FORUM / 2020 / ROČ. X / Č. 1

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2020 / Vol. X / No. 1
Peer-reviewed open access journal

Chief editor: Ing. Alena Selucká
Editors: Mgr. Pavla Stöhrová, Mgr. Jana Fricová

Editorial Board:
Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial Board)
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.
Ing. Radka Šefců
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open acces since 2020 available for free
on https://mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr/
The journal is indexed and abstracted in EBSCO.

Published by:
Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic

Contact for communication:
fricova@tmbrno.cz / stohrova@tmbrno.cz / selucka@tmbrno.cz

© Technické muzeum v Brně, 2020
ISSN (Online) 2571-4384
ISBN (Print) 1805-0050

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

NÁVRH TECHNOLOGIE KONZERVOVÁNÍ SKELETU PLEJTVÁKA IN SITU

Ondřej Limpouch • Klára Drábková • Michal Ďurovič

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Ing. Ondřej Limpouch je studentem postgraduálního oboru Makromolekulární chemie na VŠCHT Praha a absolventem studijního programu Technologie konzervování a restaurování tamtéž. (limpouco@vscht.cz)

Konzervování kosterních preparátů nacházejících se ve sbírkách některých muzeí je velmi obtížným procesem, obzvlášť jedná-li se o kostry velkých mořských savců. Největším problémem s kostrami mořských savců je velký obsah tuku v kostech. Tento tuk postupně degraduje a vyvěrá na povrch kostí. V našich muzeích se kostry mořských savců vyskytují jen výjimečně, což je nejspíš hlavním důvodem, proč o možnostech konzervování nepojednává žádná tuzemská publikace. V zahraničních zdrojích se jako možnost konzervování těchto objektů zmiňuje pouze použití maceračních lázní, což je velmi časově, ekonomicky a hlavně ekologicky náročný proces. Z tohoto důvodu byla testována možnost očištění a odmaštění kostí pomocí obkladů napuštěných různými roztoky organických rozpouštědel anebo amoniakem. Nejprve byla testována rozpustnost degradovaného velrybího tuku. Účinnost vybraných rozpouštědel byla ověřena mapováním pomocí IR spektrometrie. V další fázi byly vybrané roztoky rozpouštědel testovány na reálných znečištěných velrybích kostech. I když nelze kosti žádným z testovaných postupů dokonale vyčistit a dosáhnout kurátory žádaného vybělení kostí kvůli jejich porézní struktuře, je tento postup relativně rychlý a snadno proveditelný s minimálními zdravotními riziky. Dále se tímto otevírá možnost konzervování kostry bez nutnosti jejího rozebírání a přemisťování.
Klíčová slova: kostra, mořští savci, plejtvák malý, tukové kosti, očištění, odmaštění, in situ, obklady, rouzpoštědla, odmašťující roztoky

THE TECHNOLOGY OF IN SITU CONSERVATION OF A MINKE WHALE SKELETON The conservation of skeleton exhibits, situated in some museum collections, is a challenging process especially if we want to conserve skeletons of colossal marine mammals, like whales. The greatest problem is a big amount of saturated whale fat in the structure of bones which degrades and then gradually comes out to the bone surface. The occurrence of marine mammal skeletons is rare in the Czech museums. This fact is probably the reason for absence of any publication in the Czech language dealing with conservation of fatty bones. Foreign literature sources only mention usage of maceration baths. However, this practice is time-consuming, expensive and non-ecological. That is the reason for examining the possibilities of purification and degreasing of bones by poultices with the content of solutions of organic solvents or ammonia. At first, the solubility of films of degraded whale fat was tested. Subsequently, selected purified fat films were tested for checking and comparison of the purification effectivity by IR mapping. In the next phase, solutions of solvents for degreasing were tested on real whale bones. Though it is impossible to achieve a perfect purifying and blanching of the bones because of their porous structure, the use of this method for degreasing of fatty bones is possible. This method is fast, cheap, without substantial risks and with a satisfactory result. This method enables conservation of large skeletons without their dismantling.
Key words: skeleton, marine mammal, minke whale, fatty bones, cleaning, degreasing, in situ, poultices, solvents, degreasing solutions

Obr. 1 *Kostra plejtváka malého ve sbírkách Anatomického ústavu 1. LF UK / The Skeleton of minke whale in collection of the Institute of Anatomy of the First Faculty of Medicine, Charles University*

V našich muzeích se, s výjimkou specializovaných sbírek, nacházejí kosterní preparáty velmi zřídka. Ve většině případů se jedná o skelety menších savců, ptáků nebo plazů. Výjimečně se však můžeme ve sbírkách setkat i s kosterními preparáty mořských savců, které jsou unikátní nejen díky jejich původu a rozměrům, ale také samotnou strukturou kostí uzpůsobenou životu pod mořskou hladinou. V minulosti byly preparáty připravovány mechanickým odstraněním měkkých tkání ze skeletu a poté několikaměsíčním až několikaletým macerováním ve vhodné lázni (v závislosti na velikosti kostry) odmašťovány. Účelem použití maceračních lázní bylo odstranění tuku obsaženého v porézní struktuře kostí. Samotný proces macerace je velmi zdlouhavý a je doprovázen velmi intenzivním zápachem rozkládajících se tkání vlivem přítomných bakterií. Dnes je většina historických kosterních preparátů velkých mořských savců pokryta prosakujícím degradovaným tukem z důvodu původní nedokonalé macerace. Dříve byly macerace prováděny v halách nacházejících se v okrajových částech měst, protože si obyvatelé stěžovali na nesnesitelný zápach. Z tohoto důvodu byl často proces macerace velkých preparátů přerušen a nedošlo tak k úplnému odstranění tuku z kostí. Většina takovýchto kosterních exponátů na našem území byla zařazena do sbírek na přelomu 19. a 20. století. Od té doby postupně dochází k degradaci tuku uvnitř kostí a degradační produkty vytékají na jejich povrch. Problematika s degradovaným tukem na povrchu kostí mořských savců je tedy čím dál tím více aktuální. Degradační produkty triacylglycerolů sice samotnou kostru neohrožují, nicméně nepůsobí esteticky. Proces macerace je logisticky, ekonomicky, ekologicky a hlavně časově velmi náročný. Protože zajištění dostatečně velké nádrže, do které by se vešla celá složená kostra, je velmi náročné, téměř vždy dochází k jejímu rozebrání. Z těchto důvodů byl hledán rychlý způsob konzervování kostry *in situ* za použití běžně dostupných látek bez nutnosti manipulace s exponátem a s minimálním zdravotním rizikem. Důvodem pro vytvoření této metodiky byla žádost Anatomického ústavu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, v jehož sbírkách se takto znečištěná kostra plejtváka malého nachází.

TEORIE

Kosti velkých mořských savců

Kosti mořských savců se od kostí savců suchozemských příliš neliší. Kosti všech savců se skládají z látek anorganických (67 %) a organických (33 %), které dohromady tvoří kompozitní strukturu. Z anorganických látek je zdaleka nejvýznamnější kostní minerál hydroxyapatit $Ca_5(PO_4)_3(OH)$, který dává kosti zejména pevnost. Kolem 90 % všech organických látek je v kostech zastoupeno kolagenem, který usnadňuje růst a opravu kostí a také je strukturní jednotkou všech chrupavek [Perrin, 2002].

Kosti dělíme podle tvaru na dlouhé, krátké a ploché. Ve vnitřní stavbě kostí můžeme rozlišovat dvě struktury: spongiózní (houbovitou) a kompaktní (lamelární). U dlouhých kostí rozlišujeme okrajové části, které se označují jako epifýza a střední část diafýza. V oblastech epifýzy převažuje struktura spongiózní, která je chráněna vrstvou kompaktní kosti, naopak v oblasti diafýzy je většina kostní hmoty tvořena kompaktní kostí okolo jádra tvořeného žlutým morkem. U krátkých a plochých kostí převažuje spongiózní struktura chráněná vrstvou kompaktní kosti [Perrin, 2002]. Na povrch kostí ústí kanálky určené pro krevní cévy. Kosti mořských savců v porovnání s kostmi savců suchozemských obsahují výrazně větší podíl spongiózní struktury, a tím dosahují nižší hustoty. Je to z důvodu zvětšení vztlakové síly působící na těla velryb, zároveň se spongiózní struktura využívá mimo jiné jako místo uložení zásobního tuku [Aboe, 2013].

Velrybí tuk

Tuk velryb, stejně tak jako u všech ostatních savců, je tvořen triacylglyceroly vyšších mastných kyselin. Z mastných kyselin se jedná zejména o kyseliny se sudým počtem uhlíkových atomů a s délkou uhlíkatého řetězce 14–22 atomů C [Turner-Walker, 2012]. Počet násobných vazeb obsažených v mastných kyselinách ovlivňuje skupenství tuku za laboratorní teploty. Jedná-li se pouze o kyseliny nasycené (tj. bez dvojných vazeb) dochází v tuku k uspořádávání řetězců a tvorbě semikrystalické struktury s vyšší teplotou varu než je laboratorní teplota, proto jsou takové tuky pevné. Rostoucí počet dvojných vazeb v řetězcích mastných kyselin znemožňuje jejich uspořádání, klesá teplota varu. Získáváme tak viskózní, až tekuté tuky [McMurry, 2007]. Většina tuku obsažená v těle kytovců je viskózní a podíl pevných tuků nepřesahuje 25 %. Tuk v tělech kytovců je uložen nejen pod pokožkou a kolem orgánů ale také v kostech. Rozložení tuku v kostech není rovnoměrné, nejvíce tuku se nachází v ocasních obratlích, v lebečním zobanu, v hřebenech lopatek, v ploutvích a ve spodní části žeber [Aboe, 2013].

Proces preparace kostry spočívá nejprve v mechanickém odstranění měkkých tkání, během kterého je skelet nahrubo očištěn. Zbytky tkání a tuku jsou dále odstraňovány za pomoci maceračních lázní. V případě nedokonalého macerování však zůstává část pevného tuku zachována ve spongiózní struktuře kostí, kde tuk postupně degraduje.

Degradace tuků

Tuky obecně jsou velmi náchylné k hydrolýze esterových vazeb v triacylglycerolech, čímž dochází k uvolňování mastných kyselin, které vytékají na povrch kostí (Obr. 2). Tyto kyseliny pak mohou vázat vápník obsažený v kostech, vápenaté soli mastných kyselin jsou jen obtížně odstranitelné z povrchu kosti. Dále mohou volné kyseliny reagovat s dalšími degradačními produkty za vzniku obtížně odstranitelných vosků [Turner-Walker, 2012].

Obr. 2 Ocasní obratle zašpiněné prosakujícím tukem / Greasy caudal vertebrae

EXPERIMENT

Experiment byl rozdělen do několika částí:

1. Průzkum (mikrobiologický průzkum,[1] analýza odebraných vzorků pomocí IR spektroskopie)
2. Test rozpustnosti degradovaného velrybího tuku
3. Test účinnosti odstranitelnosti velrybího tuku z reálné velrybí kosti
4. Sjednocení vzhledu povrchu kosti

Mikrobiologický průzkum a infračervená spektrometrie

Za účelem mikrobiologického průzkumu byly odebrány dva stěry z kostry plejtváka malého umístěného ve sbírce Anatomického ústavu 1. LF UK. První stěr byl odebrán z trnového výběžku 24. obratle a druhý ze spodní strany lebky. Ke kultivaci stěrů došlo v pufrované peptonové vodě při 30 °C po dobu 10 dnů.

Dále byly odebrány vzorky hnědé viskózní vrstvy z ocasních obratlů, šedé skvrny nalezené na spodní straně hrudních obratlů a lepidlo použité v minulosti na přilepení odpadávající ploutve. Již z prvotního průzkumu odebrané viskózní vrstvy je patrná heterogenita viskózní vrstvy, což je způsobeno různým stářím jeho degradačních produktů. Ve většině případů je tuk velmi viskózní, ale v některých případech se jedná o pevnou křehkou látku. Analýza vzorků viskózní tukové vrstvy byla provedena na FTIR mikroskopu Nicolet iN10v transflektančním režimu s kapalným dusíkem chlazeným MCT-A detektorem s počtem akumulací spekter 128 a rozlišením 4 cm^{-1}. Pevné vzorky šedé skvrny a lepidla byly analyzovány na FTIR spektrometru Nicolet iZ10 v ATR režimu (diamantový krystal) a kapalným dusíkem chlazeným MCT-A detektorem. Parametry měření: počet akumulací spekter 64, rozlišení 4 cm^{-1}.

Test rozpustnosti tuku

Pro test rozpustnosti byly na ocelových destičkách připraveny filmy o ploše 1 cm^2 z tuku odebraného z kostry plejtváka malého. Dále bylo vybráno 8 čisticích roztoků: 5% vodný roztok amoniaku (Penta), 4% vodný roztok SDS (dodecylsíran sodný, Sigma Aldrich), cyklohexan (p.a., Penta), xylen (p.a., Penta), xylenová mikroemulze (87,1 % voda, 3,9 % SDS, 6,5 % pentan-1-ol, 2,5 % xylen), 80% vodný roztok isopropanolu (p.a., Penta), aceton (p.a., Penta) a směs Aceton/EtOH/H_2O (směs acetonu, ethanolu a destilované vody v poměru 1 : 1 : 1). Účinnost roztoků byla testována formou obkladů. Obklad byl tvořen vrstvou z filtračního papíru, 8 vrstev buničiny a opět filtračního papíru, doba působení 30 a 60 minut v uzavřených Petriho miskách kvůli omezení odparu rozpouštědel. Po odstranění obkladů byly zbytky filmů tuku opláchnuty vodou a vysušeny. Test rozpustnosti byl vyhodnocován na základě změny hmotnosti filmu před a po expozici obkladu.

Po provedení testu rozpustnosti byly vybrané ocelové destičky s odstraněnými tukovými filmy podrobeny mapování pomocí infračervené spektroskopie za účelem ověření efektivity čištění a vzájemného porovnání.

Testy na reálné kosti

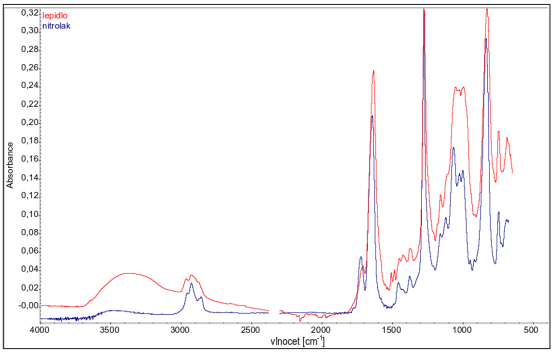
Pro testy čtyř vybraných roztoků byly zapůjčeny pánevní kosti plejtváka malého.[2] Roztoky acetonu, isopropanolu a směsi aceton/EtOH/H_2O byly vybrány na základě nejvyšší účinnosti a roztok xylenové emulze byl vybrán s ohledem na bezpečnost práce. Každý z roztoků byl testován na dvou oblastech kosti lišících se charakterem povrchu. V rozšířených částech pánevních kostí je povrch velmi porézní, zatímco v zúžených částech je povrch kompaktní. Fotodokumentace průběhu čištění byla prováděna ve viditelném a UV světle. Experimentálně bylo zjištěno, že v UV světle sice nedochází k fluorescenci zdegradovaného tuku, ale že vyvolává fluorescenci v čistém povrchu kosti, takže lze v této části spektra sledovat efektivitu odstranění vrstvy tuku. V první fázi byla vybraná místa zakryta pruhy bavlněné látky napuštěné jednotlivými roztoky a takto připravené obklady byly obaleny hliníkovou fólií, aby se omezilo odpařování rozpouštědel. Obklady byly v kontaktu s povrchem kostí po dobu 60 minut. Po odstranění obkladů byly kosti ponechány v digestoři, kvůli odpaření rozpouštědel, a následně fotograficky zdokumentovány. V druhé fázi byly opět aplikovány obklady po dobu 60 minut s následným mechanickým čištěním. Mechanické čištění bylo provedeno zakrácenými štětci namáčenými v jednotlivých roztocích rozpouštědel. Během mechanického čištění byly odsávány nečistoty z povrchu kosti bavlněným hadříkem. Na závěr byly kosti pozvolna vysušeny v digestoři.

Sjednocení vzhledu povrchu kosti

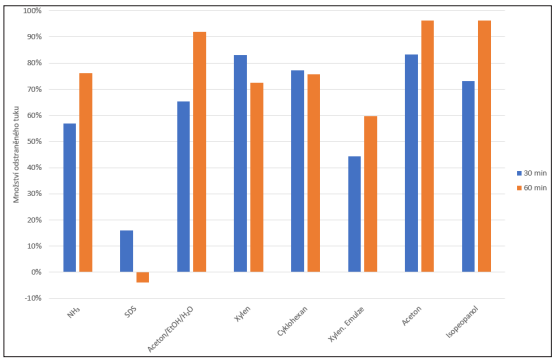
Jelikož se jedná o součást exponátu, bylo nutné vzhled kostí sjednotit. Pro sjednocení vzhledu byl vybrán nejvhodnější z testovaných roztoků. Postup sjednocení vzhledu částečně kopíruje testy na reálné kosti s tím rozdílem, že po odnětí obkladů byla kost přímo mechanicky čištěna zakráceným štětcem namočeným v čisticím roztoku a tento postup byl ještě jednou zopakován.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Po kultivaci odebraných stěrů nebylo nalezeno plísňové ani bakteriální napadení, proto nebyla nutná dezinfekce zkušebních vzorků a zapůjčených kostí. Pomocí infračervené mikroskopie byla ve vzorku viskózní vrstvy zjištěna přítomnost směsi volných mastných kyselin. Šedé šmouhy byly na základě porovnání se spektry databáze určeny jako směs jílu a křídy. Znečištění touto směsí bylo nejspíš způsobeno odložením buď do připraveného lože anebo přímo na zem při poslední manipulaci s kostrou, jelikož se tyto šmouhy nacházejí převážně na spodních stranách kostí nebo na jejich plochách. Na lepené spoje bylo dle výsledků analýzy použito pojivo na bázi nitrocelulózy (Obr. 3). Ze získaných výsledků testů rozpustnosti (Obr. 4) je ve většině případů patrná vyšší účinnost použitých roztoků po delší expozici obkladů. Při dvojnásobné expozici se účinnost zvýšila u jednotlivých rozpouštědel o 16–42 %. Výjimkami jsou nepolární rozpouštědla xylen a cyklohexan, kde se vliv delší expozice buď neprojevil anebo se projevil negativně. Pokles účinnosti s delší expozicí u xylenu by mohl být způsobený vyšším obsahem více degradovaného pevného tuku ve vzorku, který se hůře rozpouští. Po použití roztoku SDS nebylo možné ověřit trend z důvodu přilepení části obkladu k filmu. Nejvhodnějším roztokem se jeví směs aceton/EtOH/H_2O, aceton a isopropanol, která po 60 minutách odstranila přes 90 % hmotnosti původního tukového filmu.

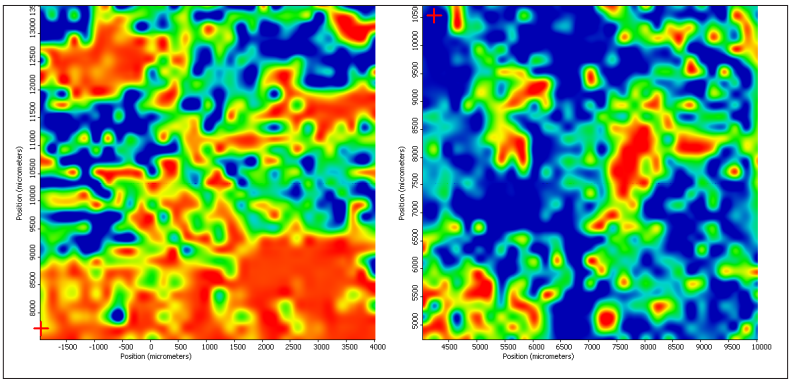


Obr. 3 *Porovnání spekter lepidla(červená) a nitrolaku (modrá)* *Comparison spectra of adhesive (red) and mitrocellulose lacquer (blue)*



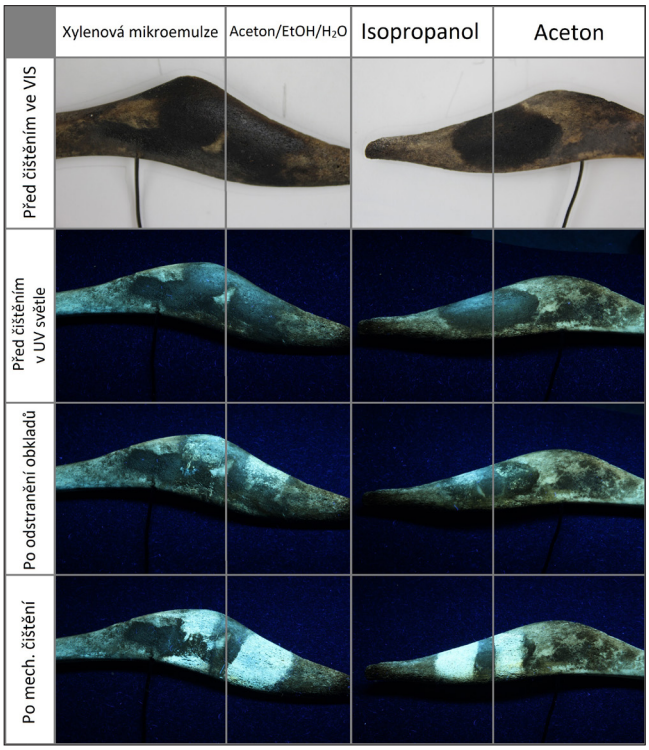
Obr. 4 *Výsledky testů rozpustnosti tukových filmů po 30 a 60 minutách působení obkladů s rozpouštědly / Results of the solution tests of fatty films after 30 and 60 minutes action of poultices with solvent solutions*

Výsledky získané z IR mapování vybraných zbytků tukových filmů po 60 minutové expozici obkladů s čisticími roztoky (Obr. 5) korespondují s výsledky získanými pomocí gravimetrické analýzy. Ani v jednom případě se však nepodařilo odstranit veškerý tuk z ocelové destičky. Při porovnání IR map po čištění roztokem směsi aceton/EtOH/H_2O a pouze acetonem, je patrný rozdíl v tloušťce tukové vrstvy, která na ocelových destičkách zůstala po odstranění obkladů. Na první pohled je zřejmé, že v acetonu se tukový film rozpouštěl lépe. Tyto výsledky je však nutné dát do kontextu se vzhledem filmů po odstranění obkladů. U filmu, kde byl použit pouze aceton, došlo k výraznému rozmytí části rozpuštěného tuku do okolí původního filmu. Při použití směsi aceton/EtOH/H_2O došlo pouze k nasátí rozpuštěného tuku do obkladu.



Obr. 5 *IR mapy filmů po 60 minutách působení směsi aceton/EtOH/H_2O (vlevo) a acetonu (vpravo). Množství tuku se zvyšuje od modré po červenou barvu / IR maps of fatty films after 60 minutes mixture acetone/EtOH/H_2O (left) and acetone (right) exposition. Amount of fat is increasing on the scale form blue to red color*

Pro aplikaci na reálné kosti byly na základě předešlých experimentů vybrány roztoky acetonu, isopropanolu, směsi aceton/EtOH/H_2O a dále kvůli minimálním zdravotním rizikům xylenová mikroemulze (Obr. 6). Po odstranění obkladů byla největší změna pozorována na části čištěné isopropanolem. V místě kontaktu s povrchem kosti se vytvořila bílá skvrna, po jejímž bližším prozkoumání bylo patrné, že se jedná o vrstvu reakčních produktů tuku s isopropanolem. Tyto produkty se však nepodařilo blíže určit (Obr. 7). U ostatních čisticích roztoků byly patrné pouze malé změny vzhledu povrchu. Po opětovné aplikaci obkladu s následným mechanickým čištěním pomocí zakráceného štětce se podařilo odstranit veškeré povrchové nečistoty s výjimkou xylenové mikroemulze, kterou se podařilo částečně vyčistit pouze méně znečištěná místa. Pro závěrečné sjednocení vzhledu povrchu kostí byl zvolen roztok směsi aceton/EtOH/H_2O pro svou velkou účinnost a relativně bezpečnou manipulaci. Při závěrečném čištění byl zvolen téměř stejný postup jako při testování roztoků na reálné kosti s tím rozdílem, že byla vynechána fáze testování vlivu samotného obkladu bez mechanického čištění. Fáze s mechanickým čištěním byla provedena dvakrát (Obr. 8). Pro dosažení lepšího výsledku lze opakovat vícekrát.



Obr. 6 *Průběh čištění na znečištěné kosti před čištěním ve VIS, před čištěním v UV světle, po odstranění 60 minut působících obkladů a po 60 minutách působení obkladů s následným mechanickým čištěním / Bone degreasing progress. Bones before degreasing in VIS, bones before degreasing in UV light, bone after 60 min. poultices exposure, bones after 60 min. poultices exposure poultices and mechanical cleaning*

Obr. 8 *Pánevní kosti plejtváka malého před a po čištění roztokem aceton/EtOH/H_2O / The pelvic bones of minke whale before and after degreasing by solution acetone/EtOH/H_2O*

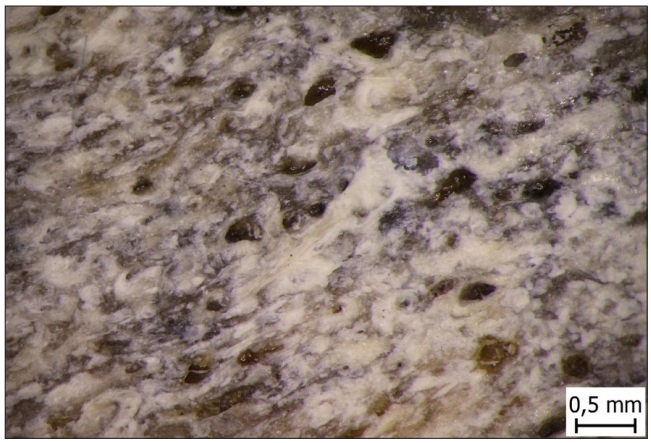
ZÁVĚR

Konzervování kosterních exponátů velkých mořských savců je náročný proces, se kterým se musí potýkat přírodovědně zaměřená muzea po celém světě. Ne každé muzeum má finanční možnosti a prostory na přípravu maceračních lázní, proto byla podrobněji zkoumána možnost provádět čištění a odmašťování *in situ*. Během experimentů byl potvrzen předpoklad dobrého rozpouštění volných mastných kyselin v roztocích polárních organických rozpouštědel. Pro samotné čištění kostí se jeví jako nejvhodnější z testovaných rozpouštědel roztok směsi aceton/EtOH/H_2O díky velké účinnosti, snadné manipulaci, dostupnosti a nízkým pořizovacím nákladům. Aby byl účinek čištění uspokojivý, je nutné čistění provést minimálně dvakrát. Pomocí obkladů dochází k rozpuštění pouze povrchové vrstvy tuků nikoliv tuků uvnitř kosti, proto není tento postup konzervování jednorázovým zásahem do exponátu. K degradaci tuku uvnitř kosti bude docházet stále a celý konzervační postup bude nutné v budoucnu opakovat. Z tohoto důvodu nedoporučuji žádnou povrchovou úpravu kosti, aby nedošlo k uzavření jejího povrchu. Výhodou tohoto postupu oproti maceraci je výrazně rychlejší provedení, větší šetrnost k předmětu, možnost individuálního přístupu k jednotlivým částem kosti v závislosti na míře znečištění a menší ekologické zatížení okolí.

POZNÁMKY

[1] Kultivaci a mikrobiologický průzkum zajistila prof. Ing. Kateřina Demnerová, CSc. z ústavu Biochemie a mikrobiologie, VŠCHT Praha.

[2] Pánevní kosti pro experimentální část byly zapůjčeny Anatomickým ústavem 1. LF UK.



Obr. 7 *Bílá vrstva vzniklá po interakci zdegradovaného tuku s roztokem isopropanolu / White fatty layer created by interaction of degraded fat with isopropanol solution*

LITERATURA

- ABOE, Gemma. Down to the Bone. *Once in the whale* [online]. Oxford: Oxford University Museum of Natural History, 3. 6. 2013 [cit. 14. 1. 2019]. Dostupné z: https://onceinawhale.com/2013/06/03/down-to-the-bone/
- MCMURRY, John. *Organická chemie*. Překlad 6. vydání. Praha: VUTIUM, 2007. ISBN 987-80-7080-637-1.
- PERRIN, William F., Bernd G. WÜRSIG a J. G. M. THEWISSEN. *Encyclopedia of marine mammals*. San Diego: Academic Press, 2002. ISBN 0125513402.
- TURNER-WALKER, Gordon. *The Removal of Fatty Residues from a Collection of Historic Whale Skeletons in Bergen: An Aqueous Approach to Degreasing* [online]. 2012 [cit. 14. 1. 2019]. DOI: 10.13140/2.1.1996.8969.