



Metodika dezinfekce fotografických materiálů s kolódiovou světlocitlivou vrstvou

Metodika Ministerstva kultury ČR NAKI II: „Biodiverzita černobílých fotografických a kinematografických materiálů v archivních fondech a metody jejich dezinfekce“
(DG18P02OVV062)

Barbora Mašek Benetková¹
Michal Ďurovič¹
Vítězslav Knotek¹
Ondřej Limpouch¹
Martina Nováková¹
Blanka Hnulíková²
Štěpánka Borýsková²
Hana Sýkorová³
Sabina Purkrtová³
Jana Kadavá³
Dana Savická³
Hana Stiborová³
Tereza Branyšová³
Kateřina Demnerová³

¹ – Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha

² – Národní archiv

³ – Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT Praha

Praha 2022

Obsah

Souhrn.....	3
Úvod	4
Identifikace historické fotografické techniky	5
Mikrobiologická kontaminace kolódiových pozitivů	7
Navržené postupy dezinfekce	8
Seznam publikací předcházejících metodice.....	10
Výběr použité související literatury.....	10
Příloha 1	12
Výběr vhodné dezinfekční metody	12
Testované vzorky.....	12
Výsledky měření.....	13
Závěr	16

Souhrn

Kolódiové fotografie jsou nedílnou součástí fondů sbírkových institucí. Existuje několik fotografických technik, při kterých bylo využíváno kolódia jako pojiva (emulzní vrstvy) světlocitlivých solí. Jedněmi z nich jsou lesklý a matný kolódiový pozitiv na papírové podložce s barytovou mezivrstvou. Jedná se o poměrně rozšířený typ fotografie, na který byla tato metodika zaměřena.

Dezinfekce fotografických materiálů je specifická zejména proto, že se jedná o směsný vrstevnatý materiál a je tedy potřeba zajistit, aby doporučená dezinfekční metoda nepoškodila žádný z nich. Dezinfekce však ze svého principu nějakým způsobem do struktury fotografie zasáhne, a proto je nejprve potřeba zjistit, zda je opravdu potřebná – správným mikrobiologickým odběrem, který zjistí do jaké míry a čím je objekt kontaminován.

V následujícím textu doporučujeme postup dezinfekce, který byl ověřen jak na laboratorních vzorcích, tak na historických kolódiových pozitivěch.

Úvod

Pod pojmem kolódium je označen nitrát celulózy, jehož hydroxylové skupiny celulózy jsou substituovány za nitro skupiny. Stupeň substituce je blízký hodnotě 2 a procentuální obsah dusíku cca 11,1 %.

Jako první kolódium coby pojivo světlocitlivé vrstvy ve fotografickém procesu představil roku 1851 sir Frederick Scott Archer a to v časopise Chemist. Od té doby prošly kolódiové fotografie intenzivním vývojem a jejich rozšířené použití můžeme zasadit zhruba do rozmezí let 1870–1930.

Původně byl používán pro fotografické pozitivy především albuminový papír. Tento byl postupně vytlačován novými technikami pozitivních materiálů, u kterých byla mezi papírovou podložku a světlocitlivou vrstvu přidána barytová mezivrstva (BaSO_4). Ta byla poprvé použita v roce 1865 u chloridových papírů s kolódiovou emulzí. Vyrobit je fotograf, vynálezce a autor mnoha publikací George Wharton Simpson (1824-1880). Historicky první kolódiové papírové pozitivy však navrhl již v roce 1853 Marc Gaudin (1804-1880). Gaudin svou kolódiovou emulzi nazval *fotogenová*. Konkrétní výrobky vytvořil G. Wharton Simpson v roce 1865. Jeho kolódiová emulze byla vázána na využití chloridů sodíku, selenu, stroncia a dalších kationtů. Papíry s barytovou vrstvou měly až třikrát vyšší citlivost vůči světlu, než do té doby používané albuminové papíry. V dalším vývoji se začaly zhotovovat kolódiové papíry s různou kombinací chloridů, které nabízely snímek s tonálními variacemi. Tyto papíry byly označovány jako aristotype. Prvním výrobcem byl německý chemik, fotochemik a tiskař Johann Baptist Obernetter (1840-1887), který je začal vyrábět v roce 1865. Později se v produkci aristotypů objevuje i americká společnost Jamestown z New Yorku. Kolódiové papíry byly populární ve Spojených státech až do první světové války. V Evropě je vyráběly především německé společnosti do konce třicátých let 20. století.

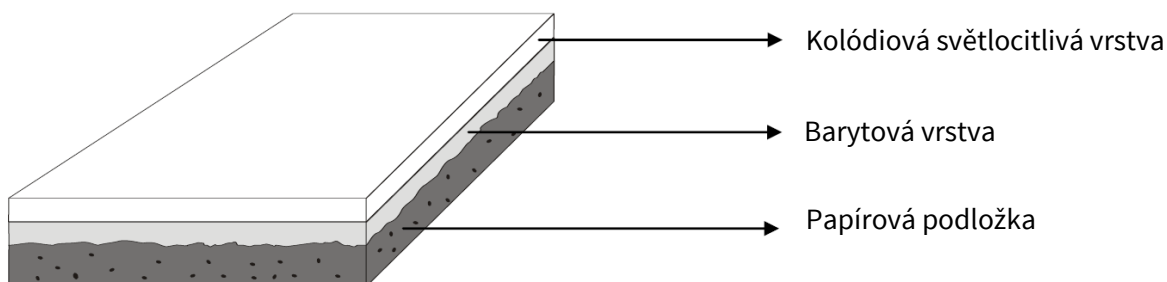
Nejrozšířenější využití kolódiových pozitivů však koresponduje až se zavedením úspěšného komerčního procesu výroby předpřipravených fotografických papírových podložek s kolódiovou emulzní vrstvou v polovině 80 let 19. století. Jednalo se o taktéž o papír s barytovou vrstvou a kolódiovou emulzní vrstvou obsahující světlocitlivou sůl (zde AgCl). Můžeme se setkat s přísadkou ricinového oleje či glycerolu do emulzní vrstvy a s tónováním ve zlatíci, platinovací či selenovací lázni. Původní povrchová úprava odpovídala vkusu 80. let a byla lesklá, čehož se docilovalo válcováním. Od 90. let 19. století došlo k rozšířené výrobě výše zmíněných fotografických podložek s kolódiovou světlocitlivou vrstvou ale v matné povrchové úpravě, připomínající vzhledově ekonomicky náročnější platinotypie. Matného vzhledu se docilovalo přidáváním škrobu do emulzní vrstvy.

Identifikace historické fotografické techniky

Aby bylo možné vybrat vhodný dezinfekční proces, je potřeba správně identifikovat kolódiové fotografie – v našem případě lesklé a matné kolódiové pozitivy na papírové podložce. Níže nabízíme přehled nejcharakterističtějších znaků obou variant spolu se schématem vrstevnaté struktury a ukázkami reálných historických pozitivů (Obrázek 1-3):

Lesklé kolódiové pozitivy – charakteristické znaky:

- Doba použití: zejména 1880–1925. Jelikož mají kolódiové papíry tendenci se deformovat, zejména kvůli rozdílným odezvám na relativní vlhkost vzduchu emulzní vrstvy a papírové podložky, bývají nalepeny na kartonových podložkách.
- Ze stejného důvodu se v emulzní vrstvě mohou objevit mikrotrhliny, pozorovatelné pod mikroskopem.
- Pod mikroskopem nelze pozorovat jednotlivé částice stříbra v obrazu.
- Tenká emulzní vrstva je náchylná na mechanické poškození (odření, poškrábání). Prosvítá pod ní intenzivně bílá barytová vrstva.
- Barytová vrstva je většinou silnější než u matné varianty, pod mikroskopem nepozorujeme v obrazu vlákna papíru.
- Iridizace – duhování na povrchu, viditelné při určitém úhlu dopadu světla.



Obr. 1 Schéma černobílého pozitivu s kolódiovou emulzní světlocitlivou vrstvou a barytovou mezivrstvou



Obr. 2 Ukázka černobílého lesklého pozitivu s kolódiovou emulzní světlocitlivou vrstvou a barytovou mezivrstvou

Matné kolódiové pozitivy – charakteristické znaky

- Doba použití: 1894–1925.
- Ještě stabilnější obraz než lesklé kolódiové pozitivy.
- Tenčí barytová vrstva než u lesklého typu, pod mikroskopem jsou v obraze viditelná vlákna papíru.



Obr. 3 Ukázka černobílého matného pozitivu s kolódiovou emulzní světlocitlivou vrstvou a barytovou mezivrstvou

Mikrobiologická kontaminace kolódiových pozitivů

Stejně jako jiné objekty z organických materiálů, jsou i kolódiové pozitivy na papírové podložce náchylné k mikrobiologickému napadení. V průzkumu provedeném v rámci projektu NAKI II: „Biodiverzita černobílých fotografických a kinematografických materiálů v archivních fondech a metody jejich dezinfekce“ byly však zjištěny větší rozdíly v mikrobiologickém napadení napříč sbírkovými institucemi než mezi fotografiemi s odlišnými emulzními vrstvami. Výběr vhodné dezinfekční metody je tedy soustředěn na nedestruktivní vlastnosti vůči danému typu fotografie, při zachování účinnosti pro co nejširší spektrum mikroorganismů.

Před přistoupením k dezinfekci objektu nebo při ověření její účinnosti musí být splněn logický krok ověření mikrobiologické kontaminace pomocí vhodného mikrobiologického odběru. Důležité je, aby odběr nepoškozoval jemnou světlocitlivou vrstvu a současně měl dostatečnou výtěžnost zachycených mikroorganismů. K této problematice byla v rámci projektu NAKI II: „Biodiverzita černobílých fotografických a kinematografických materiálů v archivních fondech a metody jejich dezinfekce“ sepsána *Metodika odběru a izolace bakterií, kvasinek a plísňů z fotografických materiálů*.

Jako nejlepší způsob odběru se pro kolódiové fotografie ukázal suchý stěr pomocí měkké polyuretanové (PUR) houbičky, který byl proveden pomalým valivým pohybem houbičky po povrchu zkoumaného materiálu. Podrobný postup odběru včetně následné izolace bakterií, kvasinek a plísní je podrobně popsán ve výše zmíněné metodice.

Navržené postupy dezinfekce

V rámci tohoto projektu bylo testováno několik dezinfekčních metod (viz příloha 1) a byly doporučeny následující způsoby dezinfekce lesklých i matných kolódiových pozitivů na papírové podložce s barytovou mezivrstvou:

Ethylenoxid v plynné směsi (Etoxen)

Vystavení plynu směsnému plynu: 10 % EtO, 90 % CO₂ (komora MATACHANA, Národní archiv Praha) po dobu 6 h při 30 °C a 220 kPa. Následně byly vzorky odvětrány po dobu 6 dní při 30 °C a ještě 24 hodin byla sledována koncentrace ethylenoxidu v měřících komorách pomocí plynového chromatografu.

Tato metoda je dostupná ve větších sbírkotvorných institucích (Obrázek 4) a používá se běžně pro archivní materiál. Po této dezinfekci nedocházelo u modelových i reálných vzorků k žádným pozorovatelným i měřitelným změnám. Současně s tím je z mikrobiologického hlediska vysoce účinná, a to jak proti plísním, tak proti kvasinkám a bakteriím. Nevýhodou metody je její vyšší ekonomická náročnost a horší dostupnost. Je potřeba také v budoucnu provést testování na obsah zbytkového ethylenoxidu, který se může z objektů uvolňovat ještě dlouho po jejich odvětrání, nicméně v minimálním množství. Vzhledem k reaktivitě ethylenoxidu by však měli všichni sbírkoví pracovníci dodržovat co nejpřísněji doporučená bezpečnostní opatření.



Obr. 4 Ukázka z procesu dezinfekce směsným plynem Etoxen v Národním archivu

Nasycené páry n-butanolu

Uložení po dobu 48 h prostředí nasycených par n-butanolu (96% v/v vodný roztok) v uzavřeném prostoru laboratorního exsikátoru (Obrázek 5).

Po této dezinfekci nedocházelo u modelových i reálných vzorků k výrazným pozorovatelným i měřitelným změnám. Jedná se o metodu, která je ve sbírkových institucích dobře známá a dostupná. Z mikrobiologického hlediska nedosahovala oproti ostatním kusovým dezinfekčním metodám takové účinnosti, a to zejména proti bakteriím a kvasinkám. Tyto jsou však ve sbírkových institucích méně zatěžujícím faktorem, než jsou plísně, a i snížená účinnost se pro potřeby restaurátorské praxe ukázala jako dostačující.



Obr. 5 Návrh uspořádání při dezinfekci n-butanolem

Poděkování

Metodika vznikla v rámci řešení grantového výzkumného projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II „Biodiverzita černobílých fotografických a kinematografických materiálů v archivních fondech a metody jejich dezinfekce“ (DG18P02OVV062).

Seznam publikací předcházejících metodice

DEMNEROVÁ, K., KADAVÁ, J., PURKRTOVÁ, S., SAVICKÁ, D., SÝKOROVÁ, H., ĎUROVIČ, M., BENETKOVÁ, B., HRICKOVÁ, K., KOUKALOVÁ, L., NOVÁKOVÁ, M., Metodika odběru a izolace bakterií, kvasinek a plísní z fotografických materiálů. VŠCHT Praha 2020. <http://invenio.nusl.cz/record/432347>

MAŠEK BENETKOVÁ, B., KNOTEK, V., NOVÁKOVÁ, M., ĎUROVIČ, M., Vliv dezinfekce na vlastnosti modelových kolódiových vzorků. 68. konference chemického a procesního inženýrství CHISA 2021, 16. – 18. 5. 2022, Liblice (Česká republika), 2022. (poster)

MAŠEK BENETKOVÁ, B., KNOTEK, V., ĎUROVIČ, M., Vliv vybraných dezinfekčních metod na kolódiové modelové vzorky. Konference konzervátorů-restaurátorů 2021, 7–9. 9. 2021, Klatovy (Česká republika), 2021. (poster)

PURKRTOVÁ, S., SAVICKÁ, D., KADAVÁ, J., SÝKOROVÁ, H., KOVÁČOVÁ, N., KALIŠOVÁ, D., NEŠPOROVÁ, T., NOVÁKOVÁ, M., MAŠEK BENETKOVÁ, B., KOUKALOVÁ, L., BORÝSKOVÁ, Š., HNULÍKOVÁ, B., ĎUROVIČ, M., DEMNEROVÁ, K., Microbial Contamination of Photographic and Cinematographic Materials in Archival Funds in the Czech Republic. MICROORGANISMS 10 (1): 155, 2022. DOI10.3390/microorganisms10010155.

SÝKOROVÁ, H., KADAVÁ, J., SAVICKÁ, D., ĎUROVIČ, M., DEMNEROVÁ, K., Studium odolnosti mikrobiálních izolátů z fotografických filmových materiálů k dezinfekčním prostředkům. Fórum pro konzervátory-restaurátory, 2021, 110-116, ISBN 978-80-87896-98-3.

Výběr použité související literatury

BURBANK, W.,H., The photographic negative: written as a practical guide to the preparation of sensitive surfaces by the calotype, albumen, collodion and gelatin processes, on glass and paper. Whitefish, MT: Kessinger Publishing, 2008. ISBN 9780548671665.

DEMNEROVÁ, K., KADAVÁ, J., PURKRTOVÁ, S., SAVICKÁ, D., SÝKOROVÁ, H., ĎUROVIČ, M., BENETKOVÁ, B., HRICKOVÁ, K., KOUKALOVÁ, L., NOVÁKOVÁ, M., Metodika odběru a izolace bakterií, kvasinek a plísní z fotografických materiálů. VŠCHT Praha 2020. <http://invenio.nusl.cz/record/432347>

HUMPHREY, S. D., ed. A Practical Manual of the Collodion Process: Giving in Detail a Method for Producing Positive and Negative Pictures on Glass and Paper. Third edition. New York: Humphrey´s Journal Print, 1857.

LAVÉDRINE, B. Photographs of the past: process and preservation [online]; Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2009; pp 126–137. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=colx1zUiNrC&pg=PA132&lpg=PA132&dq=collodion+pop&source=bl&ots=kqeG78OC2q&sig=2bJijmWOVSRpSeP7Cn7oAC_JeA&hl=en&sa=X&ei=R_D-To3nCtGigai9JW8AQ&redir_esc=y#v=onepage&q=collodion%20pop&f=false

- MARKL, A., *Fotografie nynější doby: na základě vědy a zkušenosti založená*. Praha: Aleš Kreidl, 1863.
- NUNES, S. et al. A diagnostic tool for assessing the conservation condition of cellulose nitrate and acetate in heritage collections: quantifying the degree of substitution by infrared spectroscopy. *Heritage Science*, 8, 33, 2020.
- PURKRTOVÁ, S., SAVICKÁ, D., KADAVÁ, J., SÝKOROVÁ, H., KOVÁČOVÁ, N., KALIŠOVÁ, D., NEŠPOROVÁ, T., NOVÁKOVÁ, M., MAŠEK BENETKOVÁ, B., KOUKALOVÁ, L., BORÝSKOVÁ, Š., HNULÍKOVÁ, B., ĎUROVIČ, M., DEMNEROVÁ, K., Microbial Contamination of Photographic and Cinematographic Materials in Archival Funds in the Czech Republic. *MICROORGANISMS* 10 (1): 155, 2022. DOI10.3390/microorganisms10010155.
- REILLY, J., M., *Care and Identification of 19th-Century Photographic Prints*. Rochester, NY: Eastman Kodak Company, 1986.
- SCHEUFLENER, P. *Teze k dějinám fotografie do roku 1914*. Praha: Filmová a TV fakulta Akademie múzických umění v Praze, 2000. ISBN 80-85883-57-0.
- SCHEUFLENER, P. Historické fotografické techniky [online]. Praha: ARTAMA 1993. Dostupné z: <http://www.scheufler.cz/cs-CZ/files/2433/HistTechniky.pdf>
- STULIK, D., KAPLAN, A., *Albumen: The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes* [online]. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013 [cit. 2018-05-30]. ISBN 978-1-937433-04-8. Dostupné z: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/atlas_albumen.pdf
- STULIK, D., KAPLAN, A., *Collodion on paper – The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes* [online]. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013 [cit. 2022-06-20]. ISBN 978-1-937433-06-2. Dostupné z: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/atlas_collodion.pdf
- SÝKOROVÁ, H., KADAVÁ, J., SAVICKÁ, D., ĎUROVIČ, M., DEMNEROVÁ, K., Studium odolnosti mikrobiálních izolátů z fotografických filmových materiálů k dezinfekčním prostředkům. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*, 2021, 110-116, ISBN 978-80-87896-98-3.
- ŠPILLAR, R., V., ŠPRIŇAR, J. *Kompendum praktické fotografie pro amatéry*. Praha: Zemský ústřední spolek jednot učitelských, 1913.
- URBANOVÁ, P., *Fixation of the Sensitive Layer of Collodion Prints*, Master thesis. Prague: UCT Prague, 2012. Supervisor: doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič.

Příloha 1

Výběr vhodné dezinfekční metody

V rámci výběru vhodné dezinfekční metody byly testovány ty, se kterými se v restaurátorské praxi můžeme běžně setkat:

Ethylenoxid v plynné směsi (Etoxen)

Vystavení plynu směsnému plynu: 10 % EtO, 90 % CO₂ (komora MATACHANA, Národní archiv Praha) po dobu 6 h při 30 °C a 220 kPa. Následně byly vzorky odvětrány po dobu 6 dní při 30 °C a ještě 24 hodin byla sledována koncentrace etylenoxidu v měřících komorách pomocí plynového chromatografu.

Nasycené páry n-butanolu

Uložení po dobu 48 h v prostředí nasycených par n-butanolu (96% v/v vodný roztok) v uzavřeném prostoru laboratorního exsikátoru.

Bezoplachový ponor do roztoku kvarterní amoniové soli (Septonex)

Ponor do 2% w/v vodného roztoku kvarterní amoniové soli po dobu 1 min. Po vyjmutí z lázně byl vzorek lehce osušen buničitou vatou a ponechán uschnout za laboratorních podmínek.

Bezoplachový ponor do směsného alkoholového roztoku (Bacillo AF)

Ponor do směsného alkoholového roztoku (hlavní účinné látky: propan-1-ol, propan-2-ol, ethanol) po dobu 5 min. Po vyjmutí z lázně byl vzorek ponechán volně uschnout na vzduchu za laboratorních podmínek.

Testované vzorky

Všemi uvedenými způsoby byly dezinfikovány modelové vzorky kolódia i reálné historické kolódiové lesklé a matné pozitivy na papírové podložce s barytovou mezivrstvou.

Modelové vzorky byly připraveny volným odparem v Petriho miskách za laboratorních podmínek z 4% roztok nitrátu celulózy v diethyletheru a ethanolu (Fagron, stupeň substituce 2,1, tloušťka filmu cca 23 μm). Vzorky byly vystaveny umělému stárnutí vlhkým teplem (70 °C, 70 % RV, 28 dní).

U dezinfikovaných a uměle stárnutých modelových vzorků byl případný degradační vliv dezinfekčních metod hodnocen sledováním mnoha faktorů. Nejprve podrobným optickým průzkumem vizuálních změn a celkové barevné diference. Následně byla sledována degradace nitrátu celulózy nejprve skrze obsah nitro skupin (obsah dusíku), které jsou při degradaci z polymerního řetězce často odštěpovány a poté sledováním poklesu polymeračního stupně kdy je sledováno štěpení polymerního řetězce nitrátu celulózy. Obsah dusíku byl měřen pomocí elementární organické analýzy (OEA) a pomocí komparativního výpočetního modelu intenzity absorpčních pásů FTIR spekter. Pokles polymeračního stupně byl vyjádřen skrze změnu viskozitních vlastností.

Reálné historické fotografické pozitivy – lesklé i matné kolódiové pozitivy na papírové podložce s barytovou mezivrstvou, adjustované na kartonové podložce byly vždy rozpůleny a byly na nich vybrány barevné oblasti světlé, šedé a tmavé. Jedna polovina pak byla vystavena dezinfekčnímu zásahu a umělému stárnutí vlhkým teplem “VT” (70 °C, 70 % RV, 28 dnů) nebo světlem “SV” (bílé denní světlo – zdroj Philips Master TL-D90 de Luxe, 18 W/950 (Fancie), intenzita 10 113 lx, UV – 989 mW/m², dávka dle ISO 105/2 – 1,2 Mlxhod, teplota povrchu: 24 °C.

Na vždy stejných předem vybraných místech byly měřeny následující vlastnosti před stárnutím, po dezinfekci a po umělém stárnutí: celková barevná diference, optická denzita, UV-Vis reflexní spektra a FTIR spektra pro výpočet obsahu dusíku skrze komparativní výpočetní model intenzity absorpčních pásů.

Výsledky měření

Změna obsahu dusíku – OEA

U měření obsahu dusíku modelových vzorků pomocí Organické elementární analýzy (Elementar Vario Cube s tepelně–vodivostní detekcí, 4 mg vzorku, prekondicionace při 25 °C, 50 % RV) nepřesahují změny chybu měření pro žádnou ze zkoušených dezinfekčních metod. Nestárnutý standard vykazuje stupeň substituce (DS) = 2,1; stárnuté v rozmezí 2,0–1,9.

Změna obsahu dusíku – FTIR

Vyhodnocení obsahu dusíku reálných i modelových vzorků pomocí komparativní výpočetní metody z FTIR spekter probíhalo nejprve naměřením spekter na spektrofotometru Nicolet iN10 ve spojení s modulem iZ10 s ATR nástavcem (diamantový krystal), detektorem MCT-A chlazeným kapalným dusíkem. Parametry měření byly následující; spektrální rozsah 4000–650 cm⁻¹, rozlišení 4 cm⁻¹, počet akumulací spekter 128, apodizace N-B strong. Spektra byla následně vyhodnocena programem Omnic 32 a Opus 8.1. Pro vyhodnocení obsahu dusíku z naměřených spekter, byla využita metodika publikovaná Nunes et al. Z výsledků nevyplývá změna obsahu dusíku, která by přesahovala chybu měření pro žádnou ze zkoušených dezinfekčních metod.

Změna barevnosti

Měření změn barevnosti modelových kolódiových vzorků byla provedena na bílé, světlo stálé podložce pomocí přístroje Konica Minolta CM-700d v barvovém prostoru CIELAB. Celková barevná diference byla následně vypočítána podle níže uvedeného vztahu (Rovnice 1).

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (1)$$

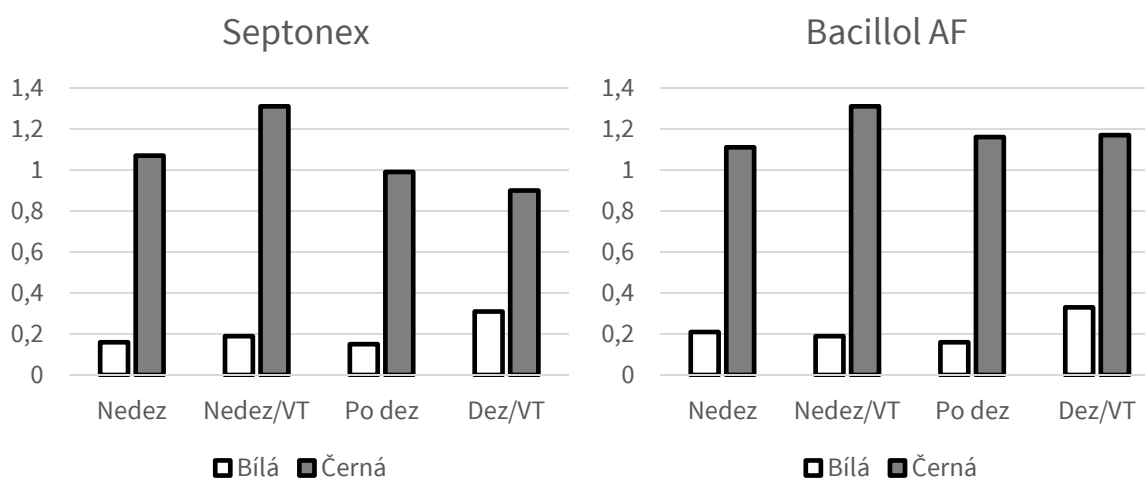
Kde hodnota L* představuje posun po ose mezi černou a bílou, a* odpovídá umístění na ose zelená–červená a b* umístění na ose modrá–žlutá. Na modelových vzorcích bylo provedeno vždy 54 paralelních měření. Na reálných fotografiích docházelo vždy ke 3 paralelním měření na stejném předznačeném místě.

Žádná z vybraných dezinfekčních metod, nezpůsobila na modelových kolódiových vzorcích viditelnou změnu barevnosti přesahující chybu měření. U reálných historických fotografií byly chyby měření výrazné kvůli nehomogenitě obrazu a změny opět nepřesáhly hodnoty v rámci chyb měření. U dezinfekce Septonexem však bylo možné po zaschnutí pozorovat pouhým okem depozity soli a nelze jej tedy v bezoplachové variantě z vizuálních důvodů k dezinfekci doporučit.

Optická denzita

Měření optické denzity reálných vzorků probíhalo pomocí přístroje PM Densitometer TRD2 (Heiland electronic GmbH, Německo). Na bílé, šedé i černé části obrazu byly provedeny vždy 3 paralelní měření.

Z výsledků je pozorovatelný negativní vliv dezinfekce Septonexem a Bacillolem AF na optickou denzitu reálných vzorků (Obrázek 6). Oproti ostatním metodám bylo možné sledovat změnu optické denzity zejména v bílých oblastech při dezinfekci a po uplatnění umělého stárnutí.

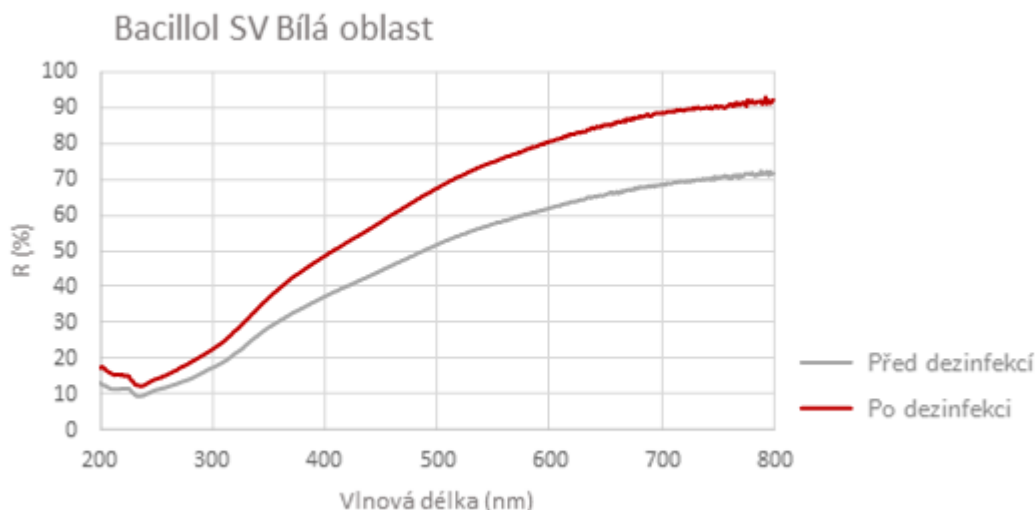


Obr.6 Nárůst optické denzity bílých oblastí po dezinfekci Septonexem a Bacillolem AF a umělém stárnutí vlhkým teplem

UV-VIS reflexní spektra

Reflexní spektra ve viditelné a UV oblasti byla měřena na přístroji UV/Vis spektrometr Agilent Cary 60 (Agilent, USA) s integrační koulí pro měření difuzní reflektance (Barrellino). Na bílé, šedé i černé části obrazu byla provedena vždy 3 paralelní měření v rozsahu vlnových délek 200-800 nm.

Z naměřených vzorků vykazovaly největší změny bílé oblasti po světelném stárnutí. Vždy také docházelo k větším změnám s rostoucí vlnovou délkou. U tohoto stárnutí došlo k pozorovatelným změnám u všech dezinfekčních metod kromě Etoxenu. Při dezinfekci Bacillolem AF byly naměřené změny největší (Obrázek 7).



Obr. 7 UV-Vis reflexní spektra před a po dezinfekci Bacillolem AF a umělém stárnutí světlem. Měřeno v bílé oblasti obrazu.

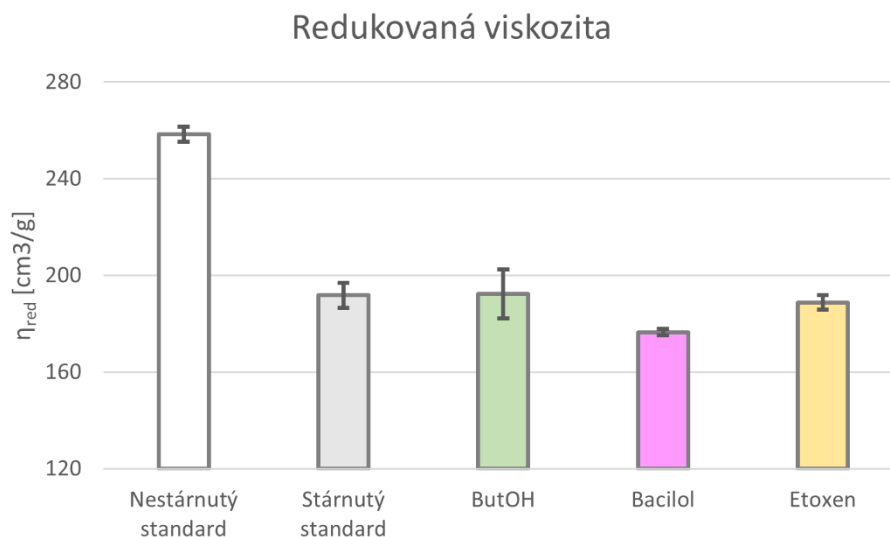
Viskozimetrie

Pro zhodnocení, zda nedochází ke krácení polymerního řetězce bylo přistoupeno k viskozitním měřením 0,05 M roztoků kolódia v acetonu (p.a., Penta) pomocí mikro-Ubbelohdeho viskozimetru (průměr kapiláry: 0,4 mm, konstanta viskozimetru: $K=0,009789 \text{ mm}^2\text{s}^{-2}$) v temperované vodní lázni při 25 °C. Pro porovnání míry degradace vzorků byla využita jejich redukovaná viskozita. Ta byla vypočítána přes níže uvedený vztah (Rovnice 2):

$$\eta_{red} = \frac{t - t_0}{t_0 * c} \quad [\text{cm}^3\text{g}^{-1}] \quad (2)$$

Kde t odpovídá času průtoku roztoku měřeného vzorku, t_0 odpovídá času průtoku samotného rozpouštědla a c koncentraci měřeného vzorku v roztoku [g/cm^3]. Pro tento experiment byly měřeny vždy dva vzorky od každé dezinfekční metody, u kterých byly vždy provedeny dvě paralelní měření.

Z výsledků vyjádřených pomocí redukované viskozity je zřetelný pokles viskozity, a tedy i polymeračního stupně po dezinfekci Bacillolem AF (Obrázek 8).



Obr. 8 Redukovaná viskozita modelových kolódiových vzorků rozpuštěných v acetonu

Závěr

Ze všech uvedených měření je zjevné, že pro dezinfekci nelze doporučit dezinfekci Bacillolem AF a bezoplachovou dezinfekci Septonexem. Při bezoplachové dezinfekci je logickou nevýhodou krystalizace reziduí kvarterní amoniové soli a změna optických vlastností. Zde je třeba vždy individuálně zvážit možnosti oplachu. Při dezinfekci Bacillolem AF byl pozorován úbytek polymeračního stupně, což je možné vysvětlit alkoholýzou nitrocelulóзовých makromolekul. Kolódiom se totiž během ponoru dostane do intenzivnějšího kontaktu, než je tomu s při vystavení parám n-butanolu.

Dvě metody, při kterých docházelo k nejmenším či neměřitelným změnám a lze je tedy doporučit při dezinfekci kolódiových pozitivů na papírové podložce s barytovou mezivrstvou byly vystavení nasyceným parám n-butanolu a Etoxenu.