



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE



Národní archiv

POSTUP DEZINFEKCE A ČIŠTĚNÍ TEXTILNÍCH ZÁVĚSŮ PEČETÍ

METODIKA PROJEKTU MINISTERSTVA KULTURY ČR NAKI II
„VÝVOJ METOD KONZERVOVÁNÍ PEČETÍ A JEJICH TEXTILNÍCH
ZÁVĚSŮ“ (DG16P02R040)

AUTOŘI:

Klára Drábková¹

Markéta Škrdlantová¹

Dominika Nagyová¹

Jan Krejčí¹

Bronislava Bacílková²

Jana Bureš Víchová¹

Michal Ďurovič¹

1 – Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha

2 – Národní archiv

Obsah

1. Úvod	2
2. Rozhodovací schéma metodiky	3
3. Dezinfekce textilních závěsů	4
3.1 Individuální dezinfekce	4
3.2 Hromadná dezinfekce	4
4. Čištění textilních závěsů	5
4.1 Textilie v dobrém stavu	5
4.1.1 Prachové nečistoty	5
4.1.2 Mastné nečistoty	5
4.1.3 Rezidua předchozích zásahů	6
4.2. Textilie ve špatném stavu	6
5. Seznam publikací předcházejících metodice	6
6. Výběr použité související literatury	7
7. Přílohy	8
Příloha č. 1: Vliv dezinfekčních prostředků na přírodní textilní vlákna	8
Příloha č. 2: Mechanické čištění	15
Příloha č. 3: Lokální čištění obklady z Perlozy a Agarů	17
Příloha č. 4: Separace textilního závěsu od ostatních částí archiválie	20
Příloha č. 5: Vliv čisticích prostředků na degradaci hedvábí	21
Příloha č. 6: Účinnost čištění pomocí Syntaponu L	23
Příloha č. 7: Možnosti odstranění druhotných nečistot	24

1. Úvod

Textilní závěsy jsou nedílnou součástí archivních dokumentů s přivěšenou pečeti a jejich udržení v dobrém stavu je podmínkou jak pro uchování pečete, tak i právní hodnoty listiny. Proto je cílem této metodiky doporučit vhodný a bezpečný postup dezinfekce a čištění textilních závěsů pečeti. Konzervování textilních závěsů je specifické kvůli jejich kontaktu s dalšími materiály archiválií (pečeť, papír, pergamen apod.) a není tedy možné využít všechny metody běžně užívané v procesu konzervování-restaurování textilií. Přínosem této metodiky je zohlednění výše uvedených specifik.

Textilní závěsy pečeti, mohou být znečištěny jak prachovými nečistotami, tak nečistotami vzniklými při výrobě pečeti, či předchozím restaurátorským zásahem, případně mohou být mikrobiologicky napadeny. Vhodná dezinfekce a dostatečné vyčištění textilního závěsu přispějí k jeho dlouhodobé stabilitě.

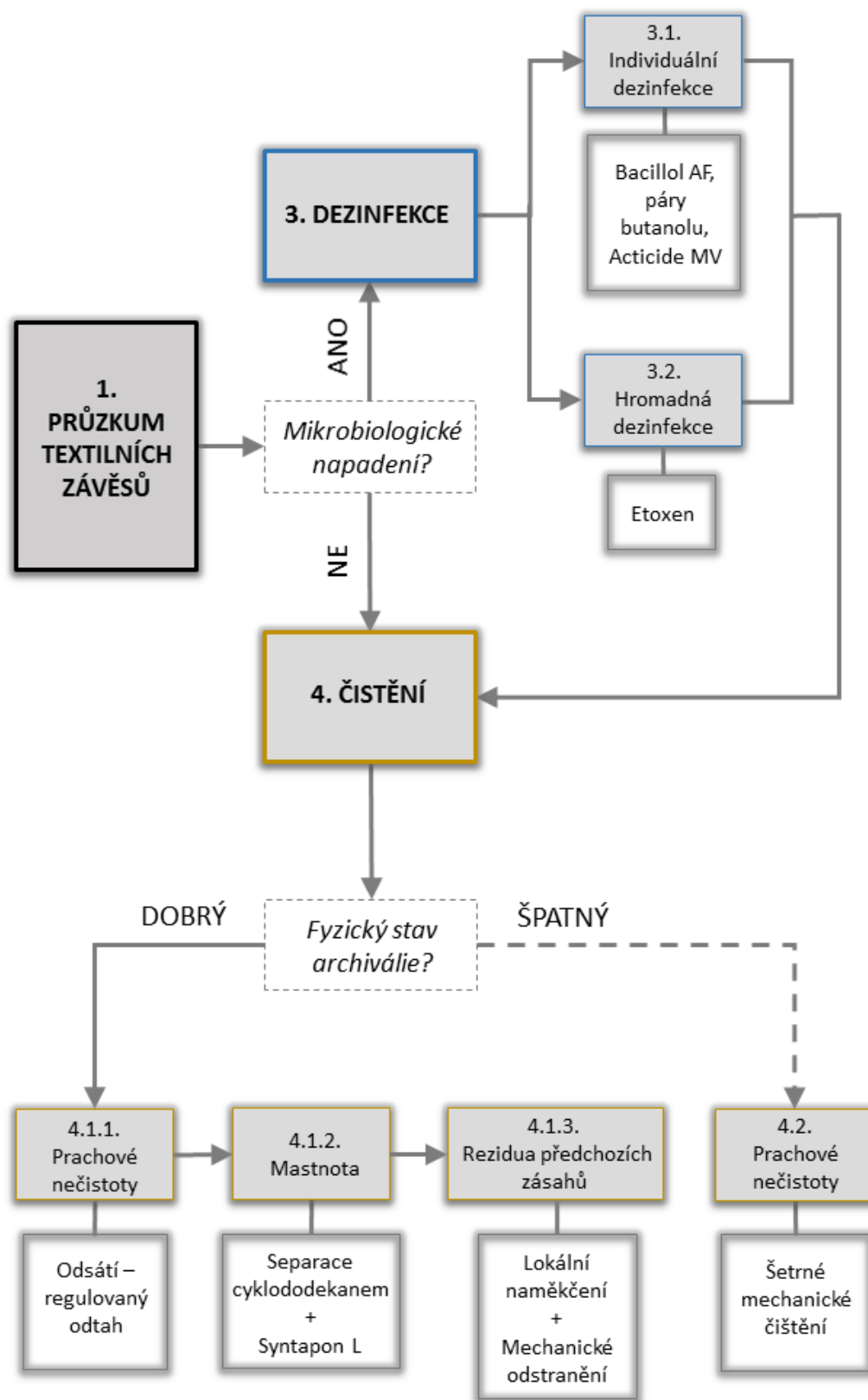
Pro volbu optimální dezinfekční metody i postupu čištění je nezbytný cílený průzkum zaměřený především na kontaminaci mikroorganismy, stav textilního závěsu a jeho stálobarevnost.

Průzkum mikrobiologického napadení se provádí pomocí stěrů a jejich následné kultivace. V případě pozitivního výsledku je nutné provést dezinfekci vhodnými prostředky. Pro volbu dezinfekčního prostředku je rozhodující především druh mikroorganismů přítomných na předmětu a také množství předmětů, které je nutné ošetřit. Vždy je vhodnější využít metody umožňující individuální přístup k jednotlivým archiváliím, v určitých případech (např. živelné katastrofy) je nezbytné využít metody hromadné dezinfekce.

Před čištěním textilního závěsu je nutné zjistit stupeň poškození textilie a druh znečištění. Stav textilie se hodnotí jak z makroskopického tak i mikroskopického hlediska (např. pomocí USB mikroskopu). Hodnotí se soudržnost textilní vazby či pevnost spletení nití, a zda nedochází k jejich sprašování. Na základě výsledků průzkumu je pak volen vhodný způsob čištění textilie.

V této metodice doporučené dezinfekční a čisticí prostředky byly vybrány na základě rozsáhlých testů na modelových vzorcích textilií, jejichž dlouhodobá stabilita byla vyhodnocena po umělém stárnutí. Výsledky testování jsou uvedeny v Přílohách č. 1-7.

2. Rozhodovací schéma metodiky



3. Dezinfekce textilních závěsů

Výběr doporučených dezinfekčních prostředků v této metodice byl proveden na základě rozsáhlého studia jejich vlivu na přírodní textilní vlákna i na jejich dlouhodobou stabilitu. Podrobné výsledky studie byly časopisecky publikovány [1, 2] a jsou uvedeny v [Příloze č. 1](#). Celulózová i proteinová vlákna reagují na dezinfekční prostředky velmi podobně, proto je pro výběr dezinfekčního prostředku rozhodující kromě druhu přítomných mikroorganismů především množství předmětů. Je tedy třeba volit mezi metodami hromadné a individuální dezinfekce.

3.1 Individuální dezinfekce

V případě dezinfekce menšího počtu předmětů je možné využít několik níže uvedených prostředků, po jejichž aplikaci nedochází ke zhoršení fyzikálně-chemických vlastností textilií a to ani z dlouhodobého hlediska.

Páry butanolu – dezinfekce probíhá nad 96% vodným roztokem butanolu v hermeticky uzavřeném boxu po dobu 48 h za laboratorní teploty, následuje volné sušení. Tuto metodu nelze aplikovat lokálně, proto musí být zohledněno, zda je vhodná i pro ostatní materiály archiválie. Alkoholy jsou účinné proti vegetativním formám bakterií, virům, plísním, účinek proti sporulujícím mikroorganismům je však sporný.

Bacillol AF (výrobce: Bode Chemie Hamburg) – dezinfekční prostředek na bázi alkoholů (propanol, isopropanol a ethanol), používá se koncentrovaný roztok, který lze aplikovat nátěrem, případně postřikem nebo nakapáním, následuje volné sušení. Alkoholy jsou účinné proti vegetativním formám bakterií, virům, plísním, účinek proti sporulujícím mikroorganismům je však sporný.

Acticide MV (výrobce: Biotech Aditiva s.r.o.) – dezinfekční prostředek na bázi isothiazolinů, používá se 1% vodný roztok, který lze aplikovat nátěrem, případně postřikem nebo nakapáním, následuje volné sušení. Prostředky na bázi isothiazolinů mají baktericidní i fungicidní účinky.

Prostředky Bacillol AF a Acticide MV lze aplikovat lokálně a dezinfikovaný textilní závěs lze od ostatních částí archiválie separovat pomocí taveniny cyklododekanu (viz [Příloha č. 4](#)). Tavenina se nanáší pomocí vyhřívané špachtle a je nutné zajistit prosycení textilního závěsu v celém jeho průřezu. Dokonalé prosycení může být problematické u složitějších spletaných šňůrek.

3.2 Hromadná dezinfekce

V případě, že není možná individuální dezinfekce, je třeba zvážit využití metod hromadné dezinfekce. U těchto metod není možná lokální aplikace a proto je nutné zohlednit vliv použité metody na všechny materiály, které jsou součástí archiválie. Z hlediska textilních závěsů je vhodnou metodou využití **Etoxenu** (směs ethylenoxidu a oxidu uhličitého), která se provádí na specializovaných pracovištích (např. Národní archiv v Praze, Archiv hl. m. Prahy, Moravský zemský archiv v Brně). Ethylenoxid je velice účinný širokospektrální přípravek se sporicidním účinkem. Po dezinfekci Etoxem nedochází k ovlivnění vlastností celulózových ani proteinových vláken a to ani z dlouhodobého hlediska.

V případě nutnosti dezinfekce přímo v depozitáři je možné využít dýmovnici **Fumagri® OPP**, pro dezinfekci je pak vhodná dýmovnice **Cytrol® Super SG**. Po jejich aplikaci nedochází ke zhoršení fyzikálně-chemických vlastností textilií, sbírkové předměty je však nutné chránit proti případnému spadu.

4. Čištění textilních závěsů

Pro správnou volbu způsobu čištění je rozhodující stav textilního závěsu a druh znečištění (např. prachové nečistoty, mastné nečistoty, nečistoty z předchozího restaurátorského zásahu). V případě, že je voleno jiné čištění než mechanické, je nutné textilní závěs separovat od ostatních částí archiválie, aby nedošlo k proniknutí čisticího média mimo textilií. V rámci metodiky je doporučen vhodný způsob separace textilního závěsu a výběr metody čištění je volen na základě stavu textilie a typu nečistoty.

Textilie v **dobré** stavu jsou soudržné, nesprašují (v okolí závěsu nejsou patrné zbytky odpadlých nití), při manipulaci zůstávají kompaktní.

Textilie ve **špatném** stavu sprašují. V okolí závěsu jsou patrné drobné odpadlé fragmenty nití (i bez manipulace se závěsem nitě odpadávají). V praxi se většinou jedná o černě nabarvené nitě.

4.1 Textilie v dobrém stavu

U textilií v dobrém stavu rozhoduje o způsobu čištění především druh nečistot přítomných na textilním závěsu.

4.1.1 Prachové nečistoty

V případě znečištění prachovými částicemi bez známek mastné špíny je dostačující mechanické odstranění nečistot. Výsledky testování různých metod mechanického čištění jsou uvedeny v [Příloze č. 2](#). Pro čištění textilních závěsů jsou nejvhodnější následující způsoby.

Odsátí nečistot pomocí **vysavače s regulovaným odtahem** a vhodnou koncovkou např. Muzeální vysavač Muntz 555 MU-E HEPA SET (distributor: CEIBA s.r.o.). Pro odsávání nečistot je možné využít i běžný vysavač s regulovaným odtahem, vhodnou koncovkou je pak dětská nosní odsávačka.

Další možností je odsátí nečistot pomocí **chirurgické (lékařské) odsávačky** např. lékařská odsávačka Fazziny typ F-36N (distributor: Mediset - Chironax s.r.o.), tento způsob je vhodný pro stáčené, splétané šňůrky např. různé typy provázků z lýkových vláken. Naopak není vhodný pro jemné tkané stuhly z hedvábí, u kterých by mohlo dojít k perforaci tkaniny.

Byly testovány i různé možnosti čištění pomocí obkladů, které na základě získaných výsledků nelze doporučit (viz [Příloha č. 3](#)).

4.1.2 Mastné nečistoty

Pro odstranění mastných nečistot je účinný vodný roztok povrchově aktivní látky (PAL). Tento způsob čištění vyžaduje separaci textilního závěsu, aby čisticí roztok nezatekl do ostatních částí archiválie. Separaci textilního závěsu od ostatních částí archiválie je možné provést pomocí cyklododekanu ($C_{12}H_{24}$), viz [Příloha č. 4](#).

Cyklododekan je aplikován ve formě taveniny pomocí tepelné špachtle např. RCM tepelná špachtle ARTIST II (distributor: Artprotect s.r.o.) při teplotě 75 °C. Pomocí vhodně tvarované špachtle lze vytvořit tenkou separační vrstvu mezi textilií a ostatními částmi archiválie. Cyklododekan samovolně beze zbytku sublimuje, separace je tedy pouze dočasná, nicméně poskytne dostatečný čas pro čištění separovaného textilního závěsu. Vzniklá bariéra je poměrně křehká, proto je nutné minimalizovat ohýbání textilního závěsu, aby nedošlo k jejímu poškození. Taveninou je nutné je prosytit celý průřez textilie. V případě, že se nepodaří prosytit celý průřez textilie (např. u složitých stáčených šňůrek), je nutné zvolit jiný způsob čištění. V případě voskových pečeti je nutné vyvarovat se kontaktu špachtle s pečeti (blízká teplota tání).

Po separaci následuje dostatečně dlouhá doba pro čištění separovaného textilního závěsu vodným roztokem **Syntaponu L** (laurylsulfát sodný, ENASPOL, a. s.). Syntapon L je anionaktivní povrchově aktivní látka doporučována pro čištění rostlinných vláken, proto byl ověřen vliv Syntaponu L na degradaci hedvábí, viz [Příloha č. 5](#). Doporučená koncentrace vodného roztoku je 1–2 g/l. Čisticím roztokem je textilie opakovaně promývána pomocí pipet nejlépe na podložce se spodním odtahem, nebo je promývací roztok z textilie možné odsávat pomocí chirurgické odsávačky. Po čištění následuje několikanásobné promytí textilie destilovanou nebo demineralizovanou vodou tak, aby Syntapon L nezůstal v textilii. Výsledný účinek čištění je velmi dobrý (viz [Příloha č. 6](#)).

4.1.3 Rezidua předchozích zásahů

Odstranění druhotných nečistot, jako jsou zbytky po voscích apod., je bez rizika poškození textilie nebo průniku rozpouštědla do dalších částí archiválie komplikované. Separace cyklododekanem není v tomto případě účinná. Byla testována řada možností lokálních obkladů (viz [Příloha č. 7](#)), ale žádnou nelze bez rizika doporučit. Pouze lokální naměkčení voskové skvrny xylenem (vliv xylenu na degradaci hedvábí je uveden v [Příloze č. 5](#)) a následné mechanické odstranění (např. skalpel, preparační jehla), nebo lokální odstranění do savé podložky (filtrační papír) pomocí tepelné špachtle nepředstavuje riziko pro žádnou část archiválie.

4.2. Textilie ve špatném stavu

V případě velice poškozených textilních závěsů je doporučeno pouze šetrné mechanické čištění. Možné je odsátí nečistot vysavačem s regulovaným odtahem přes ochranu síťku (např. z polyamidu) nebo jen ometení jemnými štětečky.

Poděkování

Metodika vznikla v rámci řešení grantového výzkumného projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II „Vývoj metod konzervování pečeti a jejich textilních závěsů“ (DG16P02R040).

5. Seznam publikací předcházejících metodice

Drábková, K., Ďurovič, M., Kučerová, I. Influence of gamma radiation on properties of paper and textile fibres during disinfection. Radiation Physics and Chemistry, 2018, 152, 75–80, ISSN 0969-806X.

Drábková, K., Krejčí, J., Škrdlantová, M., Bacílková, B. Vliv dezinfekčních prostředků na přírodní textilní vlákna. Textil v muzeu, Technické muzeum v Brně, Brno 2017, 13, 3-8, ISSN 1804-1752.

Drábková, K. Vliv dezinfekce na přírodní vlákna. *Disertační práce*, VŠCHT Praha, 2019.

6. Výběr použité související literatury

Bacílková, B. Biologická degradace – Plísně. [online], Učební texty VŠCHT Praha, 2007, [cit. 17. 1. 2019], URL: <https://intranet.vscht.cz/uchtrp-intranet>.

Bacílková, B. Přehled dostupných dezinfekčních prostředků pro konzervátory a restaurátory a jejich působení na organismus. In: VIII. Seminář restaurátorů a historiků: Železná Ruda, 1991, 268-283.

McDonnell, G. Sterilization and disinfection. In: Encyclopedia of Microbiology, 3rd ed., 2009, 529-548, ISBN 978-0-12-373944-5.

Nittérus, M. Fungi in archives and libraries. Restaurator, 2000, 21(1), 25-40.

Sequeira, S., Cabrita, E. J., Macedo, M. F. Antifungal on paper: An overview. International Biodeterioration & Biodegradation, 2012, 74, 67-86.

Bacílková, B. Studium účinků par butanolu a jiných alkoholů na plísně. [online] Národní archiv, 2015, [cit. 17. 1. 2019], URL: <http://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2015/11/butanol.pdf>.

Pietrzak, K., Gutarowska, B., Machnowski, W., Mikolajczyk, U. Antimicrobial properties of silver nanoparticles misting on cotton fabrics. Textile Research Journal, 2016, 86(8), 812-822.

Bacílková, B., Ďurovič, M. Dezinfekce archivních a knihovních sbírek ethylenoxidem. Sborník VŠCHT Praha, 1991, 20, 135-145, ISSN 013-908X.

Tímár-Balászy, A., Eastop, D. *Chemical principles of textile conservation*. Butterworth Heinemann Oxford, 1998, ISBN 0-7506-2620-8.

7. Přílohy

Příloha č. 1: Vliv dezinfekčních prostředků na přírodní textilní vlákna

Doporučení uvedená v této metodice jsou založena na studiu vlivu vybraných dezinfekčních prostředků na textilní materiály rostlinného i živočišného původu (**bavlna a hedvábí**). V rámci studie byly testovány dezinfekční prostředky fyzikální i chemické, vhodné pro hromadnou nebo individuální dezinfekci. Dezinfekční prostředky byly aplikovány na uměle předstárnuté textilie, aby byla simulována dezinfekce historických, již poškozených předmětů, z modelových vzorků nebyly prostředky vyprány. Přehled testovaných dezinfekčních prostředků je uveden v Tab. 1.

Tab. 1: Přehled testovaných dezinfekčních prostředků

Dezinfekční prostředek	Složení	Postup dezinfekce	Výrobce (dodavatel)
<i>Gama záření</i>	Zdroj záření - ^{60}Co	ozařování za laboratorních podmínek, přesné dávky záření 1,7; 4,5; 6,6 a 10,1 kGy byly stanoveny pomocí alaninových dozimetrů v ÚJV Řež s nejistotou měření max. 3 %	Středočeské muzeum Roztoky u Prahy
<i>Etoxen</i>	10 % ethylenoxid, 90 % oxid uhličitý	teplota 28 °C, tlak 220 kPa, doba 6 h, následné odvětrání zbytkových reziduí 5 h v komoře a 6 dní v odvětrávacím tunelu	Národní archiv Praha
<i>Bacillol AF</i>	45 % propan-1-ol, 25 % propan-2-ol a 4,7 % ethanol	koncentrovaný roztok, ponor 5 min za laboratorní teploty, volné sušení	Bode Chemie Hamburg
<i>Nanočástice stříbra</i>	vodná disperze, min. velikost částic 6 nm, koncentrace 2000 mg/l	koncentrovaná disperze, ponor 1 min za laboratorní teploty, volné sušení	US Research Nanomaterials, Inc.
<i>Septonex</i>	[1-(ethoxykarbonyl) pentadecyl] trimethylamoniumbromid	2% vodný roztok, ponor 1 min za laboratorní teploty, volné sušení	Dr. Kulich Pharma, s.r.o
<i>Glutaraldehyd</i>	pentan-1,5-dial	2,5% vodný roztok, ponor 5 min za laboratorní teploty, volné sušení	Penta s.r.o.

Dezinfekční prostředek	Složení	Postup dezinfekce	Výrobce (dodavatel)
<i>Chiroseptol</i>	6 % glyoxal, 3,5 % glutaraldehyd, 2,3 % kvartérní amoniové soli (benzyl-C12-16-alkyldimethyl chloridy), (≤6 % etoxylované alkoholy C9-11	2% vodný roztok, ponor 15 min za laboratorní teploty, volné sušení	Verkon s.r.o.
<i>Acticide MV</i>	5-chlor-2-methyl-1,2-thiazol-3(2H)-on, 2-methyl-1,2-thiazol-3(2H)-on v poměru 3:1; alkalické dusičnany a chloridy	1% vodný roztok, ponor 10 min za laboratorní teploty, volné sušení	Biotech Aditiva s.r.o.
<i>Páry butanolu</i>	butan-1-ol	96% vodný roztok, nad roztokem v hermeticky uzavřeném boxu, 48 h za laboratorní teploty, volné sušení	Penta s.r.o.
<i>Dýmavnice Fumagri® OPP</i>	účinná látka o-fenylfenol (10 – 20 %), pomocná látka dusičnan amonný (> 20 %)	aplikace dle návodu ve volných depozitárních prostorách	výrobce LCB Food Safety, dodavatel Imest Control s.r.o.
<i>Dýmavnice Cytrol® Super SG (pouze dezinfekce)</i>	účinná látka Cypermethrin cis/trans 40/60 (6,25 %), synergizátor piperonylbutoxid (2 %), pomocné látky - chlorečnan draselný (14,7 %), solventní nafta (15 %), naftalen (1 %)	aplikace dle návodu ve volných depozitárních prostorách	výrobce Agrochema družstvo Studenec, dodavatel Imest Control s.r.o.

Pro zjištění dlouhodobé stability dezinfikovaných textilií byly ošetřené i neošetřené vzorky podrobeny třem typům umělého stárnutí:

suchým teplem dle ISO 5630/1 (105 °C, 21 dní)

vlhkým teplem dle ISO 5630/3 (80 °C, 65 % RV, 21 dní)

světelné stárnutí (imitace denního světla – zářivkový zdroj PHILIPS TLD 18W/950, intenzita osvětlení 12 klx, energie UV složky 605 mW/m², 27 °C, 20 % RV, 21 dní)

Vliv dezinfekčních prostředků na vlastnosti a dlouhodobou stabilitu bavlny a hedvábí byl studován pomocí následujících metod:

kolorimetrie – měření změny barevnosti v barvovém prostoru CIELab, spektrofotometr Datacolor Mercury 2000, 10 měření na stejných místech vzorku po dezinfekci i po umělém stárnutí.

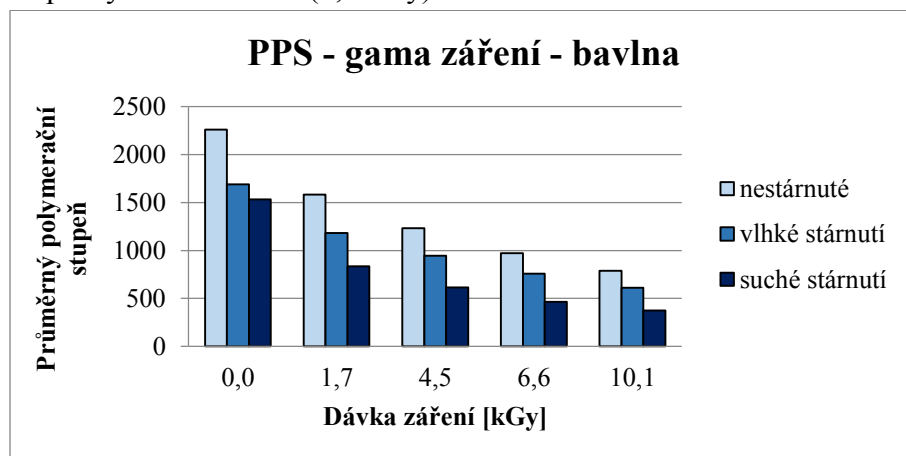
stanovení limitního viskozitního čísla (resp. průměrného polymeračního stupně) – viskozimetrické stanovení, kapilární Ubbelohdeho viskozimetr, bavlna dle ČSN 800811 (rozpouštědlo: sodno-železitý komplex kyseliny vinné), hedvábí dle SNV 195 595 (rozpouštědlo: vodný nasycený roztok LiBr). Případný pokles limitního viskozitního čísla (resp. průměrného polymeračního stupně) indikuje poškození (štěpení) makromolekul vláken. Metoda je citlivá i při nižším stupni degradace testovaného materiálu.

pevnost nití v tahu – Univerzální zkušební stroj LabTest 5.030-2, upínací délka nitě 10 cm, rychlost posuvu čelistí 50 mm/min, průměr z měření 20 útkových nití. Ke snížení pevnosti nití dochází až při vyšším stupni degradace, metoda není tak citlivá jako stanovení limitního viskozitního čísla.

Výsledky

Gama záření

Studie potvrdila předpokládaný negativní vliv gama záření na bavlněné i hedvábné textilie. Se zvyšující se dávkou záření dochází ke zvyšování změn barevnosti bavlny i hedvábí. Ozařováním dochází ke štěpení makromolekul celulózy a tím ke snížení průměrného polymeračního stupně (PPS), jak je patrné na Obr. 1. Po ozaření minimální dávkou nutnou pro dezinfekci (4,5 kGy) došlo k poklesu PPS téměř o 50 %. Ke štěpení makromolekul došlo i u hedvábí, pokles limitního viskozitního čísla nebyl na rozdíl od bavlny postupný, ale nastal až při vyšších dávkách (6,6 kGy).



Obr. 1: Závislost PPS bavlny na dávce gama záření

Výše uvedené vlastnosti textilií byly proměřeny ihned po ozařování a měření bylo zopakováno po 4 letech (vzorky byly uloženy v laboratorních podmínkách). Výsledky měření dokládají tzv. postradiační efekt. Došlo k výraznému zvýšení celkové změny barevnosti a k dalšímu poklesu PPS u bavlny i limitního viskozitního čísla u hedvábí. Gama záření tedy lze využít pro dezinfekci, vyšší dávky záření nutné pro dezinfekci však velmi významně poškozují organické materiály.

Nanočástice stříbra

Testovaná disperze nanočástic stříbra sice nezpůsobila štěpení makromolekul vláken ani pokles pevnosti nití v tahu, ale zásadním způsobem ovlivnila barevnost textilií. Vzorky celkově změnily barevnost, navíc na nich vznikaly výrazné mapy. Změna barevnosti byla viditelná pouhým okem (Obr. 2). Nanočástice stříbra (alespoň v testované formě) nejsou vhodným dezinfekčním prostředkem při konzervování památek.

Glutaraldehyd

U vzorků ošetřených glutaraldehydem došlo k zásadním změnám jejich fyzikálně-chemických vlastností. Vzorky po ošetření a i po umělém stárnutí velmi významně změnily svou barevnost (Obr. 3). U hedvábí i bavlny došlo navíc k sesítování makromolekul, takže nebylo možné vzorky rozpustit pro viskozimetrické stanovení. Glutaraldehyd není vhodný pro dezinfekci historických textilií.



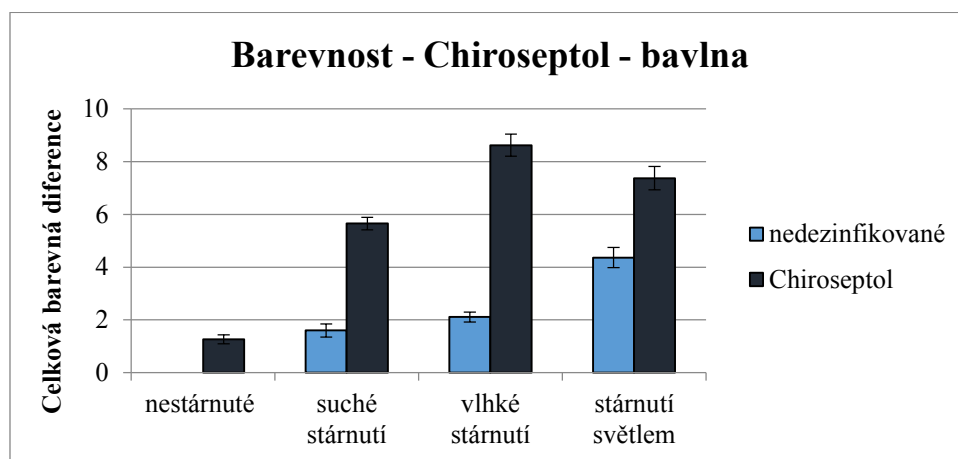
Obr. 2: Bavlna ošetřená (vlevo) a neošetřená (vpravo) nanočásticemi stříbra po stárnutí vlhkým teplem



Obr. 3: Bavlna ošetřená (vlevo) a neošetřená (vpravo) glutaraldehydem po stárnutí suchým teplem

Chiroseptol

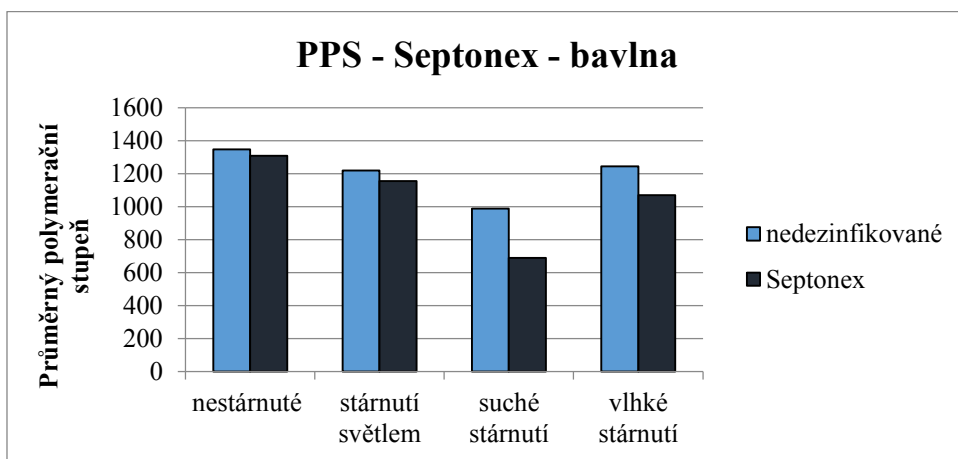
U vzorků ošetřených Chiroseptolem došlo k zásadním změnám jejich fyzikálně-chemických vlastností. Po ošetření Chiroseptolem byly sice změny barevnosti menší než po ošetření glutaraldehydem, přesto byly velmi významné (Obr. 4). Barevná změna je viditelná pouhým okem od hodnoty celkové barevné difference cca 1. U hedvábí ošetřeného Chiroseptolem došlo pravděpodobně k částečnému sesítování makromolekul, vzorky bylo možné rozpustit, ale ne zcela. Chiroseptol není vhodný pro dezinfekci historických textilií.



Obr. 4: Celková změna barevnosti bavlněných vzorků po ošetření Chiroseptolem a umělém stárnutí

Septonex

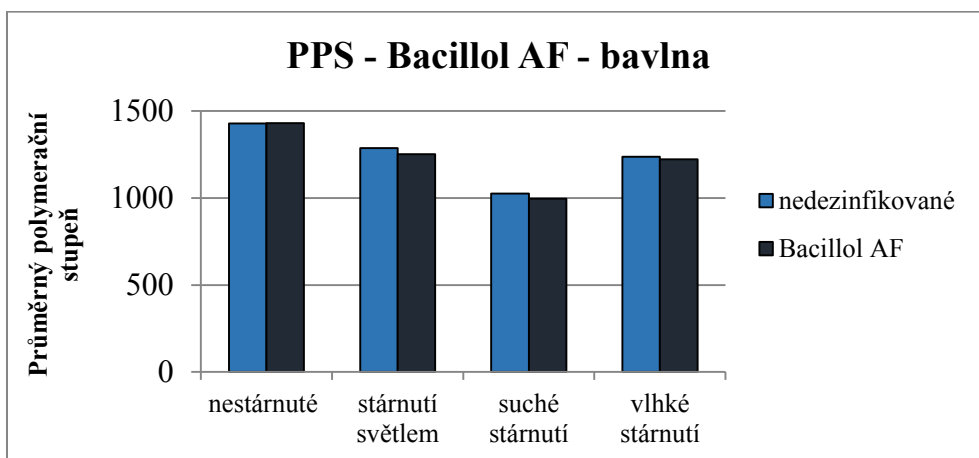
U vzorků ošetřených Septonexem byl pozorován negativní vliv na změnu barevnosti vzorků po umělém stárnutí jak u bavlny, tak i u hedvábí. U bavlny bylo také pozorováno štěpení řetězců po vlhkém a zejména suchém stárnutí (Obr. 5). U hedvábí byl pokles limitního viskozitního čísla méně výrazný. S výsledky získanými viskozimetrickým stanovením PPS korespondují i výsledky stanovení pevnosti nití v tahu. U bavlny došlo k poklesu pevnosti v případě ošetřených vzorků po stárnutí suchým teplem, u hedvábí byly změny pevnosti v rámci chyby měření. Po ošetření Septonexem dochází k jisté akceleraci degradačních procesů v průběhu umělého stárnutí. Septonex je pro dezinfekci historických textilií využitelný jen v odůvodněných případech.



Obr. 5: Vliv ošetření bavlny Septonexem na její dlouhodobou stabilitu

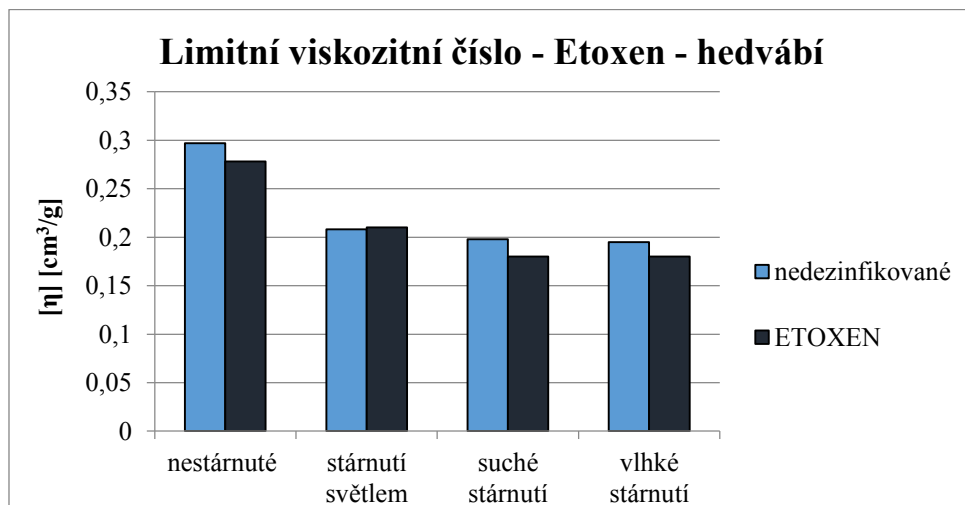
Acticide MV, Bacillol AF, páry butanolu, Etoxen, dýmovnice Fumagri®OPP a Cytrol® Super SG

Acticide MV, Bacillol AF a páry butanolu jsou vhodnými prostředky pro dezinfekci historických textilií a při jejich použití nedochází k ovlivnění vlastností celulózových ani proteinových vláken. Příklad výsledků dokládající minimální vliv výše uvedených prostředků na textilie je na Obr. 6.



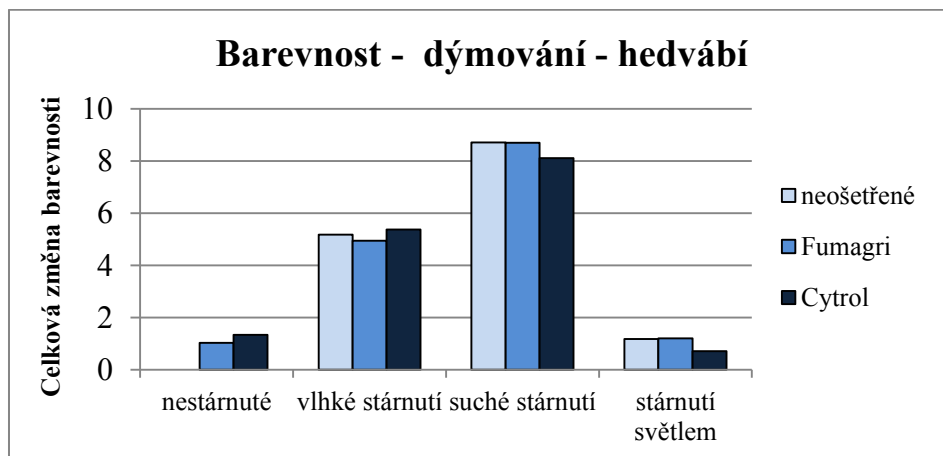
Obr. 6: Vliv ošetření bavlny Bacillolem AF na její dlouhodobou stabilitu

Etoxen je vhodný pro hromadnou dezinfekci, k ovlivnění vlastností nedochází ani u celulózových ani u proteinových vláken. Pozorované změny limitního viskozitního čísla u hedvábí (Obr. 7) nejsou významné a pohybují se na hranici chyby měření.



Obr. 7: Vliv Etoxenu na limitní viskozitní číslo hedvábí

Testované dýmovnice (*Fumagri*[®] *OPP* i *Cytrol*[®] *Super SG*) nezpůsobily změny fyzikálně-chemických vlastností zkoumaných textilií. Ošetření vzorků oběma dýmovnicemi způsobilo u bavlny i hedvábí celkovou změnu barevnosti právě na hranici pozorovatelnosti pouhým okem (Obr. 8).



Obr. 8: Celková změna barevnosti hedvábí po ošetření dýmovnicemi a umělém stárnutí

Při použití dýmovnic je negativním jevem pokrývání sbírkových předmětů spadem, proto je vhodné tyto předměty před dýmováním překrýt.

Závěr

Celulózová i proteinová vlákna vykazují velmi podobné výsledky pro všechny testované dezinfekční prostředky, není tedy nezbytné při dezinfekci textilií zohledňovat druh textilních vláken.

Testované dezinfekční prostředky lze na základě získaných výsledků rozdělit do tří skupin. Jako nevhodné prostředky pro dezinfekci historických textilií se ukázaly gama záření

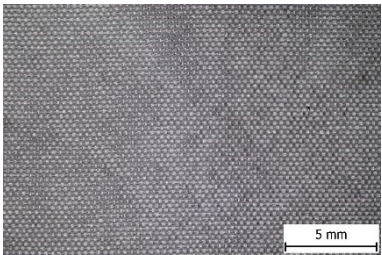

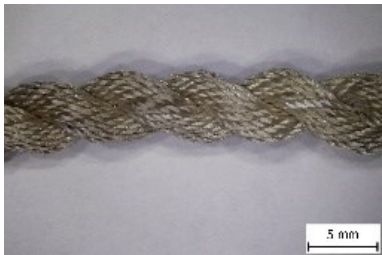
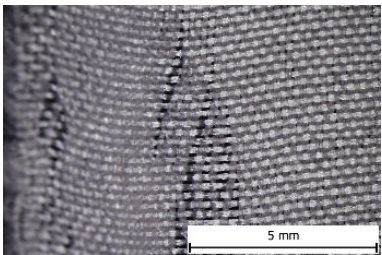
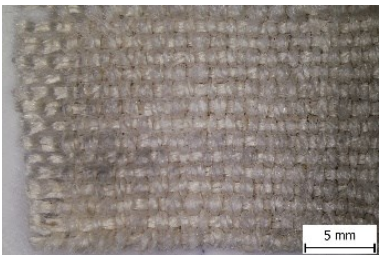

(způsobuje zásadní změny v chemické struktuře vláken), nanočástice stříbra (v testované formě způsobují neakceptovatelné změny barevnosti), glutaraldehyd (způsobuje změny barevnosti a chemické struktury) a Chiroseptol (neakceptovatelné změny barevnosti). S výhradami a pouze v odůvodněných případech (např. citlivost mikroorganismů) lze použít Septonex, který ale způsobuje jisté změny v chemické struktuře vláken. Vhodnými prostředky, při jejichž použití nehrozí významné poškození textilií, jsou prostředky na bázi alkoholů (Bacillol AF, páry butanolu) a Acticide MV. Pro hromadné ošetření velkého množství předmětů pak lze využít ethylenoxid, který nezpůsobuje významné změny vlastností jak celulózových tak proteinových vláken. Obdobně jako ethylenoxid ani testované dýmovnice nezpůsobují zásadní změny ve struktuře proteinových ani celulózových vláken a je možné jejich využití pro hromadné ošetření sbírkových předmětů. Při výběru dezinfekčního prostředku je také nutné vzít v úvahu stav textilií, stálobarevnost použitých barviv apod.

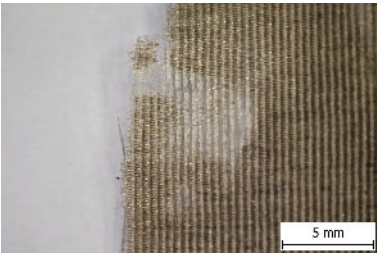
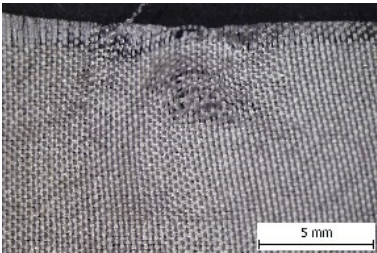
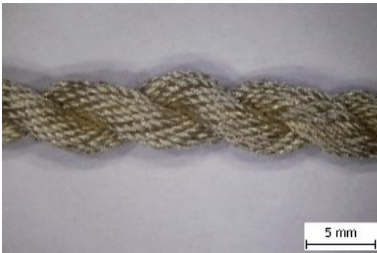

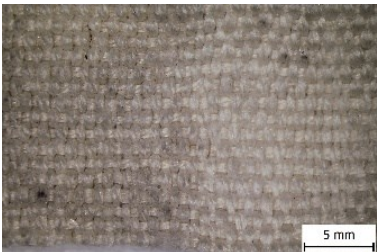
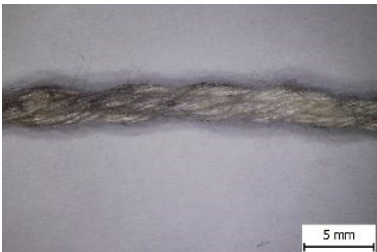

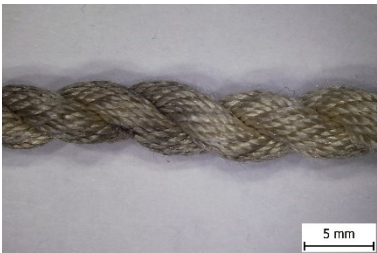
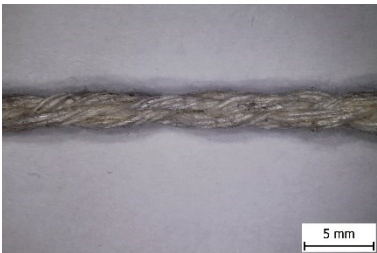
Příloha č. 2: Mechanické čištění

Na modelových vzorcích byly testovány různé možnosti mechanického čištění textilních závěsů. Byla sledována účinnost čištění a šetrnost k čištěnému povrchu. Byly vytvořeny *modelové vzorky archiválií* - ruční papír, textilní šňůrka v plíce a vosková pečť. Textilní šňůrky byly buď tkané, nebo byly vyrobeny technikou stáčení. Materiál textilních šňůrek byl hedvábí, len nebo konopí. Tyto typy textilních závěsů byly zvoleny na základě předchozího průzkumu archiválií v archivech. Materiálová skladba a zpracování textilie má významný vliv na výsledek čištění. Textilní část modelových archiválií byla uměle znečištěna zatřením běžného prachu neznámého složení.

Mechanické čištění bylo provedeno pomocí vysavače s regulovatelným odtahem a odsávání pomocí chirurgické odsávačky. Dále bylo testováno čištění pomocí houby Wishab (přírodní kaučuk), Cleanmaster (přírodní kaučuk), CePURUS (měkčené PVC) a Groomstick (neabrazivní, snadno formovatelná, přírodní pryž); čištění pomocí elektrického gumovadla RADIC. Výsledky čištění jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2: Ukázky mechanické čištění textilií

CePURUS			
			
hedvábí	konopí	hedvábí - stáčená šňůrka	
Dobře odstraňuje nečistoty, nenarušuje textilie. Pomocí IČ spektroskopie bylo zjištěno, že po čištění může být povrch kontaminován ftaláty, které jsou přítomny v houbě.			
Wishab			
			
hedvábí	konopí	hedvábí - stáčená šňůrka	
Dobře odstraňuje nečistoty, může mechanicky poškodovat vazbu tkaniny, zejména u jemných textilií. Po čištění ulpívají zbytky houby na textilií.			

Groomstick		
		
hedvábí	konopí	hedvábí - stáčená šňůrka
Špatné čisticí účinky, významné mechanické poškození jak vazby tkaniny, tak splétaných šňůrek. Pomocí IČ spektroskopie nebyla v houbě zjištěna přítomnost změkčovadel, která by mohla případně kontaminovat povrch textilií.		
Chirurgická odsávačka		
		
hedvábí	konopí	len - stáčená šňůrka
Velice dobré odstranění nečistot, bohužel u jemných tkanin riziko mechanického poškození, viz vzniklá perforace v degradovaném hedvábí.		
Vysavač s regulovatelným odtahem		
		
konopí	hedvábí - stáčená šňůrka	len - stáčená šňůrka
Velice dobré odstranění nečistot, bez známek mechanického poškození vazby textilií.		
Elektrické gumovadlo RADIC – významné mechanické poškození.		

Závěr

Na základě zjištěných výsledků lze doporučit odsátí nečistot vysavačem s regulovaným odtahem nebo chirurgickou odsávačkou s výjimkou velmi degradovaného hedvábí.

Příloha č. 3: Lokální čištění obklady z Perlozy a Agarů

Byly testovány možnosti lokálního čištění textilních závěsů pomocí obkladů z **Perlozy a Agarů**. Výhodou tohoto způsobu čištění je, že probíhá jen v místech, kde je obklad v kontaktu s textilií, tedy čištěním by neměly být zatíženy ostatní části archiválie.

Perloza

Jednou z možností, jak lokálně čistit textilie je pomocí Perlozy. Jedná se o čistou regenerovanou celulózu ve formě makroporézních kulovitých částic, která je schopná díky své struktuře při vysychání sorbovat velké množství povrchových nečistot anorganického i organického původu.

Aplikuje se lokálně na textilií a po vyschnutí je z textilie odstraněna. Aby ji bylo možné bezpečně použít pro čištění památkových objektů, byla sledována její účinnost při čištění, možnost odstranění z různých povrchů textilie a dlouhodobá stabilita (pro případ, že ji nelze bezezbytku odstranit z čištěné textilie).

Byly testovány různé druhy komerčně dostupné Perlozy (Perloza s.r.o.), které se lišily velikostí částic a celkovým objemem pórů (viz Tab. 3). Jednotlivé druhy Perlozy byly charakterizovány pomocí pH vodných výluhů a obsahu chloridových iontů (možná přítomnost z výroby).

Tab. 3: Testované typy Perlozy

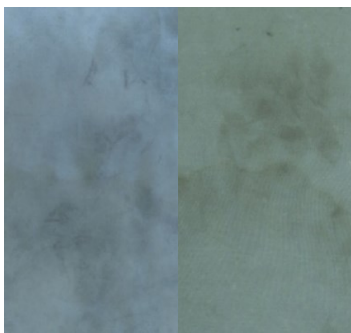
vzorek	pórovitost	velikost částic [μm]
100A	min. 90 %	30-50
100C		250-500
200A	min. 93 %	30-50
200B		100-250
200C		250-500
500A	min. 95 %	50-80
500B		100-250
500C		250-500

Stanovení pH vodného výluhu bylo provedeno podle normy ISO 6588 a pro všechny druhy Perlozy bylo velmi podobné v rozmezí hodnot pH 5,9-6,3.

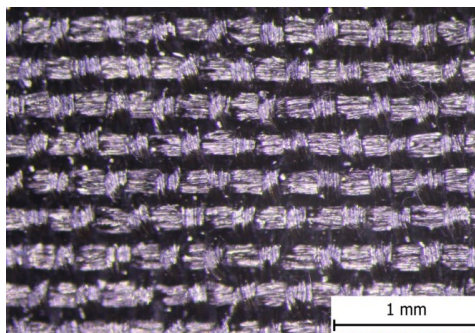
Perloza je z výroby stabilizována chloridem sodným, který je následně vypírán, nicméně přítomnost chloridů byla prokázána u třech z osmi testovaných vzorků, a to v množství 12 a 65 mg/ml. Přítomnost chloridů je náhodná, vzniká v důsledku špatného proprání, ale je nutné s ní počítat zejména při čištění artefaktů s kovovými doplňky.

Dlouhodobá stabilita Perlozy byla sledována na základě změny barevnosti a průměrného polymeračního stupně po stárnutí suchým teplem při 105 °C ± 2 °C po dobu 3 týdnů (dle normy ISO 5630). Po stárnutí došlo k výrazné změně barevnosti u všech typů Perlozy a ke snížení průměrného polymeračního stupně, což ukazuje na změnu chemické struktury během stárnutí.

Byla také sledována účinnost čištění na modelových vzorcích hedvábí znečištěného prachem. Výsledky zkoušek neprokázaly dobré čisticí schopnosti Perlozy při čištění hedvábí a bohužel téměř u všech vzorků došlo ke vzniku nežádoucích map (viz Obr. 9) na rozmezí Perloza-hedvábí, které je způsobeno provlhčením textilií a vzlínáním vlhkosti při aplikaci Perlozy.



Obr. 9: Vzorek hedvábí po čištění – vznik mapy, účinnost zanedbatelná



Obr. 10: Vzorek hedvábí po čištění a důkladném odsátí – viditelné bílé částice Perlozy

Bohužel po čištění se nepodařilo dokonale odstranit ani jeden z typů Perlozy z čištěné textilie (Obr. 10). Testováno bylo čištění různých typů plošných textilií i stáčených šňůrek.

Závěr

Na základě výše uvedených výsledků nelze doporučit Perlozu pro lokální čištění závěsů pečetí. Nedošlo k prokazatelnému vyčištění vzorků, došlo k nežádoucímu provlhčení vzorků a Perlozu po čištění nebylo možné beze zbytku z žádného typu povrchu textilie odstranit, což je vzhledem k její špatné dlouhodobé stabilitě nežádoucí.

Agar

Další z možností lokálního čištění je použití agaru. Agar je přírodní polysacharid (lineární polymer galaktózy) s vysokou gelující schopností. Vyrábí se z červených mořských řas (rodů *Floridiae* a *Gelidium*). Agar tuhne při 40 °C a taje při 96 °C. Z agaru se dají připravit pláty různé tloušťky, které obsahují různé množství vody. Následně lze z těchto plátů vyříznout přesný tvar čištěné oblasti (vhodné pro lokální aplikaci). Čištění probíhá díky působení difuzních sil. Účinnost čištění závisí na obsahu vlhkosti v gelu, tloušťce gelu a době působení. Proto byl testován vliv koncentrace, tloušťky gelu a době působení na odstranění nečistot z modelových vzorků textilií. Jako modelové vzorky byly použity plošné textilie v plátňové vazbě (hedvábí, konopí a bavlna) a stáčené šňůrky (hedvábné, lněné a konopné). Všechny vzorky byly uměle zašpiněny prachem.

Byly připraveny „pláty gelu“ z agaru o koncentraci 2,5; 4; 6,5 % a tloušťkách 0,5 cm a 0,1-0,2 cm. Čištění modelových vzorků pomocí gelů probíhalo 30 min, 60 min a 120 min. 1/3 doby čištění byly gely přikryty PE fólií, aby bylo zpomaleno jejich vysychání.

Výsledky

Pro dobrou aplikaci agaru, jako čistícího obkladu, byla optimální koncentrace 4 %. Vzniklý gel má po ztuhnutí vhodnou konzistenci pro další práci. 2,5% roztok agaru i po zatuhnutí zůstává velice vlhký a po aplikaci dochází k přílišnému zavlhčení textilu (vznik map, riziko zapouštění barev). Gel připravený z 6,5% agaru se nepodařilo připravit bez defektů (velké množství bublinek), gel byl málo vlhký a tedy jeho čistící schopnosti byly nulové.

Vhodná tloušťka gelu byla 0,5 cm. Příliš tenký gel (0,1 cm) se při aplikaci snadno trhal. V případě reliéfního povrchu (stáčené šňůrky), nelze zajistit dostatečný kontakt čištěných částí s gelem.

Nebyly pozorovány žádné výrazné změny v účinnosti čištění textilií v závislosti na době působení agaru. Ani po 120 min nedošlo k zásadnímu odstranění nečistot u žádného z testovaných vzorků.

Po aplikaci agaru zůstaly na textiliích mapy (díky obsahu vlhkosti v agaru dochází k difuzi nečistot do další části textilie). Největší mapy po agaru vznikaly na hedvábí, které mělo „hladkou“ vazbu; u platičtější vazby (např. konopí) byly mapy menší.

Závěr

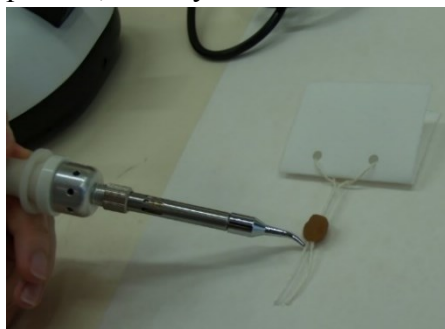
Účinnost gelů z agaru pro odstranění prachových nečistot byla minimální a riziko tvorby mapy v okolí lokálního čištění bylo významné, proto čištění textilních závěsů pomocí agaru nelze doporučit.

Příloha č. 4: Separace textilního závěsu od ostatních částí archiválie

V případě, že není možná lokální aplikace prostředků při čištění nebo dezinfekci textilních závěsů, je nutné separovat textilní závěs, aby použitý prostředek nedifundoval do dalších částí archiválií.

Byla testována možnost separace textilie pomocí vytvoření bariéry cyklododekanem ($C_{12}H_{24}$). Cyklododekan, jako separační vrstvu, je možné aplikovat nátěrem roztoku v benzínu (20% roztok) nebo ve formě taveniny. Aplikace nátěrem roztoku byla po předběžných testech vyloučena. Roztokem nebylo možné vytvořit dostatečně tenkou vrstvu mezi čištěnou textilií a dalšími částmi archiválie. Vždy docházelo k značnému rozšíření separační vrstvy, díky kapilárnímu vztlínání roztoku textilií.

Vhodná aplikace cyklododekanu byla ve formě taveniny. Cyklododekan byl lokálně aplikován pomocí tepelné špachtle (RCM tepelná špachtle s digitální regulací ARTIST II; Artprotect s.r.o.) při teplotě 75 °C na vzorek textilního závěsu (viz Obr. 11). Byla tak vytvořena tenká separační vrstva mezi textilií a další částí archiválie. Teplota tání cyklododekanu je přibližně shodná s teplotou tání voskových pečeti, proto je třeba pracovat pečlivě, tak aby nedošlo ke kontaktu špachtle s pečeti.



Obr. 11: Separace textilního závěsu taveninou cyklododekanu

Aby bylo možné účinek separace vizuálně dobře pozorovat, byl čisticí roztok obarven methylenovou modří. Následně pak byla účinnost separace vyhodnocena na příčném řezu textilie.

Výsledky

Po čištění textilního závěsu a jeho uschnutí byl pozorován řez textilním závěsem pod binokulární lupou. Díky obarvení čisticích roztoků methylenovou modří bylo možné dobře pozorovat účinnost separační vrstvy cyklododekanu. U vzorků plošných textilií a jednoduchých šňůrek byla separace úspěšná (v celém řezu jasná linie přechodu mezi čištěnou a nečištěnou částí textilie). V případě složitých stáčených šňůrek se nepodařilo vytvořit 100% bariéru v celém řezu textilie, a to ani po opakovaných pokusech. Vždy došlo ke kontaminaci okolí za separační vrstvou.

Závěr

Separace cyklododekanem je vhodná pouze při čištění vodnými systémy (vodný roztok PAL) anebo různě koncentrovanými roztoky ethanolu. Při čištění pomocí organických rozpouštědel (např. perchlorethylen, xylen) tato separace není účinná, protože dochází k velmi rychlému prosáknutí rozpouštědla přes separační vrstvu v celé délce textilního závěsu.

Pro čištění vodnými systémy lze tuto separaci doporučit s drobnými výhradami, např. pro příliš složité stáčené šňůrky, není možné zajistit 100% prosycení cyklododekanem v celém řezu textilie.

Příloha č. 5: Vliv čisticích prostředků na degradaci hedvábí

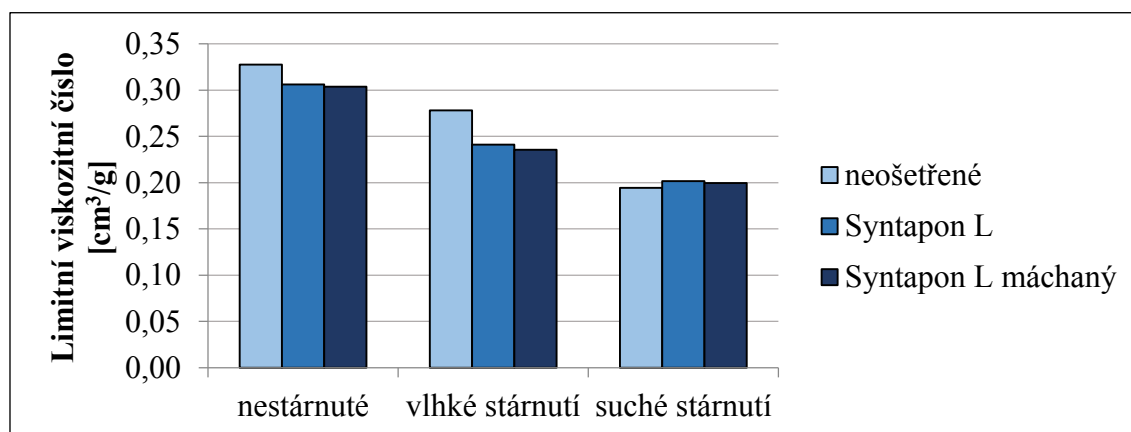
Byla sledována dlouhodobá stabilita hedvábných textilií po ošetření vybranými čisticími prostředky. Byly vybrány prostředky vhodné jak pro odstranění prachových nečistot a mastnoty - anionická povrchově aktivní látka, tak pro odstranění druhotných nečistot (např. vosk) - xylen a mikroemulze. Mikroemulze jsou disperze organického rozpouštědla případně směsi rozpouštědel v přebytku vody. Obsahují tedy jen velmi malé množství organického rozpouštědla, a proto jsou menší zátěží pro životní prostředí i zdraví člověka. Jejich čisticí schopnosti by měly být srovnatelné nebo lepší v porovnání se samotnými organickými rozpouštědly. Proto byly zvoleny jako alternativa k čištění samotným rozpouštědlem.

Jako modelové vzorky textilií byly použity předstárnuté hedvábné textilie (přírodní hedvábí Habutai, dodavatel Zdeněk Volf). Vliv Syntaponu L (laurylsulfát sodný), xylenu a mikroemulze (87,1 % H₂O; 3,9 % dodecylsíran sodný; 6,5 % pentan-1-ol; 2,5 % xylen) na stabilitu hedvábí byl studován na základě měření změny barevnosti, limitního viskozitního čísla a pevnosti nití v tahu. Sledované vlastnosti byly měřeny před a po umělém stárnutí suchým a vlhkým teplem (dle ISO 5630). V případě Syntaponu L byly připraveny dva druhy vzorků. Vzorky, které byly ošetřeny Syntaponem L a nechány volně uschnout na vzduchu a vzorky, které byly po ošetření důkladně vymáchaný v destilované vodě. Tím byl simulován proces praní a následného důkladného vymáčení čisticího prostředku.

Limitní viskozitní číslo

V případě čištění vzorků Syntaponem L se neprojevil výrazný rozdíl mezi nevymáchanými a vymáchanými vzorky. Na základě výsledků uvedených na Obr. 12 je patrné, že po čištění Syntaponem L nedochází k významné změně limitního viskozitního čísla po umělém stárnutí v porovnání s neošetřeným hedvábím, tedy nedochází ke změně chemické struktury hedvábí. Obdobné výsledky byly získány pro xylen.

Vzorky hedvábí čištěného mikroemulzí se nepodařilo rozpustit pro měření limitního viskozitního čísla, proto nebylo možné vyhodnotit její vliv na chemickou strukturu.



Obr. 12: Limitní viskozitní číslo hedvábí po čištění Syntaponem L

Barevnost

Po umělém stárnutí nedošlo ke změnám barevnosti hedvábí čištěného xylenem. V případě vzorků čištěných Syntaponem L došlo po umělém stárnutí u nevymáchaných vzorků

ke zvýšení celkové barevné difference více než o 1 oproti vymáchaným vzorkům, tato změna je již viditelná pouhým okem. U vzorků čištěných mikroemulzí docházelo během stárnutí ke vzniku barevných map, které pak významně ovlivnily celkovou barevnou změnu.

Pevnost nití v tahu

Z měření pevnosti vyplývá, že testované čisticí prostředky neměly významný vliv na pevnost hedvábí po umělém stárnutí. Obecně ale dochází ke změně pevnosti hedvábí až při vyšším stupni jeho poškození.


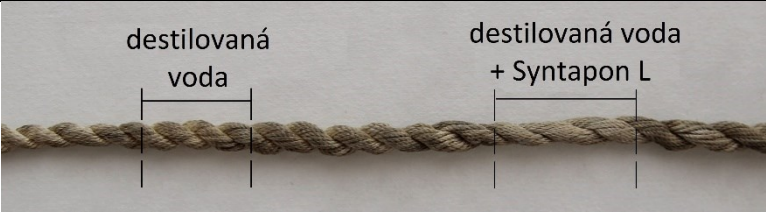

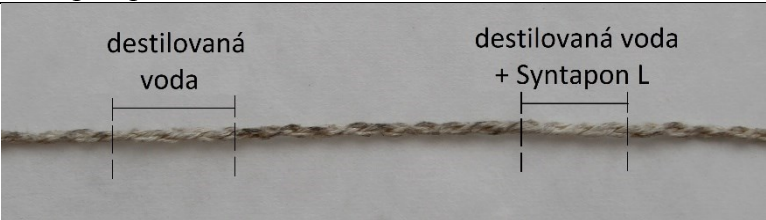
Závěr

Z naměřených výsledků je možné konstatovat, že Syntapon L (v případě jeho důkladného vyprání) a xylen významně neovlivňují fyzikálně-chemické vlastnosti hedvábí ani po suchém a vlhkém stárnutí. Proto jsou v rámci metodiky doporučeny pro odstranění nečistot z textilií.

Příloha č. 6: Účinnost čištění pomocí Syntaponu L

V Tab. 4 jsou uvedeny výsledky lokálního čištění modelových vzorků znečištěných prachem 2% roztokem Syntaponu L po separaci textilního závěsu cyklododekanem.

Tab. 4: Účinnost čištění Syntaponem L


Hedvábí – plošná textilie

Hedvábí – stáčená šňůrky

Konopí – plošná textilie

Len – stáčená šňůrka

Příloha č. 7: Možnosti odstranění druhotných nečistot

Jak již bylo uvedeno mikroemulze jsou vhodnou ekologickou variantou pro odstranění druhotných nečistot. V případě, že by se podařilo nalézt vhodný nosič pro jejich zabudování, mohly by se tyto systémy použít pro lokální čištění textilních závěsů. Proto byly na modelových vzorcích archiválií testovány různé nosiče vhodné pro zabudování mikroemulzních systémů. Pro testování byly vybrány následující nosiče mikroemulzních systémů - polyvinylalkohol (Mowiol 40-88 síťovaný boraxem), Arbocel (drcená celulóza) a agar. Do nosičů byla zabudována mikroemulze pro odstranění vosků a případných organických nečistot (účinná složka xylen).

Výsledky

Gel z polyvinylalkoholu s mikroemulzí nebylo možné z povrchu textilie odstranit. Gel ulpíval ve vazbě jak plošných, tak i splétaných textilií.

Bohužel ani systém s Arbocelem, nebylo možné zcela z textilního povrchu odstranit.

V případě aplikace mikroemulzí v agaru byla odstranitelnost z textilií velmi dobrá. Bohužel se nepodařilo zajistit dobrý kontakt mezi obkladem a textilií, proto čisticí schopnost tohoto systému byla nulová. Dalším nežádoucím jevem byl vznik map v okolí čištěné plochy po odstranění agaru.

Závěr

Bohužel se nepodařilo nalézt vhodný nosič pro mikroemulzní systémy, který by zajistil dobrý kontakt mikroemulze s textilií, a tak zajistil účinné čištění a zároveň byl zcela odstranitelný z povrchu čištěné textilie. Často docházelo ke vzlínání mikroemulzí do okolních částí modelových vzorků archiválií. Proto nelze čištění textilií pomocí obkladů s mikroemulzí doporučit. Doporučeno bylo pouze lokální naměkčení nečistoty organickým rozpouštědlem (xylenem) a mechanické odstranění.