tabulka 4 - Zkoumané znaky u ptáků po preparaci.....	76
Tabulka 5 - Zkoumané znaky u savců po preparaci.....	77
Tabulka 6 - Časová náročnost preparace	78
Tabulka 7 - Finanční náročnost preparace (náklady).....	78

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Systematické uspořádání obratlovců (Vertebrata)	30
--	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Stavba kosti (převzato a upraveno z Midgley et al., 1993).....	31
Obrázek 2 - Lidský obratel, pohled shora Weston, T. (1993).....	33
Obrázek 3 - Typy ocasních ploutví paprskoploutvých (Gaisler, 1997).	35
Obrázek 4 - Kostí lebky paprskoploutvých ryb (Gaisler a Zima, 2007).....	37
Obrázek 5 - Kostra obojživelníka (Převzato z Kubištová, Jůvová, 1994)	41
Obrázek 6 - Lebky žijících skupin plazů (Gaisler a Zima, 2007).	46
Obrázek 7 - Kostra ptáků (Víšňák, 2020)	48
Obrázek 8 - Stavba ptačí lebky (Gaisler a Zima, 2007).....	50
Obrázek 9 - Lebka savců (Gaisler a Zima, 2007)	55
Obrázek 10 - Zmražené srnčí hlavy	59
Obrázek 11 - Vykrvení srnčích hlav	59
Obrázek 12 - Zakoupené hlavy lososa obecného.....	60
Obrázek 13 - Srnčí lebka před vařením	61
Obrázek 14 - Vaření srnčí lebky	61
Obrázek 15 - Srnčí lebka po vaření.....	61
Obrázek 16 - Lebka zbavená měkkých tkání	61
Obrázek 17 - Lebka před odmaštěním	61
Obrázek 18 - Hlava lososa před vařením	62
Obrázek 19 - Rozpadlé kosti lebky lososa	62
Obrázek 20 - Rozpadlá lebka lososa po vyndání z peroxidu (mastné žluté skvrny)	62
Obrázek 21 - Kachní hlava.....	63
Obrázek 22 - Kachní hlava po prvním uvaření	63
Obrázek 23 - Kachní hlava z noku před obrácním	63
Obrázek 24 - Kachní lebka po obrácní masa a po 2. vaření	63
Obrázek 25 - Gekon východní (Pokorný, 2013).....	64
Obrázek 26 - Rozpadlá lebka drápatky po vaření	64
Obrázek 27 - Lebka gekona rozpadlá při vaření	64
Obrázek 28-32 - Proces macerace srnčí hlavy	65
Obrázek 33-35 - Průběh macerace lososa obecného	66
Obrázek 36-37 - Macerace kachní hlavy	66
Obrázek 37-38 - Macerace gekona	66
Obrázek 39-40 - Preparace kachní hlavy kožojedy.	67

Obrázek 41-43 - Preparace lososa, zahnutí lebky	68
Obrázek 44-45 - Srnčí lebka u zbylých kožojedů	68
Obrázek 46-47 - Preparace srnčí lebky larvami potemníka brazilského	69
Obrázek 48-49 - Zahnutá kolonie i s lebkou lososa.....	69
Obrázek 50-51 - Preparace kachní hlavy larvami	69
Obrázek 52-54 - Metoda louhování v rozotku amoniaku s vodou.....	70
Obrázek 55 - Porovnání bělosti lebek i metody vaření a macerace	74
Obrázek 56 - Výsledná lebka u potemníků	74
Obrázek 57 - Zahnutá lebka u kožojedů	74
Obrázek 58 - Losos v amoniaku	74
Obrázek 59 - Preparace kožojedy (drápatka).....	75
Obrázek 60 - Preparace macerací (drápatka).....	75
Obrázek 61 - Preparace amoniakem (drápatka).....	75
Obrázek 62 - Preparace kožojedy (gekon)	75
Obrázek 63 - Preparace potemníky (gekon)	75
Obrázek 64 - Preparace amoniakem (gekon)	76
Obrázek 65 - Preparace vařením (gekon)	76
Obrázek 66 - Preparace amoniakem (gekon)	76
Obrázek 67 - Preparace kožojedy (kachna)	76
Obrázek 68 - Preparace macerací (kachna).....	76
Obrázek 69 - Louhování vařením (kachna)	76
Obrázek 70 - Preparace kachny potemníky	77
Obrázek 71 - Louhování v amoniaku (kachna).....	77
Obrázek 72 - Preparace macerací (srnec)	77
Obrázek 73 - Preparace vařením (srnec).....	77
Obrázek 74 - Preparace kožojedy (srnec)	78
Obrázek 75 - Louhování v amoniaku (srnec).....	78
Obrázek 76-77 - Preparace amoniakem (gekon).....	78

ÚVOD

Téma této bakalářské práce jsem si zvolila proto, že osteologické preparáty jsou jedněmi z nejvyužívanějších výukových materiálů a také materiálem, na kterém jsou nejlépe pozorovatelné znaky ze života obratlovce. Právě díky těmto kosterním preparátům si mohou studenti či širší veřejnost utvořit představu nejen o celkové stavbě těla, potažmo o vnitřním uspořádání orgánů, ale v mnoha případech také o změnách na kostech, závislých na způsobu života jednotlivých živočichů. Z lebek se dá vyčíst mnoho, např. z lebečních švů, zubů či poškození na lebkách. Dochází tak nejen k osvojení nových poznatků z oblasti anatomie či zoologie, ale současně lze také vyzorovat a odvodit způsob života nebo typické životní prostředí živočichů. Bohužel v dnešní době je kosterní materiál téměř nedostupný, jelikož se takovéto preparáty dělají velmi zřídka. Daleko častěji se používají dermoplastické preparáty, protože jsou žádanější, avšak právě z nich nelze téměř nic zjistit o daném preparovaném živočichovi. Podle mého zjištění je jedním z důvodů, proč se osteologické preparáty příliš nevytvářejí, pořizovací cena samotného materiálu a náročnost metod. Jak jsem zjistila, na téma preparace a její metody bělení u konkrétních tříd obratlovců není příliš odborné literatury a už vůbec ne v českém jazyce. Rozhodla jsem se proto tímto tématem se více zabývat a porovnat a vybrat nejvhodnější metodu pro bělení lebek u daných tříd obratlovců.

1 CÍLE PRÁCE

Vypracovat literární rešerši na zvolené téma.

Příprava a tvorba preparátů lebky vybraných druhů obratlovců pomocí všech zvolených metod preparace.

Výsledkem práce bude zhodnocení vhodnosti použití jednotlivých metod preparace pro jednotlivé třídy obratlovců.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 OSTEOLOGIE

Osteologie pochází z řeckého slova osteon – kost a slova logos – nauka (Blau, 2014). Jedná se o vědecký obor, zabývající se studiem kostí, které se staly předmětem zkoumání různých oborů, např. paleontologie, antropologie, evoluční biologie, archeologie, lékařských disciplín a dalších odvětví (Grim a kol., 2014; Flegr, 2007). Osteologická analýza kosterních pozůstatků se důkladně zaměřuje na zejména patologické a taxonomické změny, popis kostí a anatomické variety. Zabývá se též diagnostikou, léčbou kostních onemocnění a také prevencí. Kost patří mezi podpůrné tkáně, zajišťující lokomoci těla, chrání vnitřní orgány a tvoří oporu těla (König & Liebich, 2003). Dle tvaru lze rozlišit tři základní typy kostí. První jsou kosti dlouhé (ossa longa), které mají charakteristické tělo (diafýza) s odlišenými kloubními úseky na obou koncích (epifýza). Dalším typem kostí jsou kosti krátké (ossa brevia). Tyto kosti mají velmi rozmanitý tvar a velmi nepravidelné kloubní plochy. Jsou tvaru válcovitého, krychlovitého nebo kulatého. Mezi krátké kosti patří kosti páteře či zánártní kosti. Posledním základním typem kostí jsou kosti ploché (ossa plana). Ploché kosti se skládají ze dvou kompaktních kostních desek, mezi nimiž je dutina vyplněná vzduchem či kostní trámčinou. Mezi ploché kosti lze zařadit kosti lopatky, kyčelní kosti či žeber a některé kosti lebky (König & Liebich, 2003).

2.2 OSTEOLOGICKÁ PREPARACE

Lebky a další osteologické preparáty jsou zpravidla cennější než vycpané, dermoplastické preparáty. Časově náročná je preparace celých koster v přirozeném postoji (tzv. dynamických preparátů). Ta je možná vzhledem k technologickému pokroku v posledních letech, a to díky vývoji pevných a odlehčených materiálů. Na lebkách obratlovců se dají pozorovat důležité určovací znaky druhů, i systematicky vyšších. Osteologické preparáty jsou také velmi důležité z didaktického hlediska, jelikož znázorňují lebku jako unikátní soubor kostí obratlovce (Mourek a Lišková, 2010).

2.3 PŘÍPRAVNÁ FÁZE

Pro osteologickou preparaci není příliš zásadní velikost zvířete, ale velmi důležité je stáří jedince. Dospělec bude mít veškeré kosti plně osifikované, a tudíž nedojde k jejich rozpadu. Čištění kostí u adultních jedinců je poté snazší a přesnější. U mladých živočichů nemusí být kosti plně osifikované a při preparaci jejich lebky dojde k rozpadu na několik částí, které jsou pak velmi těžce opravitelné. Kostí mladého jedince jsou menší, měkčí a více chrupavčité. Pro osteologickou preparaci je vhodnější zvíře dospělé (Post, 2006).

Kosterní materiál vhodný pro osteologickou preparaci lze získat různými způsoby. První možností jsou uhynulí živočichové z domácích chovů. Dle je možné opatřit si materiál z porážek domácích zvířat, případně od veterinářů či taxidermistů. Živočichy uhynulé v přírodě lze použít též (Post, 2006).

Lebky lze preparovat několika metodami. Vzhledem k tomu, že není možné se při preparaci vyhnout zápachu, je vodné uzpůsobit prostory preparace, jako například preparátorskou dílnu, digestoří se silným odsáváním a vývodem mimo dílnu (Mourek a Lišková, 2010).

Pokud je materiál k preparaci čerstvý a nedochází k jeho okamžitému zpracování, je nutné ho dát zmrazit, aby nedošlo k hnilobným procesům a rozkladu zvířete. V opačném případě, kdy použijeme zvíře z mrazícího boxu, je třeba ho vhodně rozmrazit, aby se s ním dalo dále pracovat. Zvíře o velikosti lišky se rozmrazuje alespoň 24 hodin při pokojové teplotě. Větší savci rozmrazí cca 48 hodin (Post, 2006). Po rozmrazení je nutno kostru nejdříve zbavit krve, takzvaně ji vykrvit. Poté, pokud se nejedná o malé zvíře, je třeba ho stáhnout, vykuchat, zbavit svaloviny a jiných měkkých tkání, u ptáků zbavit tělo co největšího množství peří. Větší objekt se vždy stáhne z kůže, poté se vyvrhne obsah břišní dutiny a odstraní co nejvíce svaloviny, Takto připravená kostru je zbavena přebytečné krve, která by mohla zabarvit kostru nežádoucím způsobem. Toho lze docílit máčením v destilované vodě po dostatečně dlouhou dobu. Vodu je třeba pravidelně měnit, a to až do té doby, kdy se přestane špinit (Mourek a Lišková, 2010).

2.4 PREPARACE

Po přípravné fázi, zajištění potřebného materiálu a splnění všech předcházejících kroků následuje samotná preparace. Při jakékoli preparaci je nezbytné dodržovat správné

hygienické zásady. Je třeba chránit sebe i své okolí před infekcemi, parazity nebo jedovatými produkty hnilobného rozkladu bílkovin. Využívá se materiál čerstvý, který je fixovaný v 70–80% roztoku ethanolu nebo ve 4% formaldehydu. Je důležité preparáty vyjmuté z formaldehydu nezamrazovat, protože by mohlo dojít k odvápnění kostí a tím k narušení jejich struktury s následným rozpadem (Mourek a Lišková, 2010).

Preparace lebek je prováděna stejně, jako je tomu u celých koster, jen je třeba být obezřetnější. Kosti lebky jsou křehčí a mohlo by tak docházet k vypadávání zubů. Nosní kosti bývají velmi tenké a křehké a pokud je zvíře mladé, mohou být jednotlivé lebeční kosti nespojené. Většinu lebek menších obratlovců lze stáhnout z kůže a ihned preparovat bez jakýchkoli dalších úprav. Pokud se jedná o větší lebky a bývají zmrazené, měly by se nejprve opláchnout studenou vodou a nechat rozmraznout (Post, 2006).

2.5 METODA: PREPARACE KOSTÍ LARVAMI KOŽOJEDA

Larvy rodu *Dermestes* dokážou vyčistit lebku extrémně dobře, a to bez jakéhokoliv poškození, jsou proto hojně využívané k profesionální preparaci po celém světě (Pahl, 2020). K preparaci se používají konkrétně nedospělí jedinci druhu *Dermestes maculatus*, kteří požírají měkké tkáně a maso. Před touto metodou preparace je potřeba zvíře stáhnout z kůže, vyjmout veškeré vnitřní orgány a co nejvíce obrat kosti. Nejdůležitější je vybudovat dostatečně velkou kolonii kožojedů tak, aby byla schopna objekt vybraný k preparaci obrat. U menších lebek se tak stane v rozmezí několika hodin, u větších v rozmezí několika týdnů. Je třeba mít vhodné místo, kam kolonii umístit a zajistit prostředí. Jelikož při této metodě vzniká typicky nepříjemný zápach, není vhodná k použití v domácích podmínkách. Čas potřebný k vyčištění se bude lišit v závislosti na velikosti lebky, počtu larev v kolonii a teplotě prostředí. Kolonie je chována v akváriích či plastových boxech. Větší kolonie jsou umístěny ve speciálně zkonstruovaných dřevěných bednách s epoxidovou pryskyřicí. Muzea využívající tuto metodu mají vyhrazenou celou místnost, kde je teplo, vzduch a omezená míra vlhkosti. Jsou zde používány i ventilátory, které slouží ke správné cirkulaci vzduchu (Post, 2006). Na podlaze místnosti je rozmístěný karton či bavlněné látky, které slouží kolonii k lepšímu pohybu. Dravé larvy jsou ideální pro obrání i té nejmenší tkáně na kostech a kosti dokonale vyčistí. Larvy také odstraní většinu zápachu z lebek (Sullivan a Romney, 1999). Larvy kožojeda jsou nejaktivnější při teplotě 27 °C a dožívají se 4-5 měsíců.

Masožravé larvy vhodné k preparaci jsou v tomto stádiu 6 týdnů. Dospělci se nepodílejí na preparaci, spíše kladou vajíčka. Když se teplota výrazně mění, aktivita brouků značně klesá. Tato metoda je výhodná v tom, že zuby zůstávají na svém místě a larvy nepoškodí kost. Hotové lebky a kostry jsou vyjmuty a nechají se zmrazit, poté jsou ponořeny do vroucí vody či ponořeny do roztoku amoniaku, aby byly zbaveny vajíček či zbylých larev v dutinách lebek (Post, 2006). Lebku je vždy potřeba dočistit v peroxidové lázni a ponechat ji tam několik hodin, aby byl výsledek dokonalý (Mourek a Lišková, 2010).

2.6 METODA: PREPARACE LARVAMI POTEMNÍKA BRAZILSKÉHO

Zophobas morio se řadí do čeledi potěmníkovitých a obývá Střední a Jižní Ameriku. (Bruins, 1999). Tyto larvy se běžně používají jako potrava pro terarijní chov. Mají kanibalské sklony, tudíž se požívají navzájem. Larvy měří okolo 50-60 mm a jejich zbarvení je na konci těla tmavé až černé. Tím se dají dobře odlišit od moučných červů *Tenebrio molitor*. Larva potřebuje ke svému vývoji 3,5-4 měsíce (při teplotě chovu 27-29 °C). Dospělec má černou barvu a je 3-3,4cm dlouhý. Samička dospělého brouka naklade obvykle několik set vajíček (asi 400), z nichž se za 8-12 dní líhnou larvy (Nederlof et al., 2017). Metodou, která se zabývala bělením kostí pomocí moučných červů, avšak rodem *Tenebrio molitor*, jsem se zabývala ve své práci v roce 2017. Bělení pomocí právě potěmníkovitých larev se ukázalo jako úspěšné a výsledky ukázaly, že tyto larvy dokážou lebku králíka docela dobře vyčistit (Sojková, 2017). Jako vhodná metoda a ekvivalent k larvám *Tenebrio molitor* mohou být pro čištění lebek larvy druhu *Zophobas morio* (Synek, osobní sdělení).

2.7 METODA: VAŘENÍ

Preparace touto metodou je nejrychlejším, nejjednodušším a nejpraktičtějším způsobem čištění lebky (Post, 2006). Metoda vaření je vhodná zejména pro preparaci čerstvého nebo zmrazeného materiálu. Je užívána spíše pro masivnější a objemnější lebky či kosti. Není naopak vhodná pro preparaci celých koster nebo pro lebky nedospělých zvířat. Tím, jak jsou jejich lebky nedokonale osifikované a křehké, snadno se rozpadnou (Mourek a Lišková, 2010). Je třeba mít na paměti, že každé zvíře se vaří různě dlouhou dobu. Rozhodujícími faktory jsou velikost, stáří, kondice či vyspělost jedince. Staré zvíře se bude vařit delší dobu nežli zvíře mladé, proto je třeba při vaření sledovat a kontrolovat čas, aby nedošlo ke zničení kostí. Správná doba vaření bývá pro výsledek preparace stěžejní. Vhodnými objekty k čištění touto metodou jsou jedinci velikosti psovitých

šelem. U menších jedinců je potřeba hlídat dobu varu a u větších je třeba mít dostatečně velkou varnou nádobu (Post, 2006).

Častou chybou při užití této metody je brzké vyjmutí kostí z varné nádoby. Poté zpravidla následuje více práce s nožem, což zvyšuje riziko poškrábání lebky či poškození kostí. Opačným problémem bývá přílišné převaření, kdy dochází k odpadu chrupavek a vazů a u mladých jedinců i ke změknutí kostí. Ideální doba je taková, kdy lze chrupavky snadno vyjmout a maso z lebky opláchnout vodou. Dobrou zkouškou pro ověření, zda je lebka uvařená, je otevření dolní čelisti. Pokud se uvolní, je lebka uvařená dostatečně (Post, 2006).

Pokud během vaření nepůjde uvolnit dolní čelist přílišným otevřením úst, je třeba ve vaření ještě pokračovat. Po dostatečném uvaření se lebka nechá vychladnout a poté je možné s ní dále manipulovat. Poté se odstraní svalová hmota, oční bulvy, jazyk a patro a pomocí pinzety se odpreparuje co nejvíce měkké tkáně. Mozek se odstraňuje pomocí drátu či tyče zasunutím skrz týlní otvor. Následně se do lebky neleje voda a s lebkou se třepe, dokud se veškeré zbytky mozku nevyplaví. Velmi důležité je nezasunovat do nosních otvorů žádné nástroje, jelikož nosní kosti jsou velmi jemné a mohly by se poškodit. Při správné době vaření měkká tkáň z nosu vypadne sama. Její jemné zůstatky lze poté vybrat pinzetou (Post, 2006).

Po ukončení vaření je potřeba, aby lebka pozvolna vychladla. Nedoporučuje se vylít na lebku studenou vodu, došlo by tak k popraskání zubů. Poté následuje obrání měkkých tkání. Daleko jednodušší je obrátit maso a měkké tkáně z teplých kostí než po vychladnutí (Post, 2006). Pokud se nepodaří pouhým varem dostatečně očistit lebku, je třeba ji dočistit nebo přejít na jinou metodu preparace (Horký, 2020). Tato metoda čištění se dá praktikovat i v domácích podmínkách, avšak je třeba mít na paměti, že mnoho zvířat, která například nebyla čerstvá, mohou velmi nepříjemně zapáchat. Je vhodné mít vyhrazený elektrický vařič a varnou nádobu a provádět vaření nejlépe ve venkovních podmínkách. Vždy je třeba mít víko či poklici, která bude při vaření použita. Většina dospělých suchozemských savců větší velikosti se vaří okolo 6-8 hodin, menší jedinci velikosti veverky 3-4 hodiny (Post, 2006).

2.8 METODA: MACERACE

Tato metoda spočívá v rozkladu měkkých tkání ve vodě při pokojové nebo mírně vyšší teplotě (kolem 30 °C, ideální teplota je asi 32 °C) (Mourek a Lišková, 2010). Jde tedy o maceraci studenou vodou, kde dochází k postupnému ochlazování vody a tudíž teplota vody zde není stálá. Maceraci je vhodné provádět v létě, kdy je teplota okolí nejvhodnější pro hnilobné bakterie. Macerace je nejjednodušší, finančně nenáročnou metodou a funguje velmi dobře pro většinu kostí. V podstatě jde o namáčení lebky do studené vody, kde dochází ke vzniku hnilobných bakterií, které lebku očistí. Macerace je náročná hlavně časově. Potřebný čas na odstranění veškerých tkání se liší podle velikosti jedince. Hlavní nevýhodou této metody preparace je produkovaný silný zápach, proto se doporučuje provádět maceraci venku a preparát držet v uzavřené nádobě (Post, 2006). Metoda macerace se používá nejčastěji k odstranění zbytků tkání z kostí (Táborský, 1961). Lebka se ponoří do dostatečně velké nádoby naplněné vodou, pro lepší odmaštění kostí se mohou přidat zhruba dvě polévkové lžice enzymatického čističe (Sullivan a Romney, 1999). Na nádobu lze nasadit víko, které zabrání odpařování a sníží vycházející zápach. Nesmí však být zcela utěsněna, jelikož by mohlo dojít k zamezení přístupu kyslíku mikroorganismům (Post, 2006). Pokud by došlo k odpařování vody, je nutné nádobu doplnit vodou vždy tak, aby byla kost opět plně ponořena. Nádobou s macerátou je třeba občas protřepat a vodu s odpadlými měkkými tkáněmi jednou až dvakrát za den vyměnit. Vodu je vhodné vyměňovat za pomoci síta či plátna, aby nedocházelo ke ztrátám zubů či kostí. Důležité je udržet kosti co nejdéle pohromadě, aby následné sestavení bylo co nejjednodušší. Proces je u konce, když jsou kosti zbavené měkkých tkání a přestávají zapáchat. Tuto metodu nelze provádět v železných nádobách. Železo totiž reaguje se silnými sloučeninami z tkání a mohou vznikat černé nerozpustné sulfidy, které z kostí nejdou odstranit (Mourek a Lišková, 2010).

Konečné dočištění lze provést zubním kartáčkem nebo pinzetou. Po odstranění zbývajících masa lebku dále namáčíme asi 24 hodin v čisté vodě, díky tomu zmizí zápach. Poté necháme lebku důkladně vyschnout (Táborský, 1961). Výhodou macerace ve studené vodě je to, že je to snadno proveditelná metoda a nepoškozuje kosti. Nevýhodou je zmíněná časová náročnost, zápach a velmi často dochází při maceraci ke ztrátám zubů a některých kostí lebky (Post, 2006; Mourek a Lišková, 2010).

2.9 METODA: MACERACE V TEPLÉ VODĚ

Tato metoda je používána profesionály k čištění koster ptáků, protože jejich kostra je velmi choulostivá a jemná. Oproti maceraci ve studené vodě se tato metoda liší tím, že je rychlejší. Urychlí celý proces o 5-10 dní (Post, 2006). Jelikož jde o hnilobný proces, teplota vody nesmí překročit 37 °C, aby nedošlo k poškození kostí. Teplota vody je zde udržována pomocí ohřívacího zařízení a díky němu nedochází k jejímu chladnutí. Vzhledem k tomu, že při použití metody vaření může u ptáků docházet k poškození pouzdra zobáku z keratinu, je metoda macerace teplou vodou šetrnější. Jemnější části kostí jsou lépe chráněny a kostra je lépe očištěná od měkkých tkání. Hlavní nevýhodou je silný zápach, tudíž je opět žádoucí disponovat místností s digestoří či venkovním prostorem a spoustou času. K maceraci je potřeba zařízení na ohřívání vody nebo inkubátor pro udržení stálé teploty. Před macerací by měla být odstraněna většina masa a měkkých tkání. Následně se lebka vloží do plastové nádoby naplněné teplou vodou z vodovodu. Do kbelíku se vloží ohřívací zařízení a udržuje se teplota 35–37 °C. Celou nádobu lze též také umístit do inkubátoru s nastavenou stálou teplotou. Nádobu lze přikrýt víkem, ale pouze volně, aby mohlo docházet k úniku plynu. Po 2-4 dnech se lebka vyjme z macerátu a opatrně se odstraní pláště zobáku a drápů. Ty se nejlépe se skladují v 9% roztoku formalinu, který zabrání ztrátám barvy a odstraní zápach. Poté je třeba lebku opláchnout a vložit do čerstvé vody s pracím práškem. Prací prášek pomáhá při čištění, odstraní mastnotu a sníží zápach. Až veškerá tkáň a maso zmizí, zůstane na kostech koncentrované vazivo, které ale po odmaštění v acetonu změní skupenství a dá se snadno očistit kartáčkem. Pokud kosti po této metodě zčernají, děje se tak kvůli hnilobným bakteriím, ale po odmaštění a vybělení budou kosti bílé (Post, 2006).

2.10 METODA: PODZEMNÍ ROZKLAD

Jedná se o klasickou metodu čištění, kdy dochází k podzemnímu rozkladu vybraného jedince, který je zasypán hlínou a tzv. „pohřben pod zem“. Výhodou této metody je jednoduchost a za správných podmínek může fungovat velmi dobře. Avšak velkým rizikem jsou špatné podmínky, které mohou způsobit, že i po 10 letech zůstane kostra či lebka bez jakékoli změny. V závislosti na hloubce, v níž je zvíře pohřbeno, typu půdy, obsahu vlhkosti v půdě a klimatu se časový rámcem může lišit od několika měsíců do čtyř i více let, než bude lebka vyčištěna. Objekt vybraný k preparaci nesmí být zabalen do látky či jiného syntetického materiálu, jelikož by došlo ke značnému zpomalení procesu rozkladu. Je třeba, aby byl veškerým tělesným tekutinám umožněn odchod z těla,

a naopak byl umožněn přístup půdním mikrobům. Čím hlouběji je objekt umístěn, tím je půda obvykle sterilnější a také doba podzemního rozkladu bude delší. Ovšem pokud je objekt velkých rozměrů a v pokročilejším stádiu rozkladu, může to proces urychlit, neboť se vytvoří adekvátní prostředí pro mikroby a jiné živé organismy. Problémem této metody mohou být mrchožroutovití brouci, kteří mohou kosti vyhrabat na povrch a později už je nelze dohledat (Post, 2006).

2.11 METODA: NADZEMNÍ ROZKLAD

Metoda nadzemního rozkladu je nejjednodušší a nejméně pracnou metodou, jelikož není potřeba žádné vybavení. Základním krokem je objekt vybraný k preparaci nechat volně na zemském povrchu, aby se k němu lépe dostal nekrofágní hmyz a jeho larvy. Důležité jsou ideální teplotní podmínky. Prioritní je správná vlhkost prostředí, protože při nedostatečné vlhkosti může kostra z mumifikovat dřívě, než se vyčistí, a výsledek poté bude nepoužitelný. Proces nadzemního rozkladu funguje nejlépe při teplotách okolo 18–24 °C. Ostatní hmyz, jako jsou brouci rodu *Dermestes*, pomáhají též procesu čištění, avšak kvalitou a rychlostí neodpovídají nekrofágnímu hmyzu a jeho larvám. U kostí též hrozí jejich postrácení, a to vlivem deště a větru. Aby k tomu nedocházelo, lze objekt vložit do boxu s ochrannou klecí nad ním a umístit ho do písku či písčité půdy. V jílovité půdě tato metoda byla též vyzkoušena na objektu velikosti mývala a trvalo rok, než se kosti očistily. V písčité půdě mělo zvíře velikosti lachtana kostru očištěnou za dva roky. Při této metodě je důležité neobalovat kostru či kosti plastovými obaly, jelikož by se proces značně zpomalil. Tato metoda je vhodná spíše pro menší živočichy, vzhledem k podmínkám a délce času (Post, 2006).

2.12 METODA: ČIŠTĚNÍ POMOCÍ KOŇSKÉHO TRUSU

Vznik této metody čištění kostí je poměrně nový a poprvé se zde objevil v 90. letech 20. století. Jedná se tak o nově objevenou techniku, která se stále vyvíjí a s níž se stále experimentuje. Princip spočívá ve vložení vhodného objektu do preparační nádoby mezi vrstvy čerstvého koňského trusu. Při uzavření preparační nádoby lze metodu použít i ve vnitřních prostorech, protože nedochází k uvolňování zápachu. Nevýhodou této metody je časová náročnost. Doba bělení se pohybuje od tří měsíců výše. Výhodou kompostu je, že vytváří své vlastní teplo, které je vhodným prostředím pro bakterie, a tudíž není potřeba nádobu uměle zahřívat. Nežádoucím faktorem je vlhkost, která se zachytí uvnitř přepravky při jejím uzavření, a spíše než k bělení dojde k mumifikaci.

Je třeba, aby nádoba byla uzpůsobena tak, aby se vlhkost mohla odpařit, ale zároveň aby se do ní nedostali nežádoucí organismy a hmyz. Tato metoda není příliš používána, protože je zde spousta faktorů, které je třeba pohlídat (Post, 2006).

2.13 METODA: LOUHOVÁNÍ V AMONIAKU S VODOU

Jedná se chemickou metodu preparace kostí. Jde o pomalejší a jednodušší techniku, než je tomu u postupu, kde je použit peroxid vodíku. Spočívá v louhování kostí či lebek v roztoku hydroxidu amonného (NH_3) s vodou (H_2O). Při této metodě je třeba, aby bylo použito stejné množství amoniaku na stejné množství vody, tedy v poměru 1:1. Kostí jsou vloženy do roztoku amoniaku s vodou a následně se čeká, než se voda od hemoglobinu obsaženém v krvi zabarví dočervena. Když se tak stane, roztok amoniaku a vody se vymění, a takto se postupuje do té doby, než nezbude na kosti žádná měkká tkáň a voda se nepřestane zabarvovat. Pokud na kostech či lebkách zbývá měkká tkáň, dochází zde k maceraci v roztoku amoniaku s vodou, doprovázené typickým hnilobným zápachem. Zároveň s preparací zde dochází i k odmaštění kostí (Anonymous, 2006).

2.14 METODA: LOUHOVÁNÍ V AMONIAKU A PEROXIDU VODÍKU

Tato metoda je jednou z nejnovějších technik chemického čištění kostí vůbec. Spočívá v louhování objektu zvoleného k preparaci v hydroxidu amonném (NH_3) a 15% roztoku peroxidu vodíku (H_2O_2) (Post, 2006). Amoniak je látka zásadité povahy, která se velmi dobře rozpouští ve vodě. Zásaditá povaha amoniaku je dána schopností vázat proton vodíku H^+ . Amoniak, díky přítomnosti volného elektronového páru na atomu dusíku, se chová jako Lewisova báze a s kyselinami (adicí protonu) tvoří amonné soli obsahující amonný kation. Symetricky stavěný kation NH_4^+ , s polaritou vazeb N-H posílenou kladným nábojem na atomu dusíku, snadno ztrácí proton, a proto vodné roztoky amonných solí silných kyselin podléhají hydrolyze a reagují kyselě (Jusík, 2001). Objekt je potřeba nejdříve stáhnout z kůže a obrát co nejvíce masa. Hlavní nevýhodou této metody je zápach amoniaku, který je řazen mezi toxické látky a žiraviny s velmi štiplavým zápachem. Metoda louhování v amoniaku se doporučuje hlavně pro menší zvířata a části těla, jako je například lebka, jelikož výsledná lebka je odmaštěná a vybělená najednou. Dalšími nevýhodami je cena použitých chemikálií, kterých je třeba dostatečné množství pro preparaci obratlovce. Časová náročnost této metody se pohybuje mezi 4-6 týdny, záleží na velikosti objektu a jeho stáří. Tato metoda je stále řazena mezi

experimentální, proto její výsledek nemusí být vždy stoprocentní. Použití uvedené koncentrace peroxidu vodíku při této metodě může být zásadní pro drobné kosti a lebky mladých jedinců, jelikož může narušit jejich stavbu a dochází tak k jejich rozpadu (Post, 2006).

2.15 ODMAŠTĚNÍ

Odmaštění kostí je jedním z nejdůležitějších kroků při preparaci lebek a kostí. Zbytky tuků, které zůstanou na kostech či lebce, mohou žluknout a mohlo by dojít k zapáchání a žloutnutí kostí, čímž by došlo k znehodnocení preparátu. Některé kosti mohou obsahovat velké množství oleje. Stává se tak při ukládání tuku do kostí a je proto potřeba přistoupit k odmaštění opravdu důkladně a tento krok nevynechat. Mezi velmi mastné obratlovce patří například medvědovití, prasatovití či kytovci. Složení tuků se u každého jedince liší. Některé tuky jsou rozpustné při pokojové teplotě, avšak některé jsou velmi odolné vůči odstranění, jako tomu bývá například u čeledi jelenovitých či prasatovitých. Mastné části koster zadržují špínu a prach, tudíž mohou na kostech vznikat nevzhledné nánosy a kostra poté zapáchá. Některé výše zmíněné metody preparace odstraní mastnotu společně s masem a měkkými tkáněmi. Tak je tomu například u macerace, kompostování, či u metody nadzemního rozkladu. Při čištění kostí Dermestidy nebo u metody vaření je nutné vždy přejít ke kroku odmaštění. Mnoho typů tenkých kostí, například žebra či obratle, se dají dobře odmastit, avšak právě lebky a duté kosti jsou pro odmaštění velmi problematické (Post, 2006).

Očištěné kosti se ponoří buď do acetonu nebo technického benzínu, dá se ale také použít teplý roztok saponátu nebo prací prášek (Táborský, 1961). Technický benzín obecně není doporučován, jelikož se jedná o látku výbušnou, s nepříjemnými výpary. V dnešní době se k odmaštění používá hydroxid amonný (NH_3), aceton (CH_3CO), detergent nebo enzymatický čistič (Post, 2006). Pokud dochází k odmaštění v amoniaku, musí být použita plastová nádoba s utěsnitelným víkem, aby nedocházelo k nežádoucímu odchodu výparů. K odmaštění se nedoporučuje používat nádoby kovové, jelikož některé chemikálie reagují na kov nežádoucím způsobem a může docházet ke korozi a následnému nevzhlednému obarvení kostí. Doba odmaštění v amoniaku se pohybuje okolo jednoho týdne až po několik měsíců. Vzhledem k vypařovací schopnosti amoniaku je třeba nádobu každý týden doplňovat. Tato metoda odmaštění dobře funguje

například na kostry ptáků, masožravců, plazů či hlodavců, avšak ne tak dobře pro jelenovité či ostatní kopytníky (Post, 2006).

Dalším užívaným způsobem je odmaštění v acetonu. Jedná se o méně výbušné rozpouštědlo, než je tomu například u technického benzínu, avšak též hořlavé. Aceton se naleje do nádoby, která je odolná vůči rozpouštědlům, vloží se lebka a nádoba se pevně utěsní víkem. Celý proces je třeba důkladně sledovat, neboť při delší době ponoření kostí v amoniaku by mohlo dojít ke zmrznutí a již by neprobíhal proces odmašťování. Doba odmaštění je závislá na velikosti kostí a množství tuku na nich. Pokud už je doba odmašťování dostatečná, dojde k vyjmutí kostí a následnému sušení (Post, 2006).

Poslední užívanou metodou pro odmašťování kostí je použití enzymatických čističů či detergentů (Táborský, 1961; Post, 2006). Kostra se ponoří do vody s detergentem a nechá se zahřát na teplotu 49 °C. Voda se pravidelně vyměňuje, dokud nezůstane průzračná a nedojde tak k úplnému odmaštění. Doba odmaštění se pohybuje v rozmezí týdnů až po několik měsíců. Byly provedeny experimenty s různými druhy detergentů a enzymatických čističů a většina z nich fungovala k odmaštění dobře. Pokud se jedná o kosti mladého jedince, může kombinace tepla a detergentu způsobit na kostech nevzhledné křídování či může dojít k odlupování (Post, 2006).

2.16 BĚLENÍ KOSTÍ

Existují dva druhy metod bělení, které jsou funkční a používají se pro konečné bělení kostí. Nejjednodušší přírodní metodou bělení je ponechat odmaštěné kosti volně ve venkovním prostředí, kde veškerou práci odvedou UV paprsky ze Slunce. Tato metoda je efektivní, ovšem časově náročná, a paprsky mohou působit na kosti velmi agresivně a může tak dojít k jejich rozpadnutí. Proto se častěji používá druh chemického bělení a tím je bělení kostí peroxidem vodíku (H_2O_2) (Post, 2006).

2.16.1 Bělení kostí peroxidem vodíku

Při bělení peroxidem se používá několik způsobů a s tím související koncentrace peroxidu vodíku. Prvním způsobem bělení je potřetí lebky 30% roztokem nebo ji lze vložit do 10% roztoku peroxidu bez nutnosti dlouhodobého působení (Post, 2006). Při použití peroxidu vodíku je také nutné mít na paměti jeho dráždivé účinky a při práci s ním tak používat ochranné brýle a gumové nebo latexové rukavice (Štěpánek, 1938). Je třeba mít na paměti, že koncentrovaný peroxid vodíku je silný oxidant a při kontaktu

s pokožkou dokáže kůži poleptat. Je tedy potřeba při práci s ním nosit ochranné brýle a ochranný oděv a při nechtěném kontaktu s ním se okamžitě opláchnout pod studenou tekoucí vodou (Post, 2006).

Peroxid vodíku lze najít např. v domácí lékárnice, kde je používán jako antiseptikum a jeho koncentrace je 3 %. Kosti se vloží do plastové nádoby s peroxidem a ponechají se zde 3-7 dnů. K největšímu bělení dochází vždy první dva dny, avšak díky oxidačním vlastnostem peroxidu vodíku dochází k tvorbě jemných bublin na povrchu kostí a tím k dalšímu čištění kostí od zbytků měkké tkáně. Velkou výhodou této chemické metody je, že po dokončení bělení lze nalít peroxid vodíku do odtoku umyvadla, neboť se jedná o látku šetrnou k životnímu prostředí. Dalším ekvivalentem je použití peroxidových krémů, které používají profesionální kadeřníci. Tyto krémy obsahují 9-12% peroxid vodíku. Tento krém se nanese na lebku a vetře. Po zaschnutí je potřeba krém opláchnout. Následně se lebka zabalí do igelitu a nechá se takto bělit. Díky igelitu se prodlouží doba bělení a zasychání krému. Ovšem je třeba vzít na vědomí, že tyto krémy mohou obsahovat další přísady, které mohou být pro výsledný efekt riskantní (Post, 2006).

Obecně platí, že čím vyšší koncentrace peroxidu, tím větší možnost narušení kosti. Takto vybělené lebky ovšem nebývají vybělené dokonale. Když je koncentrace příliš vysoká, povrch lebky se naruší, lebka změkne a znehodnotí se. Pokud je ale koncentrace příliš nízká, na lebce zůstanou viditelné žluté a mastné skvrny. Peroxid vodíku lze používat k bělení opakovaně, avšak při každém dalším použití je jeho účinnost menší. Pokud začne nepříjemně zapáchat a žluknout, je třeba vytvořit lázeň novou (Post, 2006).

2.17 OBROTLOVCI (VERTEBRATA)

Slovo obratlovci pochází z latinského slova vertebra neboli obratel. Jelikož sliznatky již mají lebku, ale nemají vytvořeny obratle, bylo proto vytvořeno monofylum lebečnatí (Craniata), které zahrnuje sliznatky a obratlovce (Vertebrata), do nichž patří například mihule a všechny následující ostatní skupiny (Gaisler a Zima, 2007). První zástupci obratlovců pocházejí z doby kambrické exploze - např. rod Haikouichthys. Čelistnatí živočichové se objevili cca 100 milionů let po bezčelistnatých. Čelisti vznikají přeměnou prvního párového žaberního oblouku (Sychra a kol., 2012). Evolučně původní

forma znaku, který se vyskytuje u předka, se nazývá formou pleziomorfní, ale evolučně odvozená forma znaku neboli evoluční novinka se nazývá apomorfie (Flegr, 2007).

Mezi apomorfní znaky obratlovců patří rozčlenění těla na hlavu, trup a ocas. V ontogenezi došlo k vzniku nové nervové lišty, díky níž se vytvořila řada apomorfních znaků jako jsou hlava a lebka. Dalším apomorfním znakem je vícevrstevná pokožka a vznik škály. Tělo obratlovců je pokryté kůží (derma, cutis, integumentum commune), vícevrstevnou pokožkou (epidermis), škárou (dermis, corium) a podkožím (subcutis, hypodermis). Mozek se diferencoval na několik dílů a vznikl přední mozek a kraniální nervy. Z ektodermu se zakládá i podstatná část lebky, zuby. Z entodermu tomu vznikla stěna trávicí trubice, játra, slinivka břišní a dýchací orgány. Výjimku tvoří žábry čelistnatců, které jsou ektodermálního původu a jsou vyvinuty z entodermu. Z mezodermu vzniká jinak prakticky celý, objemově převažující zbytek těla, jako jsou svaly, pojiva, škára, kostra, oběhová a urogenitální soustava (Sychra a kol., 2012).

Došlo ke vzniku nových oporných tkání, kterými jsou kost a chrupavka. Cévní soustava zůstala plně uzavřená a oběh krve je zajištěn několikadílným srdcem. Krev začala obsahovat hemoglobin neboli červené barvivo, obsažené ve specializovaných buňkách – erytrocytech. Vylučovací soustava je tvořena párovými ledvinami mezodermálního původu. Apomorfním znakem je též soustava žláz s vnitřní sekrecí, která zajišťuje neurohormonální pochody. Apomorfní znaky obratlovců vznikaly postupně nikoli najednou. Během ontogeneze byla kostra budována třemi typy tkání: chordou, chrupavkou a kostí (Gaisler a Zima, 2007).

2.17.1 Taxonomie

Na základě znalosti fylogeneze skupiny lze vytvořit jednotlivé taxony. Na rozdíl o fylogeneze je tvorba taxonu subjektivní, a je vymezen tak, aby jeho členové sdíleli nějakou evoluční vlastnost (Flegr, 2007).

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)

(BioLib.cz) Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id14968/> [cit. 2021-03-12]

Kmen: Chordata – strunatci			
Podkmen: Vertebrata – obratlovci			
<u>Infrakmen:</u> <u>Cyclostomata</u> – <u>kruhoústí</u>	<u>Třída:</u> Myxinoidea – sliznatky <u>Třída:</u> Petromyzontida – mihule	Pisces (ploutvovci)*	Anamnia (bezblanní)*
<u>Infrakmen:</u> Gnathostomata – čelistnatci	<u>Třída:</u> Chondrichthyes – <u>paryby</u> <u>Třída:</u> Actinopterygii – <u>paprskoploutví</u> <u>Třída:</u> Sarcopterygii – <u>svaloploutví*</u>		
	<u>Třída: Amphibia</u> – obojživelníci	Tetrapoda (čtvernožci)	Amniota (blanatí)
	<u>Třída: Reptilia</u> – <u>plazi*</u>		
	<u>Třída: Aves</u> – <u>ptáci</u> <u>Třída:</u> Mammalia – savci		

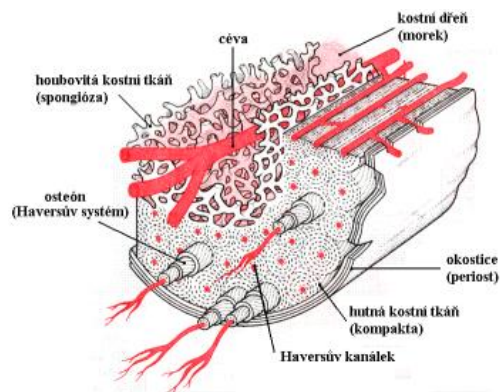
Graf č. 1 - Systematické uspořádání obratlovců (Vertebrata) – Paraxylatické taxony (Sychra a kol., 2012).

2.17.2 Kost

Kost (os) je mineralizovaná pojivová tkáň, sloužící jako mechanická ochrana vnitřních orgánů a opora těla, která vzniká procesem zvaným osifikace. Je vytvářena díky činnosti osteoblastů, což jsou buňky, které produkují kosterní matrix a v kostní tkáni jsou známy pod pojmem osteocyty. Kost představuje jednu z nejtvrdějších tkání v lidském těle a díky tomu zajišťuje ochranu měkkým tkáním. Pravá kost, která je tvořena kostní tkání, se vyskytuje jen u vyšších obratlovců, a to u obojživelníků, plazů, ptáků, savců a některých ryb. Na povrchu je kost pokryta pevnou vazivovou blánou, okosticí (periost) a uvnitř kosti se nachází kostní dřev, ve které probíhá krvetvorba (Van De Graaff, 2001).

Podle tvaru se kosti dělí na dlouhé, krátké, ploché a nepravidelné. Dlouhá kost (os longum) tvoří kosti končetin a má typicky protáhlý tvar, kde prostředek kosti se nazývá diafýza a dva konce kosti pak epifýzy, vnitřek kosti obsahuje měkkou spongiozní dřev. Krátké kosti (os breve) mají podobný tvar jako kosti dlouhé, avšak jsou zakulacené, aby umožňovaly širokou škálu pohybu a neztratily pevnost. Do krátkých kostí patří například kosti zápěstí a kosti v článcích prstu (Weston, 1993).

Dalším typem je kost plochá, který je velmi tvrdá a ve středu má pórovitou vrstvu. Ploché kosti slouží k ochraně orgánů, například lebka, či poskytuje velkou plochu na připevnění svalů, jako je tomu například u lopatky (Weston, 1993). Mezi ploché kosti patří kosti neurokrania, lopatka, žebra nebo pánev (Červený 1999). Posledním typem kostí je kost nepravidelná, která má spoustu rozdílných tvarů dle činnosti, ke které slouží. Řadíme sem například obratle (Weston, 1993).



Obrázek 1 - Stavba kosti (převzato a upraveno z Midgley et al., 1993)

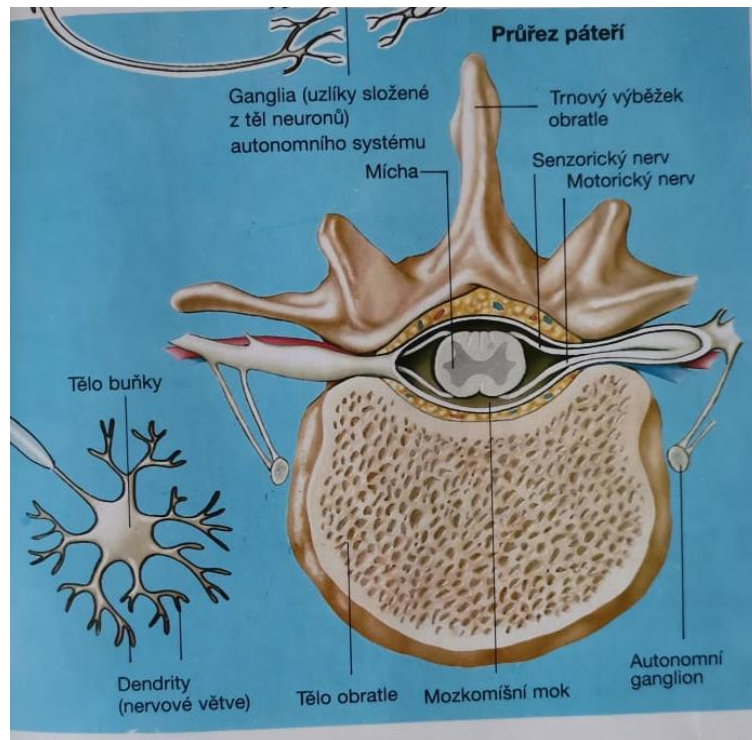
2.18 OSTEOLOGIE OBRTLOVCŮ

Kostra obratlovců je tvořena kostmi, chrupkami a vazivovými částmi. Tvoří místa pro úpony svalů a podílí se na stavbě pohybového aparátu, a to její hlavní funkce (Weston, 1993; Van De Graaff, 2001). Kostní tkáň je typická pouze pro obratlovce a její důležitou vlastností je schopnost fosilizace. Vazivo je výchozí tkání pro vznik kosti a chrupavky. Chrupavka (cartilago) je hladká, pevná ale pružná část kosterního systému. Nachází se v těle na místech, kde je nejvíce potřebná pevnost a pružnost. Skládá se z hmoty (matrix), ve které jsou bílkoviny kolagen a elastin. Chrupavky neobsahují žádné krevní cévy (Weston, 1993). V kostře obratlovců vyskytuje přechodně nebo trvale a převažuje u juvenilních jedinců, je totiž pružná a rychleji roste a během dospívání jedince je většinou nahrazována kostní hmotou. Někteří obratlovci mají celou kostru po celou dobu života chrupavčitou, jako je tomu u kostry paryb. Chrupavka je

produkována chondroblasty, což jsou buňky, které jsou schopné ukládat mukopolysacharidy mezi kolagenní vlákna, a tak tvoří tvarovou předlohu pro budoucí chrupavky (Sychra a kol. 2013). Mezi nimi vzniká mezibuněčná hmota chrupavky, která se během dospívání obratlovců odbourává a nahrazuje ji právě kostní tkáň, a ta je hlavní stavební hmotou kostry většiny obratlovců. Během růstu jedince vzniká díky osteoblastům, jelikož mají schopnost ukládat fosforečnan vápenatý do sítě kolagenních vláken chrupavky či do škárového vaziva, a takovýmto způsobem se nahrazuje chrupavka nebo vazivo kostní tkání (Van De Graaf, 2001). Kosti, které vznikly touto metodou, se nazývají endochondrální, resp. endesmální (= dermální) kosti (Gaisler a Zima, 2007).

Důsledkem přeměny aktivních osteoblastů v neaktivní osteocyty přestává kost v dospělosti růst. Zlomená kost srůstá právě díky inaktivním osteocytům, které se mohou vrátit do aktivního stavu tím, že mají schopnost se změnit zpět na osteoblasty. Část kostry, která vzniká endochondrálně, se nazývá endoskelet. Endoskelet je vždy chrupavčitý (Gaisler a Zima, 2007). K této části patří například obratle, žebra, kosti zadní části neurokrania a kosti končetin. Dále do této skupiny patří i kosti žaberních oblouků a kosti z nich odvozené, například čelisti a středoušní kůstky. Topograficky dělíme kostru na strunu hřbetní a páteř, dále na žebra a hrudní kost, poté na kostru ploutví, končetin a jejich pletenců a kostru lebky (Řezníček a Roček, 2009).

Hlavní výztuhou těla obratlovců je struna hřbetní, známá též jako chorda dorsalis (Gaisler a Zima, 2007; Sychra a kol., 2013). Struna hřbetní je nesegmentovaný elastický útvar, který je uložený pod neurální trubicí a nad trávicí soustavou. Uvnitř ní se nachází velké buňky vyplněné tekutinou a na povrchu jsou vrstvy tvořené křížícími se vlákny. Pevnost struny je dána kontrakcí vláken a mezi jednotlivými disky jsou prostory vyplněné buňkami s tekutinou, a právě vnitřní napětí těchto buněk dodává chordě pevnost. Páteř (columna vertebralis) je základem kostry většiny obratlovců. Je to segmentovaná část, která je složena z obratlů (Sychra a kol., 2013; Van De Graaf, 2001; Řezníček a Roček, 2009).



Obrázek 2 - Lidský obratel, pohled shora (Weston, 1993)

Ve vodním prostředí se páteř pohybuje převážně do stran a toto laterální vlnění je zachováno i u ocasatých obojživelníků a plazů (např. krokodýlů). U savců se díky přesunu končetin pod tělo pohybuje páteř převážně v dorzoventrální rovině. V souvislosti s funkčními specializacemi různých úseků páteře došlo k jejímu rozlišení na krční, hrudní, bederní, křížovou a ocasní část (Řezníček a Roček, 2009; Čihák, 2016).

Na páteři se též projeví adaptace k pohybu (Gaisler a Zima, 2007; Řezníček a Roček, 2009). Jako například srůsty obratlů u ptáků v souvislosti s letem, či zakřivení v souvislosti s bipedním pohybem primátů. Páteř se skládá z obratlů, kde obratel (vertebra) je kostěný nebo chrupavčitý segment páteře, který je složen z těla (corpus vertebrae neboli centrum) a výběžků (apofýzy). Apofýza upíná vazy a svaly. Neurální oblouky, které se nacházejí dorzálně od těla chrání míchu a vytvářejí tak páteřní kanál a s míchou navzájem splývají do podoby trnového výběžku (processus spinosus) (Řezníček a Roček, 2009). Z těla obratle vybíhá na každé straně příčný výběžek (processus transversus, diapofýza) a právě na tomto výběžku a na obratlovém těle jsou jamky pro kloubní spojení se žebry (Čihák, 2016).

2.19 PAPRSKOPLOUTVÍ (ACTINOPTERYGII)

Název paprskoploutví (Actinopterygii) vychází z řeckého slova aktis = paprsek a slova pteron, které znamená křídlo či ploutev. V této třídě obratlovců nalezneme paryfyletickou kupinu dříve uváděnou jako ryby (Osteichthyes), ovšem bez svaloploutvých (Sarcopterygii), kam patří například Latimérie podivná (*Latimeria chalumnae*) (Sychra a kol. 2013). Evoluce ryb rozhodně není přímočará, jde o rozvoj od bezčelistnatců přes první čelistnaté ryby až k pravým kostnatým rybám (Teleostomii). Většina dnešních druhů patří právě do skupiny paprskoploutvých a jejich vznik se datuje před 390 miliony let, v období vrchního siluru (Gaisler a Zima, 2007; Anonymous, 1993)

2.19.1 Taxonomie

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)
 - Nadtřída: Čelistnatci (Gnathostomata)
 - Třída: Ryby (Osteichthyes)
 - Podtřída: Paprskoploutví (Actinopterygii)
 - Podtřída: Nozdratí (Sarcopterygii)

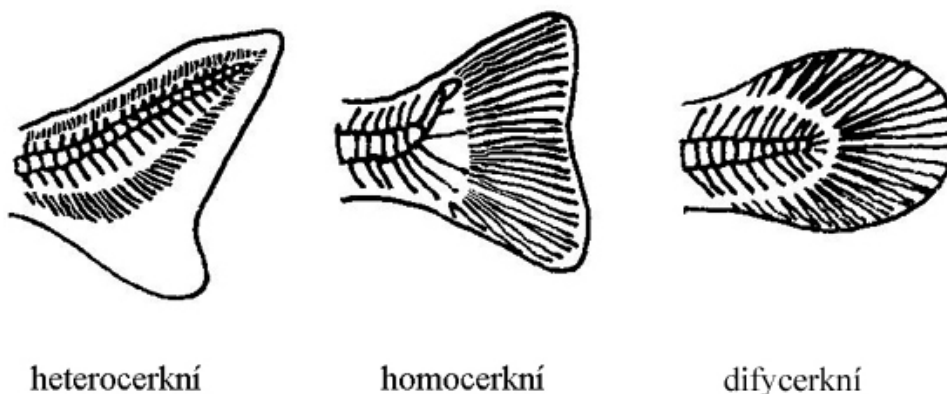
(BioLib.cz)

Čerpáno z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id15404/> [cit. 2021-03-04]

2.19.2 Morfologie a anatomie

Paprskoploutvé ryby jsou primárně vodní obratlovci s kostěnou kostrou, které se odlišují od svaloploutvých ryb stavbou šupin a ploutví (Gaisler a Zima, 2007). Jsou to živočichové s nestálou krevní teplotou, tzv. poikilotermní obratlovci s neukončeným růstem. V dospělosti se jejich růst značně zpomaluje až zastavuje. Tvar těla paprskoploutvých ryb je přizpůsobený životu ve vodním prostředí. Základním tvarem těla je tvar vřetenovitý (Hanel, 1998). Můžeme se však setkat i s tvarem hadovitým, laterálně či shora zploštělým nebo s bizarními tvary těla například u mořského koníka (Sychra a kol., 2013).

Kůže ryb se skládá z pokožky a škáry a vyznačuje se množstvím epidermálních žláz, které produkují sliz (Gaisler a Zima, 2007). Ve škáře jsou umístěné kostěné šupiny různých typů (ganoidní, cykloidní či ktenoidní), které jsou mezodermálního původu (Hanel, 1998). K pohybu slouží nepárové ploutve, které jsou liché. Mezi liché nepárové ploutve patří ploutev ocasní a jedna či více ploutví hřbetních a řitních. Párové ploutve jsou ploutve sudé a ploutve podepřené paprsky a tam řadíme ploutve prsní a břišní. Ocasní ploutve jsou rozděleny na tři typy. Prvním typem jsou ploutve heteroceršní. Heteroceršní ploutev je vně i vnitřně nesouměrná a můžeme jí najít například u jeseterovitých. Druhým typem je typ homoceršní (Baruš a Oliva, 1995; Sychra a kol., 2013). Homoceršní ploutev je vně souměrná, vnitřně nesouměrná a lze jí pozorovat u kapra obecného. Posledním typem je ploutev difyceršní, která je vně i vnitřně souměrná a lze jí pozorovat u úhoře říčního (Sychra a kol., 2013).



Obrázek 3- Typy ocasních ploutví paprskoploutvých (Gaisler, 1997).

2.19.3 Kostra paprskoploutvých

Paprskoploutví mají vřetenovitě zploštělé tělo, které je uzpůsobeno k pohybu ve vodě (Baruš a Oliva, 1995). Využívají dva hlavní způsoby pohybu ve vodě. Při prvním využívají ohebnosti a pružnosti těla proti odporu vody, nebo, jako je tomu při druhém, veslují a vlní se díky svým ploutvím (Hanel, 1998). Právě vlnivý pohyb umožňuje většině jedinců plavat rychle, zatímco veslování ploutvemi slouží pro pomalé plavání a manévrovací pohyby (Anonymous, 1993). Je u nich známá tzv. dermální osifikace kožního původu. Páteř je složena z nerozlišených obratlů s ventrálními a někde i s dorzálními žebry (Hanel, 1998). Chorda je u paprskoploutvých potlačena. Kostra paprskoploutvých tvoří oporu svalstva a obklopuje vnitřní orgány. Je lehká, pružná a přitom pevná, aby odolávala tlaku a proudění vody (Sychra a kol., 2013). Jednotlivé kosti jsou spojeny pevně tuhým chrupavkou nebo švy. Hlavní je osová kostra (takzvaný

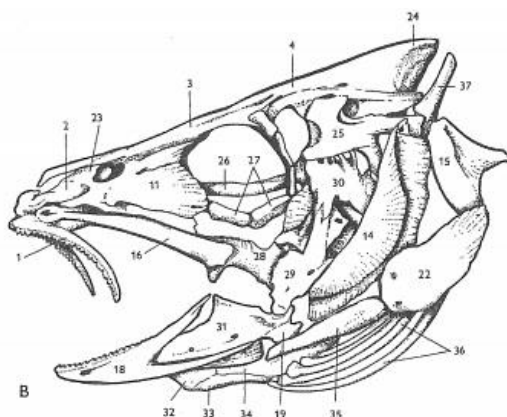
axiální skelet), který je tvořen lebkou (cranium), páteří (columna vertebralis) se žebry (costae) a mezisvalovými kůstkami. U kruhoustých obratlovců (např. mihule potoční), je hlavní oporou těla ještě struna hřbetní (chorda dorsalis) a u chrupavčitých ryb, kam patří jeseteři, je to již částečně osifikovaná chrupavčitá páteř (Gaisler a Zima, 2007; Hanel, 1998). Kostnaté ryby (Teleostei) již mají dokonalou kostěnou oporu a zbytky chordy jsou zatlačeny mezi jednotlivé obratle v podobě meziobratlových plotének. Páteř je tvořena amficelními neboli nerozlišenými obratli (Baruš a Oliva, 1995; Gaisler a Zima, 2007; Hanel, 1998).

Stejně jako v případě lebky vznikla značná rozmanitost i ve stavbě kostry končetin. Největší rozvoj dermální kosti vznikl v lopatkovém pásmu, a to hlavně u kostnatých ryb. V kosterní svalovině dominuje boční sval. Krční obratle jsou pevně srostlé a vytvářejí atlas. Páteř je takto pevně spojena s hlavou, jelikož volná pohyblivost hlavy by byla při pohybu ryb nežádoucí. Obratle nejsou diferenciovány do jednotlivých typů, ale mohou mít odlišnou velikost (Gaisler a Zima, 2007). Hrudní a bederní obratle jsou vzájemně pružně spojeny, což umožňuje rybě plynulý pohyb při plavání. Ocasní obratle zakončují páteř a jsou vzájemně pevně spojeny. Trny posledních ocasních obratlů jsou přeměněné v ploché kosti. O ně se opírají paprsky ocasní ploutve. Poslední obratel vybíhá v zahnutý výběžek, který se nazývá urostyl (Baruš a Oliva, 1995; Sychra a kol., 2013).

Žebra jsou připojena k hrudním obratlům, obklopují břišní dutinu a končí volně ve svalovině, jelikož u ryb není vyvinutá prsní kost. Jedná se o vývojově nepravá žebra. Kromě toho se u některých paprskoploutvých vyskytují ještě tzv. horní žebra, která vznikají ve vodorovné vazivové přepážce a vývojově odpovídají pravým žebřům vyšších obratlovců. Nejčastěji mají vidličnatý tvar podobný písmenu Y, mají vyztužovací funkci a vyskytují se hlavně v první polovině hřbetní části (Hanel, 1998).

2.19.4 Lebka ryb

Krycí kosti lebky paprskoploutvých ryb jsou dermálního původu. Na lebce paprskoploutvých je velký počet dermálních kostí, který je podstatně větší, než je tomu u svaloploutvých a čvernožců (Gaisler a Zima, 2007; Baruš, 1995; Hanel, 1998). Na lebce se též nachází náhradní kosti, které vznikly endochondrální osifikací. Kostra lebky (cranium) je tvořena hlavně plochými kostmi a skládá se z mozkové části (neurocranium) a části útrobní (branchiocanium). Kostra lebky (cranium) paprskoploutvých ryb je tvořena hlavně plochými kostmi a skládá se z mozkové části (neurocranium) a části útrobní (branchiocanium). Mozková část lebky tvoří ochranný kryt pro mozek, zrakové, čichové a statoakustické ústrojí. Pátý žaberní oblouk je tvořen pouze párovou kostí a nese požerákové zuby. U dravých ryb slouží pouze k uchvácení kořisti nebo oddělení sousta, nikoliv ke zpracování přijaté potravy (Sychra a kol., 2013).



Obr. 79 Srovnání lebky zástupců hlavních linií Osteognathostomata. A – vymřelí svaloploutví (rod *Osteolepis*) a B – recentní paprskoploutvé ryby (*Gadus*). 1 – praemaxillare, 2 – nasalia, 3 – frontale, 4 – parietale, 5 – intertemporale, 6 – supratemporale, 7 – postparietale, 8 – extrascapularia, 9 – prae-frontale, 10 – postorbitale, 11 – lacrimale, 12 – jugale, 13 – squamosum, 14 – praeoperculare, 15 – operculare, 16 – maxillare, 17 – quadratojugale, 18 – dentale, 19 – angulare, 20 – supraangulare, 21 – gulare, 22 – suboperculare, 23 – mesethmoideum, 24 – supraoccipitale, 25 – hyomandibulare, 26 – parasphenoid, 27 – infraorbitalia, 28 – ectopterygoid, 29 – quadratum, 30 – symplecticum, 31 – articulare, 32 – basihyale, 33 – urohyale, 34 – ceratohyale, 35 – interoperculare, 36 – radii branchiostegi, 37 – první krční obratel.

Obrázek 4 - Kosti lebky paprskoploutvých ryb (Geisler a Zima, 2007).

Připojení čelisti k mozkovně je hyostylní a uskutečňuje se pomocí hyomandibulare. Žaberní otvory jsou kryté soustavou skřelových kostí, které mají typickou stavbu a je zde přítomné praeoperculare, které slouží jako opora pro pohyblivé skřelové kosti, které ležící za ním. Horní čelist je tvořena párovou mezičelistní (premaxillare) a hornočelistní (maxillare) kostí. Dolní čelist je tvořena párovou kostí zubní (dentale), kostí kloubní (articulare) a úhlovou (angulare). Jedná se o kosti krycí, pouze articulare je kost náhradní. Čelistní kloub je tvořen kostí čtvercovou (quadratum) a articulare (Gaisler a Zima, 2007).

2.19.5 Losos obecný (*Salmo salar*) Linnaeus, 1758

Losos obecný je dravá ryba z čeledi lososovití (Salmonidae). Spolu s úhořem tvoří nejznámější zástupce této čeledi. Losos má dlouhé, větvenovité, protáhlé tělo se štíhlým ocasním násadcem, na kterém se v přední části nachází relativně malá hlava začínající malým špičatým rypcem. Jedná se rybu, která obývá jak sladké vody, kde se narodí, tak i moře, kde v dospělosti žije. Lososi mají tukovou ploutev mezi ocasní a hřbetní ploutví, a je u nich patrný pohlavní dimorfismus. Dimorfismus je zřejmý hlavně ve zbarvení a tvaru čelistních kostí v době tření, kdy dochází u samců k jejich zvětšením. Přední čelist se během doby tření začne protahovat v hákovitý útvar a zvětší se přední zuby (Hanel, 1998). Tento hák vzniká díky hormonální činnosti a je tvořen vazivem. Nachází se v prohlubni mezi pohyblivými předními kosti a díky tomu nedochází k poranění patra. Tělo je na stranách stříbro-modře zbarveno a v době návratu do třecích oblastí jeho tělo postupně tmavne. Hřbet samců se zbarvuje do hnědé barvy, bok do namodralé barvy a břicho je červené. Jedná se o anadromní mořský druh, který žije v atlantském pobřeží Evropy a Severní Ameriky (Gaisler a Zima, 2007). Většina lososů se tře v horních tocích řek, protože ke tření využívají rychlý proud tekoucí vody. Dospělí jedinci během života migrují proti proudu řek do vnitrozemí, aby v rodných řekách vyvedli další generaci. Zajímavostí je, že se vždy vrací do řeky, kde se narodili, což je vysvětlováno zapamatováním vůně či konkrétně chutí, která je dána chemismem vody (Hanel, 1998). V období tření nepřijímají lososi žádnou potravu a většina jich zemře ihned po vytření (Durward et al., 1999). Tření probíhá na podzim a počet jiker dosahuje až 30 00 na jednu samici, jejichž jikry jsou kladeny mezi štěrky do rýhovitých jam, které po výtěru zahází. Mladí lososi odplouvají moře po 1 až 5letém pobytu a vracejí se zpět po několika letech. Tito jedinci dosahují okolo 1 kg hmotnosti a mají plodnost kolem 300 jiker. Při dalším tření již mají cca 6-9 kg a při následujícím tření kolem 9–13 kg. U jednoho jedince dojde k opakovanému tření pouze 5x za život. Losos obecný se živí ve sladké vodě larvami hmyzu a v moři korýši a drobnými rybkami (Hanel, 1998).

2.20 OBOJŽIVELNÍCI (AMPHIBIA)

Obojživelníci jsou vývojově prvními čtvernožci (tetrapoda), tvořícími přechod mezi vodními a suchozemskými obratlovci (Sychra a Klimeš, 2013; Roček, 2002). Jedná se o poměrně drobné jedince malé velikosti, avšak existují i výjimky, jako je tomu například u Japonského velemloka obrovského, který dosahuje hmotnosti 100 kg (Anonymous, 1993). Jedním z nejvýznamnějších procesů fylogeneze obratlovců je právě

vznik obojživelníků. Ti se jako jedni z prvních obratlovců vymanili z vodního prostředí. Řadí se mezi monofyletický řád čtvernožců, který střídá plicní a žaberní dýchání (Geisler a Zima, 2007). Předpokládá se, že se tito první čtvernožci vyvinuli ze skupiny vějířoploutvých ryb (Rhipidistia) v období devonu před cca 360 miliony let. Vějířoploutvé ryby byly podobné dnešním dvojdyšným a lalokoploutvým rybám (Moravec, 1999). Obojživelníci jsou schopni žít na souši, obvykle ve vlhkém, teplém prostředí. Dýchají vzdušný kyslík. Jejich rozmnožování je ovšem trvale vázáno na vodu (Gaisler a Zima, 2007; Moravec, 1999). Přeměnou larvy v dospělého však dochází k výrazné anatomické i funkční přestavbě jejich dýchací a cévní soustavy. Názory na fylogenezi a systematiku obojživelníků jsou stále nejednotné a neustále se mění (Sychra a Klimeš, 2013).

2.20.1 Taxonomie

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)
 - Nadtřída: Čtyřnožci (Tetrapoda)
 - Třída: Obojživelníci (Amphibia)

(Biolib.cz)

Čerpáno z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id304/> [cit. 2021-03-12]

2.20.2 Morfologie

Obojživelníky lze rozdělit podle různých typů tvarů těla. Prvním takovýmto typem je tvar tzv. mlokovitý. Mlokovití mají typické protáhlé tělo se zachovaným bočně zploštělým ocasem v dospělosti (Moravec, 1999). Patří tam například mloci, čolci či axolotli. Dalším typem je tvar červořovitý, tento typ je bez končetin. Sem lze zařadit například Červora cejlonského. Posledním typem rozlišujícím se podle tvaru těla je typ žabí. Tento tvar je typický silně vyvinutými zadními končetinami, zkráceným širokým tělem a v dospělosti je bez ocasu (Gaisler, Zima, 2007; Sychra a Klimeš, 2013). Tělo obojživelníků obsahuje mnoho druhů slizových žláz, které mohou být v některých případech přeměněny na žlázy jedové (Moravec, 1999).

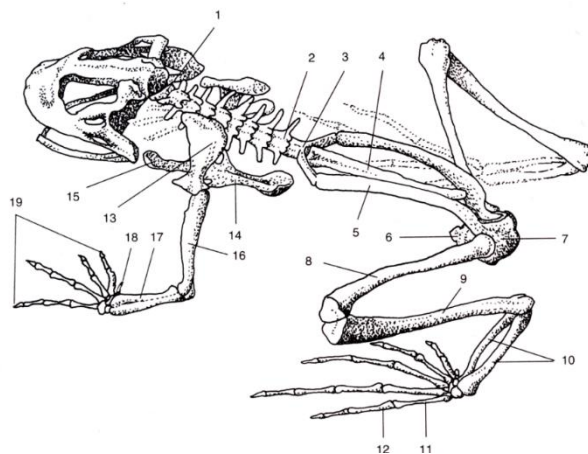
2.20.3 Anatomie

Přední končetiny obojživelníků mají čtyři prsty, jelikož došlo k redukci pátého prstu na předních končetinách. Zadní končetina má prstů pět (Moravec, 1999; Dungal

a Řehák, 2011). Tělesná teplota obojživelníků je proměnlivá a závislá na teplotě okolí. Jsou to tedy ektotermní, poikilotermní a heterotermní živočichové (Sychra a Klimeš, 2012; Moravec, 1999). Obojživelníci mají anamniotická vajíčka. To jsou vajíčka, která nemají vnitřní zárodečné obaly ani pevné skořápky a jsou málo odolná proti vyschnutí. Vývoj vajíček obojživelníků proto probíhá ve vodě či ve vlhkém prostředí, kde jsou chráněná a méně ohrožená. Obojživelníci mají nepřímý vývoj s převážně vodními larválními stadii. Při nepřímém vývoji probíhá ontogeneze přes stadium larvy, která se liší od dospělé. Její vývoj je zakončený metamorfózou neboli přeměnou. Larvy dýchají žábami, dospělci většinou plicemi, ale u obou se podstatně uplatňuje tzv. kožní dýchání. Tělo je kryté holou kůží, která je díky slizovým a jedovým žlázám udržována vlhká. Dospělí obojživelníci se po metamorfóze většinou živí dravě (Sychra a Klimeš, 2012; Geisler a Zima, 2007).

2.20.4 Kostra obojživelníků

Kostra obojživelníků je tvořena kostmi, které zde převládají nad chrupavkami. Obratle se vyvíjejí a mají zkostnatělá těla a zatlačují tak strunu hřbetní do pozadí. Obojživelníci jsou první čtvernožci, u kterých se vyvinulo kloubní spojení mezi obratli, a páteř se tak stala pohyblivou (Roček, 2012). U některých skupin obratlovců už došlo k přeměně dvou prvních krčních obratlovců na atlas a čepovec. Obratle jsou vzájemně lépe kloubně spojeny a rozlišují se na krční, trupové, křížové a ocasní. (Moravec, 1999). Žebra nejsou plně vyvinuta. Dochází ke vzniku žeber nebo hrudní kosti, avšak hrudní koš není nikdy plně uzavřený. Takto plně vyvinutá žebra lze najít pouze u ocasatých obojživelníků, a to pouze v trupové části, u žab se setkáme s hrudní kostí (Geisler a Zima, 2007; Moravec 1999).



1 – krční obratel, 2 – poslední hrudní obratel, 3 – křížový obratel, 4 – urostyl, 5 – kyčelní kost, 6 – stydká chrupavka, 7 – sedací kost, 8 – stehenní kost, 9 – srostlá kost holenní a lýtková, 10 – zánártní kost, 11 – nártní kost, 12 – první článek prstní, 13 – lopatka, 14 – hrudní kost, 15 – předohrudní kost, 16 – ramenní kost, 17 – kost loketní a vřetenní, 18 – rudiment prvního prstu, 19 – druhý až pátý prst.

Obrázek 5 - Kostra obojživelníka (Převzato z Kubištová, Jůvová, 1994)

Obojživelníci jsou prvními obratlovci, kteří mají kráčivé končetiny. Mají tudíž vyvinuté a pohyblivé zápěstí a zánártí a vyvinuté prsty v počtu čtyř na předních a pěti na zadních končetinách. Kráčivé končetiny jsou s trupem spojené kostěnými pletenci. Pletenec horní končetiny je tvořen kostí klíční, lopatkou a procoracoidem, kde se u žab navíc nachází ještě chrupavčitá suprascapula a epicoracoidem. Pokud je vytvořena hrudní kost, lopatkový pletenec se na ní napojuje. Pletenec pánevních končetin je tvořen pánví a stydká kost je velmi křehká, neboť je tvořena chrupavkou. Srůst posledních obratlů v bederní části páteře v jednu tyčinkovitou kost tvoří tzv. urostyl, což je útvar typický pro obojživelníky (Moravec, 1999; Gaisler a Zima, 2007; Dungel a Řehák, 2011).

2.20.5 Lebka obojživelníků

V dutině lebeční došlo při přechodu na souš k redukci skřelových kostí a žaberních oblouků a vznikla tak jazylka. Lebka obojživelníků je plochá, široká a platybazická a také bikondylní (Gaisler a Zima, 2007). Bikondylní lebka je připojena dvěma týlními hrboly. Tento typ lebky lze nalézt také u savců (Moravec, 1999). U vývojově mladších obojživelníků došlo k blokaci osifikačních procesů, a tak zůstaly některé lebeční kosti v chrupavčitém stavu či vymizely. Proto je lebka obojživelníků poměrně jednoduché stavby. Strop dutiny ústní tvoří primární patro a u většiny je vytvořen jazyk. Obojživelníci mají homodontní, tvarově nerozlišený chrup, a mají více

sad zubů. Dnešní obojživelníci postrádají oblast krku, proto je jejich pohyblivost hlavy minimální (Gaisler a Zima, 2007).

2.20.6 Drápatka vodní (*Xenopus laevis*) Daudin, 1802

Drápatka vodní je druh bezjazyčné vodní žáby z čeledi pipovití, pocházející z jižní Afriky (Moravec, 1998; Bruins, 1999). Její české jméno vychází z malých černých drápků, které má na zadních nohou. Samice dorůstají délky okolo 10–15 cm a jsou asi o třetinu větší než samci drápatek. Jejich tělo je uzpůsobené životu ve vodě. Zbarvení těla adultního jedince je hnědé, zelené či šedé. Mají světlé břicho a skvrny na hřbetní straně. V chovech existují také albíni této žáby, kteří jsou často prodáváni ve zverimexech. Drápatky mají 4 prsty bez plovací blány, čímž se liší od drápateček, které mají plovací blány na předních i zadních končetinách (Moravec, 1999). Zadní nohy jsou mohutné, pětiprsté s plovací blánou a slouží k plavání ve vodě. Na 3 vnitřních prstech zadních nohou jsou černé drápky, které slouží k porcování větší kořisti. Na bocích mají drápatky zvláštní světlé útvary, které obsahují smyslový orgán, schopný rozeznávat vibrace ve vodě. Díky němu může drápatka objevit kořist nebo nepřítele i v kalné vodě (Bruins, 1999). Drápatky jsou vodní žáby, které obývají tekoucí i stojaté vody. Když vodní tok vyschne, přežívají ve stavu strnulosti. Živí se různými vodními živočichy, například vodním hmyzem, rybkami nebo malými korýši. Pravidelně svlékají kůži a tu pak požírají (Gaisler a Zima, 2007). Drápatky byly velmi často používané při laboratorních testech (Bruins, 1999).

2.21 PLAZI (REPTILIA)

Vznik třídy plazů měl klíčový význam ve fylogenezi vyšších obratlovců. Zatímco obojživelníci jsou ještě závislí na vodním prostředí, skupina známá jako Anthracosauria se z tohoto prostředí začala postupně vymaňovat. Předpokládá se, že z antrakosaurních obojživelníků se vyčlenila evoluční linie směřující k blanatým neboli amniotům (Sychra a Klimeš, 2013). K této změně došlo ve svrchním karbonu cca před 300 miliony let, a to vlivem vysychání močálů (Gaisler a Zima, 2009). Tomuto procesu se část tetrapodů (čtvernožců) přizpůsobila. Vytvořila si kožní bariéru, která brání vyschnutí organismu, a plodové obaly, známé jako amnion, chorion (seróza) a allantois (ochrana zárodku během embryonálního vývoje) (Moravec 1999). Plazi, ptáci a savci proto tvoří skupinu blanatých (Amniota). Jejich rozmnožování se tedy stalo zcela nezávislým na vodním prostředí a následnému ovládnutí souše obratlovci.

Amniota se rozdělila na více evolučních linií, z nichž jedna směřovala ke vzniku savců (Synapsida, někdy též Therapsida, tedy živočichové se savčí lebkou) a další dala vzniknout recentním plazům (Sauropsida, tedy vlastníci plazí typ lebky), mezi které z fylogenetického hlediska patří i ptáci. Na konci karbonu se tato linie plazů rozdělila na dvě větve – Anapsida a Diapsida. Tyto linie se od sebe liší stavbou lebky. Anapsidní lebka nemá spánkové jámy a jařmové oblouky, zatímco lebka diapsidní má spánkové jámy dvě a dva jařmové oblouky. Právě rozvoj spánkových jam a jařmových oblouků přispěl k rozvoji žvýkacích svalů (Geisler a Zima, 2007; Moravec, 1999).

Existují tři řády plazů. Prvním řádem jsou crocodilia, kam patří aligátoři, krokodýlovití a gaviálové. Dalším řádem jsou šupinatí. Do tohoto řádu náleží hadí, ještěři a dvouplazi. Posledním řádem jsou želvy (Gaisler a Zima, 2007). Plazi dýchají plícemi. Jsou převážně vejcorodí nebo vejcoživorodí, pouze málo druhů je živorodých. Vejce snášejí na zem, kde je poté zahrabou, a více se o svá mláďata nestarají. Tato schopnost je vyvinuta pouze u některých druhů, avšak výjimečně. U vejcoživorodých (ovoviviparních) druhů probíhá celý vývoj zárodků v těle. Vejce jsou tím chráněna před poškozením nebo zničením. Mláďata se líhnou po snesení nebo ještě v průběhu snášení. Zajímavostí je, že ještěrka živorodá a zmije obecná na severu rodí živá mláďata, na jihu však snáší vejce. Živorodost se objevuje jen u několika druhů. Zárodky se vyvíjí v těle, kde jsou vyživovány pomocí primitivní placenty (Sychra a Klimeš, 2013). Plazi jsou živočichové s proměnlivou teplotou těla, tzv. ektotermní. Jsou aktivní hlavně přes den a v teple. Při poklesu teploty jsou málo pohybliví a ukrývají se (Moravec, 1999).

2.21.1 Taxonomie

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)
 - Nadtřída: Čtyřnožci (Tetrapoda)
 - * Třída: Plazi (Reptilia)

(Gaisler a Zima, 2007)

2.21.2 Morfologie

Plazi mají velikou rozmanitost tělesných tvarů (Gaisler a Zima, 2007). Podle tvaru těla se dělí celkem na 3 typy. Prvním a základním typem je tvar ještěrkovitý. Plazi

tohoto typu mají protáhlé tělo, dlouhý ocas a čtyřprsté končetiny. Řadí se sem například ještěrky, haterie, chameleoni a krokodýlové. Krokodýli mají přední končetiny pětiprsté a zadní čtyřprsté, srostlé blánou. Druhým typem je tvar hadovitý. Plazi spadající pod tento typ mají dlouhé tělo bez vyvinutých končetin (Moravec, 1999). Do této skupiny patří hadi a beznohé ještěrky. Posledním typem je tvar želvovitý. Tento tvar lze najít u želv. Tělo je dorsoventrálně zploštělé, kratší a širší. Má vyklenutý hřbetní a plochý břišní štít (Sychra, Klimeš a kol., 2012).

2.21.3 Anatomie

Plazi jsou třídou obratlovců, která je plně přizpůsobena suchozemskému životu. Jejich kůže je kryta šupinami z rohoviny (Van De Graaff, 2001). Část pokožky se po určité době odloučí a plazi tak svlékají svou kůži (Bruins, 1999). Hadi umí svlékat starou pokožku vcelku, naproti tomu ještěři většinou po částech (Gaisler a Zima, 2007). Některé skupiny, např. želvy, mají tělo kryté krunýřem. Svalová soustava plazů se skládá z příčně pruhované svaloviny, upínající se na vnitřní kostru, a hladké svaloviny, kterou lze najít ve vnitřních orgánech. V ústech se nacházejí zuby a jazyk. Pouze želvy zuby nemají, v zobákovitých čelistech mají rohové lišty. Slinné žlázy se přeměňují ve žlázy jedové, které ústí do jedových zubů. Cévní soustava plazů je uzavřená (Grim a kol., 2014). Srdce je rozděleno na dvě předsíně a jednu komoru s přepážkou, která je neúplná. U krokodýlů lze najít přepážku plně vyvinutou a mají tedy srdce složené ze dvou předsíní a dvou komor. Plazi dýchají párovými plícemi. Výjimku lze nalézt u hadů, kteří mají vyvinutou pouze pravou plíci, která slouží jako zásobárna vzduchu při polykání kořisti (Gaisler a Zima, 2007).

U haterií, šupinatých a hadů nelze nalézt přídavné dýchací orgány. Krokodýlové a želvy mají dýchací soustavu dokonaleji vyvinutou a mají tudíž přídavné dýchací orgány. Plazi mají vyvinuté pravé ledviny (metanefridie). Centrální nervový systém je tvořen mozkiem a míchou. Smyslové orgány plazů jsou lépe vyvinuty než u obojživelníků (Moravec, 1999). Dominantní je zrak a čich. Šupinatí plazi mají dobře vyvinutý tzv. Jacobsonův orgán, který zaznamenává chemické podněty neboli pachové stopy z okolního prostředí pomocí špičky jazyka. Oko plazů je chráněno pohyblivým víčkem a mžurkou. Hadi a gekoni mají víčka srostlá a průhledná. Termoreceptory na hlavě hadů slouží při lovu teplokrevných živočichů. Endokrinní žlázy mají vyvinuté vnitřní vyměšování (Gaisler a Zima, 2007).

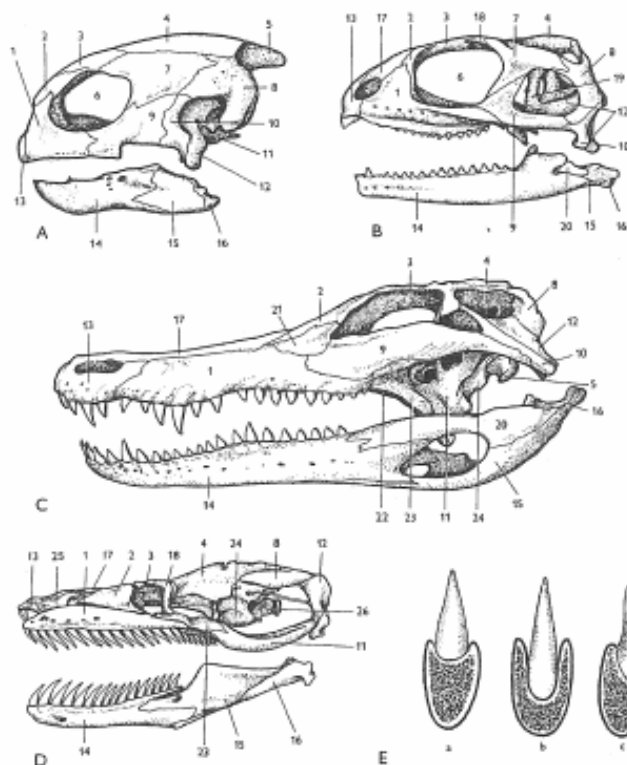
2.21.4 Kostra plazů

Vnitřní kostra plazů je plně osifikována. Objevuje se u nich oddíl krční páteře, která je složena z 8 obratlů. Nejvýznamnějším znakem je rozvoj spánkových jam a jařmových oblouků, spojený s rozvojem temporálního svalstva. Osou kostry plazů je páteř, která má nevýrazné členění (Gaisler a Zima, 2007).

První krční obratel se nazývá atlas a nemá tělo (Gaisler a Zima, 2007; Van De Graaff, 2001). Druhým obratlem je axis, nesoucí výběžek známý také jako dnes axis, vzniklý z těla atlasu. Kromě ocasní části se k obratlům připojují žebra a vyvinut je hrudní koš. V ocasní části ještěřů a haterií se objevují zlomové plošky, které jsou tvořeny chrupavkou, a díky tomu dochází k autotomii neboli odvržení ocasu při sebeobraně. U některých hadů a agam může docházet k odtržení ocasu pouze mezi obratli. Kostra končetin je uzpůsobena jejich životu (Sychra a Klimeš, 2013).

2.21.5 Lebka plazů

Lebka je podobná lebce obojživelníků. Je pohyblivě spojena s páteří a nasedá na ni jedním týlním otvorem, je tedy monokondylní. Je poměrně široká, tropibazického typu, jelikož má ocnice blízko u sebe (Gaisler a Zima, 2007). Oproti obojživelníkům je též daleko více zkostnatělá. U plazů dochází ke vzniku sekundárního tvrdého patra, které vzniklo z výběžků horních čelistí a párových kostí (Moravec, 1999). Lebka umožňuje pohyb pouze spodní čelisti. Ta je složena ze tří kostí, kdy čelistní kloub je primární a nachází se mezi kostmi articulare a quadratum. Ztráta jednoho nebo obou jařmových oblouků u ještěřů a hadů zvýšila pohyblivost čelistí a dalších kostí a dala vznik lebce kinetické (Gaisler a Zima, 2007).



Obr. 102 Lebky některých žijících skupin plazů. A – želva (rod *Chelonis*), B – hateris (*Sphenodon*), C – krokodýl (*Alligator*), D – had (*Python*); E – schéma nasazení zubů na čelisti. 1 – maxiláre, 2 – praefrontále, 3 – frontále, 4 – parietále, 5 – supraoccipitále, 6 – očníce (orbity), 7 – postorbitále, 8 – squamosum, 9 – jugále, 10 – quadratojugále, 11 – pterygoid, 12 – quadratum, 13 – praemaxiláre, 14 – dentále, 15 – anguláre, 16 – articulare, 17 – nasale, 18 – postfrontále, 19 – epipterygoid, 20 – supraanguláre, 21 – lacrimale, 22 – palatinum, 23 – ectopterygoid, 24 – basisphenoidále, 25 – septomaxiláre, 26 – basioccipitále; a – zub akrodontní, b – tekodontní, c – pleurodontní.

Obrázek 6 – Lebky žijících skupin plazů (Gaisler a Zima, 2007).

2.21.6 Gekon východní (*Hemidactylus frenatus*) Duméril a Bibron, 1836

Gekon východní obývá jižní Asii a Indii. Zavlečen byl později do jižní Afriky a severní Austrálie (Bruins, 1999). V dospělosti dosahuje velikosti kolem 10-12 cm. Tělo má šedohnědé zbarvení a na hřbetě má i několik šupin s rohovitými výběžky. Zajímavostí je, že v noci se jeho zbarvení mění a bledne. Je zde znám pohlavní dimorfismus, kdy samci jsou mohutnější a mají větší hlavu než samičky. Gekon východní pohlavně dospívá ve věku jednoho roku (Moravec, 1999). Mnoho druhů má výrazně rozšířené prsty vybavené zespoda přichytnými lamelami, které jim umožňují běhat po hladkých kolmých plochách. Povrch lamel je tvořen mikroskopickými, na koncích rozšířenými štěty, které lnou k podkladu (Gaisler a Zima, 2007). Štěty jsou bohatě větvené, jejich těsné přisednutí ke všem nerovnostem podložky zajišťuje tlak krve, která při došlápnutí rozpíná krevní zásobníky pod lamelami. S tím souvisí zvláštní způsob našlapování gekonů. Při zvedání končetin nejprve postupně uvolňují prsty od jejich konců, a tak snižují tlak krve v zásobnících. Jedná se o masožravce, kteří loví pohybliví se kořist. Mají schopnost

autotomie, což znamená, že v ohrožení odhodí ocas. Takto odhozený ocas doroste během několika měsíců, bývá ale kratší (Bruins, 1999).

2.22 PTÁCI (AVES)

Název ptáci pochází je z latinského avis neboli pták. Ptáci jsou teplokrevnou vývojovou linií archosaurních plazů a jsou tedy součástí monofyletického taxonu Reptilia resp. Sauropsida. Vznik této třídy obratlovců pochází z období jury před 140 miliony let, tedy asi 80 milionů let po vzniku prvních savců (Gaisler a Zima, 2007).

První vlna radiace neboli rozvoje ptáků proběhla v křídě (např. Hesperornis, Ichthyornis), ale ačkoliv bylo toto období postíženo katastrofou, v jejímž důsledku došlo k vymření dinosaurů, někteří ptáci přežili. Ve třetihorách došlo ke 2. vlně radiace a vyvinuly se dnešní ptačí řády. Ve třetihorách nastoupila 3. vlna radiace, kdy vznikli pěvci, kteří dnes tvoří asi 60 % ptačích druhů (Sychra a kol., 2013).

2.22.1 Taxonomie

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)
 - Nadtřída: Čtyřnožci (Tetrapoda)
 - Třída: Ptáci (Aves)

(BioLib cz)

Převzato z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id8304/> [cit. 2021-03-24]

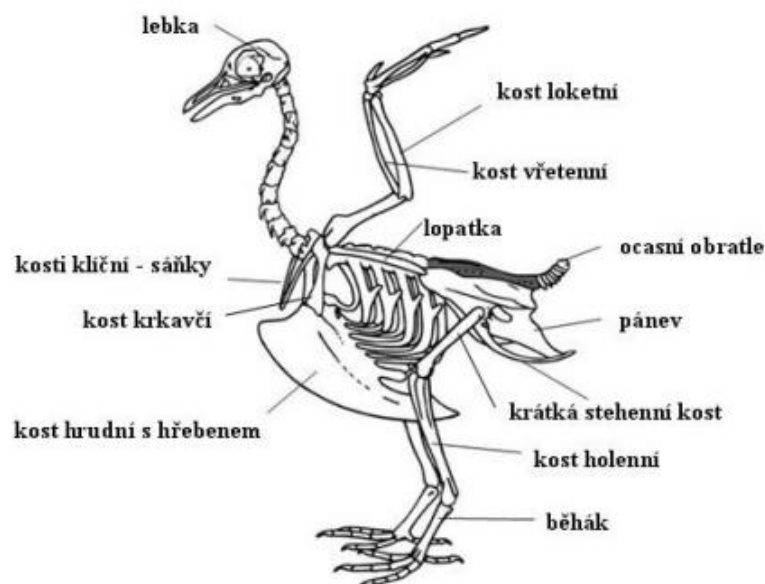
2.22.2 Morfologie a anatomie

Ptáci jsou letuschopná třída obratlovců. Mají stálou a řízenou teplotu těla, jsou endotermní a mají aerodynamický tvar (Gaisler a Zima, 2007). Mají pouze jednu mazovou žlázu, a tou je žláza kostrční (Šťastný a kol, 1998). Tělním pokryvem je peří, které se dále rozlišuje na prachové a obrysové (Černý, 2005). Prachové peří se skládá z praporu a ostnu a slouží k termodynamice. Na břicho mají místo peří tzv. nažiny, které slouží k lepšímu zahřívání vajec. U ptáků bývá nejmohutnější svalstvo prsní. Avšak běžci mají nejmohutnější svalstvo na končetinách. Velmi důležité a vyvinuté je také létací svalstvo (Šťastný a kol., 1998). Čelisti mají ptáci přeměněny na zobák. Tvar zobáku se může lišit, dle toho, čím se jaký druh živí. Zajímavý je také proudový orgán, díky kterému vnímají proud vzduchu a jeho hustotu. Mají hlasový orgán, tzv. syrinx, a ten se nachází

v místě rozdělení průdušnic. Z ptáků ho nemají jen čápi. Hlas ptactva slouží k přivábění partnerů a vyznačení hnízd. Srdce se skládá z 2 síní a 2 komor a dělí je úplná přepážka. Mají nižší tepovou frekvenci, takže mají vyšší metabolismus. Nejdokonalejším orgánem u ptáků je zrak. U dravců se dokonce vyskytují 2 žluté skvrny (Sychra a kol., 2013). Oko je zdokonaleno a ptáci tak dosahují největší ostrosti vidění mezi všemi živočichy. Vnitřní ucho ptáků je zdokonaleno a tvoří hocochles, ductus, cochlearis a Cortiho orgán. Srdce se skládá ze čtyř dílů, kde komory jsou zcela odděleny. Vzniká pravá aorta a levá během zárodečného vývoje mizí. Plíce jsou malé a obsahují vzdušné vaky. Ptáci mají zvláštní úpravu ledvin, známou též jako Henleova klička, díky které lépe hospodaří s vodou (Gaisler a Zima, 2007). Rohovinový povrch zobáku je kožního, tedy dermálního původu a je velmi tvrdý, jelikož do značné míry nahrazuje chrup (Šťastný a kol, 1998).

2.22.3 Kostra ptáků

Kostra ptáků je lehká a pevná a její hmotnost tvoří asi 1/10 hmotnosti celého ptáka. Pevná je díky srůstu kostí na lebce, hrudní a křížové oblasti na končetinách.



Obrázek 7 - Kostra ptáků (Višňák, 2020)

Dostupné z: https://www.preparate-visnak.cz/media/uploads/peter_kniha_1.pdf

Ptáci mají redukovanou ocasní páteř a kosti jsou plně osifikované. Některé kosti jsou však duté a uzpůsobené k letu. Duté kosti slouží k odlehčení a vznikly díky vymizení kostní dřevě. Hrudní tvoří dlouhý a široký štít, který chrání zespoda hrudní a břišní dutinu. U létavých jedinců vybíhá hrudník na spodu v mohutný hřeben, na nějž nasedají létací

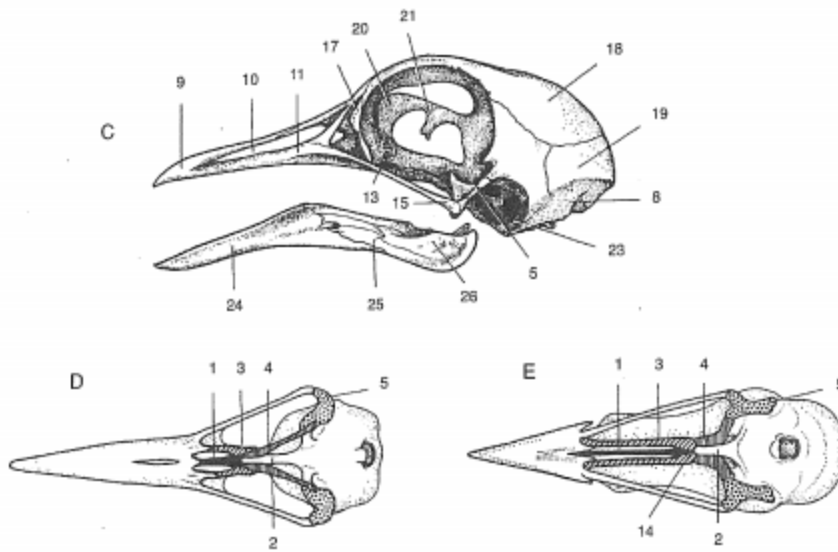
svaly (Šťastný a kol., 1998). Speciálním útvarem jsou tzv. sáňky, což je krkavčí kost, která rozkládá tlak na křídla. Typická je mohutná hrudní kost, která slouží k odstupu nejmohutnějších létacích svalů. Přední končetina je uzpůsobena k letu a tvoří křídlo. Lopatkové pásmo je tvořeno ze tří párových kostí, a to z lopatky (scapula), krkavčí kosti (coracoideum), pevně spojující pásmo se sternem, a z klíční kosti (clavicula). U většiny ptáků jsou klíční kosti na konci srostlé ve vidlici (furcula) (Kent, 2008).

Křídlo je tvořeno kostí pažní (humerus), loketní (ulna) a kostí vřetenní (radius). V distální části křídla došlo k srůstům a zkrácení některých kostí (Sychra a kol., 2013). Ze zápěstních kostí zůstávají po osifikaci dvě drobné kůstky, a to os carpi radiale a os carpi ulnare, což je přeměněný metakarpus pátého prstu. Záprstí u ptáků se nazývá carpometacarpus a je tvořené dvěma srůstajícími kůstkami, třetí kost záprstní je zakrnělá. Na křídlech ptáků jsou tedy vyvinuté pouze tři prsty a jen jeden má dva články. Zadní končetinu tvoří silná kost stehenní (femur) zakončená lýtkovým kloubem. Dále následuje tibiotarsus, což je kost vzniklá srůstem holenní kosti a dvou proximálních tarzálních kůstek. Lýtková kost (fibula) je redukována. Následuje běhák (tarsometatarsus), který vznikl srůstem distálních tarzálních a všech metatarzálních kůstek (Gaisler a Zima, 2007). Distální oddíl běháku tvoří 4 prsty; pátý prst (malíček) vymizel, ale prsty mohou být redukovány například na dva, jako je tomu u pštrosů. Poslední články prstů jsou přeměny v kost dráповou s různě upravenými drápy. Dále je zde pygostyl, což jsou srostlé obratle ocasní, které poskytují oporu svalům a ovládají ocasní pera (Černý, 2005).

2.22.4 Lebka ptáků

Lebka ptáků je monokondylní, avšak došlo zde ke zvětšení očnic a mozkovny a redukcí některých kostí. (Gaisler a Zima, 2007). Lebka slouží nejen k ochraně mozku, ale i k ochraně očí (Weston, 1993). Došlo ke splynutí spánkových jam a spojení s očnicí. Dolní jařmový oblouk, tvořený kostí jugale a quadratojugale, zůstal zachován. Čtvercová kost je pohyblivá, jelikož je s os squamosum spojena kloubně, spojuje spodní čelist s neurokraniem. Vzniká zde bazipterygoidní kloubní spoj, v němž jsou kloubně spojeny kosti patrové, křídlaté a kost klínová, a právě díky těmto kloubním spojům je lebka kinetická. Čichová krajina je od mozkovny oddělena meziočnicovou přepážkou jako u plazů. Většina hlavových kostí je pneumatizována. Hranice mezi kostmi lebky jsou patrné pouze u mladých jedinců, protože v dospělosti srůstají v jeden celek (Šťastný

a kol., 1998). Kostní podklad jazyka tvoří jazylka. Dolní polovinu čelisti tvoří běžné kosti spodní čelisti.



Obr. 115 Ptačí lebka: první tři obrazy představují lebku holuba (*Columba*) z bazální (A), dorzální (B) a laterální (C) strany; poslední dva obrazy jsou schémata paleognátní (D) a neognátní (E) lebeční báze. 1 – vomer, 2 – praesphenoid, 3 – palatinum, 4 – pterygoid, 5 – quadratum, 6 – condylus occipitalis, 7 – velký týlní otvor (*foramen magnum*), 8 – occipitale, 9 – praemaxilla, 10 – nozdra, 11 – maxilla, 12 – nasale, 13 – jugale, 14 – bazipterygoidní kloubní spoj, 15 – quadratojugale, 16 – basisphenoid, 17 – lacrimale, 18 – frontale, 19 – parietale, 20 – ethmoidale, 21 – septum interorbitale, 22 – squamosum, 23 – petrosus, 24 – dentale, 25 – angulare, 26 – articulare.

Obrázek 8 – Stavba ptačí lebky (Gaisler a Zima, 2007)

2.22.5 Kachna divoká (*Anas platyrhynchos*) Linnaeus, 1758

Kachna divoká, známá též jako březnačka, patří mezi čeled' kachnovitých, kteří mají typicky zploštělý zobák s lamelami po stranách čelisti a nehem z rohoviny na špičce zobáku (Gaisler a Zima, 2007; Šťastný a kol., 1998). Je to z ekologického hlediska nejúspěšnější druh ptáků, který se velmi dobře přizpůsobuje měnícím se podmínkám. V České republice je to největší plovavá kachna vůbec (Černý, 2005). Dorůstá délky mezi 50–60 cm a její hmotnost se pohybuje okolo 690-1300 g. Rozpětí křídel činí 81-95 cm. Je zde patrný výrazný pohlavní dimorfismus. Samice kachny divoké má hnědě skvrnitou barvu. Oproti tomu samec ve svatebním šatě má výrazně kovově lesklou hlavu a bílou pásku okolo krku. V prostém šatě je samec podobný samici. Kachna divoká žije v páru na společných shromaždištích. Potrava kachny divoké je rostlinná i živočišná. V České republice se jedná o běžně žijící a hnízdící druh (Šťastný a kol., 1998).

2.23 SAVCI (MAMMALIA)

Třída savců se poprvé objevila v triasu, před 225 miliony let. Byla to drobná noční zvířata připomínající dnešní hmyzožravce, která byla aktivní v noci, aby zabránila střetu s plazy (Sychra a kol., 2013). S převážně noční aktivitou a jejich suchozemským původem zřejmě souvisí vznik endotermie. Savci si udržují stálou tělesnou teplotu mezi 36–39 °C. Teprve až po vymření dinosaurů na konci druhohor došlo k explozivnímu rozvoji savců a obsazení uvolněných ekologických nik. Třetihory se staly érou savců. Tehdy se vytvořili i skupiny, které byly vázané na vodu (Sirenia, Cetacea) a skupinu dokonale ovládající létání (Chiroptera), která v některých ekosystémech dominuje mezi létajícími živočichy s noční aktivitou (Gaisler a Zima, 2007).

2.24 TAXONOMIE

- ❖ Říše: Živočichové (Animalia)
 - Kmen: Strunatci (Chordata)
 - Podkmen: Obratlovci (Vertebrata)
 - Nadtřída: Čtyřnožci (Tetrapoda)
 - Třída: Savci (Mammalia)

(BioLib.cz)

Čerpáno z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id14969/> [cit. 2021-03-24]

2.25 MORFOLOGIE A ANATOMIE

Tělo savců (až na malé výjimky) se člení na hlavu, krk, trup, dva páry končetin a ocas (Gaisler a Zima, 2007; Sychra a kol., 2013). Avšak důležité je vědět, že vzájemné tělní proporce se mění podle způsobu pohybu, potravy a prostředí, které obývají. Kůže savců je složena ze škáry a pokožky. Vazivová škára je prokrvená a protkaná nervovými vlákny a nasedá na ní pokožka (epidermis), která je tvořena plochými buňkami. Nové buňky postupně vytlačují starší buňky na povrch kůže, kde rohovatí, odumírají a odlupují se. Následuje vrstva podkožního vaziva, která je prostoupená tukem. Podkožní vazivo chrání spolu se srstí tělo před ztrátami tepla a slouží i jako zásobárna živin, energie či vody. Povrch těla savců je kryt srstí, která je pigmentována melaniny. U savců pozorujeme tři typy chlupů, které jsou tvořené keratinem a jsou stejně jako plazi šupiny epidermálního původu. Jsou jimi vlníky, osíníky a pesíky. Vlníky a osíníky jsou kratší a jemnější a tvoří podsadu, která má zejména tepelně izolační vlastnosti. Pesíky jsou chlupy krycí a podílejí se na zbarvení srsti (Anděra, 1997).

Svalová soustava je diferencována (Kent, 2008). Na kostru se upíná kosterní svalstvo a dále je zde dobře rozvinuta kožní svalovina, z níž jsou významné mimické svaly obličeje nebo kožní svaly trupu, které pohybují kůží (Sychra a kol., 2013). Jsou zde taky značně vyvinuty žvýkací svaly (massetery), které slouží k mechanickému zpracování přijaté potravy. Další charakteristikou savců je vyvinutý plochý sval bránice (diaphragma), který odděluje dutinu břišní a hrudní a výrazně se podílí na dýchání (Gaisler a Zima, 2007).

V nervové soustavě došlo k významnému rozvoji mozku. Největší změna nastala u dvou hemisfér koncového mozku. Došlo ke zmnožení šedé kůry mozkové a rozvoji druhotné kůry (neopallium). Bohaté zvrásnění dalo vzniknout mozkové brázdě (sulci) a mozkovým závitům (gyri) (König & Liebich, 2003). Ze smyslů je většinou nejdokonaleji vyvinut čich, který chybí pouze u kytovců. Dalším velice rozvinutým smyslem je sluch, který je podpořen rozvojem stavby sluchového ústrojí. Hlemýžď vnitřního ucha je stočený a jsou vyvinuty také ušní boltce. Savci rovněž dobře vidí, ale jako hlavní smysl se uplatňuje pouze u některých skupin, např. u vyšších primátů (Sychra a kol., 2013).

Chrup savců se skládá z několika typů zubů (tzv. heterodontní chrup), které mají ukončený nebo řidčeji i neukončený růst. Rozlišujeme čtyři základní typy zubů: řezáky (I, dentes incisivi), špičáky (C, d. canini), třenáky (P, d. praemolares) a stoličky (M, d. molares) (Sychra a kol., 2013; König & Liebich, 2003). U savců jsou zuby zpravidla difiodontní (dvě generace zubů), přičemž v mléčném chrupu chybějí stoličky. Prvním typem korunek jsou korunky sekodontní, které mají špičaté hrboly a ostré lišty. Nalezneme je u hmyzožravců, letounů a šelem. Bunodontní korunka je čtvercového tvaru a má zaoblené hrboly. Tento typ nalezneme u všežravých skupin savců, například u některých hlodavců, vyšších primátů a prasatovitých. Další základním typem je typ selenodontní. Tento typ chrupu má hrboly, které jsou spojeny v ploché podélné lišty skloviny. Nalezneme je u jelenovitých a turovitých. U lofodontního typu jsou pak hrboly, které splývají v příčné meandrovitě stočené záhyby. Tento typ nalezneme u lichokopytníků. Posledním typem je typ hypsodontní. U tohoto chrupu jsou korunky vysoké a zcela ploché, hrboly nebo lišty vymizely a nalezneme ho u některých hlodavců a zajíců (Gaisler a Zima, 2007).

Na ústní dutinu navazuje krátký hltan, kam ústí i nosní chodby, do dlouhého jícnu a žaludku. Žaludek je napojen na jícen svěračem zvaným česlo a do dvanáctníku přechází vrátníkem. Tenké střevo začíná dvanáctníkem, do kterého ústí slinivka břišní a játra, a je zde soustředěno největší množství trávicích enzymů. Dalšími úseky jsou lačník a kyčelník. Absorpční plochu střeva zvětšují řasy a klky (villi) (Sychra a kol., 2013). Tlusté střevo se skládá z vzestupného, příčného a sestupného tračníku, slepého střeva a konečníku. U savců je také vyvinuto jediné slepé střevo (cecum), které je někdy značně redukováno nebo chybí (Anděra, 1997).

Nosní dutina je oddělena od dutiny ústní sekundárním tvrdým a měkkým patrem. V hltanu se trávicí a dýchací cesty kříží, proto při polykání hrtanovou štěrbinu uzavírá epiglottis neboli příklopka (Gaisler a Zima, 2007; Sychra a kol., 2013).

Savci mají nejmenší červené krvinky (erytrocyty) ze všech obratlovců. Erytrocyty pojmu větší množství hemoglobinu, jelikož jsou bezjaderné. Srdeční přepážka u savců je úplná a rozděluje srdce na dvě před síně a dvě komory. Z levé komory vystupuje hlavní tělní tepna, levá aorta. Vrátnicový oběh je vyvinut v oblasti jater a trávicí trubice. U savců není vytvořen vrátnicový oběh v ledvinách, ale mají nejlépe vytvořený systém mízních cév a uzlin (König & Liebich, 2003; Sychra a kol., 2013).

Vylučovacím ústrojím jsou pravé ledviny, které jsou párové. Ledviny jsou uloženy v dutině břišní. Henleova klička je vyvinutá a umožňuje zpětnou resorpcí koncentrovat moč. Pro pohlavní orgány savců (gonády), je společné to, že varlata i vaječníky jsou párové, přesto jeden vaječník může být větší a produktivnější. Varlata samců jsou buď uložena v břišní dutině nebo sestupují tříselným kanálem (canalis inguinalis) mimo břišní dutinu do šourku (scrotum) (Sychra a kol., 2013). Vaječníky jsou pohlavní žlázy samic (Anděra a Červený, 2000). Nachází se u dorzální stěny břišní dutiny, za ledvinami. U placentálů se obě větve pohlavních cest spojují a tvoří jedinou dělohu. Plod je spojen s dělohou pomocí pravé placenty, která z mateřského těla plod vyživuje a odvádí produkty metabolismu (Sychra a kol., 2013). Od většiny ostatních živočichů se však savci liší tendencí k menšímu počtu mláďat, k těsnější vazbě mezi matkou a mláďaty a k delší a intenzivnější péči o potomstvo (Gaisler a Zima, 2007).

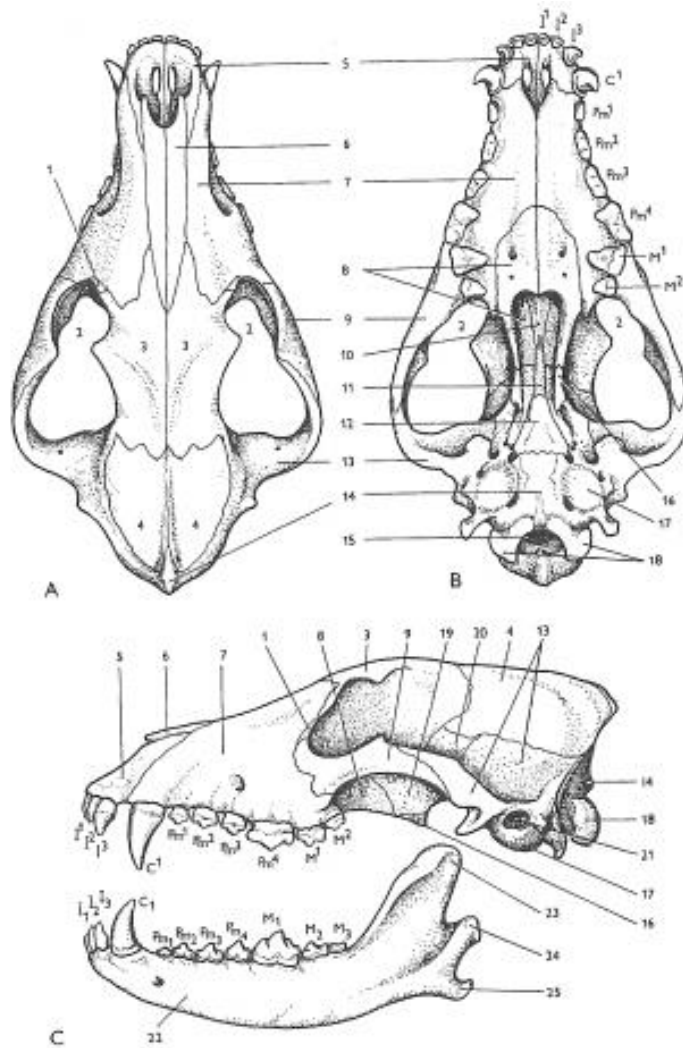
2.25.1 Kostra savců

Kostra savců je plně osifikována, ale podíl chrupavek a vaziva je větší než u ptáků (Gaisler a Zima, 2007). Uvnitř kostí vzniká kostní dřev, díky které zde probíhá krvetvorba. Osou těla je páteř, která je složena z pěti částí platycélních obratlů. První je část krční, kam patří atlas, čepovec a je dohromady složená ze sedmi obratlů. Hrudní část má 12-15 obratlů a bederní 5-6. Kost křížová je srostlá z 4-5 obratlů a na konci jsou obratle ocasní, jejichž počet se liší. Žebra jsou nedělená. Přední končetinu tvoří pletenec lopatkový, složený z lopatky a klíční kosti, a volná končetina, tvořena z kosti pažní, loketní, vřetenní, zápěstní, zápřstní a z článků prstů. Zadní končetina se skládá z pletence pánevního, což jsou srostlé kosti kyčelní, sedací a stydké a spony stydké, a volné končetiny složené z kosti stehenní, holenní, lýtkové, zánártní, nártní a článků prstů (Anděra, 1997; Gaisler a Zima, 2007).

2.25.2 Lebka savců

Lebka savců je akinetická, autostylní a bikondylní, to znamená že je připojena dvěma týlními hrboly. Oba týlní hrboly se nacházejí na os basioccipitale. Savci mají lebeční kosti spojeny švy a jediné kloubní spojení na lebce je v oblasti čelistního kloubu. Spodní čelist je tvořena jednou párovou kostí, která se nazývá dentale. U recentních savců se nachází pouze sekundární čelistní kloub. Savci mají dobře vyvinuté tvrdé patro, které je tvořeno kostmi horní čelisti a patrovou kostí. Horní čelist savců se nazývá maxilla. Nosní skořepky bývají obvykle složitě stočené a je na nich umístěna čichová sliznice (Gaisler a Zima, 2007).

Typickým znakem savců jsou tři sluchové kůstky ve středním uchu. Jsou jimi kladívko (malleus), kovádlínka (incus) a třmínek (stapes). Třmínek odpovídá jediné sluchové kůstce (columella) ostatních obratlovců. Kladívko vzniklo přeměnou a přesunem kosti kloubní (articulare), a incus z kosti čtvercové (quadratum). Prstenčité tympanicum, které obklopuje bubínek, odpovídá vývojově kosti úhlové (angulare) (Gaisler a Zima, 2007).



Obr. 141 Lebka savce (rod *Canis*). A – z dorzální, B – bazální, C – laterální strany. 1 – lacrimale, 2 – orbita, 3 – frontale, 4 – parietale, 5 – praemaxilla (os incisivum), 6 – nasale, 7 – maxilla, 8 – palatinum, 9 – jugale (zygomaticum), 10 – vomer, 11 – praesphenoid, 12 – basisphenoid, 13 – squamosum (temporale), 14 – occipitale, 15 – otvor týlní (foramen magnum), 16 – pterygoid, 17 – bubla tympanica, 18 – condyli occipitales, 19 – orbitosphenoid, 20 – alisphenoid, 21 – zevní zvukovod (meatus acusticus externus), 22 – dentale (mandibula), 23 – processus coronoides, 24 – p. articularis, 25 – p. angularis; I¹ až I³ – horní řezáky, C¹ – horní špičák, Pm¹ až Pm⁴ – horní třenáky, M¹ až M³ – horní stoličky, I₁ až I₃ – dolní řezáky, C₁ – dolní špičák, Pm₁ až Pm₄ – dolní třenáky, M₁ až M₃ – dolní stoličky.

Obrázek 9 - Lebka savců (Gaisler a Zima, 2007)

2.25.3 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) Linnaeus, 1758

Srnec obecný je jedním z nejhojněji rozšířených sudokopytníků z čeledi jelenovitých. Ovšem z evropských druhů jelenovitých je nejmenší. Samice se nazývá srna a mládě srnče. Srnec je malým zástupcem své čeledi, jeho hmotnost se pohybuje mezi 65-75 cm. Samci mají krátké parůžky, které ale mohou dorůst až do délky 30 cm. Parůžky shazují od října do listopadu a na jaře dalšího roku jim narůstají nové. Po dokončení vývoje parůžku dochází k vytloukání. Vytloukání je proces zbavování se odumřelého lýčí pomocí otírání se o strom či keř. Srnec žije buď samotářsky nebo

v malých skupinách. Srnec je na rozdíl od jiných jelenovitých poměrně náročný na potravu. Potrava srnce obecného se skládá převážně z různých bylin, výhonků, zemědělských plodin a různých plodů. Srny jsou pohlavně dospělé v 16 měsících. Samci jsou polygamní a v polovině července začínají bojovat o přízeň samic. Je u nich specifická takzvaná latentní březost, což znamená, že do listopadu se zárodek nevyvíjí a březost je tudíž skrytá (Anděra a Červený, 2000).

3 METODIKA

3.1 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1.1 Materiál k preparaci

K praktické části práce bylo potřeba získat hlavy pěti nejběžnějších tříd obratlovců. Z třídy paprskoploutvých jsem obstarala pět hlav lososa obecného (*Salmo salar*), kterého jsem sehnala v rybárně. Z třídy obojživelníků jsem zakoupila pět kusů drápatky vodní (*Xenopus laevis*) ze zájmového terarijního chovu, přičemž se jednalo o albinotické jedince. Z plazů jsem získala pět kusů gekona východního (*Hemidactylus frenatus*) taktéž z terarijního zájmového chovu. Hlavy kachen divokých (*Anas platyrhynchos*) a srců obecných (*Capreolus capreolus*) mi byly poskytnuty mysliveckým spolkem České zemědělské univerzity.

3.1.2 Nástroje a pomůcky užití k provedení praktické části

Ochranné pomůcky

K osteologické preparaci je potřeba několik párů nitrilových rukavic velikosti M a laboratorní plášť. Při práci s hydroxidem amonným je dobré používat respirátor či ochranný štít.

Přístroje

Využívala jsem pitevní stůl, mrazicí box, dvouplotýnkový 2kW indukční vařič a digestoř. Dále byl nutný dobrý fotoaparát, já jsem použila mobil s 48 megapixelovým fotoaparátem. K usušení lebek jsem využívala sušící komoru s možností nastavení teploty a vlhkosti vzduchu.

Nástroje

K samotnému stažení a obrání masa a kůže z lebek byl potřeba ostrý kuchyňský nůž s délkou čepele 18 cm, dále skalpel č. 4 s vyměnitelnými čepelkami č. 23, pinzeta tvrdá i měkká. Dále jsem využívala univerzální plastové boxy Samla z Ikea s objemem 43 litrů a víkem, a dva nerezové hrnce s objemem 16 a 9 litrů s poklicemi. Na samotné preparace bylo potřeba použít 3x větší množství vody, než byl objem hrnců.

Chemikálie

Použito bylo také chemikálií, kterými v mém případě byly dva 2,5 litrové barely 30% peroxidu vodíku H₂O₂, dále odmašťovací prostředek na nádobí (já používala Jar),

dva pětilitrové barely vodného roztoku hydroxidu amonného NH_3 a jeden pětilitrový barel acetonu CH_3CO .

Spotřební materiál

Na zuby a rozpadlé lebky jsem používala čtyři sáčky z monofilu, které lze koupit v drogerii či v supermarketu. Takovéto sáčky jsou velmi účinné a zabraňují poztrácení kostí a zubů. Na uložení vybělených kostí a rozpadlých kostí jsem využívala padesát kusů plastových zip-locků s velikostí 10 x 15 cm a 6 x 8 cm. K zaznamenávání výsledků a popisu plastových sáčků zip-lock jsem využívala permanentní fixu. Spotřebovala jsem též dvě role papírových kuchyňských utěrek, které jsem použila jako prostředí, po kterém se mohly larvy kožojedů dobře pohybovat. Na dočištění měkkých tkání jsem používala tvrdý zubní kartáček a na sušení lebek po vyjmutí z peroxidu vodíku byla použita jedna role tvrdého alobalu.

3.1.3 Bezpečnost práce

Při preparaci je třeba nezapomínat na základní hygienu a bezpečnost při práci. Musíme si dávat si pozor na možnost infekce z preparovaných zvířat či na různé chemické látky, s kterými můžeme přijít do styku. K chemickým látkám, které používáme při preparaci, je vždy napsán tzv. bezpečnostní list, který si můžeme dohledat v elektronické formě nebo je uveden na samotné chemikálii.

Peroxid vodíku, který jsem používala při preparaci, je klasifikován jako nebezpečná látka. Dráždí kůži a způsobuje vážné poškození dýchacích cest a očí. Při práci s ním je třeba používat ochranné brýle či ochranný štít. Po případném styku s pokožkou musí dojít k okamžitému opláchnutí velkým množstvím vody a mýdla. Při vdechnutí může způsobit poleptání dýchacího traktu, proto je potřeba používat respirátor. Pokud pracujeme s dráždivými látkami, je nutné mít vždy zapnutou digestoř s odtahem vzduchu, či zajistit dobré větrání.

Aceton, který jsem při preparaci používala k odmaštění, je klasifikován jako látka nebezpečná, která je vysoce hořlavá. Způsobuje vážné podráždění očí a závratě či ospalost. Je potřeba, aby nedošlo ke kontaktu s otevřeným ohněm či horkými povrchy. Při práci s ním je potřeba mít ochranné brýle, roušku a nitrilové rukavice, protože vysušuje pokožku.

Hydroxid amonný jsem používala při metodě louhování v amoniaku a při odmaštění. Jedná se o látku klasifikovanou jako žíravá a nebezpečná pro životní prostředí. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí, proto je třeba mít vždy rukavice a ochranu očí. U všech těchto chemických látek je nutnost mít kvalitní odvětrávání.

Pokud preparujeme zvíře nejasného původu, je nezbytné se velmi dobře chránit, aby nedošlo k přenosu infekce či parazitů, jelikož existuje mnoho zoonóz a parazitů, které jsou pro člověka nebezpečné.

3.1.4 Stažení a ořezání masa z lebek

Preparaci jsem započala s hlavami srnce. Protože srnčí hlavy byly zmražené, musela jsem je nejprve vyjmout z mrazicího boxu a nechat je den až dva vykřvit ve studené vodě. Vykřvení je proces, při kterém se z hlav či zvířete odstraní přebytečná krev a je poté lépe připraveno k další práci. Nejdříve jsem hlavy vložila do velké průhledné plastové nádoby se studenou vodou a nechala odkrvovat den, a poté jsem měnila vodu tak dlouho, dokud se voda nepřestala zbarvovat do červena. Když už byla voda téměř průzračná, hlavy byly připraveny k preparaci.



Obrázek 10 - Zmražené srnčí hlavy
(Autorská fotografie)



Obrázek 11 - Vykřvení srnčích hlav
(Autorská fotografie)

Začala jsem tím, že jsem provedla řez skalpelem na horní straně lebky a začala jsem stahovat kůži. Když byla veškerá kůže ze všech hlav odstraněna, započala jsem s ořezáváním masa a tkání. Bylo třeba obrát co nejvíce tkání a masa, aby následně užitě metody preparace byly efektivnější. Když jsem měla všechny srncí hlavy stažené a ořezané, vybrala jsem každou jednotlivou hlavu a přiřadila ji pokaždé k jiné metodě preparace. Hlavy kachen nebylo třeba odkrývat, protože jsou poměrně drobné, pouze jsem je rozmrazila ve vodě a poté jsem je obrala od peří a ořezala co nejvíce tkání. Avšak s kachními hlavami se pracovalo hůře než se srncími, jelikož peří šlo odřezat špatně. Hlavy gekona a drápatky jsem pouze oddělila od těla a bylo nutné je rozmočít ve vodě, neboť některé byly zmrzlé a některé už vyschlé. Jelikož jsem hlavy lososa zakoupila již bez těla a chlazené, nebylo zapotřebí je rozmrazovat, tudíž jsem jen ořezala co nejvíce masa šlo a dále s nimi pracovala.



Obrázek 12 - Zakoupené hlavy lososa obecného (Autorská fotografie)

3.1.5 Vaření

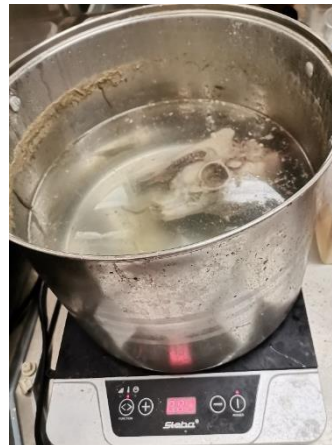
První preparační metodou, kterou jsem zkoumala u všech pěti vybraných tříd obratlovců, byla metoda vařením. Do jednoho hrnce jsem vložila hlavu srnce obecného a indukční plotýnku jsem nastavila na prvních 10 minut na 200 °C a poté, když voda dosáhla bodu varu, jsem sejmula pokličku a nechala hlavu dvě hodiny vařit při teplotě vody 100 °C. Za dvě hodiny jsem vodu vylila a hlavu obrala pinzetou a skalpelem. Po obrání jsem jí opět dala vařit na stejnou teplotu a stejný čas. Tento postup jsem v laboratoři opakovala také v následujících dnech, celkem ještě 4x. Hlava srny se tedy vařila celkem 14 hodin. Při posledním vaření jsem teplotu hlídala a do vroucí vody s lebkou nalila detergent. Na plotýnce jsem nastavila 95 °C a takto nechala lebku dvě hodiny, aby došlo k jejímu odmaštění. Po odmaštění v jarové vodě jsem lebku dočistila

kartáčkem a vložila do 17% roztoku peroxidu vodíku a H₂O. V peroxidu jsem smčí lebku ponechala 24 hodin. Po vyjmutí jsem ji nechala 22 hodin schnout v sušárně při teplotě 30 °C.

Poté byla lebka již připravena ke konečnému dobělení a odmaštění v acetonu. Protože aceton je silné organické rozpouštědlo, dimethylketon (CH₃COCH₃), které při větší koncentraci může poleptat sliznice či ovlivnit nervovou činnost, je třeba dávat si při práci s ním pozor a pracovat s ním v digestoři. V acetonu jsem lebku ponechala 20 hodin, poté jsem ji vyjmula a nechala oschnout na pevném alobalu.



Obrázek 13 - Smčí lebka před vařením
(Autorská fotografie)



Obrázek 14 - Vaření smčí lebky
(Autorská fotografie)



Obrázek 15 - Smčí lebka po vaření
(Autorská fotografie)



Obrázek 16 - Lebka zbavená měkkých tkání
(Autorská fotografie)



Obrázek 17 - Lebka před odmaštěním (Autorská fotografie)

Ve druhém hrnci jsem vařila hlavu lososa. Teplotu indukčního vařiče jsem nejprve nastavila na 180 °C a poté ji stáhla na 100 °C a vařila jsem ji takto 120 minut. Tento postup jsem opakovala ještě jednou, a lebku, která se při vaření rozpadla na jednotlivé kosti, jsem očistila, obrala a dala ji do roztoku peroxidu vodíku a vody. Vaření hlavy lososa trvalo celkem čtyři hodiny. Takto jsem ji nechala v 3,5% roztoku peroxidu 18 hodin, poté ji rozložila a nechala jednotlivé kosti uschnout na alobalové podložce. Poté, co kosti byly suché, vložila jsem je na 13 minut k odmaštění do acetonu. Pro řádné odmaštění je třeba, aby měl aceton teplotu okolo 25-30 °C. Po uplynutí uvedeného času jsem kosti z acetonu vyjmula a nechala je oschnout.



Obrázek 18 - Hlava lososa před vařením
(Autorská fotografie)



Obrázek 19 - Rozpadlé kosti z lebky lososa
(Autorská fotografie)



Obrázek 20 - Rozpadlá lebka lososa po vyjmutí z peroxidu (mastné žluté skvrny)
(Autorská fotografie)

Když už jsem měla volné nádoby na vaření, začala jsem s vařením kachní hlavy. Kachní hlavu jsem vařila 2 hodiny, nejdříve při teplotě 100 °C, poté jsem ji stáhla na 80 °C a takto vařila 2 hodiny. Po dvou hodinách jsem vyměnila vodu a z hlavy obrala maso, tkáň a dala opět vařit na další dvě hodiny, tentokrát na 100 °C. Tento postup jsem pak opakovala ještě jednou další den a po dočištění lebky od zbylých tkání jsem ji ještě propřala v jaru s teplou vodou a vložila do 3,5% roztoku peroxidu vodíku, kde jsem ji ponechala 20 hodin. Po vyndání jsem ji nechala osušit a opět jsem ji vložila do acetonu, kde jsem ji ponechala cca 13 minut.



Obrázek 21 - Kachní hlava (Autorská fotografie)



Obrázek 22 - Kachní hlava po prvním uvaření (Autorská fotografie)



Obrázek 23 - Kachní hlava z boku před obráním (Autorská fotografie)



Obrázek 24 - Kachní lebka po obrání masa a po 2. vaření (Autorská fotografie)

Poté jsem přešla k vaření lebek gekona a drápatky. Zde bylo třeba, aby se voda nevařila, tudíž jsem na indukční plotýnce nastavila 80 °C a takto ponechala 2 hodiny. Po dvou hodinách jsem lebky vyndala, obrala tkáň, ale zjistila jsem, že lebka drápatky se zcela rozpadla. Lebka gekona na tom byla lépe, avšak došlo také k jejímu rozpadu.



Obrázek 25 - Gekon východní (Pokorný, 2013)

Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/zvire/631-gekon-vychodni/>



Obrázek 26 - Rozpadlá lebka drápatky po vaření (Autorská fotografie)



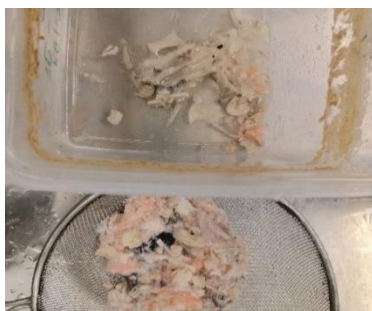
Obrázek 27 - Lebka gekona rozpadlá při vaření (Autorská fotografie)

3.1.6 Macerace

Další metodou, kterou jsem si vybrala pro preparaci lebek, byla macerace. Nejprve, po řádném vykrvení, jsem z lebek obrala co nejvíce masa a svaloviny. Protože se jedná o hnilobný proces měkkých tkání, vložila jsem takto připravené lebky do plastového boxu s vlažnou vodou a takto je nechala macerovat nejprve pět dní. Poté bylo potřeba lebky zkontrolovat, a tak jsem slila vodu, a po kontrole jsem dolila opět novou tak, aby byly lebky plně ponořené. Po dalších 7 dnech jsem lebky opět zkontrolovala a pinzetou obrala měkké tkáně, které již začaly samy odpadávat. Po 12 dnech se lebka lososa rozpadla a bylo možné obrat veškeré měkké tkáně. U dalších lebek jsem pokračovala s macerací dalších 14 dní. Celková doba macerace srnčí hlavy trvala 33 dní. V případě kachní lebky trvala macerace 20 dní, stejně tak i u lebky gekona a drápatky. Lebka drápatky se vlivem macerace rozpadla a velmi změkla, tudíž nebylo možné s ní nadále pokračovat. Jelikož lebky byly po maceraci velmi mastné, vložila jsem je na 2 hodiny do teplé vody s detergentem. Po vyjmutí jsem je umístila do 3,5% roztoku peroxidu vodíku. Lebky srnce, kachny a lososa na 24 hodin a lebku drápatky a gekona na 2 hodiny. Po odmaštění jsem lebky vložila na 15 minut do acetonu, kde došlo ke konečnému bělení.



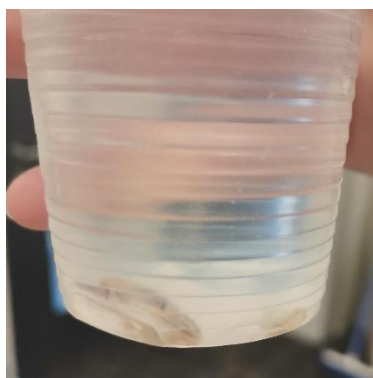
Obrázek 28-32 Proces macerace srnčí hlavy (Autorské fotografie)



Obrázek 33–35 Průběh macerace lososa obecného (Autorské fotografie)



Obrázek 36–37 Macerace kachní hlavy (Autorské fotografie)



Obrázek 37-38 Macerace gekona (Autorské fotografie)

3.1.7 Preparace kožojedy

Tuto metodu přírodní preparace jsem se rozhodla do své práce zahrnout, jelikož je mezi kosterními preparáty velmi oblíbená pro šetrnost ke kostem. Násada kožojedů mi byla poskytnuta z Depozitáře Národního muzea. Násadu dospělých jedinců i larev kožojedů jsem dala do plastové nádoby a převezla ji na fakultu, kde jsem pro ně měla připraveno zázemí ve formě plastového boxu, do kterého jsem dala kusy papírové utěrky, aby se jim lépe pohybovalo po lebkách. Použila jsem průhlednou plastovou nádobu s víkem, ve kterém byl speciálně upravený otvor se sítkou, aby zde docházelo k cirkulaci vzduchu. Protože násada kožojedů nebyla veliká, čekala jsem na jejich rozmnožení, a tak jsem preparaci začala s lebkami menších obratlovců, konkrétně kachny, gekona a drápatky.

Box jsem umístila do teplé a temné místnosti a chodila ho pravidelně kontrolovat. Celková doba obrání obou lebek od masa a tkání trvalo kožojedům 20 dní. Jelikož lebky byly mastné, dala jsem je na hodinu odmastit do hrnce s vodou a jarem při nastavení 60 °C na indukční plotně vaříče. Kachní lebku bylo třeba odmastit ještě v 3,5% peroxidu vodíku, kde jsem jí ponechala 18 hodin. Poté jsem všechny lebky vložila na 8 minut do acetonu, nechala je doběhít a současně tak odstranit žluté skvrny. Poté, co se se kolonie rozrostla, vložila jsem ke kožojedům hlavu lososa.



Obrázek 39-40 Preparace kachní hlavy kožojedy (Autorské fotografie)

Vzhledem k tomu, že hlava ryby obsahovala velké množství vody, kožojedi ji nestačili pojídat a došlo k zahnutí i s většinou populací kožojedů. Další násadu kožojedů jsem při nynější složité pandemické situaci nemohla sehnat. Depozitář Národního muzea mi další násadu již poskytnout nemohl, a burzy, kde by bylo možné kožojedy sehnat, se vzhledem k situaci s omezením prodeje nekonaly. Bohužel v zimním období nebylo možné ani násadu poslat poštou, jelikož by při poštovní přepravě došlo

ke zmrznutí kolonie. Vzhledem k vládnímu omezení pohybu při zmíněné pandemické situaci nebylo nadále možné v této metodě pokračovat.



Obrázek 41-43 Preparace lososa, zahnutí lebky (Autorské fotografie)

Pár zbylých kožojedů z kolonie jsem na zkoušku vložila do bedny se smčí lebkou. Jednalo se o 3 dospělé jedince a 4 larvy. Tento výzkum již nebylo možné dokončit, protože po 7 dnech došlo k úhynu i zbylých kožojedů. Avšak za tak krátkou dobu na lebce opravdu zapracovali, což mě překvapilo. Jelikož lebku částečně obrali, zkusila jsem ji vložit do rozrůstající se kolonie potemníků brazilských (používaných při jiné, dále popsané metodě preparace), kteří ale lebku neobírali, spíše ji poškodili.



Obrázek 44-45 Smčí lebka u zbylých jedinců kožojedů (Autorské fotografie)

3.1.8 Preparace brouky: *Zophobas morio*

Potemníky brazilské (*Zophobas morio*) lze sehnat v jakémkoli obchodu s krmným hmyzem. Já jsem pro svou práci použila 2,5 litru larev. Larvy jsem rozdělila na třetiny do tří plastových nádob. Do jedné jsem vložila hlavu smy, do druhé hlavu ryby a do třetí hlavu kachny, v níž by byla ještě malá plastová nádoba, kde se nacházela hlava gekona a drápatky. Larvy jsem dala na teplé a suché místo a do boxu jsem jim natrhala na menší kousky kuchyňské papírové utěrky, aby se larvám po lebkách lépe pohybovalo.

U lebky lososa bohužel došlo k zahnutí lebky i samotné kolonie potemníků brazilských. Lebku jsem poté usušila a vložila ji do čistého boxu s novými potemníky.



Obrázek 46-47 preparace smči lebky larvami potemníka brazilského (Autorské fotografie)



Obrázek 48-49 Zahnutá kolonie i s lebkou lososa (Autorské fotografie)

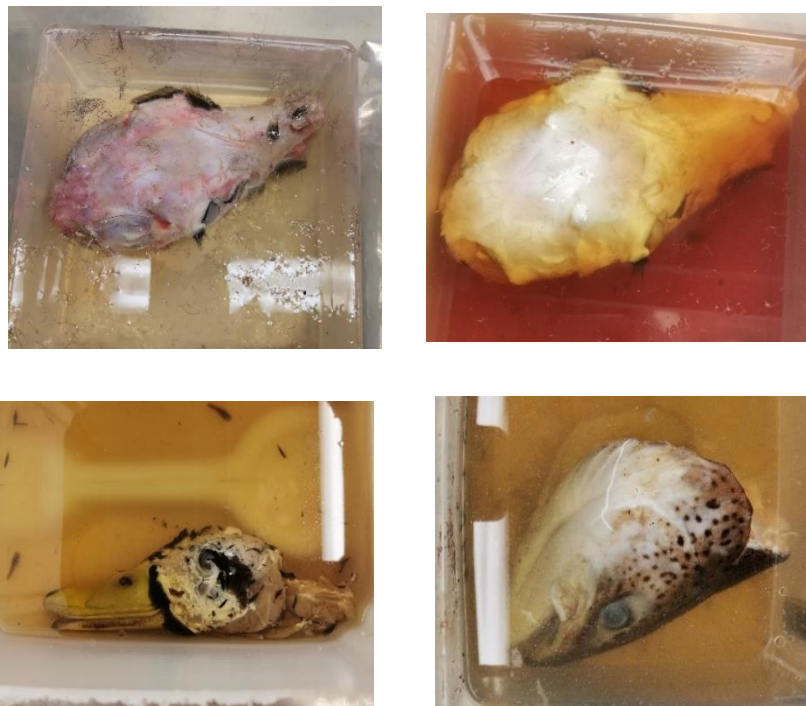


Obrázek 50-51 Preparace kaččnı hla vy larvami (Autorské fotografie)

3.1.9 Louhování v amoniaku

Pro tuto práci jsem použila jednodušší a šetrnější metodu spočívající v louhování lebky v amoniaku s vodou. Nejprve jsem se dočetla o uvedené metodě a postupovala jsem podle ní. K této metodě byly potřeba dva pětilitrové barely 24% hydroxidu amonného (NH_3). Nejdříve bylo třeba připravit si roztok 17% hydroxidu amonného s vodou a poté

ho naředit v poměru 1:1 s vodou. Hydroxid amonný se dá obstarat v laboratorních potřebách či v drogeriích. Já měla k dispozici 24%, proto bylo nutné jej naředit ve správném poměru s vodou, aby vznikl roztok s potřebnou koncentrací. Do tří plastových boxů jsem vložila separátně lebku srnce, kachny a lososa a do dvou plastových kelímků jsem vložila lebky gekona a drápatky a zalila je 17% roztokem amoniaku s vodou. Bylo nutné pracovat s respirátorem a nalévat hydroxid amonný v zapnuté digestoři přes ochranné sklo, jelikož jde o velmi dráždivou a těkavou látku. Po nalití jsem musela každý box a kelímek uzavřít a upevnit, aby nedošlo k odpařování a aby neunikal zápach. Takto jsem nechala boxy uzavřené v digestoři po dobu 7 dní. Bylo třeba nádoby pravidelně kontrolovat a po odpaření amoniaku dolívat, aby byly lebky zcela ponořené. Když došlo k zbarvení roztoku od měkkých tkání, vyměnila jsem ho za nový.



Obrázek 52-54 Metoda louhování v roztoku amoniaku s vodou (Autorské fotografie)

3.1.10 Kritéria pro vyhodnocování výsledků preparace

Pro vyhodnocení výsledků preparace jsem použila bodovací systém v rozsahu od 1 do 5 bodů. Nejlepší výsledek pro daný zkoumaný znak jsem ohodnotila pěti body, nejhorší výsledek jedním bodem.

Bělost lebek u všech tříd obratlovců jsem hodnotila vizuálně, a to na základě porovnání lebek, umístěných vedle sebe. Pěti body jsem ohodnotila lebky čistě bílé bez jakéhokoli zbarvení. Čtyřmi body jsem hodnotila lebky bez výrazných žlutých skvrn, pouze s jemným nažloutlým odstínem kostí. Třemi body jsou hodnoceny lebky s jemným zažloutnutím okolo lebečních švů a otvorů. Dvěma body jsou hodnoceny lebky s viditelnými žlutými skvrnami. Jeden bod získaly lebky výrazně nažloutlé a důkladně nevybělené. Bělost jsem nebodovala u lebek, u kterých se nedala vizuálně zhodnotit, jelikož nedošlo k jejich preparaci či došlo k úplné destrukci lebky. U těchto lebek je v tabulce znak X.

Mastnost lebek jsem hodnotila jak vizuálně, tak pohmatem. Pěti body jsou ohodnoceny lebky, které už nebylo potřeba po samotné preparaci příliš odmašťovat, protože při preparaci došlo zároveň k odmaštění. Čtyřmi body jsem hodnotila lebky, které byly na povrchu mastné, ale na lebkách se netvořily nevzhledné skvrny. Třemi body jsem ohodnotila lebky, na kterých zůstaly mastné skvrny. Dvěma body jsem hodnotila lebky s mastnými skvrnami většího rozsahu. Jedním bodem jsou ohodnoceny lebky, které byly celkově mastné.

Poškození lebek jsem hodnotila na základě stavu kostí po preparaci. Lebky s nejvyšším počtem 5 bodů nebyly po preparaci vůbec poškozené. Čtyřmi body jsem hodnotila lebky s drobnými nedostatky. Třemi body jsou ohodnoceny lebky, u kterých došlo k poškození povrchu kostí. Dvěma body jsou hodnoceny lebky, u kterých došlo k rozlomení jednotlivých kostí. Jedním bodem jsem hodnotila lebky, u kterých došlo k porušení struktur kostí a následně jejich rozpadu, takže se již lebka nedala slepit či opravit, tudíž byla jako osteologický preparát nepoužitelná. Lebky označené X jsou ty, u kterých nebylo možné provést posouzení, protože metoda nefungovala anebo došlo k úplnému rozpuštění či k celkové destrukci kostí.

Finanční náročnost jsem ohodnotila na základě výše nákladů na preparaci. Pěti body jsou ohodnoceny metody, u kterých byly náklady velmi nízké, a to v intervalu od 30 do 100 Kč. Čtyřmi body jsou ohodnoceny metody v intervalu 100-300 Kč. Třemi body jsem hodnotila metody s náklady ve výši 300-500 Kč. Dvěma body jsou ohodnoceny metody od 500 do 700 Kč. Jedním bodem jsem ohodnotila metodu nejvíce finančně náročnou, kde náročnost metody se pohybovala v intervalu 700-1000 korun.

Časovou náročnost metod jsem zhodnotila na základě času potřebného k preparaci. Pěti body byly ohodnoceny metody, které trvaly několik hodin. Čtyřmi body byly hodnoceny metody, které jsou proveditelné v časovém rozmezí od 1 do 14 dnů. Třemi body jsem ohodnotila metody, které trvaly okolo 15 až 20 dnů. Dvěma body jsem hodnotila metody, které trvaly od 21 do 25 dnů. Jedním bodem jsem hodnotila metodu, která trvala 26 a více dnů. X jsou označeny metody, které nebyly dokončeny.

Pěti body jsem označila složitost metod, které bylo možno dělat v domácnosti bez potřeby speciálního vybavení. Čtyřmi body jsem hodnotila metody, které jsou v domácnosti proveditelné, ale je zde potřeba speciální vybavení. Třemi body jsem hodnotila metody, které je třeba provádět ve venkovním prostředí či v laboratoři. Dvěma body jsem ohodnotila metody, nutně proveditelné ve venkovním prostředí či v laboratoři se speciálním vybavením. A jeden bod získaly metody, které nelze provádět bez živnostenského listu a je potřeba mít speciální vybavení.

4 VÝSLEDKY

Hodnocení zkoumaných metod pro jednotlivé třídy obratlovců je uvedeno v tabulkách č. 1–5. V nich byly znaky ohodnoceny bodovým systémem následovně: Vizuálně jsem hodnotila výslednou bělost, mastnotu a poškození lebky. Dále jsem provedla zhodnocení finančních nákladů a časové náročnosti této metody a subjektivně zhodnotila i její složitost.

Tabulka č. 1 - Zkoumané znaky u paprskoploutvých po preparaci

Legenda
Stupnice 1-5 bodů
x - nelze určit
5 bodů- nejlepší výsledek
1 bod - nejhorší výsledek

Pokud je v tabulce uvedeno x, znamená to, že daná vlastnost se u živočichů nedala určit. Je tomu tak zejména u metod, které nebyly dokončeny, nebo byly nefunkční na danou lebku.

Třída: PAPSKOPLOUTVÍ	ZKOUMANÉ ZNAKY PO PREPARACI						
Metoda preparace	Bělost	Mastnot	Poškození lebky	Finanční náročnost	Časová náročnost	Složitost metody	Celkový součet
Vaření	4	3	4	3	5	5	24
Macerace	5	4	5	5	4	3	26
Preparace kožojedy (<i>Dermestis maculatus</i>)	X	X	X	4	X	2	6
Preparace potemníky (<i>Zophobas morio</i>)	X	X	X	4	X	4	8
Louhování v amoniaku	X	X	X	1	X	1	2

U třídy paprskoploutvých se jednalo o preparaci lebky lososa obecného (obrázky 55 – 58).

Nejlepší a nejméně finančně náročnou metodou preparace u třídy paprskoploutvých je metoda macerace, která byla rychlá a velmi šetrná ke kostem. Z časového hlediska je nejvhodnější metoda vaření. Naopak jako nejhorší a finančně nejnáročnější se ukázala být metoda louhování v amoniaku, která se pro větší obratlovce ukázala jako nefunkční.



Obrázek 55 - Porovnání bělosti lebek u metody vaření a macerace (Autorská fotografie)



Obrázek 56 - Výsledná lebka u potemníků (Autorská fotografie)



Obrázek 57 - Zahnitá lebka u kožojedů (Autorská fotografie)



Obrázek 58 - Losos v amoniaku (Autorská fotografie)

Tabulka č. 2 - Zkoumané znaky u obojživelníků po preparaci

Třída: OBOJŽIVELNÍCI		ZKOUMANÉ ZNAKY PO PREPARACI					
Metoda preparace	Bělost	Mastnost	Poškození lebky	Finanční náročnost	Časová náročnost	Složitost metody	Celkový součet
Vaření	X	X	1	4	5	5	15
Macerace	4	5	4	5	3	3	24
Preparace kožojedy (<i>Dermestes maculatus</i>)	5	4	5	4	4	4	26
Preparace potemníky (<i>Zophobas morio</i>)	X	X	X	4	X	4	8
Louhování v amoniaku	1	3	2	3	1	1	11

U třídy obojživelníků se jednalo o preparaci drápatky velké (obrázky 59 – 61).

Nejlepší metodou pro preparaci obojživelníků se ukázala metoda preparace kožojedy, která byla z časového hlediska velmi rychlá a šetrná. Nejhorší metodou se ukázala být preparace *Zophobasy*, kteří veškerou tkáň snědli i s lebkou.



Obrázek 59 - Preparace kožojedy (drápatka) (Autorská fotografie)



Obrázek 60 - Preparace macerací (drápatka) (Autorská fotografie)



Obrázek 61 - Preparace amoniakem (drápatka) (Autorská fotografie)

Tabulka č. 3 - Zkoumané znaky u plazů po preparaci

Metoda preparace	ZKOUMANÉ ZNAKY PO PREPARACI						
	Bělost	Mastnost	Poškození lebky	Finanční náročnost	Časová náročnost	Složitost metody	Celkový součet
Vaření	3	3	1	4	5	5	21
Macerace	3	3	1	5	3	3	18
Preparace kožojedy (<i>Dermestes maculatus</i>)	4	4	5	5	4	4	26
Preparace potemníky (<i>Zophobas morio</i>)	4	4	4	5	4	4	25
Louhování v amoniaku	3	3	3	3	1	1	14

U třídy plazů se jednalo o preparaci gekona východního (obrázky 62 – 66).

Nejlepší metodou pro preparaci plazů vyšla metoda preparace kožojedy a potemníky. Naopak jako nejhorší metoda se ukázala metoda vařením, při níž došlo k rozpadu lebky.



Obrázek 62 - Preparace kožojedy (gekon) (Autorská fotografie)



Obrázek 63 - Preparace potemníky (gekon) (Autorská fotografie)



Obrázek 64 - Preparace amoniakem (gekon) (Autorská fotografie)



Obrázek 65 - Preparace vařením (gekon) (Autorská fotografie)



Obrázek 66 - Preparace macerací (gekon) (Autorská fotografie)

Tabulka č. 4 - Zkoumané znaky u ptáků po preparaci

Třída: PTÁCI	ZKOUMANÉ ZNAKY PO PREPARACI						
	Metoda preparace	Bělost	Mastnost	Poškození lebky	Finanční náročnost	Časová náročnost	Složitost metody
Vaření	4	4	4	4	5	5	26
Macerace	4	5	5	5	3	3	25
Preparace kožojedy (<i>Dermestes maculatus</i>)	5	4	5	4	4	4	26
Preparace potemníky (<i>Zophobas morio</i>)	X	X	X	4	X	4	8
Louhování v amoniaku	X	X	X	3	X	1	4

U třídy ptáků se jednalo o preparaci kachny divoké (obrázky 67 – 71).

Nejlepší metodou pro preparaci kachní lebky, která se řadí mezi menší ptactvo, se ukázala metoda preparace kožojedy a vařením. Z časového hlediska by nejlepší metodou byla preparace vařením. Nejhorší metodou se pro třídu ptáků ukázalo louhování v amoniaku.



Obrázek 67 - Preparace kožojedy (kachna) (Autorská fotografie)



Obrázek 68 - Preparace macerací (kachna) (Autorská fotografie)



Obrázek 69 - Preparace vařením (kachna) (Autorská fotografie)



Obrázek 70 - Preparace kachny potemníky
(Autorská fotografie)



Obrázek 71 - Louhování v amoniaku (kachna)
(Autorská fotografie)

Tabulka č. 5 - Zkoumané znaky u savců po preparaci

Třída: SAVCI	ZKOUMANÉ ZNAKY PO PREPARACI						
Metoda preparace	Bělost	Mastnost	Poškození lebky	Finanční náročnost	Časová náročnost	Složitost metody	Celkový součet
Vaření	4	4	4	3	5	4	24
Macerace	5	5	5	5	2	3	25
Preparace kožojedy (<i>Dermestes maculatus</i>)	X	X	X	4	X	4	8
Preparace potemníky (<i>Zophobas morio</i>)	X	X	X	3	X	4	7
Louhování v amoniaku	X	X	X	1	X	1	5

U třídy savců se jednalo o preparaci lebky srnce obecného (obrázky 72 – 77).

Nejlepší metodou pro savce se ukázala metoda macerace, kdy došlo k preparaci nejšetrnějším způsobem. Z časového hlediska byla nejlepší metodou preparace vařením. Nejhorší metodou pro savce se ukázala preparace louhováním v amoniaku s vodou. Preparace potemníky byla též jednou z nejhorších, jelikož ti lebku prokousali a poškodili tím preparát.



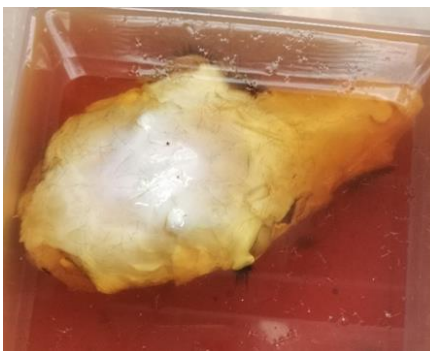
Obrázek 72 - Preparace macerací (srnec)
(Autorská fotografie)



Obrázek 73 - Preparace vařením (srnec)
(Autorská fotografie)



Obrázek 74 - Preparace kožojedy (srnec) (Autorská fotografie)



Obrázek 75 - louhování v amoniaku (srnec) (Autorská fotografie)



Obrázek 76-77 Preparace srnčí lebky potemníky (prokousané díry do lebky) (Autorské fotografie)

Tabulka č. 6 - Časová náročnost preparace

Druh	Vaření	Macerace	Zophobas morio	Kožojedi	Louhování v amoniaku
Losos obecný	4 h	12 dní	po 13 dnech zahnutí	zahnilo	X
Drápatka vodní	2 h	20 dní	po 7 dnech sněženo	13 dní	26 dní
Gekon východní	2 h	20 dní	12 dní	13 dní	X
Kachna divoká	8 h	20 dní	23 dní, poté nejedli	13 dní	X
Srna obecná	14 h	39 dní	po 30 dnech nejedli	X	X

Tabulka č. 7 – Finanční náročnost preparace (náklady)

Metody	Množství	Cena (Kč)	Neopomentutelné faktory při preparaci
Vaření	98 l vody	9,80	elektrina spotřebovaná při vaření
Macerace	48 l vody	4,80	teplota prostředí, odvětrávání (digestoř)
Kožojedi	0,2 l jedinců	X	teplota prostředí, potrava
Zophobas morio	2,5 l larev	370,00	teplota prostředí, potrava
Hydroxid amonný	10 l	870,00	odvětrávání, ochranné pomůcky
Peroxid vodíku	5 l	1622,00	odvětrávání, ochranné pomůcky

5 DISKUZE

V bakalářské práci jsem použila 3 základní metody preparace. Dále jsem se zabývala jednou poměrně novou, a to louhováním v amoniaku s vodou, kterou popisuje internetový časopis Conserve O Gram, vydávaný National Park Services. Následně jsem zařadila ještě jednu metodu experimentální, která mi byla doporučena mým vedoucím práce, a to preparaci pomocí potemníka brazilského.

Vaření

Nejčastěji používanou preparační metodou je metoda vaření. Post (2006) ve své knize uvádí, že se jedná o nejjednodušší, nejrychlejší a nepraktičtější metodu využívanou k čištění lebek. Rozhodně mi ale nepříjde neekonomičtější, pokud jde o spotřebu energie vynaložené na vaření a množství vody použité při preparaci. Na metodu vaření jsem využila okolo 100 litrů vody. Dle mého výzkumu mohu říct, že je to skutečně metoda nejrychleji proveditelná, což je také její velkou výhodou. Další výhodou je, že při vaření nedochází ke ztrátě kostí. Pokud se mi lebka rozpadla či došlo k vypadání zubů, použila jsem monofilový sáček, do kterého jsem je umístila. Post uvádí, že preparaci vařením lze provádět i v domácích podmínkách. Podle mé zkušenosti je toto opravdu možné, jen pokud používáte separátní nádobu a preparát nevaříte doma v kuchyni. Při vaření zvířat uniká typický zápach, který je pro každé zvíře jiný a ne vždy je příjemný. Mourek a Lišková (2010) zase uvádějí, že při této metodě je třeba bedlivě hlídat čas, aby nedošlo k rozpadu kostí. Já jsem lebky vařila v odměřených dvouhodinových úsecích a vždy poté jsem je vyjmula a zkontrolovala, zdali je potřeba v preparaci ještě pokračovat. Podle mě byl tento časový úsek dostačující, jelikož se tím zabrání poškození kostí u menších obratlovců. Vypozorovala jsem, že čas je nutné hlídat, zejména pokud se jedná o preparaci velmi malých obratlovců. Při metodě vaření se mi lebka gekona a drápatky rozpadly. Myslím, že důvodem byla právě doba, po kterou jsem lebky vařila. Podle Posta (2006) jsou ideálními živočichy používanými k vaření jedinci velikosti psovíťých šelem, kdy většina suchozemských savců se vaří okolo 6-8 hodin a menší jedinci 3-4 hodiny. Mně se metoda vaření lépe osvědčila právě u jedinců větších zvířat, v mém případě to byla hlava kachny a lebka srnce. Lebku srnce jsem vařila celkem 14 hodin, jelikož byla velmi mastná, a i po čase stále obsahovala měkké tkáně v oblasti týlní dutiny. Ovšem lebka kachny se shodovala s časem, který uvedl Post a k dokonalému uvaření postačilo 8 hodin. Gaisler a Zima (2007) uvádějí, že lebka ryb nemá plně osifikovanou lebku a kosti jsou dermálního původu. Já jsem se o tomto faktu přesvědčila, když se mi lebka lososa

po 2 hodinách vaření rozpadla na jednotlivé kosti. Horký (2020) uvádí, že pokud se nepodaří pouhým varem lebku očistit, je třeba ji dočistit nebo přejít k jiné metodě preparace. Mně se vždy lebky podařilo dočistit, měkké tkáně jsem obrala pinzetou a zubním kartáčkem. Pavel Višňák též uvádí, že lebka je po této metodě vždy velmi mastná a je třeba jí odmastit v peroxidu vodíku. Já jsem peroxid vodíku používala pouze na bělení kostí. Na odmaštění jsem využila aceton, který fungoval též velmi dobře. Lebky jsem ponořila do utěsnitelné nádoby a nechala aceton působit. Aceton má tu výhodu, že se na vzduchu velmi dobře vypařuje a nemusela jsem kosti vkládat do sušárny. Avšak tuto práci bylo nutné dělat v digestoři. Nevýhodou je, že jde o agresivní organické rozpouštědlo, které při větší koncentraci může poleptat sliznice či ovlivnit nervovou činnost, proto jsem při práci s ním musela využít ochranných pomůcek a pracovat velmi opatrně. Vzhledem k rychlosti preparace tuto metodu doporučuji provádět u mysliveckých preparátů či u preparátů pro domácí výstavu, kde tolik nevádí poškození povrchu kostí. Bělost preparátu poté na zdi krásně vynikne a jemné nedostatky v podobě lepení kostí nejsou okem viditelné. Na lebky malých obratlovců nedoporučuji preparaci vařením, při nichž dochází k velkému poškození kostí a následně k jejich rozpadu.

Macerace

Další metodou, kterou jsem se zabývala je macerace ve studené vodě. Mourek a Lišková (2010) uvádějí, že macerace spočívá v rozkladu měkkých tkání ve vodě při pokojové teplotě nebo mírně zvýšené teplotě kolem 30 °C. Já jsem maceraci prováděla v laboratoři, kde byla nastavená pokojová teplota a macerace zde probíhala dobře, bylo ale nutné mít dobré odvětrávání ve formě digestoře. Majeed (2009) ve svém článku uvádí, že přítomnost larev much pozitivně ovlivní rychlost macerace a kostí jsou pak rychleji a lépe vyčištěny. Lee Post (2006) uvádí, že se jedná o nejjednodušší a finančně nenáročnou metodu, která dobře funguje na všechny typy kostí. Finanční náklady této metody jsou opravdu minimální, postačí voda a nádoba vhodná na maceraci. Velkou nevýhodou této metody je délka macerace a silný zápach. Táborský (1961) uvádí, že se macerace používá nejčastěji k odstranění zbytků tkání z kostí. Já jsem maceraci odstraňovala nejen zbytkové tkáně, ale veškeré maso, a ve většině případů byla tato metoda úspěšná, jelikož jsem měla vhodné tepelné podmínky a dostatek času. Lee Post (2006) uvádí, že nevýhodou této preparace je produkovaný silný zápach, proto se doporučuje provádět maceraci venku a v uzavřené nádobě. Já jsem macerovala lebky v laboratoři a ponechala je v digestoři přikryté alobalem, ale i tak byl zápach opravdu

velký. Z mého hlediska se tedy jedná o velmi dobře fungující a šetrnou metodu pro kosti, avšak velmi nepraktickou. Není proveditelná doma, neboť proces velmi zapáchá a zároveň je třeba, aby nádoba s macerátou nebyla utěsněná. Došlo by tak k zamezení přístupu kyslíku mikroorganismům a macerace by neprobíhala. Při domácí preparaci je tato metoda těžko proveditelná. Je třeba najít vhodné místo, nejlépe venku a v letním období, kde by zápach nikoho neobtěžoval a macerace by měla ideální tepelné podmínky. Post (2006) uvádí, že je třeba nádobu s macerátou občas protřepat a měnit vodu. Já jsem macerát měnila každý týden. Macerace lososa trvala 12 dní, než došlo k odpadu veškeré tkáně. Lebky drápatky a gekona jsem macerovala 20 dní, za stejných podmínek jako lososa. Stejnou dobu trvala i macerace kachní hlavy. Nejdéle proces trval u srnčí hlavy, která byla zmacerovaná za 38 dní. Táborský (1961) uvádí, že pokud lebku necháme 24 hodin máčet v čisté vodě, zmizí zápach. Já jsem lebky opláchlá vodou, ještě je dále odmašťovala v peroxidu vodíku a zápach též zmizel. Metoda se osvědčila jako jedna z nejšetrnějších a nejjednodušších, avšak její velkou nevýhodou je zápach. Pokud se rozhodnete tuto metodu vyzkoušet, je třeba mít vhodné podmínky a dobré odvětrávání. Mairs (2004) se zabýval studií, kde popisoval, že užití detergentu při čištění kostí je srovnatelné s enzymatickou macerací. Detergent fungovala na odstraňování měkkých tkání z kostí velmi dobře. Enzymatickou macerací a její šetrností ke kostem se zabývala Uhre (2015). Ta ve své práci porovnávala šetrnost enzymatické macerace v porovnání s metodou vaření. Enzymatická macerace by mohla eliminovat problém se zápachem, vytvářeným při maceraci. Metoda enzymatické macerace umožňuje přípravu kosterního materiálu během několika hodin. Simonsen (2011) uvádí, že rychlost enzymatické macerace je závislá na rychlosti míchání. Metoda enzymatické macerace je používána zejména pro forenzní vědu či konzervátorské dílny. Já metodu macerace ve studené vodě doporučuji pro preparaci lebek větších obratlovců ke studijním účelům či účelům výstavním. Jelikož je velmi šetrná a nepoškozuje kosti, dají se na ní dobře prezentovat důležité determinační znaky. I když se jedná o metodu časově náročnou a zapáchající, výsledek se opravdu vyplatí a lebka je velmi precizně vypreparovaná.

Kožojedi

Další velmi často užívanou metodou přírodní preparace je preparace larvami kožojedů. Kožojedi jsou škůdci, kteří jsou ale často dobře využívaným materiálem v oblasti kosterních preparací. Čištění kostí touto metodou probíhá v muzeích více než 100 let (Pahl, 2020). Post (2006) uvádí, že je potřeba mít vhodné místo, kam se kolonie kožojedů umístí a je třeba jim zajistit vhodné prostředí. Já jsem měla k dispozici 2 dcl kožojedů z Depozitáře Národního muzea. V kolonii se nacházeli jak dospělí jedinci, tak i dravé larvy. Kožojedy jsem vložila do plastového boxu s víkem a odvětráváním. Jelikož jsem měla poměrně malou kolonii, umístila jsem k nim nejdříve hlavu kachny, drápatky a gekona a čekala, až se kolonie rozmnoží. Protože reprodukce nebyla tak rychlá, jak jsem předpokládala, byla tato metoda dokončena pouze u lebky kachny, gekona a drápatky. Post uvádí, že je potřeba před touto metodou zvíře stáhnout z kůže a co nejvíce obrat kosti. Tento postup jsem zopakovala, avšak ne u lebky lososa, která šla obrat velmi špatně, a proto jsem jí ke kožojedům vložila celou. Velkou výhodou této metody je, že preparaci provádějí jak larvy, tak i dospělci. Jako velkou nevýhodu vidím nutnost správného uskladnění kolonie a správné teploty prostředí. Pokud zrovna kožojedi nepracují na preparátu, je důležité jim zajistit jinou potravu, aby nedošlo k jejich uhynutí. Post uvádí, že čas potřebný k vyčištění se liší v závislosti na velikosti lebky, počtu larev a teplotě v prostředí. Mé kolonii kožojedů trvala preparace kachny, drápatky a gekona 13 dní. Zjistila jsem, že práce kožojedů je velmi precizní a šetrná k lebčám. Velice doporučuji vyzkoušet ji na malé obratlovce. Ale rozhodně nedoporučuji touto metodou preparovat lebky ryb. Hlavy ryb jsou i po osušení velmi mokré a kožojedi je nestíhají pojídat. Při preparaci lebky lososa došlo k zahnutí lebky i s většinou kolonií kožojedů. Určitě nedoporučuji kolonii ponechat v digestoři. Při metodě vaření jsem používala indukční plotýnku umístěnou v digestoři, která se nacházela hned vedle boxu s kožojedy. Zvýšení vlhkosti v digestoři mohlo vést k zahnutí kolonie. Ze zbylé kolonie se mi podařilo zachránit pár juvenilejších jedinců a pár adultních. Na zkoušku jsem je ještě vložila do nového boxu se srnčí lebku a výsledek mě opravdu překvapil. Za 7 dní i v tak malém množství lebku poměrně dost očistili. Doporučuji tuto metodu vyzkoušet, jelikož může být velmi šetrná a účinná, avšak je potřeba vytvořit vhodné podmínky, které budou kožojedům vyhovovat, a též jim zajistit správné prostředí a krmění. Velmi důležité je také množství kožojedů. Mourek a Lišková uvádějí, že lebku je vždy potřeba dočistit v peroxidové lázni, aby byl výsledek dokonalý. Já jsem vypreparované lebky ještě

odmastila ve vodě s jarem, poté vložila na 18 hodin do peroxidu a následně vložila do acetonu.

Metodu preparace pomocí kožojedů nebylo možné dokončit ani zkusit znovu, vzhledem k omezením vztahujícím se k pandemické situaci. Nové násady kožojedů nebylo možné dokoupit na burzách, které nebyly povoleny, a po kontaktování Depozitáře Národního muzea se žádostí o odkup další násady mi bylo sděleno, že již další nemohou poskytnout kvůli jejich vlastním potřebám. Kožojedy též nebylo možné sehnat ani po internetu, kdy mi prodejci sdělili, že v zimním období kožojedy nezasílají poštou, jelikož bych došlo k jejich zmrznutí a následnému úhynu.

Určitě doporučuji tuto metodou vyzkoušet a praktikovat na menší obratlovce. Během pár dnů dojde u malých jedinců k vytvoření kvalitního preparátu lebky bez sebemenších poškození. Pokud na preparáty nespěcháte a chcete je mít opravdu precizní, doporučuji zainvestovat do násady kožojedů a z výsledného preparátu budete nadšeni. Má násada kožojedů činila 2 dcl. Pro preparační účely to bylo velmi malé množství. Toto množství stačilo pouze na preparaci kachní hlavy, drápatky a gekona. Na lebky větších savců je potřeba nejméně pětinasobné množství. Určitě tuto metodou doporučuji na velmi vzácné živočichy, u kterých nelze riskovat poškození kosterních preparátů. Muzejní preparáty jsou povětšinou preparovány touto metodou, právě kvůli jejich výsledné kvalitě.

Potemník brazilský

Tato metoda vypadá jako účinná a šetrná, avšak je na ní potřeba hodně času a mít k dispozici kolonii potemníků. Lai (2015) ve svém článku uvádí, že na čištění kostí fungují velmi dobře i larvy *Chrysomya rufifacies*. Kolonie zophobasů měla sloužit jako ekvivalent ke kožojedům. Jsou totiž o mnoho dostupnější, jelikož se jedná o krmný hmyz a vzhledem k jejich velikosti fungují na preparaci velmi dobře. Tuto metodu jsem se rozhodla vyzkoušet na popud mého školitele Ing. Jiřího Synka, Ph.D., který mi osobně sdělil, že tato metoda byla již vyzkoušena, funguje velmi dobře a mohla by sloužit jako dostupnější náhrada za kožojedy. Na všechny lebky jsem použila 2,5 litru potemníků. Nederlof a Durif (2017) v literatuře uvádějí, že dospělec má černou barvu a je 3-3,4 cm dlouhý. Velikost larev mě opravdu překvapila, neboť v minulosti jsem na preparaci použila larvy *Tenebrio molitor*, které byly o mnoho menší. Výhodou této metody je dobrá dostupnost larev brouků, jež se dají pořídit jako krmný materiál ve zverimexech. Oproti

výše zmíněným kožojedům dokážou vydržet delší dobu bez potravy, avšak mají kanibalistické sklony a požírají se navzájem. Je tedy třeba obstarat jim potravu, aby kolonie nevyumizela. Velkou nevýhodou je narušení struktury materiálu kosti. Vypozorovala jsem, že si larvy vykousají díru do lebky a dojde tak k poškození kosterního preparátu. Při preparaci malých jedinců mohou materiál zkonzumovat celý. Během této metody došlo k úplnému snědení lebky drápatky a již jsem ji nemohla zahrnout do své práce. Mně fungovala pouze u gekona, kdy byla lebka po 13 dnech vypreparovaná velmi dobře. U větších jedinců nedošlo k očištění lebek, jelikož konzumovali jen živou tkáň. Po pár dnech přestaly larvy lebky požídat a docházelo k zahnívání a k jejich smrti. Metoda preparace *Zophobas morio* byla pro osteologickou preparaci nepoužitelná vzhledem k poškození kosterního materiálu. Jelikož se larvy *Zophobas morio* živí převážně rostlinnými zbytky, po pár dnech přestali maso jíst a došlo k zahnutí kolonie a smrti hladem. Největším problémem při osteologické preparaci se ukázalo, že si larvy prokousávají díry do kostí, tudíž dojde k poškození preparátu. Já tuto metodu ke kosterním preparacím rozhodně nedoporučuji. Pokud byste ji chtěli vyzkoušet, doporučuji použít k preparaci malé lebky, které je ale potřeba hlídat, aby nedošlo k poškození preparátu či jeho celému sněžení.

Louhování v amoniaku

Na tuto metodu jsem narazila na stránkách National Park Service, kde byl zveřejněn článek, který slouží jako návod pro metody preparace kostí a skladování preparátů. Jde o preparaci kostí louhováním v roztoku amoniaku ve stejném poměru s vodou. Mě tato metoda zaujala a rozhodla jsem se ji též zahrnout do své práce. V průběhu chemické reakce, kdy je amoniak smíchán s vodou, se tedy začne chovat jako NH_4^+ a OH^- , tedy velmi slabá báze s disociační konstantou 9,3, která je mnohem slabší než například sloučenina hydroxidu sodného (NaOH), který má disociační konstantu 13. Z toho tedy vyplývá, že pokud by tato metoda měla být použita na větší lebky obratlovců, je potřeba vytvořit silnější zásadu. Během preparačního procesu jsem v literatuře narazila na obdobnou metodu s přidáním peroxidu vodíku místo vody (Post, 2006), která by mohla lépe fungovat pro větší obratlovce. Při jejím použití je lebka ponořena v amoniaku a peroxidu vodíku, čímž se vytvoří silnější zásada. Při této metodě je však třeba vhodně zvolit koncentraci peroxidu vodíku, aby nedošlo k poškození kostí.

Podle Posta (2006) se jedná o jednu z nejnovějších technik chemického čištění kostí. National Park Service uvádí, že je možné použít amoniak s vodou jak k preparaci lebek, tak i k jejímu odmaštění. Je zde uváděno, že stačí kosti ponořit do směsi amoniaku s vodou v poměru 1:1 a postupně kontrolovat zbarvení vody a pravidelně ji měnit. Pokud jsou na kostech zbytky tkání, mělo by zde docházet k maceraci. Oproti tomu Post uvádí metodu, kde je k hydroxidu amonnému přidán 15% peroxid vodíku. Já jsem bohužel na Postovu metodu s přidaným peroxidem narazila až po provedení metody preparace amoniakem pouze s vodou. Hlavní nevýhodou metody je zápach amoniaku. Je proto potřeba pracovat v místnosti s odvětráváním. Tato metoda je v domácích podmínkách neproveditelná. Amoniak je sice volně dostupný v drogeriích, ale jedná se o látku toxickou s dráždivými účinky. Je potřeba s ní pracovat s ochrannými pomůckami. Post uvádí, že další nevýhodou je cena za dané chemikálie. Já použila dva pětilitrové barely s 24% amoniakem. Jelikož se mi zdál amoniak příliš silný, naředila jsem ho vodou tak, aby vznikl 17% amoniak a poté jsem přilila vodu, tak aby byl poměr a amoniaku 1:1. Podle Posta (2006) se časová náročnost této metody pohybuje mezi 4-6 týdny, National Park Services délku preparace neuvádí. Mně metoda amoniaku s vodou fungovala pouze u lebky gekona a žáby, kdy došlo k preparaci lebek po 3 týdnech. Avšak v obou případech se mi lebky rozpadly a bylo potřeba je delší dobu dočišťovat kartáčkem. U větších lebek tato metoda vůbec nefungovala. Ani po 2 měsících se na lebce srnce, kachny a ryby neudály žádné změny. Lebky jsem poté vyjmula a zkoušela, jestli z nich jdou nějaké tkáně obrat, a zdali nedošlo k nějakým změnám alespoň ve struktuře masa. Maso na lebkách pouze zbělalo a spíše mi připadalo, že došlo k jejich zakonzervování. Na lebkách ani po důkladném prozkoumání nebyly pozorovány žádné změny, proto jsem také tuto metodu ukončila a vyhodnotila jí jako neúčinnou pro větší obratlovce. Nefunkčnost této metody mohla být špatným naředěním 24% amoniaku, ale vzhledem k tomu, že jsem dodržela všechny postupy, mi metoda stejně nefungovala. Ze svého hlediska doporučuji metodu louhování v amoniaku s vodou použít u velmi malých obratlovců, ale i tak výsledek nebude dokonalý. Oproti tomu doporučuji vyzkoušet metodu louhování v amoniaku s peroxidem vodíku od Posta, kde by právě přidaný peroxid vodíku lépe působil na tkáně, a mohlo by tak dojít k vypreparování lebek i u větších obratlovců. Post také uvádí, že jde o metodu experimentální, a proto nemusí být vždy stoprocentní. U gekona a drápatky došlo k rozpadnutí obou lebek, ale tentokrát tato metoda alespoň částečně zafungovala, a lebky šly obrat od masa. Užití této metody je známo zejména

ve spojitosti s odmašťováním kostí, avšak použitelná je i pro preparaci menších obratlovců.

Metoda louhování v amoniaku s vodou fungovala pouze u malých jedinců, ale nebyla funkční u větších tříd obratlovců. Až následně jsem se dočetla o metodě s peroxidem vodíku od Lee Posta (2006), která by pro větší obratlovce mohla fungovat. Při použití chemických metod na čištění kostí je vždy třeba větší obezřetnosti. Chemikálie, s nimiž pracujeme, by mohly narušit povrch kostí a preparát se nám může rozpadnout či rozpustit. I když jsou chemické metody časově náročné a drahé, rozhodně se do nich vyplatí investovat. Správně provedený preparát je pak velmi precizní a vypadá velmi dobře. Neproveditelná je chemická metoda v domácích podmínkách, kde se nevyplatí. Doporučuji tyto metody preparace provádět v laboratořích s uzpůsobenými podmínkami a s odbornými znalostmi o užitých chemikáliích.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo porovnat metody preparace lebek a určit vhodnou metodu pro danou třídu obratlovců. Na základě rešerší odborné literatury zde byly shrnuty charakteristické znaky daného druhu obratlovců a metody preparace jejich kostí. V praktické části bylo zpreparováno pět tříd obratlovců pěti různými metodami preparace. Celkem byl tedy zpracován biologický materiál (lebky) 25 zástupců podkmene obratlovců.

Preparace kožojedy je nejvhodnější a nejlepší pro malé obratlovce, jimiž zde byli plazi a obojživelníci. Pro větší obratlovce je nejlepší a nešetrnější metodou macerace. Pro lebky ryb doporučuji metodu vaření. Metodu louhování v roztoku amoniaku s vodou nedoporučuji u větších obratlovců, ale v roztoku amoniaku s peroxidem vodíku by preparace mohla fungovat lépe. Metodu čištění lebek *Zophobas morio* nedoporučuji k osteologickým preparacím, jelikož dochází k poškození kostí.

Pro domácí preparaci doporučuji metodu vaření, jelikož se jedná o metodu snadnou, levnou a rychlou. Pro zoologické a anatomické sbírky doporučuji u větších jedinců preparaci macerací, protože zanechává preparáty bez trvalého poškození, a pro menší jedince preparaci kožojedy.

Bakalářská práce by mohla posloužit jako návod pro osteologickou preparaci lebek. Podrobně zpracovává postupy metod preparace a přináší návody na vhodnou metodu zpracování.

Díky zvolenému tématu jsem získala mnohé znalosti v oblasti osteologie, preparace a anatomie obratlovců.

CITOVANÁ LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ

1. ANDĚRA, M. (1997): Svět zvířat. II., Savci (2): šelmy, luskouni, hrabáči, hlodavci. Vyd. 1. Praha: Albatros. 147 s.: barev.il. Svět zvířat; Sv. 1. ISBN 80-00-00541-7.
2. ANDĚRA, M. a ČERVENÝ, J. (2000): Savci (3), Kytovci, sirény, chobotnatci, damani, lichokopytníci, sudokopytníci, zajíci, bércouni. Vyd.1. Praha: Albatros. 153 s. Svět zvířat; sv. 3. ISBN 80-00-00829-7.
3. ANONYMOUS (1993): Tajemství přírody: Velká rodinná encyklopedie. Ostrava: Blesk, 359 s. ISBN: 80-85606-21-6.
4. ANONYMOUS (2006): Conserve O Gram. Vertebrate Skeletons: Preparation and Storage. National Park Service. Washington, DC: Harpers Ferry, NPS Museum Management Program. September, (11/7), 1-8.
5. BARUŠ, V. a kol. (1995): Míhulovci (*Petromyzontes*) a ryby (*Osteichthyes*). Fauna ČR a SR. Vyd. 1. Praha: Academia. 624 s. ISBN 80-200-0501-3.
6. BLAU, S. (2014): Osteology: Definition. In: Smith C. New York, NY: Encyclopedia of Global Archaeology. Springer. ISBN: 978-1-4419-0426-3
7. BRUINS, E. (1999): Encyklopedie teraristiky. 1. vyd. Čestlice: Rebo. 317 s. ISBN 80-7234-168-5.
8. ČERNÝ, H. (2005): Anatomie domácích ptáků. Vyd. 1. Brno: Metoda. 447 s. ISBN 80-239-4966-7.
9. ČERVENÝ, Č. (1998): Veterinární anatomie – splachnologia: (systema gastropulmonale, systema urogenitale, perineum, peritoneum et glandulae endocrinae). Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinárního lékařství. 133 s. ISBN 80-85114-31-3.
10. ČIHÁK, R. (2016): Anatomie 1. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8.
11. DUNGEL, J. a ŘEHÁK, Z. (2011): Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Vyd. 2. Praha: Academia. 181 s. Atlasy. ISBN 978-80-200-1979-0.
12. DURWARD L. et al. (1999): ABC přírody – svět v otázkách a odpovědích. Praha: Reader's Digest Výběr. Vyd. 3. 328 s. ISBN: 80-86196-06-2.
13. FLEGR, J. (2007): Úvod do evoluční biologie. Vyd. 1. Praha: Academia (Galileo). 544 s. ISBN: 978-80-200-1539-6.

14. GAISLER, J., ZIMA, J. (2007): Zoologie obratlovců. 2. přepracované vydání, Praha: Academia. ISBN: 978-80-200-1484-9.
15. GRIM, M. a kol. (2014): Anatomie od Vesalia po současnost (1514-2014): Publikace k 500. výročí narození Andrea Vesalia. Praha: Grada Publishing. ISBN: 978-80-247-5023-1.
16. HANEL, L. (1998): Svět zvířat VIII – Ryby (1). Praha: Albatros. 150 s. ISBN: 80-00-00599-9.
17. HORKÝ, K. (Červen 2020). Časopis Myslivost – zásady preparace [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2020/Cerven-2020/Zasady-preparace-srnci-trofeje>.
18. JUSÍK, F. (2001): Anorganická chemie nekovů. Vyd. 1. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Praha: VŠCHT Praha. ISBN: 80-7080-417-3.
19. KENT, G. C. a CARR, R. K. (2008): Comparative anatomy of the vertebrates. 9th ed. Boston: McGraw-Hill, 508 s. ISBN 978-0-07-128241-3.
20. KÖNIG, H. E. & LIEBICH, H. G. (2003): Anatomie domácích savců. 1. díl, Pohybový aparát. Bratislava: Hajko & Hajková. ISBN 80-8870056-6.
21. LAI, P. S. et al. (2015): Effectiveness of bone cleaning process using chemical and entomology approaches: time and cost. Malaysia: Malaysian journal pathology. ISSN: 0126-8635
22. MAIRS, S. et al. (2004): Detergent - An alternative approach to traditional bone cleaning methods for forensic practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. ISSN: 0195-7910.
23. MAJEED, Z. Z. (2009): Maceration of Delicate Osteological Material by Fly Larvae. Faisalabad: Medwell. ISSN: 1680-5593
24. MORAVEC, J. (1999): Obojživelníci, plazi, ocase, červoři, žáby, želvy, krokodýli, haterie, ještěři, dvouplazi, hadi. Vyd. 1. Praha: Albatros. 183 s. Svět zvířat; sv. 7. ISBN 80-00-00719-3.
25. MOUREK, J., LIŠKOVÁ, E. (2010): Biologické sbírky – metody sběru, preparace a uchovávání. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 52 s. ISBN: 978-80-7290-450-1.
26. NEDERLOF, M. et al. (2017). Giant Mealworm (*Zophobas Morio*) as a " Vehicle " to Transport Healthy Nutritional Ingredients from Seaweed (*Ascophyllum Nodosum*) towards Fish Cultured: Amino Acids. international journal of advances in agricultural science and technology. 45. 1-13. [online]. [cit. 2021-02-02]. Dostupné z:

- https://www.researchgate.net/publication/318673930_Giant_Mealworm_Zophobas_Morio_as_a_Vehicle_to_Transport_Healthy_Nutritional_Ingredients_from_Seaweed_Ascophyllum_Nodosum_towards_Fish_Cultured_Amino_Acids.
27. PAHL, A. (2020): *Skeleton Preparation Best Practices in the Modern Museum: The Dermestid Approach*. Hoboken: Willey. ISSN: 0011-3069
 28. POST, L. (2006): *Bone Builder's Notebook: Or more than you really wanted to know about preparing animal skeletons for articulation*. Vol. 10. ISBN 0-9747139-9-6.
 29. POST, L., (2005): *The Bird Building Book: A manual for preparing bird skeletons with a bone identification guide*. Vol. 5. ISBN: 0-9747139-7-X.
 30. POST, L., (2006): *The small mammal manual manuscript: A step-by-step guide to preparing and articulating small mammal skeletons*. Vol. 9. ISBN: 0-9747139-8-8.
 31. ROČEK, Z. (2002): *Historie obratlovců*. Vyd.1. Praha: Academia. 512 s. ISBN 80-200-0858-6.
 32. ŘEZNÍČEK, J., ROČEK, Z. (2009): *Srovnávací anatomie obratlovců*. Vyd. 2. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy. 91 s. ISBN: 978-80-7290-410-5.
 33. SIMONSEN, K. P. et al. (2011): *A Fast Preparation of Skeletal Materials Using Enzyme Maceration*. Main: Willey-Blackwell. ISSN: 0022-1198
 34. SULLIVAN, L., ROMNEY C., (1999). *Cleaning and Preserving Animal Skulls* [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <http://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1144.pdf>.
 35. SYCHRA, O., KLIMEŠ, J. a kol. (2013). *Zoologie pro bakaláře – skripta: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno fakulta veterinární hygieny a ekologie Brno* [online]. [cit.2021-03-22]. Dostupné z: https://cit.vfu.cz/sychrao/www/skripta_zoologie_bakalari.
 36. ŠTĚPÁNÝ, K., BEJČEK, V. a HUDEC, K. (1998): *Ptáci. (1), Pštrosi, tinamy, tučňáci, potáplice, potápky, trubkonosí, veslonozí, brodiví, plameňáci, vrubozubí, dravci, hrabaví*. Vyd. 1. Praha: Albatros. 143 stran. Svět zvířat; IV. ISBN 80-00-00579-4.
 37. ŠTĚPÁNEK, O. (1938): *Moderní preparace přírodnin: Osvědčené metody přírodopisného sběratelství a preparace*. Olomouc: R. Promberger. 196 s.
 38. TÁBORSKÝ, K. (1961): *Muzejní práce: Studijní, metodický a informační materiál: Říjen 1961 (Sv. 7), Metodika zoologických prací v muzeích. Díl 2*. Praha: Národní muzeum, S. 392 s.

39. UHRE, M. L. et al. (2015): Enzymatic maceration of bone: a gentler technique than boiling. California: SAGE Publications Inc. ISSN: 0025-8024
40. VAN DE GRAAFF, K. M. (2001): Human Anatomy. Vyd. 6. Boston: The McGraw–Hill Companies. ISBN: 0-07-232667-0.
41. WESTON, T. (1993): Atlas lidského těla. Praha: Fortuna Print. 156 s. ISBN: 80-7321-092-4.