

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Excelentní výzkum EVA4.0



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Metody preparace vývojových stádií obojživelníků řádu
Anura (žáby)**

**Preparation methods of developmental stages of amphibians
order Anura (frogs)**

Bakalářská práce

Autor práce: **Heda Charvátová**

Vedoucí práce Ing. Jiří Synek, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Heda Charvátová

Konzervace přírodnin a taxidermie

Název práce

Metody preparace vývojových stádií obojživelníků řádu Anura (žáby)

Název anglicky

Preparation methods of developmental stages of amphibians order Anura (frogs)

Cíle práce

- 1) Vyhotovení literární rešerše o historických a současných metodách preparace a uchovávání obojživelníků a jejich vývojových stádií
- 2) Vytvoření preparátu zvoleného obojživelníka a jeho vývojových stádií minimálně třemi konzervačními metodami
- 3) Porovnání časové a finanční náročnosti zvolených metod a vhodnosti jejich použití pro jednotlivá vývojová stádia obojživelníků

Metodika

V rámci literární rešerše se student zaměří na možnosti preparace a uchovávání těl obojživelníků, a to jak na klasické taxidermické metody, tak na metody moderní, jako například tvorbu replik nebo moderní technologie používané ve vědecké zoologii. Následně budou zvoleny metody vypreparovány celotělové preparáty zvoleného druhu včetně všech jeho vývojových stádií. Bude zhodnocena jejich náročnost na tvorbu, finanční stránka preparace a také výhody a nevýhody které nám jednotlivé metody přináší. Výsledné preparáty také budou sloužit jako výuková pomůcka na FLD.

Harmonogram:

březen až červen 2022 – rešeršní část

červenec až říjen 2022 – praktická část

listopad 2022 – kontrola plnění

prosinec 2022 – dokončení práce

leden 2023 – příprava prezentace

březen 2023 – odevzdání práce

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

taxidermie, preparace žab, konzervace přírodnin, dermoplastika, Anura

Doporučené zdroje informací

- Browne M. 1896: Artistic and scientific taxidermy and modeling: a manual of instruction in the methods of preserving and reproducing the correct form of all natural objects including a chapter on the modeling of foliage. London, A. and C. Black. 524 pp. ISBN: 978-1332220236
- Dungel J., 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.
- Edwards K. 1992: The Breakthrough Reptile and Amphibian Taxidermy Manual. Wildlife Artist Supply Co. ISBN: 978-0925245113
- Frišhons J., Krajša J., Kočí T. 2017: Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy, přírodopisu a biologie: 1. Tekutinové preparáty. Živa. 4:109-111.
- Meryman H. T. 1960: The Preparation of Biological Museum Specimens by Freeze-Drying. Curator: The Museum Journal. 3 (1): 5-19.
- Pashaei S. 2010: A Brief Review on the History, Methods and Applications of Plastination. Int. J. Morphol. 28 (4): 1075-1079.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jiří Synek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Excelentní výzkum EVA4.0

Elektronicky schváleno dne 9. 7. 2022

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2023

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Metody preparace vývojových stádií obojživelníků řádu Anura (žáby)* vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářskou práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

Podpis autora

Heda Charvátová

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Synkovi, Ph.D., za jeho ochotu a vstřícnost při vytváření preparátů a psaní této práce. Také děkuji Excelentnímu týmu EVA 4.0 za možnost využití laboratoří a vybavení k tvorbě preparátů. Zároveň děkuji rodičům Ladě a Michalovi Charvátovým za podporu při studiu.

Metody preparace vývojových stádií obojživelníků řádu Anura (žáby)

Abstrakt

Tato práce se věnuje různým druhům preparace obojživelníků z řádu Anura a jejich vývojových stádií. Použité metody zahrnují lyofilizaci, plastinaci, dermoplastickou preparaci, sušení mrazem, zalévání pryskyřicí a tvorbu tekutinového preparátu. V práci je také přiblížena historie použitých metod. Dále se text věnuje historii a současnosti využití preparátů, především v muzejní, výzkumné a edukační sféře. Výstupem práce jsou hotové preparáty, které dále mohou sloužit jako výukové pomůcky pro studenty. Výsledkem je také porovnání metod preparace vývojových stádií a dospělců. Nejvhodnější metodou pro preparaci dospělců i vývojových stádií je tekutinová preparace, nejméně vhodná metoda pro preparaci dospělců je plastinace. Pro preparaci vývojových stádií žab je nejméně vhodná dermoplastika.

Preparation methods of developmental stages of amphibians order Anura (frogs)

Abstract

This work is devoted to different types of preparation of amphibians from the order Anura and their developmental stages. Methods used include lyophilization, plastination, dermoplastic preparation, freeze drying, resin embedding, and liquid preparation. The work also describes the history of the methods used. The text also deals with the history and current use of specimens, especially in the sphere of museums, research and education. The work output is finished preparations, which can also serve as teaching aids for students. The result is also a comparison of the preparation methods of developmental stages and adults. The most suitable method for the preparation of adults and developmental stages is liquid preparation, the least suitable method for the preparation of adults is plastination. Dermoplasty is the least suitable method for preparation of developmental stages of frogs.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíle.....	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Úvod do problematiky	12
3.2	Historické metody	15
3.2.1	Mokrý preparáty.....	15
3.2.2	Taxidermie (Dermoplastika).....	18
3.3	Moderní metody	23
3.3.1	Lyofilizace	23
3.3.2	Plastinace	24
3.3.3	Zalévání pryskyřicí	26
4	Metodika.....	29
4.1	Dermoplastický preparát.....	29
4.2	Plastinace	32
4.3	Lyofilizace a sušení mrazem.....	34
4.4	Zalévání do pryskyřice	37
4.5	Mokrý preparát.....	37
4.6	Parametry výsledkových tabulek.....	38
5	Výsledky.....	41
5.1	Dermoplastická preparace	41
5.2	Plastinace	42
5.3	Lyofilizace	44
5.4	Sušení mrazem.....	46
5.5	Zalévání do pryskyřice	48

5.6	Mokrý preparát.....	50
5.7	Porovnání metod preparace - dospělci.....	51
5.8	Porovnání metod preparace – vývojová stádia	52
6	Diskuse	53
6.1	Dermoplastika	53
6.2	Lyofilizace	54
6.3	Sušení mrazem.....	54
6.4	Mokrý preparát.....	55
6.5	Zalévání pryskyřicí	56
6.6	Plastinace	57
7	Závěr	58
9	Literatura	59
11	Seznam obrázků	66
12	Seznam tabulek	68

1 Úvod

Taxidermie, preparace a konzervace biologického materiálu obecně je umělecké řemeslo sahající hluboko do historie lidstva. Lidská potřeba vytvářet sbírky a poznávat, popisovat a dokumentovat svět kolem nás se s postupem času mění, ale nemizí. Právě díky odkazu našich předků, kteří vytvářeli a udržovali všemožné kolekce, máme dnes možnost vytvářet dědictví, rozšiřovat své poznání o okolním světě a kultivovat svou společnost. V této práci bych ráda poukázala na historii preparace, její využití v minulosti a dnes, a také její smysl, který má i v době dnešní.

Preparáty jsou velmi často uchovávány na univerzitách a v muzeích – sama Česká zemědělská univerzita v Praze vlastní řadu sbírek, od mikroskopických preparátů po největší druhy stromů světa v arboretu. V této práci se nicméně zaměřuji na zoologické sbírky obojživelníků, přesněji řádu žab, které ve sbírkách ČZU nejsou příliš rozšířené – univerzita vlastní několik málo dospělců, a žádná vývojová stadia. Důvod této volby je specifická problematika obojživelných preparátů – kvůli vysokému procentu vody ve vývojových stádiích žab a specifčnosti pokožky dospělců se jejich preparace a uchování jeví jako složité. Ani ve sbírkách muzejních, tedy v hlavních sbírkotvorných institucích, není uchovávání vývojových stádií obojživelníků plošně rozšířené. Kvůli tomu také chybí literatura zaměřující se na jejich konzervaci a uchování. Dále by tato práce měla krom jiného také sloužit jako praktická příručka pro další preparaci obojživelníků a jejich vývojových stádií a jako referenční materiál při rozhodování se o metodě pro jejich preparaci. Doufám také, že zhotovené preparáty najdou své místo v univerzitních sbírkách a budou sloužit dalším studentům při výuce či pro inspiraci, tak jako preparáty mých předchůdců sloužily mně.

2 Cíle

- 1) Vyhotovení literární rešerše o historických a současných metodách preparace a uchovávání obojživelníků a jejich vývojových stádií
- 2) Vytvoření preparátu zvoleného obojživelníka a jeho vývojových stádií minimálně třemi konzervačními metodami
- 3) Porovnání časové a finanční náročnosti zvolených metod a vhodnosti jejich použití pro jednotlivá vývojová stádia obojživelníků

3 Literární rešerše

3.1 Úvod do problematiky

Lidskou potřebu sběru a konzervace materiálu pro jiné než uchovávací účely (např. uchovávání potravin přes zimu), tedy sbírkotvornou činnost s kulturním významem můžeme poprvé nalézt již před 55 tisíci lety – na základě nálezů ze španělské jeskyně Des-Cubierta se dá předpokládat, že si místní obyvatelé ponechávali zvířecí ostatky jako trofeje (Baquedano et al., 2023). Posuneme-li se v historii lidstva dál, narazíme na konzervační a sbírkotvornou činnost i u starověkých civilizací. Pro starý Egypt je typická konzervace balzamováním a mumifikací (Péquignot, 2006), která je silně spojená s náboženstvím a představou posmrtného života (Andrews, 2004). Okolo roku 335 před Kristem si můžeme všimnout nového účelu sbírek, a to vzdělávacího. V této době vzniká v Athénách Lykeion, škola založená Aristotelem. Ten využívá konzervovaný materiál k názorné výuce a jeho žák, Alexandr Veliký, mu zasílá studijní materiály ze svých vojenských expedic (Himanaka, 2015). V průběhu let se sbírkotvorná činnost dále vyvíjí. Nejdřív je doménou společnosti stavovské a postupně získává muzejní charakter. Stavovskou společnost nahrazuje společnost občanská - sbírky slouží jako výchovné, kulturní a vzdělávací prostředky nejen pro vybrané vrstvy, ale i pro širokou veřejnost (Knapík, 2012).

Sběratelství a sbírkotvorná činnost je pro člověka přirozená – potřeba vytváření sbírek se u lidí vyvíjí okolo 11. a 12. roku života. Nevíme sice přesně proč, ale pro člověka je sbírka důležitým prvkem pro vytvoření si vztahu s okolním světem a s lidmi v něm (Echarri, 2022).

Ve své práci se budu věnovat metodám tvorby zoologických preparátů, které své uplatnění nachází především v muzeích přírodovědných, proto se i nyní zaměřím na sbírky přírodovědné (přesněji zoologické) a na jejich význam.

Přírodovědné sbírky jsou dodnes nezastupitelným pramenem poznání – muzea a archivy jsou stále důležitým zdrojem dat. Uplatnění kolekcí vidíme především ve výzkumu úbytku a výskytu druhů (Shaffer et al., 1998), taxonomii a systematice. Ze sbírek čerpali data pro výzkum například Darwin či Wallace (Suarez et al., 2004).

Sbírky původně uchovávaly běžně nedostupné předměty raritní či kuriozitní, které často pocházeli z exotických míst (Lane, 1996). Těmto kolekcím říkáme „kabinety kuriozit“. Jsou přímými předchůdci muzeí (Bauer, 2013). Příkladem kabinetu kuriozit je třeba Wunderkammer císaře Rudolfa II., který obsahoval krom jiného sbírku dvaceti jedna rohů nosorožců, či lidskou mumii (Lešková, 2014). Některé z těchto kabinetů byly ve skutečnosti celé místnosti, jiné byly kusy nábytku. Kabinety kuriozit nebyly vědecky uspořádány, ani nebyly pro studium dostupné veřejnosti. Byly vnímány jako privátní sbírky shromážděné pro soukromé, především však estetické účely (Ritterbush, 1969). Tyto kolekce představovaly spíše sbírky umění než skutečné přírodovědné sbírky protože konzervování biologického materiálu v dřívějších dobách bylo problematické (Porter, 1991).



Obrázek 1: Příklad středověkého kabinetu kuriozit převzato z (Kilroy-Ewbank, 2019).

Uchování přírodních materiálů k vědeckému užití datujeme již od 5. století před naším letopočtem. Z této doby máme doložené první tzv. „mokrý“ preparáty, nicméně rozvoj konzervace sledujeme právě v době 17. století, tedy v době renesanční. Můžeme

řící, že tento rozvoj souvisí s popularizací kabinetů kuriozit (Bauer, 2013). Velkým přelomem je poté objev Charlese Wilsona Peala, jenž na konci 18. století objevuje využití arsenu při preparování zvířat, čímž několikanásobně prodlužuje životnost preparátů (Porter, 1991).

V minulosti uložené sbírky sloužily především jako tezaury, či pro potěšení díky své estetické hodnotě. Později se mění na místa interpretující momentální realitu, jejich účelem je pomoci poznat výtvar Stvořitele. S oddělením přírodních věd od církevního učení se pohled na přírodovědné sbírky mění – dokumentují historii a vývoj přírody. Dnes jsou přírodovědné sbírky základním zdrojem pro biologické průzkumy, které studují živé organismy za účelem pochopení dynamiky ekosystémů a zachování biologické rozmanitosti. Přírodovědné sbírky zachycují hospodářsky významné organismy, jsou nepostradatelné pro systematické výzkumy, populační biologii, ekologii, genetiku a řadu dalších oborů. Přírodovědné sbírky jsou také základem pro veřejné vzdělávací programy (Lane, 1996).

Využití sbírek není pouze teoretické, což můžeme ukázat na konkrétních případech. Skupina výzkumníků na Univerzitě San Francisca, pod vedením Dr. Cheng, modifikovala zavedenou techniku pro zjištění přítomnosti letální plísně *Batrachochytrium dendrobatidis* v konzervovaných vzorcích obojživelníků. Vzorky mloků odebraných téměř před 40 lety v Mexiku, Guatemale a Kostarice výzkumníci využili k testování hypotézy šíření patogenů. Zjistili, že *Batrachochytrium dendrobatidis* se poprvé objevila bezprostředně před poklesem populace. Tato technika může pomoci určit načasování a místo příchodu (nebo vzniku) *Batrachochytrium dendrobatidis* na celém světě. Zkoumání exemplářů obojživelníků v muzejních sbírkách by mohlo přispět k přesnějšímu určení doby prvního výskytu *Batrachochytrium dendrobatidis* v populacích (Lips, 2011).

Dalším příkladem je možnost provedení podrobných genetických studií z materiálů, jako je fosilní jantar, kosti, listy, mumie, jednotlivé vlasy, zaschlé krvavé skvrny, trus a mnohé další vzorky z muzejních kolekcí včetně materiálu fixovaného ve formalínu (Shedlock et al., 1997).

3.2 Historické metody

3.2.1 Mokré preparáty

První mokré preparáty nacházíme už v 5. století před naším letopočtem. K fixaci se využíval především ocet, med a olej, později rum. Alkoholová fixace je poprvé zmiňována již v textech ze 13. století, ethanol se ale běžně využívá k fixaci až v 17. století. Hodnota tekutinové konzervace spočívala hlavně v jejím využití pro konzervaci biologického materiálu na dlouhodobých expedicích, protože zajišťovala možnost zachování vzorků pro další výzkum v delším čase. V 19. století se v expozicích přírodovědných muzeí alkoholová fixace plošně využívala ke konzervaci drobnějších živočichů. Ke konci 19. století se tekutinové preparáty již běžně vyskytovaly ve školních kabinetech, jejich popularita se dále rozšiřovala po roce 1858. V tomto roce Alexander Butlerov poprvé syntetizoval formaldehyd, jenž se začal průmyslově vyrábět o deset let později (Frišhons et al., 2017).

Historicky se při tekutinové konzervaci se volilo z několika fixativů. Prvním byl formalin – prodával se jako 40% roztok formaldehydového plynu ve vodě, při ředění s formalinem se pracovalo jako se 100% roztokem a míchal se s vodou v poměru 1:10. Pro lepší udržení barvy preparátu bylo možné roztok pufrovat pečicí sodou nebo boraxem v množství dvou polévkových lžic na 1,75 litru 10% roztoku. V této formě býval dříve volně dostupný v drogeriích a v dobových příručkách se ohledně jeho nežádoucích účinků vyskytuje pouze poznámka o iritaci kůže a sliznic při kontaktu (Pisani, 1977). Dnes je formalin rozpoznán jako nebezpečná látka s karcinogenním účinkem a není již volně dostupný (PubChem, b. r.). Druhým fixativem byl FAA (Formalin-alcohol-acetic-acid). Tento roztok tvoří poměr 10 : 50 : 40 : 2 látek formalin : 95% alkohol : voda : anhydriická kyselina octová. Tento fixační roztok méně deformoval vzorek a rychleji procházel tkání, proto byl tak ideální pro fixaci preparátů v částečném rozkladu. Nevýhodou byla složitější příprava – jednotlivé komponenty nemusely být vždy dostupné, zároveň nebyl vhodný pro fixování sběrného materiálu v tropech, jelikož kyselina octová se v teple vypařuje z roztoku rychleji (Pisani, 1977).

Další možností byl také alkohol (na obojživelníky se doporučuje 70%), nebo Bouinuv roztok. Ten se skládá z poměru 75 : 25 : 5 ze saturované kyseliny pikrové, formolu a anhydriické kyseliny octové. Tento roztok byl ideální v případě sběru pro

studium spermatogeneze – ani po dlouhodobém uskladnění v roztoku nedocházelo k rozkladu pohlavních buněk (Pisani, 1977).

U všech metod platí, že by fixativ měl být aplikován rychle a jednotně, aby se předešlo posmrtnému rozkladu. Zároveň by měl být aplikován jehlou i do tělní dutiny, aby se zabránilo interní dekompozici po naložení do fixační látky (Pisani, 1977).

Dnes se nejčastěji fixuje pomocí aplikace tří roztoků. První roztok se skládá z octanu draselného, dusičnanu draselného, formaldehydu a vody. Tento roztok preparát fixuje a redukuje hemoglobin na methemoglobin. Druhý fixativ je ethanol, jenž mění methemoglobin na katahemoglobin, a vrací tak přirozenou barvu preparátu. Třetím roztokem je směs vody, glycerolu a octanu draselného, ve které je preparát dlouhodobě uchováván (Frišhons et al., 2019).



Obrázek 2: Příklad mokrého preparátu převzato z (Sheridan, 2023).

Zajímavou sbírkou tekutinových preparátů je Sbíрка obojživelníků muzea Te Papa Tongarewa na Novém Zélandu. Základ novozélandské kolekce obojživelníků tvoří část sbírky Charlese McCanna, sebraná a konzervovaná mezi červnem 1928 a březnem 1947. Tato kolekce obsahovala různé třídy, krom obojživelníků i ještěry či hady. Sebraní jedinci byli taxonomicky rozdělení a uloženi do sklenic s alkoholem. Sklenice obsahující obojživelníky byly označeny štítkem s „A“, jako Amphibia. Většina kolekce byla uložena po jednom kusu ve sklenicích se šroubovacím hrdlem, někteří menší jedinci byli uloženi ve skleněných zkumavkách s korkovou zátkou. Tyto zkumavky měly zpravidla ploché konce a ručně broušené uzávěry. Každá sklenice/zkumavka měla vlastní štítek s informacemi o konzervovaném jedinci. Další způsob uskladnění, využitý především u žab, bylo protažení niti skrz těla více exemplářů jednoho druhu, označení jedním společným štítkem a uložení do jedné sklenice. Zajímavou součástí McCannovi práce byl chov pulců, kterému se věnoval kvůli porovnávání vývojových stádií mezi různými druhy obojživelníků. Další zajímavou součástí sbírky jsou vypreparované žáby, zakonzervované tak, aby byly vidět gonády, a někteří žabí samci, kteří byli konzervováni s evertovanými hemipeny (Gill, 2014).

Dalším příkladem využití tekutinových preparátů je sbírka Hamburského zoologického muzea. Asi 30 % této kolekce tvoří obojživelníci. Skládá se z cca 17 000 nádob s ethanolem, kůží a koster v řádu stovek a 259 sad histologických řezů (Herpetology Collection, 2022).

Významnou část sbírky obojživelníků v hamburském zoologickém muzeu tvoří kolekce Wilhelma Ehrhardta (1860 – pravděpodobně 1936). Wilhelm Ehrhardt byl Němec původem z Guyany, který od roku 1897 působil v Brazílii mimo jiné jako taxidermista. Odtud dodával sebraný materiál muzeím a dalším institucím. Dnes nedokážeme jasně určit, kolik sbírkových předmětů W. Ehrhardt pro muzeum v Hamburku získal – v červenci roku 1943 během druhé světové války byly veškeré katalogy o herpetologické sbírce zničeny při bombardování. Část sbírky s jedinci fixovanými v alkoholu, přemístěná do tunelů metra, bombardování přežila, ale kvůli chybějícím dokumentům nelze říci, kolik exemplářů se nedochovalo. Dnes je v hamburské herpetologické sbírce uloženo 867 exemplářů od W. Ehrhardta, z toho 36 jedinců z řádu Anura, v různých vývojových stádiích od vajec, přes pulce až k dospělcům. Všichni jedinci jsou uloženi v ethanolu a dle současného kurátora PhD. Jakoba

Hallermanna jsou v dobrém stavu (Kucharzewski et al., 2007). Součástí hamburské kolekce je také materiál sebraný na expedici do jihozápadní Austrálie v roce 1905. Z celé kolekce dodnes přežilo 257 exemplářů, předpokládá se, že sebráno bylo mnohem více – na expedici bylo s sebou odvezeno 800 litrů ethanolu, stovky skleněných nádob a označeno 167 míst sběru. O původním rozsahu této sbírky máme o něco lepší přehled než o sebraném materiálu W. Ehrhardta, díky spisům profesora Vídeňské univerzity Franze Wenera, který dostal za úkol sebraný herpetologický materiál určit a systematicky zařadit. Stejně jako výše zmíněná sbírka i tato kolekce za druhé světové války utrpěla škody a není dnes kompletní (Hallermann, 2020).

3.2.2 Taxidermie (Dermoplastika)

Slovo taxidermie bylo poprvé použito v roce 1820, složením dvou řeckých slov – taxis, „uspořádání“ a derma, „kůže“ (Taxidermy, 2023). Dermoplastika umožňuje zachování celých zvířat. Jejím základem je vyčinění či zakonzervování kůže zvířete a jeho dalších částí, jako parohy, kopyta nebo zuby, a jejich následné využití k co nejživější a nejvěrnější rekonstrukci zvířete. Pro označení takto zhotovených preparátů se používá označení „vycpaniny“ – historicky se kůže opravdu vycpávala řadou materiálů jako je sláma, mech, konopí nebo třeba rašelina. Dnes se preparáty spíše napínají na model, než vycpávají. Modely jsou specifické pro jednotlivé druhy zvířete a materiál jako např. dřevitá vata slouží většinou k drobnějším úpravám těla. Rozdíl je i v chemickém ošetření preparátů. Například dříve používaný toxický arzen je nahrazen Eulanem, který přebírá funkci obrany před poškozením hmyzími škůdci (Taxidermy Techniques, 2022).

První pokus o dermoplastickou preparaci je připisován nejmenovanému holandskému šlechtici v 16. století. Po konzultaci s chemikem stáhl z kůže ptáky, naplnil kůži kořením a takto vycpaného ptáka napoložoval. Další raný záznam o preparování zvířat se týká rakouského barona von Herbersteina, který někdy před rokem 1550 naplnil kůži evropského bizona na dřevěný rám a vystavil ho ve svém sídle. Dále jsou dochováni čtyři vycpaní krokodýli z roku 1597, 1671, 1692 a 1703 na radnici v Nimes ve Francii. Bohužel pro toto období existuje jen málo publikovaných odkazů o technických postupech. Nejstarší známý spis o preparování zvířat je *Aurora Chymica: aneb racionální*

způsob přípravy zvířat, zeleniny a minerálů pro fyzické použití z roku 1672, který napsal Edward Bolnest. V roce 1690 vydal James Petiver své *Stručné pokyny pro snadné vytváření a uchovávání sbírek všech přírodních kuriozit* (Bauer, 2013).

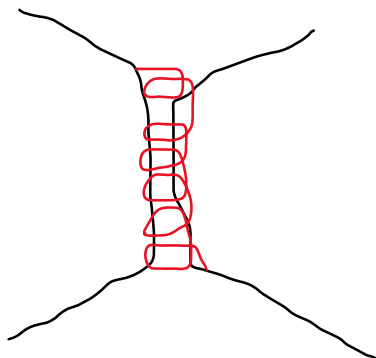
Speciálně se o taxidermii žab dočteme v díle *Umělecká a vědecká taxidermie a modelování* od Montague Browna z roku 1896. Ten uvádí, že někteří autoři doporučovali stažení kůže z žab, ropuch a obojživelníků obecně řezem na střední linii břicha, dále vyplněním vatou nebo koudelí a jejich dokončení a drátování stejným způsobem, jako ptactvo. Stahování by také bylo možné skrz ústa, to ovšem vyžaduje větší opatrnost. Dle jeho slov je ale i tato metoda „K ničemu, protože žádný obojživelník nemůže být úspěšně vycpán, ani za použití manekýny.“ (Browne, 1896).

Přesto i v nejranější sbírce obojživelníků narazíme na dermoplastické preparáty. Historicky nejstarší kolekce obojživelníků je součástí sbírky Ulisse Aldrovandiho (1522 až 1605), která je uložena v paláci Poggi na univerzitě v Bologni. Vystavená sbírka, datovaná do 16. století, je vlastně prvním muzejním objektem v moderním slova smyslu – její vzdělávací a studijní charakter přesahoval účely renesančních kabinetů kuriozit. Krom fyzických preparátů, které U. Aldrovandi sám sesbíral na svých cestách či zakoupil v Itálii, se dále dochovaly podrobné ilustrace, jež jednak skvěle slouží jako doprovodný materiál k preparátům (např. detailní ilustrace zbarvení k časem vybledlému preparátu), nebo jako dokumentace preparátů jinak nedochovaných (Bauer, 2013). Součástí sbírky jsou dva dermoplasticky vypreparované kusy *Bufo bufo*. Nejsou anatomicky přesné, oba mají z další žabí kůže domodelované ocasy a jeden kus má přidané zuby z nespecifikovaného savce. Mají také poškozené nohy, v minulosti byly pravděpodobně přidělané hřebíky na podstavci. Aldrovandi ve svých spisech uvádí, že toto není opravdová podoba druhu, nicméně je i tak pokládal za cenné předměty ve sbírce (Bauer, 2013).



Obrázek 3: Nejstarší dochované dermoplastické preparáty žab, převzato z (Bauer, 2013).

V současně využívaných příručkách Breaktrough se doporučuje postup stažení kůže žab bez vzniku viditelné incize, tedy skrz ústa. Jediná incize se vede skrze ústa, kde kůže rtu přechází v dásně, kůže se následně stahuje přes hlavu, tělo a končetiny. V končetinách je možné nechat chodidla, dle velikosti jedince. U větších kusů se stahují i chodidla. Staženou kůži je nutné očistit od zbylých tkání. Čistá kůže se zakonzervuje pomocí Lutanu F, či speciálním činidlem na plazy a obojživelníky True-tan. Ze tří drátů se vyrobí opora preparátu v tomto tvar



Obrázek 4: Opora preparátů ze tří drátů (vlastní tvorba).

Na tento drát se natáhne kůže a skrze ústa se naplní sádrou – nejdříve končetiny a poté i tělní dutina. Při plnění končetin je třeba dávat pozor, aby byl drát osádrován rovnoměrně ze všech stran a nedotýkal se kůže. Hlava se vycpe hlinou na vodní bázi. Celý preparát se vymodeluje do anatomicky co nejpřesnější podoby. Oči se vloží do preparátu zvenku a zajistí se hlinou, preparát se uzavře zalepením úst vteřinovým lepidlem. Při vysychání je nutné preparát pravidelně kontrolovat a případně doopravovat jeho podobu. Po kompletním vyschnutí se nedokonalosti doopraví pomocí epoxy sculptu a preparát se natře fungicidním přípravkem. Na dobarvení se doporučuje použít airbrush pistoli a nakonec natřít preparát vysoce lesknoucím lakem. V porovnání s manuálem z roku 1896 autor uvádí, že žabí kůže je ideální pro taxidermii díky své odolnosti (Edwards, 1992).

Za zmínku také určitě stojí metoda, kterou ve své příručce popsal Pisani v roce 1977. Jde o metodu uchovávání barvy obojživelníků – jedinec se stáhne za použití co nejméně ventrálních řezů. Vloží se do nádoby se solným roztokem, ve které se kůže otočená naruby očistí od zbytků tkání, poté se obrátí zpět a v kádí s vodou a solí se natáhne na kus mokrého kartonu, upraví se tak, aby mezi kůží a papírem nezůstaly žádné vzduchové bubliny. Takto zpracovaná kůže se nejprve osuší savým papírem a poté nechá perfektně vyschnout. Při vysychání by měla být zatížena, aby se předešlo zkroucení, nebo je možné ji vložit do lisu na květiny. U takto zhotoveného vzorku je obzvláště nutné zamezit přístupu světla (Pisani, 1977).

Dermoplastické preparáty obojživelníků dodnes nacházíme v muzejních sbírkách. Jednou z nejdůležitějších světových sbírek obojživelníků je herpetologická sbírka v Přírodovědném muzeu v Londýně. Ta byla založena v 18. století, obsahuje okolo 200 000

exemplářů v podobě mokrých (v roce 2021 napočítáno 83 378 jedinců v alkoholu) a dermoplastických preparátů, lebek, koster, kůží, modelů a odlitků (Herpetology collections, b. r.).

Mezi přispěvatele do sbírkového fondu patřil například i Charles Darwin (1809 - 1882) (Herpetology collections, b. r.), či Louis Amédée Lantz, původem francouzský herpetolog, který ve Spojeném království pracoval asi 30 let. Celkově je ve sbírce přírodovědného muzea 841 exemplářů z jeho kolekce, které byly darovány v letech 1913, 1928, 1931, 1947, 1951 a 1965/1966, tedy po jeho smrti (Ineich, 2019).

Za zmínku také stojí kolekce fosilních obojživelníků, jež čítá asi 400 jedinců, s nejstaršími exempláři z prvohor, například i jediná zachovalá lebka raného tetrapoda z čeledi Baphetidae (Fossil amphibian collection, b. r.).

3.3 Moderní metody

3.3.1 Lyofilizace

První použití metody konzervace pomocí mrazu sahá do prehistorie – Inuité sušili ulovené ryby ledovým arktickým větrem (Pržić et al., 2004). Moderní historie konzervace mrazem začíná v roce 1890, kdy se histologovi Richardovi Altmanovi úspěšně podařilo tímto způsobem zakonzervovat živočišné tkáně. Metoda sušení mrazem se dále postupně vyvíjela a ve 20. letech minulého století již byla široce rozšířena a plošně užívána k prezervaci tkání a biologického materiálu obecně. Od roku 1945 se metoda začala používat pro konzervaci většího objemu vzorků najednou, po úspěšném využití při produkci penicilinu. Od 50. let se proces lyofilizace provádí pomocí jedné komory, ve které probíhá zmrazování a sušení, mechanického chladicího systému, kondenzátoru a vakuového čerpadla, které se používá k odvodu nekondenzovatelných plynů (Pisano et al., 2019). Biotechnologická revoluce v 90. letech minulého století vedla k rostoucí poptávce po lyofilizovaných produktech a dalšímu zkoumání a optimalizaci lyofilizačního procesu (Kumar et al., 2011).

Lyofilizace je proces sušení, během kterého je produkt zmrazen a poté vložen do vakua, díky čemuž se vzniklý led mění z pevného stavu přímo do stavu plynného, aniž by zkapalněl. Lyofilizace se skládá ze tří procesů – zmrazení, primární sušení (sublimace) a sekundární sušení (desorpce). Zmrazení je důležitým krokem procesu – mikrostruktura ledu, která při zmrazení vznikne, přímo ovlivňuje kvalitu finálního produktu. Vzorek je proto nutné zmrazit za použití velmi nízkých teplot, do stavu kompletní solidifikace. Primární sušení je proces, při kterém ustupuje mezní vrstva ledu. Většinou probíhá v komoře lyofilizátoru při tlaku 40 – 400 torrů a teplotě -30 až -10 °C. Tlak je postupně snižován až na 0,01 mbar, dokud nevznikne vakuum, které způsobí sublimaci zmrzlé vody. Vzniklá pára je zachycena kondenzátorem, který se udržuje při teplotě okolo -60 °C. Na konci primárního sušení míra sublimace značně zpomalí, což indikuje malé množství zbylé vody v produktu. V této chvíli se začne zvyšovat teplota a začne sekundární sušení. Veškerý led již vysublimoval, ale zbylá vlhkost může stále dosahovat 7–8 % váhy produktu, proto je nutné v sušení dále pokračovat. Tomuto procesu říkáme „izotermická desorpce“. Teplota komory by v této fázi neměla přesáhnout teplotu

sušeného produktu, jinak je možné, že dojde k jeho degradaci. Ideální vlhkost finálního produktu by neměla být větší než 2 % celkové váhy (Kumar et al., 2011).

Využití lyofilizace pro výrobu preparátů vidíme například ve sbírce Grant Museum of Zoology, spadajícího pod University College London ve Velké Británii. Místní kurátor Reg Harris, který v muzeu pracoval do roku 1980, je pionýrem ve využití lyofilizace pro sbírkotvorné účely. Součástí sbírky jsou mimo jiné lyofilizované chameleoni, ostrouni, myš, ještěrky, rejnok a také žába, vypreparovaná do podoby pitevní pomůcky pro výuku. Velkou nevýhodou takto vytvořených preparátů je vysoká šance jejich zničení škůdci, protože při lyofilizačním procesu nedochází k aplikaci přípravků proti hmyzu. Značná část těchto sbírkových předmětů se tedy nedochovala (Carnall, 2013).



Obrázek 5: Příklad lyofilizovaného preparátu, převzato z (Carnall, 2013).

3.3.2 Plastinace

Plastinace je proces prezervace materiálu metodou impregnace tvrdnucími polymery, jako silikonové, epoxy nebo polyesterové pryskyřice, s využitím především v medicínském studiu. Metoda plastinace byla vyvinuta doktorem Guntherem von Hagensem v roce 1977, kterému se podařilo nahradit vodu a lipidy v biologických tkáních preparátu tvrdnucím polymerem, a vytvořit tak pevný a suchý vzorek bez jakéhokoliv zápachu. Metodu objevil při své práci v Anatomickém institutu při Univerzitě v Heidelbergu v Německu. Hagens chtěl zlepšit kvalitu ledvinových vzorků ve sbírce, a tak experimentoval s různými druhy plastů, dokud po řadě více či méně povedených pokusů na různých druzích tkání a orgánů nezdokonalil základní plastinační metodu, kterou následně patentoval a využil pro založení vlastní firmy s názvem Biodur. Po pár

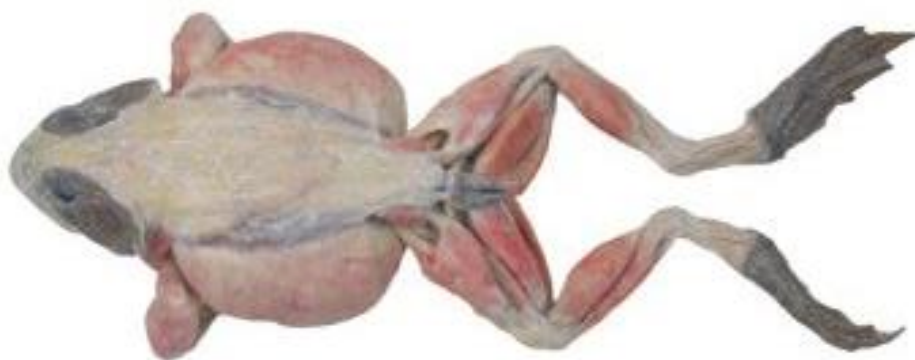
letech práce a zdokonalování metody Von Hagens založil v roce 1993 na Univerzitě v Heidelbergu samostatný Ústav plastinace, v roce 1995 poté přijal pozvání Japonské anatomické společnosti a participoval na vytvoření kolekce plastinátů v Národním vědeckém muzeu v Tokiu. Tento projekt vedl k Hagensově angažování se do výstavní činnosti a založení první expozice Body Worlds v roce 1997 v německém Mannheimu (Pashaei, 2010).

Proces plastinace začíná správným výběrem kadaveru, čím čerstvější, tím lepší, u lidských ostaků ne starší než 10 dní, aby se minimalizovala dekompozice a degradace jemných tkání. Věk plastinovaného jedince nemá na kvalitu finálního produktu dopad, věkovou skupinu volíme dle toho, jaký anatomický úkaz chceme prezentovat. V prvním kroku se tělo nabalžamuje směsí v poměru 200 ml formalinu, 15 g dusičnanu draselného, 30 gramů octanu draselného a 1000 ml deionizované vody. Nabalžamované tělo se poté ponoří do kádě se stejnou směsí, ve které může být uloženo delší dobu. Dalším krokem je hluboké zmrazení, které probíhá při teplotě $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu několik dní. Pak se tělo přesouvá do kádí s podchlazeným 96 - 100% acetonem. Tělo musí být ponořené celé a při manipulaci je vhodné použít rukavice a ochranou masku s filtrem. Takto se vzorek dehydratuje, dokud množství vody ve vzorku nestabilizuje na 1 % či méně (Pashaei, 2010).

Následuje krok nucené impregnace (forced impregnation), při kterém se vzorek ponoří do vybraného polymeru – ten vybíráme dle typu konzervované tkáně. Aceton, který v předešlém kroku nahradil vodu, je nyní nahrazován polymerem. Z polymeru se vzorek přenáší do vakuové komory, kde se při tlaku 760 až 30 mmhg vytvrdí při pokojové teplotě. Následně je přesunut do pece s teplotou $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Krom tepla je možné k vytvrzování použít i plyn, UV světlo či tvrdidla, je na preparátorovi, zda zvolí cestu mechanického či chemického vytvrzení (Ranganathan, 2022).

Muzeální využití plastinace nalezneme například v Anatomickém muzeu při Kothiwaldově univerzitě v Uttarpradéši v Indii. Místní sbírka obsahuje krom jiného plastinovaný žaludek a srdce plodu, nebo ledviny (Singh, 2015). Krom lidských ostatků se plastinují i zvířata. Příkladem je Von Hagensova putovní expozice jménem *Animal inside out*, která vystavuje plastinovaná zvířata od velikosti myši po žirafu (Animal inside out, 2023).

Plastinované vzorky se také používají pro výuku anatomie při studiu medicíny. Především v tomto směru nabývají plastináty na popularitě. Ze studií Cambridžské univerzity vyplývá, že 98,4 % studentů vyšších ročníků studia medicíny preferuje plastinované vzorky před vzorky fixovanými v tekutině, v nižších ročnících preferovalo plastinované vzorky 95,5 % studentů. Uváděli, že například demonstrace nervů je na plastinátech mnohem jasnější než u jiných typů preparátů. 100 % dotazovaných uvedlo, že by doporučili využití plastinovaných preparátů ke studiu anatomie v budoucnosti (Latorre et al., 2016).



Obrázek 6: Příklad plastinované žáby, převzato z www.globalsources.com

3.3.3 Zalévání pryskyřicí

Epoxidové pryskyřice jsou skupina pevných polymerů, s vlastností vysoké odolnosti vůči teplotě a korozi. Využití pryskyřic je rozsáhlé, od stavebnictví (lepení kovových střech, izolační materiály, podlahy) přes technický průmysl (výroba lodních a letadlových částí) až po umělecké odvětví (malba, sochařství) či medicínu (stomatologie) (Negoita, 2016).

První epoxidovou pryskyřici využívá Pierre Castan ve Švýcarsku v roce 1936. Podařilo se mu vyrobit pryskyřici na bázi bisfenolu-A v reakci s epichlorhydrinem. Vytvořil tak reaktoplast, jehož vytvrzení funguje na principu reakce pryskyřice s anhydridem kyseliny ftalové. Použití tvrzené pryskyřice předpokládal při výrobě dentálních náhrad a jiných dentálních produktů. Nicméně první pokusy o prodej pryskyřice nebyly příliš úspěšné. Přesto si Castan nechal proces patentovat. V roce 1946

na základě jeho postupu bylo společností Swiss Industries představeno první epoxidové lepidlo. Zároveň v roce 1939 ve Spojených státech amerických vytvořil Sylvan Greenle pryskyřici z bisfenolu-A a epichlorhydrinu, jež následně esterifikoval nenasycenými mastnými kyselinami, a vytvořil tak na vzduchu schnoucí pryskyřicový nátěr. Výrobek si nechal patentovat v roce 1948. Především po druhé světové válce se využití pryskyřic dále rozšiřuje pro odlévání, laminaci a lepení. Na konci 40. let poté Shell Chemical Company, jež byla v té době jediným dodavatelem epichlorhydrinu, vstupuje do průmyslové výroby epoxidových pryskyřic a představuje jejich komerční řady, čímž se produkt stává plošně dostupným a hojně užívaným (Gannon, 1986).

Epoxid je reaktoplast, tedy pryskyřičný materiál s minimálně jednou epoxidovou skupinou v molekule. Většina komerčně dostupných epoxidových pryskyřic jsou oligomery diglycidyletheru bisfenolu-A. Daším typem je pryskyřice na bázi novolaku, ta je často používaná v průmyslových odvětvích. Dnes se do pryskyřic přidávají korektanty a jiné aditivy, jako aminy a aminidy – ty fungují především jako tvrdidla. Krom epoxidových pryskyřic je také možná varianta pryskyřic polyesterových, které v porovnání s epoxidovými potřebují menší množství tvrdidla (asi jen 1 - 3 % tvrdidla, epoxidové se většinou míchají v poměru 1:1 nebo 1:2 s tvrdidlem). Pryskyřice vykazují nízkou odolnost při nárazu a sníženou odolnost proti vzniku a šíření trhlin, nicméně jejich mechanické a fyzické vlastnosti je možné upravit změnou chemické struktury. Lze tak dosáhnout pevnosti, tuhosti, extrémní pružnosti, lepivosti nebo chemické, elektrické a tepelné odolnosti. Velkými výhodami pryskyřic je jejich relativně nízká cena pořízení, minimální smrštění při vytvrzování, vysoká odolnost vůči vlhkosti a chemickým činitelům. Pryskyřice mají také dlouhodobou skladovatelnost a po úpravě jsou i resistantní vůči nárazu (Saba et al., 2016).

Vzorek, který chceme pryskyřicí konzervovat, nejprve dehydratujeme postupným ponořením do 70% ethanolu, poté do 90% a nakonec do 99,9%, vždy na 30 minut při pokojové teplotě. Dehydratovaný vzorek se poté zalije pryskyřicí, která se namíchá s tvrdidlem v poměru dle návodu. Nejdříve se naměří základní roztok pryskyřice (Part A) a poté se přidá odměřené tužidlo (Part B), obojí se promíchá, dokud nedojde ke kompletnímu promísení. Vzorek je mezitím připraven v silikonové formě v požadované poloze, a pak je zalit promíchanou směsí. Takto připravený vzorek necháme ztuhnout 24

- 48 hodin, případně dle návodu dané pryskyřice. Finální, ztuhlý vzorek je možné ořezat, zbrousit a vyleštit do požadované podoby (Thamilselvan, 2021).



Obrázek 7: Příklad preparátu v pryskyřici, převzato z www.entomoresin.com

4 Metodika

4.1 Dermoplastický preparát

Na dermoplastiku jsem vybrala většího dospělého jedince, s minimálním poškozením. Nedospělá životní stadia jsem metodou dermoplastiky nepreparovala, protože jejich velikost a „rosolovitá“ podstata těla není vhodná pro taxidermistické zpracování. Řez jsem vedla na ventrální straně těla. Tento způsob incize jsem vybrala kvůli zachování lebky uvnitř těla, což usnadňuje následnou modelaci preparátu. Nejprve jsem stáhla břišní stranu, poté končetiny a hřbetní stranu. Kvůli velikosti jedince jsem stáhla i chodidla, abych předešla dekompozici preparátu. Hlavu jsem poté uštípla od těla, mozek z lebky vypláchla nejdříve vodou, poté ethanolem, z vnitřní strany jsem odstranila jazyk, oči a všechny měkké tkáně. Takto staženou kůži jsem poté skalpelem očistila. Čistou kůži jsem ponořila do ethanolu (96% technického denaturovaného lihu). Kůže byla v ethanolu 48 hodin.

Po dvou dnech jsem kůži vyjmula a osušila tak, aby zůstala vlhká. Po celou dobu preparace jsem dávala pozor, aby se kůže nedeformovala vyschnutím. Připravila jsem si směs sádry a jemných pilin, v poměru 1:1. Do směsi jsem přidala vodu a nejprve naplnila končetiny, poté dutinu ústní a hlavu, tělo následně zašila. V této fázi jsem do preparátu umístila oči – z epoxy sculptu černé barvy jsem vytvarovala kuličky v potřebné velikosti a vložila je z vnější strany do očních důlků. Poté jsem celé naplněné tělo naaranžovala do přirozené polohy ropuchy, zajistila jehlami a nechala vyschnout. Pravidelně jsem kontrolovala a opravovala polohu, která se kvůli vysychání jemně měnila. Preparát byl kompletně vyschlý po třech dnech sušení.

V dalším kroku jsem preparát domodelovala epoxy sculptem, kterým jsem opravila vzniklé chyby. Pod vrstvu epoxy sculptu jsem schovala zašitý ventrální řez a také jsem opravila kotník, jenž jsem během plnění sádrou poškodila. Strukturu žabí kůže jsem na domodelovaných částech vytvořila obtisknutím brusné houbičky do měkké modelovací hmoty. Epoxy sculpt jsem nechala vytvrdnout 48 hodin.

Po dvou dnech jsem preparát dobarvila pomocí air-brush pistole a štětce. Zvolila jsem kombinaci akrylových tuší od značky Daler Rowney (dále DR) a Amsterdam Acrylic Ink (dále AAI). Na břišní stranu jsem použila odstíny DR White a AAI Raw

Sieanna (viz *obrázek 10*). Hřbetní stranu jsem nabarvila kombinací DR Olive Green a DR Sepia (viz *obrázek 8 a 9*). Barvy jsem nanesla pomocí air-brush pistole a jejich sytost jsem upravila pomocí ředícího media značky Golden Artist Colors. Detaily na kůži jsem dodělala pomocí štětce, barvou DR Sepia, ředěnou v různých poměrech ředícím mediem. Oči preparátu jsem zbrousila a za použití štětce jsem domalovala duhovku, na kterou jsem použila barvy DR Black, White, Indian Yellow a AAI Primary Yellow, Silver a Deep Gold (viz *obrázek 11*). Nakonec jsem celý preparát natřela lesklým lakem značky Life Tone Hydromist.



Obrázek 8: Preparát před dobarvením, hřbetní strana, vlastní tvorba



Obrázek 9: Preparát po dobarvení, hřbetní strana, vlastní tvorba



Obrázek 10: Preparát před a po dobarvení, břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 11: Preparát před a po dobarvení, hlava, vlastní tvorba

4.2 Plastinace

Pro plastinaci jsem zvolila tři dospělé, jednoho pulce a jednoho dospívajícího jedince těsně před metamorfózou. V prvním kroku jsem jedince napoložovala do přirozené polohy (viz *obrázek 13*). Poté jsem napoložované jedince vložila do fixační tekutiny, tedy 5% formaldehydu, ve kterém jsem je nechala uložené čtyři dny při teplotě +5 °C, bez přístupu světla. Do tělní dutiny jsem pomocí injekční stříkačky a tenké jehly vpravila čistý formaldehyd, kterým jsem „dofoukla“ těla obojživelníků, jež se postupně lehce deformovala a propadala. Takto jsem je opravovala i v dalších krocích, pokud to bylo nutné. V druhém kroku jsem obojživelníky sušila podchlazeným p.a. acetonem na teplotu -20 °C. V 0,5 l acetonu byli uloženi třikrát 14 dní, po dvou týdnech jsem aceton vždy vyměnila za nový, a digitálně jsem měřila jeho čistotu, dokud na konci sušení nedosáhl čistoty přes 99,5 %. Jedinci vybraní na plastinaci byli drobní, těchto hodnot jsem proto dosáhla velmi rychle, u větších vzorků proces trvá mnohem déle.

Vysušené jedince jsem přesunula do vakuové komory s udržovanou teplotou -20 °C. Uvnitř komory byla kád' se silikonem S15 značky Biodur a tvrdidlem S3 stejné značky. V kádi byli obojživelníci uloženi 24 hodin. Po uplynutí této doby jsem zapnula vakuovou komoru a nechala tlak postupně klesnout až na 10 milibarů během 5 dnů. Komoru jsem poté vypnula a materiál nechala uvnitř ještě dalších 24 hodin. Vyjmutý materiál jsem nechala okapat, otřela jsem ho a vložila na 24 hodin do vytvrzovací komory. V ní probublávalo tvrdidlo S6, také značky Biodur. Poté byl materiál znovu otřen, očištěn a proces vytvrzování byl ještě jednou zopakován.

Zhotovené plastináty si relativně dobře zachovaly původní barvu. Dobarvování zhotoveného plastinátu je problematické, protože povrch preparátu je v podstatě plastový, barva na něm tedy nedrží. Akrylové tuše nepřilínají k povrchu, krok dobarvování jsem tedy u plastinace vynechala.



Obrázek 12: Mrazicí kádě plastinátoru, převzato z (Laboratoř plastinace HT109, 2021).

4.3 Lyofilizace a sušení mrazem

Pro lyofilizaci jsem vybrala dva dospělé, jednoho pulce a jednoho dospívajícího těsně před metamorfózou, stejně tak i pro sušení mrazem. Všechny obojživelníky jsem vpolohovala do požadovaného postroje (viz *obrázek 13*). Jedince určené na sušení mrazem jsem odkryté uložila do mrazáku s teplotou $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zde se sušili tři měsíce.



Obrázek 13: Polohování preparátů, vlastní tvorba

Jedince na lyofilizaci jsem do stejného mrazáku uložila hermeticky zakryté. V mrazáku byli asi dva týdny, poté jsem je přesunula do mrazáku s teplotou $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zde byli uloženi dva dny. Hluboce zmražené obojživelníky jsem k lyofilizátoru přenášela v termoboxu s nachlazenými ledovými obklady, abych zamezila rozmrazení, které by po vložení do lyofilizátoru vedlo k deformaci preparátů. Použitý lyofilizátor byl značky a typu Martin Christ Alpha 2-4 LSC Basic. Nejprve jsem na pravé straně přístroje zapnula hlavní vypínač a na levé části zavřela vrchní ventil, k zavzdušnění komory, a spodní, k odtoku kapaliny. Poté jsem nasadila akrylátový cylindr a na ovládacím panelu jsem zvolila „Operating menu“ a pak „Warm UP“. Proces zahřátí trval 20 minut a přístroj byl

připraven na další krok. Povolila jsem horní ventil na levé straně, sundala akrylátový cylindr a vložila připravené zmrzlé vzorky na nerezový podstavec. Opět jsem umístila akrylátový cylindr na přístroj a utáhla horní ventil na levé straně. Na ovládacím panelu jsem v záložce „Operating menu“ zvolila „Main drying“ a potvrdila „OK“. Tím se otevřel elektromagnetický ventil vývěvy, což bylo signalizováno hlasitým cvaknutím a rozsvícením diody. Na displeji v tuto chvíli byla viditelná klesající hodnota tlaku v milibarech. Olej v měrce lyofilizátoru se v této fázi trochu zpěnil. Fáze je ukončena, když se hodnota tlaku ustálí na 0,100 mBar. Při této hodnotě jsem vzorky v lyofilizátoru nechala 7 dní. Po týdnu jsem v záložce „operating menu“ zvolila „Final drying“ a potvrdila „Run“ – tím došlo ke zvýšení vakua na maximum. V módu „Final drying“ byly vzorky sušeny 23 hodin a 48 minut. Po doběhnutí fáze jsem na ovládacím panelu zvolila „Stop“ a na levé straně pomalu otevřela vrchní ventil, čímž došlo k zavzdušnění komory. Poté jsem sejmula akrylátový cylindr a odebrala lyofilizované vzorky (viz *obrázek 14*). Na levé části jsem dále povolila spodní ventil pro vypuštění odpadní vody, vzniklé z roztáleného ledu. Poté jsem spustila program „Defrosting“, čímž došlo k urychlení odtávání ledu z kondenzátoru. Tento proces jsem zakončila zvolením „Stop“ na ovládacím panelu. Přístroj jsem vypnula zvolením „Stand by“ a přepnutím hlavního vypínače dole na pravé straně lyofilizátoru.

Jednoho dospělého sušeného mrazem a jednoho dospělého z lyofilizátoru jsem dobarvila. Lyofilizovaný preparát jsem dobarvila pomocí barev DR white, black a AAI primary yellow, ředěných stejným médiem jako u preparátu dermoplastického. Kvůli drobné velikosti preparátu jsem se rozhodla dobarvovat štětcem a nevyužít air-brush

pistoli. Preparát sušený mrazem jsem dobarvila stejnou metodou za použití barev AAI Primary yellow, Raw sienna a DR Sap Green, Olive Green, Black a White.



Obrázek 14: Hotové preparáty v lyofilizátoru, vlastní tvorba

4.4 Zalévání do pryskyřice

K zalévání do pryskyřice jsem vybrala tři dospělé, dva pulce a dva jedince těsně před metamorfózou. Jednoho dospělé jsem zafixovala formaldehydem, jednoho ethanolem a jednoho jsem preparovala bez fixace. Jeden pár životních stádií jsem fixovala ethanolem a jeden jsem také nefixovala. Vzorky jsem zalévala dvousložkovou epoxidovou pryskyřicí Epoxy G1000 značky Dawex Chemicals, která se míchá v poměru 100 složka A (Pryskyřice): 40 složka B (tužidlo). Obojživelníky jsem položila do kruhové silikonové formy – silikon je pro odlévání ideální, protože jeho flexibilita umožňuje jednoduché odformování po vytvrzení, zároveň není nutné použít separátor. Vzorky jsem napoložovala do požadované podoby a namíchala si směs pryskyřice. Na odměření obou složek jsem používala injekční stříkačky a dávala jsem pozor, abych používala vždy jednu na jednu složku a nepromíchala tužidlo a pryskyřici v lahvích. Smíchala jsem je ve třetí nádobě. Po přidání tužidla do složky A se směs z průhledné změnila na lehce mléčnou. Složky jsem promíchávala, dokud se směs opět nestala průhlednou. Část vzorků jsem zalévala pouze jednou – výhoda tohoto postupu je v tom, že pryskyřice ve větším množství tuhne rychleji. Nevýhoda je pohyb jedinců v pryskyřici, protože zalité kusy v řídké směsi stoupají k hladině a je nutné během tvrdnutí vzorky neustále opravovat. Druhou polovinu jsem zalévala nadvakrát. Nejprve jsem do formy nalila asi centimetrovou vrstvu smíchané pryskyřice a obojživelníky ponořila do ní. Tímto jsem je zafixovala a zabránila jejich pohybu v tuhnoucí pryskyřici. Když pryskyřice částečně ztuhla do konzistence medu, nalila jsem do formy druhou vrstvu, také asi centimetr tlustou. Vzorky jsem ve formě nechala 3 dny, abych si byla jistá, že odformované preparáty budou dostatečně vytvrzené. Hotové preparáty jsem nijak nedobarvovala, ale protože jeden z preparátů měl na povrchu zatuhlé vzduchové bubliny, zbrousila jsem ho jemnou brusnou houpičkou a zalila ještě třetí tenkou vrstvou.

4.5 Mokrý preparát

Metodou mokré preparace jsem zafixovala dva dospělé, jednoho pulce a jednoho jedince těsně před metamorfózou. Obojživelníky jsem vypožehovala do požadované podoby a uložila je do uzavřené kádě s 5% formaldehydem (viz *obrázek 15*), který zajistil

zachování barvy preparátů. Formaldehyd jsem také vpravila do tělní dutiny jedinců, abych zabránila interní dekompozici po ponoření do fixativu. Ve formaldehydu jsem vzorky nechala fixovat měsíc. Poté jsem je přemístila do skleněných nádob. Pulce a juvenilního jedince jsem společně uložila do drobné nádoby o objemu asi 100 ml, dospělé jsem umístila zvlášť do nádoby o objemu 890 ml. Nádoby s preparáty jsem naplnila technickým lihem v čistotě 95 %. Po uzavření sklenic jsem víka zajistila parafilmem, abych zamezila odpařování lihu z preparátů.



Obrázek 15: Napolohované žáby před vložením do formolu, vlastní tvorba

4.6 Parametry výsledkových tabulek

Zachování barvy + dobarvení:

hodnotím škálou od 1 do 5, 1 zn. původní barva není téměř zachovaná, 2 zn. původní barva je méně zachovaná, 3 zn. původní barva se zachovala relativně dobře, 4 zn. původní barva se zachovala dobře a 5 zn. původní barva zachovaná kompletně;

přičítám 0 - 2 body za dobarvení, 0 zn. nelze dobarvit, 1 zn. lze dobarvit a 2 zn. lze dobarvit dobře, v tabulce vývojových stádií s dobarvováním nepočítám, protože jsem preparáty pulců a juvenilních jedinců nedobarvovala kvůli drobné velikosti a dobrému zachování původní barvy.

Zachování tvaru:

hodnotím škálou od 1 do 5, 1 zn. tvar se velmi zdeformoval, 2 zn. tvar se zdeformoval, 3 zn. tvar se zachoval relativně dobře, 4 zn. tvar se zachoval dobře a 5 zn. tvar se zachoval výborně.

Možnost využití:

dávám +1 bod za každou možnost využití: možnost další preparace (bez zničení preparátu), muzejní prezentace, komparativní sbírka, estetické využití a praktická výuka; maximální počet bodů je 5.

Čas vlastní práce:

pokud vytvoření zabralo hodinu či méně, přidávám 5 bodů, pokud dvě hodiny, přičítám 4, pokud tři hodiny, přičítám 3, 2 body přičítám, pokud tvorba zabrala čtyři hodiny a 5 bodů, pokud zabrala 5 a více hodin.

Celkový čas:

hodnotím škálou od 1 do 5, 5 zn. preparát byl vytvořen v řádu hodin až 3 dní, 4 zn. preparát byl vytvořen za 4 – 7 dní, 3 zn. preparát byl vytvořen v řádu týdnů, 2 zn. preparát byl vytvořen v rozmezí 1 – 6 měsíců, 1 zn. preparát byl vytvořen za dobu delší než půl roku.

Bezpečnost:

hodnotím škálou od 1 do 5, 1 zn. k vyhotovení preparátu je nutné pracovat s nebezpečnými chemikáliemi jako formaldehyd, 2 zn. při tvorbě preparátu je nutné pracovat s nebezpečnou látkou jako ethanol či aceton ve velkém množství, 3 zn. při tvorbě preparátů je potřeba pracovat s nebezpečnými látkami jako ethanol či aceton, 4 zn. k vyhotovení preparátu jsou minimálně potřeba nebezpečné látky, 5 zn. k vyhotovení preparátu nejsou potřeba zdraví nebezpečné látky.

Dostupnost a nároky na vybavení:

hodnotím škálou od 1 do 5, 1 zn. přístroje a materiál potřebný k vyhotovení preparátu je velmi těžko dostupný, 2 zn. přístroje a materiál je těžko dostupný, 3 zn. přístroje a materiál je relativně dobře dostupný, 4 zn. přístroje a materiál je dostupný 5 zn. přístroje a materiály k vyhotovení preparátu jsou jednoduše dostupné.

Cena materiálu a práce:

hodnotím škálou od 1 do 5, 1 zn. cena materiálu a práce převyšuje 2 500 Kč, 2 zn. cena materiálu a práce se pohybuje v rozmezí 2 500 – 1 500 Kč, 3 zn. cena materiálu a práce

se pohybuje v rozmezí 1 500 – 1 000 Kč, 4 zn. cena materiálu a práce se pohybuje mezi 1 000 – 500 Kč, 5 zn. cena materiálu nedosahuje 500 Kč; nezapočítávám cenu přístrojů nutných k výrobě, ty zohledňuji ve sloupci Dostupnost a nároky na vybavení; práci hodnotím 300 Kč na hodinu.

Celkem bodů:

celkový počet bodů.

Pokud parametr nelze hodnotit, v tabulce bude místo počtu bodů zapsáno N, jako nehodnoceno.

5 Výsledky

5.1 Dermoplastická preparace



Obrázek 16: Dermoplastický preparát, celý, vlastní tvorba



Obrázek 17: Dermoplastický preparát, hřbet, vlastní tvorba



Obrázek 18: Dermoplastický preparát, hlava, vlastní tvorba

5.2 Platinace



Obrázek 19: Platinát pulce, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 20: Platinát juvenilního jedince, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 21: *Plastinát dospělce 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba*



Obrázek 22: *Plastinát dospělce 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba*



Obrázek 23: *Plastinát dospělce 3, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba*

5.3 Lyofilizace



Obrázek 24: Lyofilizát dospělé nedobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 25: Lyofilizát dospělé dobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 26: Lyofilizát pulce, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 27: Lyofilizát juvenilního jedince, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba

5.4 Sušení mrazem



Obrázek 28: Dospělec sušený mrazem nedobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 29: Dospělec sušený mrazem dobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 30: Juvenilní jedinec sušený mrazem 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 31: Juvenilní jedinec sušený mrazem 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 32: Pulec sušený mrazem 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 33: Pulec sušený mrazem 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba

5.5 Zalévání do pryskyřice



Obrázek 34: Dospělec zalitý v pryskyřici 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 35: Dospělec zalitý v pryskyřici 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 36: Dospělec zalitý v pryskyřici 3, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 37: Vývojová stádia zalitá v pryskyřici, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba



Obrázek 38: Vývojová stádia zalitá v pryskyřici, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba

5.6 Mokrý preparát



Obrázek 39: Tekutinový preparát vývojových stádií, vlastní tvorba



Obrázek 40: Tekutinový preparát dospělého, vlastní tvorba

5.7 Porovnání metod preparace – dospělci

Tabulka 1: Dospělci (vlastní tvorba)

	Zachování barvy + dobarvení	Zachování tvaru	Možnost využití	Čas vlastní práce	Celkový čas	Bezpečnost	Dostupnost a nároky na vybavení	Cena materiálu a práce	<i>Celkem bodů</i>
Dermoplastika	3+2	3	4	1	4	3	5	1	26
Lyofilizace	2+1	4	3	5	3	5	2	4	29
Sušení mrazem	1+1	1	2	5	2	5	5	5	27
Mokrý preparát	5+0	5	5	5	3	1	3	4	31
Pryskřice	3+0	3	2	4	4	3	5	4	28
Plastinace	4+0	4	4	5	2	1	1	2	23

5.8 Porovnání metod preparace – vývojová stádia

Tabulka 2: Vývojová stadia (vlastní tvorba)

	Zachování barvy	Zachování tvaru	Možnost využití	Čas vlastní práce	Celkový čas	Bezpečnost	Dostupnost a nároky na vybavení	Cena materiálu	<i>Celkem bodů</i>
Dermoplastika	N	N	N	N	N	N	N	N	<i>N</i>
Lyofilizace	5	4	3	5	3	5	2	4	31
Sušení mrazem	4	2	2	5	2	5	5	5	30
Mokrý preparát	5	5	5	5	3	1	3	4	32
Pryskyřice	3	3	2	4	4	3	5	4	28
Plastinace	5	3	4	5	2	1	1	2	23

6 Diskuse

6.1 Dermoplastika

Výhody

Původní barva se zachová relativně dobře, preparát se ale hlavně skvěle dobarvuje (viz *obrázek 8 a 9*). Akrylové tuše se na konzervované kůži dobře vrství a rychle zasychají. Tvar dermoplastického preparátu může mít dokonalou anatomickou podobu původního jedince, finální podoba ale záleží na praxi preparátora (to se ovšem projeví na ceně preparátu). Možnost využití tohoto preparátu je velmi široká. Celkové vyhotovení preparátu zabere asi 7 dní, což je v porovnání s ostatními metodami nejméně. Kůže se konzervuje ethanolem, který je velmi hořlavý, zároveň je jednoduše dostupný, stejně jako veškerý další materiál potřebný na výrobu preparátu.

Nevýhody

Čas vlastní práce je ze všech metod nejdelší (viz *tabulka 1*), výroba preparátu zabrala asi 5 hodin. Tento čas se také bude odvíjet od praxe preparátora. Ta především ovlivní cenu preparátu. Preparát se také při dalším výzkumu pravděpodobně poničí.

Doporučení

V preparátu bych zanechala lebku – ulehčí anatomickou modelaci a je možné ji využít v dalším výzkumu. Tuto metodu bych doporučila, pokud má preparát sloužit k muzejní prezentaci, či výuce, případně jako preparát v soukromé sbírce. Metoda je vhodná především pro větší jedince, pro preparaci drobných živočichů bych volila jinou metodu.

Specifika u vývojových stádií

Metodu nelze pro vývojová stádia využít (viz *tabulka 2*) kvůli jejich drobnosti a „rosolovité“ struktuře.

6.2 Lyofilizace

Výhody

Tato metoda dobře zachovává původní tvar. Vlastní práce zabere asi hodinu a metoda je velmi bezpečná – v lyofilizátoru nesmí sublimovat žádná látka krom vody, chemikálie se tedy při preparaci vůbec nepoužívají. Preparát je také finančně dostupný.

Nevýhody

Preparát nelze dobarvit. Po kontaktu tekuté barvy s lyofilizátem se kůže rehydratuje a začne se „krabatit“ (viz *obrázek 25*). Lyofilizáty mají relativně dobrou možnost využití, při preparaci se ale nepoužívá žádná ochranná látka proti škůdcům, preparáty jsou také velmi křehké (Carnall, 2013). To se podepisuje na jejich životnosti. Lyofilizovaným preparátům také zůstává odér. K metodě je nutný přístup k lyofilizátoru, který cenově vyjde na pár set tisíc. Celý proces trvá asi 24 dní, tato doba se ale odvíjí od velikosti preparátu. Při dalším výzkumu je pravděpodobné, že se preparát výrazně poškodí, či zničí.

Doporučení

Lyofilizované preparáty budou vhodné pro muzejní účely, či do soukromé sbírky. Na praktickou výuku bych kvůli křehkosti volila jiný způsob preparace. Pro dobarvení bych příště zvážila využití suchých pudrových pigmentů, které by nerehydratovaly preparát.

Specifika u vývojových stádií

Preparáty není třeba dobarvovat, barva se zachovala velmi dobře.

6.3 Sušení mrazem

Výhody

Čas vlastní práce je krátký, zabere asi hodinu. Metoda je zároveň velmi bezpečná a dostupná, na výrobu je potřeba pouze funkční mrazák. To se projeví i na nízké ceně preparátu.

Nevýhody

Původní barva i tvar jedince se při preparaci značně změní, preparát působí poněkud deformovaně. Je možné ho dobarvit, pigment barev ale na preparátu příliš nevyklně (viz *obrázek 29*). Preparát velmi dlouho vysychá – průměrně velký obojživelník se sušil asi tři měsíce.

Doporučení

Metodu bych obecně nedoporučila, možná jen v případě sběru vzorků na expedici, pokud jiné metody nejsou dostupné, nebo pokud není z finanční důvodů možné zvolit jinou metodu.

Specifika u vývojových stádií

Detaily se u vývojových stádií zachovaly překvapivě dobře, lépe než u dospělců (viz *obrázek 30, 31, 32 a 33*). Nebylo potřeba preparáty dobarvovat.

6.4 Mokřý preparát

Výhody

Preparát si velmi dobře zachová barvu, krom očí (viz *obrázek 40*). Tvar je také skvěle zachovaný. Možnost využití je široká, v preparátu jsou zachovány všechny orgány, kosti i svalstvo. Preparát je možno dále zpracovávat, například pokud je pro výzkum nutné odebrat orgán. Jedince je možné zašít a znovu uložit do fixační látky. Čas vlastní práce zabere asi hodinu, tvorba preparátu celkově zabere tři až čtyři týdny. Preparát je cenově dostupný.

Nevýhody

Cena preparátu se prudce zvedne, pokud se na jeho uložení použije preparační válec se zábrusem z borosilikátového skla. Látky potřebné pro výrobu jsou značně nebezpečné: formaldehyd je karcinogenní (PubChem, b. r.), jeho účinek můžeme minimalizovat řádným používáním ochranných pomůcek (maska s filtrem, štít, rukavice) a odvětráním prostoru (digestoř); formaldehyd není plošně dostupný, pro pořízení je nutné IČO; ethanol je hořlavý a z preparátu vyprchává, je nutné ho průběžně doplňovat.

Doporučení

Metodu bych doporučila pro muzejní uchování (v depozitářích), preparát je vhodný pro výzkum i pro komparativní sbírku. Nedoporučila bych metodu využívat na preparáty pro výuku a také do veřejných prostorů (třída, kabinet). Nejsou příliš vhodné do soukromých sbírek, především pokud jsou uloženy/vystavené v obytných prostorech. Úložné prostory by měly mít adekvátně vyřešenou výměnu vzduchu. Při tvorbě je naprosto nutné používat ochranné pomůcky.

Specifika u vývojových stádií

Pro uložení vývojových stádií je potřeba výrazně méně fixační tekutiny než pro uložení dospělců (viz *obrázek 39*), což snižuje finální cenu preparátu.

6.5 Zalévání pryskyřicí

Výhody

Jak vlastní, tak celkový čas práce je krátký, preparáty jsou hotové do tří dnů. Bezpečnost práce se bude odvíjet od zvolené pryskyřice a konzervační látky. Pryskyřice obecně jsou široce dostupné (Gannon, 1986), k výrobě není potřeba žádná speciální výbava a cena preparátu je nízká. Preparáty jsou bytelné, ze všech metod budou mít pravděpodobně nejdelsí životnost.

Nevýhody

Nekonzervované kusy a jedinci konzervovaní formaldehydem se barevně příliš dobře nedochovali. Zachování původního tvaru se také odvíjí od použité konzervační látky. Tyto preparáty nemají příliš mnoho možností využití, další preparace je zničí.

Doporučení

Preparáty bych doporučila především pro výuku, studenti/žáci mohou na preparát klidně sahat a prohlédnout si ho ze všech stran. Ke konzervaci před zalitím doporučuji ethanol. Formaldehyd zbarvil pryskyřici dožluta. Nekonzervovaným kusům hrozí, že po zalití zplsnívá (viz *obrázek 37*). Také doporučuji využít rychletuhnoucí pryskyřici místo

pomalutuhnoucí. Tak se spíše předejde plísni a při tuhnutí pryskyřice se minimalizuje riziko vyplavání jedinců na hladinu.

Specifika u vývojových stádií:

Mezi preparací dospělců a preparací vývojových stádií není rozdíl (viz *tabulka 1* a 2).

6.6 Plastinace

Výhody

Barva se při plastinaci zachová velmi dobře, stejně tak tvar. Plastináty mají mnoho možností využití a vlastní práce při tvorbě preparátu nezabere více než hodinu. Plastináty jsou cenově dostupné.

Nevýhody

Celkový čas preparace zabere asi 52 dní, práce s většími jedinci ještě mnohem déle. Při plastinaci se používá formaldehyd (viz Nevýhody mokrého preparátu) a ve velkém množství aceton – hrozí vznícení. K výrobě je nutné mít přístup k plastinačnímu přístroji (viz *obrázek 12*). Ten by měl být uložen v místnosti zabezpečené proti výbuchu. Všechny potřeby nutné pro plastinaci dodává firma Biodur, na trhu vlastně není možnost pomůcky a materiál shánět jinde. Konkurence na trhu chybí, a tak může být cena vyšší, než si komerční preparátor může dovolit. Pokud by se užití plastinace plošně rozšířilo, cena by v budoucnu mohla klesnout. Hotové preparáty není možné dobarvovat, díky zachování barvy to ale není nutné. Jediná část preparátu, která barvu ztrácí, jsou oči.

Doporučení

Plastináty jsou vhodné pro výuku (Latorre et al., 2016), muzejní prezentaci i do soukromých sbírek.

Specifika u vývojových stádií

Při přendávání vývojových stádií z mrazáku do acetonu a poté z acetonu do silikonu utrpěla vývojová stádia značný teplotní šok, který se projevil na finálním tvaru preparátů (viz *obrázek 19* a 20). Stádia jsou velmi drobná, a tak rychle rozmrzají.

7 Závěr

Nejvhodnější metodou pro preparaci dospělých jedinců obojživelníků řádu Anura je tekutinová preparace. Jako nejméně vhodná se jeví plastinace. Pro preparaci vývojových stádií bude nejvhodnější použít metodu mokré preparace stejně jako u dospělců. Nejméně vhodná se ukázala metoda dermoplastické preparace, kterou pro vývojová stádia nelze vůbec využít. Zvolení metody se ale bude vždy odvíjet od účelu a budoucího využití preparátu.

9 Literatura

1. FRIŠHONS, J., J. KRAJSA a T. KOČÍ, 2017. Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy, přírodopisu a biologie 1. Tekutinové preparáty. *Živa* [online]. (4), CIX [cit. 2022-11-19].
Dostupné z: [doi:https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-prirodo.pdf](https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-prirodo.pdf)
2. HIMANKA, J., 2015. On the Aristotelian origins of higher education. *Higher Education* [online]. **69**(1), 117-128 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1007/s10734-014-9764-7](https://doi.org/10.1007/s10734-014-9764-7)
3. Taxidermy, c2023. *Vocabulary* [online]. IXL Learning [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.vocabulary.com/dictionary/taxidermy>
4. BAUER, A. M., A. CEREGATO a M. DELFINO, 2013. The oldest herpetological collection in the world: the surviving amphibian and reptile specimens of the Museum of Ulisse Aldrovandi. *Amphibia-Reptilia* [online]. **34**(3), 305–321 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1163/15685381-00002894](https://doi.org/10.1163/15685381-00002894)
5. LEŠKOVÁ, A., 2014. *Renesanční snahy o systematizaci vědění*. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta filozofická Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta filozofická Plzeň. Vedoucí práce PhDr. Jana Černá, Ph.D.
6. BEDINI, S. A., 1965. The Evolution of Science Museums. *Technology and Culture* [online]. **69**(1), 1-29 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.2307/3100949](https://doi.org/10.2307/3100949)
7. GILL, B. J. a J. M. A. FROGGATT, 2014. The Indian herpetological collections of Charles McCann. *Records of the Auckland Museum* [online]. **49**, 29-37 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/43264620>
8. PRESTON, D. J., 2014. *Dinosaurs in the Attic: An Excursion into the American Museum of Natural History* [online]. Londýn: Macmillan publishers [cit. 2022-11-19]. ISBN 9781466871878. Dostupné z: https://play.google.com/store/books/details/Dinosaurs_in_the_Attic_An_Excursion_into_the_Ameri?id=ogqjAAQBAJ&hl=az&gl=US

9. VANZOLINI, P. E. a Ch. W. MYERS, 2015. The Herpetological Collection of Maximilian, Prince of Wied (1782–1867), With Special Reference To Brazilian Materials. *Bulletin of the American Museum of Natural History* [online]. **395**, 1-155 [cit. 2022-11-19]. ISSN 0003-0090. Dostupné z: doi:10.1206/910.1

10. COCHRAN, D. M., 1961. Type Specimens of Reptiles and Amphibians in the U.S. National Museum. *Bulletin of the United States National Museum* [online]. 1–291 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5479/si.03629236.220>

11. KUCHARZEWSKI, Ch., A. KWET, J. HALLERMANN a A. GUTSCHE, 2007. Historical Collections of Amphibians and Reptiles from Brazil by WILHELM EHRHARDT, Deposited at the Zoological Museum of the University of Hamburg. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* [online]. **104**, 175-194. ISSN 0072 9612. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/301565918_Historical_Collections_of_Amphibians_and_Reptiles_from_Brazil_by_WILHELM_EHRHARDT_Deposited_at_the_Zoological_Museum_of_the_University_of_Hamburg

12. Herpetology Collection, c2022. *Hamburg.leibniz-lib.de* [online]. Hamburg: Leibniz Institute for the Analysis of Biodiversity Change [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://hamburg.leibniz-lib.de/en/sammlungen/zoologie/herpetologie.html>

13. HALLERMANN, J., 2020. An annotated list of reptiles and amphibians from the 1905 Hamburg expedition to southwest Australia deposited in the Zoological Museum Hamburg. *Evolutionary Systematics* [online]. **4**(2), 61-70 [cit. 2022-11-19]. ISSN 2535-0730. Dostupné z: doi:10.3897/evolsyst.4.52270

14. Herpetology collections, b. r. *Www.nhm.ac.uk* [online]. London: The Natural History Museum, London [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/collections/zoology-collections/herpetology-collections.html>

15. INEICH, I., I. V. DORONIN, M. CHEYLAN a P. D. CAMPBELL, 2019. Additional data on the herpetological collection of Louis Amédée Lantz (1886–1953), with emphasis on specimens in the Natural History Museum,

London. *Zootaxa* [online]. **4638**(1), 95-113 [cit. 2022-11-19]. ISSN 1175-5334. Dostupné z: doi:10.11646/zootaxa.4638.1.4

16. BAQUEDANO, E., J. L. ARSUAGA, A. PÉREZ-GONZÁLEZ, C. LAPLANA, B. MÁRQUEZ, R. HUGUET, S. GÓMEZ-SOLER, L. VILLAESCUSA, M. Á. GALINDO-PELLICENA, et al., 2023. A symbolic Neanderthal accumulation of large herbivore crania. *Nature Human Behaviour* [online]. ISSN 2397-3374. Dostupné z: doi:10.1038/s41562-022-01503-7

17. PÉQUIGNOT, A., 2006. The History of Taxidermy: Clues for Preservation [online]. 1-12 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Amandine-Pequignot/publication/260532773_The_History_of_Taxidermy_Clues_for_Preservation/links/00b7d53184055779cf000000/The-History-of-Taxidermy-Clues-for-Preservation.pdf

18. ANDREWS, C., 1998. *Egyptian Mummies* [online]. 2nd edition. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. ISBN 0-674-01391-3. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=RxOKmuZUeM4C&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

19. KNAPÍK, J., 2012. *Vademecum muzeologie*. Opava: Slezská univerzita v Opavě. ISBN 978-807-2488-117.

20. SHAFFER, H. B., R. N. FISHER a C. DAVIDSON, 1998. The role of natural history collections in documenting species declines: Lecture Notes from the 2nd ERCOFTAC Summerschool held in Stockholm, 10-16 June, 1998 [online]. 1999, 13(1), 27-30 [cit. 2023-02-26]. ISSN 01695347. Dostupné z: doi:10.1016/S0169-5347(97)01177-4

21. LANE, M. A., 1996. Roles of Natural History Collections. *Annals of the Missouri Botanical Garden* [online]. 83(4). ISSN 00266493. Dostupné z: doi:10.2307/2399994

22. ECHARRI, F., 2022. The metamuseum as the future of the museum institution?. *Museologica Brunensia* [online] (1), 4-9. ISSN 1805-4722. Dostupné z: doi:10.5817/MuB2022-1-1
23. LIPS, K. R., 2011. Museum collections: Mining the past to manage the future. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 108(23), 9323-9324. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1107246108
24. SHEDLOCK, A. M., M. G. HAYGOOD, T. W. PIETSCH a P. BENTZEN, 1997. Enhanced DNA Extraction and PCR Amplification of Mitochondrial Genes from Formalin-Fixed Museum Specimens. *BioTechniques* [online]. 22(3), 394-400. ISSN 0736-6205. Dostupné z: doi:10.2144/97223bm03
25. BROWNE, M., 1896. *Artistic and scientific taxidermy and modelling; a manual of instruction in the methods of preserving and reproducing the correct form of all natural objects, including a chapter on the modelling of foliage* [online]. Dostupné z: doi:10.5962/bhl.title.55097
26. EDWARDS, K., 1992. *The Breakthrough: Reptile and Amphibian Taxidermy Manual*. Monroe: B. Publications. ISBN 0-925245-11-9.
27. PISANI, G. R., 1977. *Preservation Techniques for Amphibians and Reptiles*. 2nd printing. Lawrence (Kansas): University of Kansas.
28. PRZIC, D., N. RUZIC a S. PETROVIC, 2004. Lyophilization: The process and industrial use. *Hemijska industrija* [online]. 58(12), 552-562. ISSN 0367-598X. Dostupné z: doi:10.2298/HEMIND0412552P
29. PISANO, R., A. ARSICCIO, L. C. CAPOZZI a B. L. TROUT, 2019. Achieving continuous manufacturing in lyophilization: Technologies and approaches.

European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics [online]. 142, 265-279. ISSN 09396411. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejpb.2019.06.027

30. KUMAR, G. P., N. P. PRASHANTH a B. Ch. KUMARI, 2011. Fundamentals and Applications of Lyophilization. *Journal of Advanced Pharmaceutical Research* [online]. 2011, (2), 1-13. ISSN 2229-3787.
31. CARNALL, M., c2017. Life, stilled. UCL [online]. London, 2013 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://blogs.ucl.ac.uk/museums/2013/07/09/life-stilled/>
32. Freeze dried frog dissection, 2013. In: UCL [online]. London, 2013 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://blogs.ucl.ac.uk/museums/2013/07/09/life-stilled/>
33. PASHAEI, S., 2010. A Brief Review on the History, Methods and Applications of Plastination. *Int. J. Morphol.* [online]. 2010, 28(4), 1-6. ISSN 1075-1079. Dostupné z: <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v28n4/art14.pdf>
34. RANGANATHAN, P., Plastination poster [online]. In: 2022, s. 1. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/362861381_plastination_poster
35. SINGH, N., A. CHAUDHARY, S. NAIR a S. KUMAR, 2015. Non-Perishable Museum Specimens: Redefined Plastination Technique. *Journal of Plastination* [online]. 27(2). ISSN 23117761. Dostupné z: doi:10.56507/BRET3411
36. LATORRE, R., D. BAINBRIDGE, A. TAVERNOR a O. LÓPEZ ALBORS, 2016. Plastination in Anatomy Learning: An Experience at Cambridge University. *Journal of Veterinary Medical Education* [online]. 43(3), 226-234. ISSN 0748-321X. Dostupné z: doi:10.3138/jvme.0715-113R1
37. NEGOITA, C., N. CRISTACHE a M. BODOR, 2016. The Epoxy Resin-History and Perspectives. *Materiale Plastice* [online]. 2016, 58(3), 1-9. Dostupné z:

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Epoxy-Resin-History-and-Perspectives-Negoita-Cristache/eea7b2cc8efbe71ccbc514a2f50837d31aaa751f>

38. GANNON, J. A., 1987. History and Development of Epoxy Resins. High Performance Polymers: Their Origin and Development [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986, 299-307. ISBN 978-94-011-7075-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-94-011-7073-4_29

39. SABA, N., M. JAWAID, O. Y ALOTHMAN, M. PARIDAH a A. HASSAN, 2016. Recent advances in epoxy resin, natural fiber-reinforced epoxy composites and their applications. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* [online]. 35(6), 447-470. ISSN 0731-6844. Dostupné z: doi:10.1177/0731684415618459

40. THAMILSELVAN, S., H. J. SHERLIN, G JAYARAJ, K. R. DON a A. SANTHANAM, 2021. Preservation of Museum Specimens with Epoxy Resin – A Dry Preservation Technique. *Oral Maxillofac Pathol J* [online]. 2021, 12(1), 14-17. Dostupné z: <https://ompj.org/files/article%203-167707877ba4aaf769e8abfb726a230680293755.pdf>

41. Animal inside out, c2023. *Body Worlds* [online]. Körperwelten [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://bodyworlds.com/exhibitions/animals/>

42. PubChem, b. r. *National library of medicine* [online]. Bethesda (Maryland): National library of medicine. [cit. 2023-03-04] Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/712#section=GHS-Classification>

43. www.globalsources.com, c2023. In: *Global Sources* [online]. China (Mainland): Zhengzhou MeiWo Science & Technology [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: https://www.globalsources.com/product/frog-dissection_1176971279f.htm

44. SHERIDAN, J., c2023. Is this what they call overkill?: Toxin and venom in the herp world. In: *Carnegiemnh* [online]. Pittsburgh: Carnegie Museums Of Pittsburgh [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://carnegiemnh.org/is-this-what-they-call-overkill-toxin-and-venom-in-the-herp-world/>
45. www.entomoresin.com, b. r. In: *Entomoresin* [online]. Entomoresin [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <http://www.entomoresin.com/rhacophorus.html>
46. Taxidermy Techniques, c2022. *Nhm-wien* [online]. Wien: Naturhistorisches Museum Wien [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: https://www.nhm-wien.ac.at/en/research/1_zoology Vertebrates/zoological_preparation_unit/taxidermy_techniques
47. Laboratoř plastinace HT109, 2021. In: *FLD* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <https://www.fld.czu.cz/cs/r-6826-veda-a-vyzkum/r-18133-vyzkumny-profil-fld/r-18138-laboratore/r-18177-laborator-plastinace-ht109>

10 Seznam obrázků

Obrázek 1: Příklad středověkého kabinetu kuriozit převzato z (Kilroy-Ewbank, 2019).	13
Obrázek 2: Příklad mokrého preparátu převzato z (Sheridan, 2023).	16
Obrázek 3: Nejstarší dochované dermoplastické preparáty žab, převzato z (Bauer, 2013).	20
Obrázek 4: Opora preparátů ze tří drátů (vlastní tvorba).....	21
Obrázek 5: Příklad lyofilizovaného preparátu, převzato z (Carnall, 2013).	24
Obrázek 6: Příklad plastinované žáby, převzato z www.globalsources.com	26
Obrázek 7: Příklad preparátu v pryskyřici, převzato z www.entomoresin.com	28
Obrázek 8: Preparát před dobarvením, hřbetní strana, vlastní tvorba	30
Obrázek 9: Preparát po dobarvení, hřbetní strana, vlastní tvorba.....	30
Obrázek 10: Preparát před a po dobarvení, břišní strana, vlastní tvorba	31
Obrázek 11: Preparát před a po dobarvení, hlava, vlastní tvorba	31
Obrázek 12: Mrazící kádě plastinátoru, převzato z (Laboratoř plastinace HT109, 2021).	33
Obrázek 13: Polohování preparátů, vlastní tvorba.....	34
Obrázek 14: Hotové preparáty v lyofilizátoru, vlastní tvorba	36
Obrázek 15: Napolohované žáby před vložením do formolu, vlastní tvorba	38
Obrázek 16: Dermoplastický preparát, celý, vlastní tvorba.....	41
Obrázek 17: Dermoplastický preparát, hřbet, vlastní tvorba	41
Obrázek 18: Dermoplastický preparát, hlava, vlastní tvorba.....	41
Obrázek 19: Plastinát pulce, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba.....	42
Obrázek 20: Plastinát juvenilního jedince, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba.....	42
Obrázek 21: Plastinát dospělého 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	43
Obrázek 22: Plastinát dospělého 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	43

Obrázek 23: Plastinát dospělé 3, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	43
Obrázek 24: Lyofilizát dospělé nedobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba...	44
Obrázek 25: Lyofilizát dospělé dobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba.....	44
Obrázek 26: Lyofilizát pulce, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba.....	44
Obrázek 27: Lyofilizát juvenilního jedince, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba.....	45
Obrázek 28: Dospělec sušený mrazem nedobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	46
Obrázek 29: Dospělec sušený mrazem dobarvený, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	46
Obrázek 30: Juvenilní jedinec sušený mrazem 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	46
Obrázek 31: Juvenilní jedinec sušený mrazem 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	47
Obrázek 32: Pulec sušený mrazem 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	47
Obrázek 33: Pulec sušený mrazem 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	47
Obrázek 34: Dospělec zalitý v pryskyřici 1, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	48
Obrázek 35: Dospělec zalitý v pryskyřici 2, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	48
Obrázek 36: Dospělec zalitý v pryskyřici 3, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	48
Obrázek 37: Vývojová stádia zalitá v pryskyřici, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	49
Obrázek 38: Vývojová stádia zalitá v pryskyřici, hřbetní a břišní strana, vlastní tvorba	49
Obrázek 39: Tekutinový preparát vývojových stádií, vlastní tvorba.....	50
Obrázek 40: Tekutinový preparát dospělé, vlastní tvorba	50

11 Seznam tabulek

Tabulka 1: Dospělci (vlastní tvorba)	51
Tabulka 2: Vývojová stadia (vlastní tvorba).....	52