FORUM 2025 / roč. XV / č. 2

# PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
# FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2025 / Vol. XV / No. 2
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. Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
Ing. Radka Šefců, Ph.D.
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open acces since 2019 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, 2025
ISSN (Online) 2571-4384
ISSN (Print) 1805-0050

DOI 10.61574/FKR.2025.2.043

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ
METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

# RIZIKA KONTAMINACE SBÍRKOVÝCH PŘEDMĚTŮ OPTICKY ZJASŇUJÍCÍMI PROSTŘEDKY Z TEXTILNÍCH OBALŮ

**Sabina Němcová · Jan Krejčí · Markéta Škrdlantová**

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek

**Bc. Sabina Němcová absolvovala bakalářské studium na Ústavu chemické technologie restaurování památek VŠCHT Praha. Tato studie vychází z její bakalářské práce, kterou obhájila pod vedením Ing. Jan Krejčího, Ph.D., a Ing. Markéty Škrdlantové, Ph.D., kteří na zmíněném ústavu pracují jako odborní asistenti a dlouhodobě se zabývají problematikou technologie konzervování-restaurování historických textilií. (jan.krejci@vscht.cz)**

Studie se zabývá problematikou textilních obalů pro textilní sbírkové předměty, které jsou používány pro jejich ochranu zejména před působením světla a prachových nečistot. Nebarvené bavlněné plátno, jako běžně používaný materiál pro výrobu takových obalů, obsahuje často z výroby opticky zjasňující prostředky. Jejich cílem je zvýšit bělost materiálu a navodit opticky dojem větší čistoty. Existují obavy, zda nemůže za určitých podmínek docházet ke kontaminaci sbírkového předmětu těmito látkami. Textilní obaly je nutné navíc periodicky čistit, obvykle vypráním v pračce. Běžně používané prací prostředky obsahují určitý podíl optický zjasňujících prostředků, mohlo by se tedy posléze jednat o další cestu k případnému přenosu na sbírkový předmět.
Autoři studie se věnovali možnostem přenosu opticky zjasňujících prostředků z obalové na historickou textilii při různých podmínkách uložení, a to v závislosti na způsobu ošetření (vyprání) obalové textilie. Dále bylo zkoumáno, zda při běžných podmínkách může mít dlouhodobý kontakt přírodních vláken s textilií obsahující opticky zjasňující prostředky negativní vliv na jejich dlouhodobou stabilitu.
Z výsledků studie plyne, že používání textilních obalů obsahujících opticky zjasňující prostředky je za běžných podmínek uložení bezpečné. Zásadní však je obalovou textilii před prvním použitím vyprat, poté nehrozí riziko přenosu na sbírkový předmět ani v případě zatečení vody do depozitáře. Negativní vliv na přírodní vlákna v případě dlouhodobého uložení historických textilií v textilních obalech, které obsahují opticky zjasňující prostředky, nebyl prokázán.
**Klíčová slova:** historické textilie, obalové materiály, textilní obaly, opticky zjasňující prostředky, optické zjasňovače, degradace, přírodní vlákna, celulóza, protein, praní

**RISKS OF CONTAMINATION OF COLLECTION OBJECTS WITH OPTICAL BRIGHTENERS FROM TEXTILE COVERS**
The study deals with the issue of textile covers for textile collection objects, which are used to protect them mainly from the effects of light and dust impurities. Undyed cotton canvas, as a material commonly used to make such packaging, often contains optical brighteners from the manufacturing process. Their aim is to increase the whiteness of the material and to give the optical impression of greater cleanness. However, there are concerns as to whether, under certain conditions, the collection objects may be contaminated by these substances. In addition, textile covers need to be cleaned periodically, usually by washing in a washing machine. Commonly used detergents contain a certain proportion of optical brighteners, so this could be another route for their possible transfer to the collection object.
The authors of the study investigated the possibilities of transferring optical brighteners from the textile covers onto historic textiles under different storage conditions, depending on the treatment (washing) of the cover. Furthermore, it was also studied whether long-term contact of natural fibres with textiles containing optical brighteners can have a negative effect on their long-term stability.
The results of the study indicate that the use of textile covers containing optical brighteners is safe under common storage conditions. However, it is essential to wash the packaging textiles before first use, after which there is no risk of transfer to the collection object even in case of water leakage into the depository. The negative effect on natural fibres in case of a long-term storage of historical textiles in textile covers containing optical brightening agents has not been proven.
**Keywords:** historical textiles, cover materials, textile covers, optical brightening agents, optical brighteners, degradation, natural fibres, cellulose, protein, washing

Dlouhodobé uložení textilních sbírkových předmětů obvykle vyžaduje použití vhodného obalu, který bývá velmi často též textilní povahy. Kvůli vlastnostem, dostupnosti a ceně bývá pro výrobu takových obalů voleno nejčastěji bavlněné plátno. Drtivá většina současných textilních materiálů však bývá již v průběhu výroby opatřena tzv. opticky zjasňujícími prostředky (OZP). I přesto, že instituce upřednostňují pro výrobu ochranných obalů materiály, které OZP neobsahují, takové textilie nemusí být vždy dostupné. Textilní obaly navíc vyžadují pravidelné čištění, přitom i do běžných pracích prostředků jsou OZP přidávány [Novák, 2008; Bajpai – Tyagi, 2007]. Z těchto důvodů vyvstávají obavy, zda při kontaktu sbírkového předmětu s obalovým materiálem s obsahem OZP (ať už z výroby, nebo důsledkem praní v běžném pracím prostředku) nemůže dojít k jejich přenosu na historický předmět [Kuželová, 2006; Marks, 2015] a dále zda dlouhodobý kontakt s takovým obalem nemůže iniciovat další degradaci historické textilie.
Cílem této studie proto bylo zhodnotit rizika přenosu OZP z obalové na historickou textilii a následně ověřit, zda nemůže být v důsledku použití obalových materiálů, které je obsahují, snížena dlouhodobá stabilita přírodních textilních vláken.

## TEORIE

### Obalové materiály pro textilní sbírkové předměty

Jedním z opatření preventivní konzervace historických textilií je volba vhodného obalového materiálu tak, aby byl předmět dostatečně chráněn především proti přístupu světla a prachu. Materiál obalu by vlastním působením neměl přispívat k rychlejší degradaci sbírkového předmětu [Balázsy – Eastop, 1999].

Obecně se za materiály vhodné pro tento účel považují např. čistá a nebělená bavlněná nebo lněná textilie a nekyselý papír. Je obzvlášť nutné pamatovat na pravidelné čištění, resp. výměnu, protože tyto materiály snadno sorbují polutanty a prach. Z hlediska dlouhodobého kontaktu nejsou škodlivé ani korozivzdorná ocel, keramika či sklo. Dále je možné využít také syntetické polymery jako polypropylen, polyethylen, polyester, polykarbonáty a akryláty bez obsahu změkčovadel [Balázsy – Eastop 1999; Škrdlantová a kol. 2022].

Nebezpečí nejen pro citlivé textilní sbírkové předměty pak představují materiály uvolňující do okolí nízkomolekulární kyseliny (některé druhy dřeva, textilie z acetátových vláken, polyvinylacetát) nebo formaldehyd (lepenka, překližka, dřevotříska, sololit, textilie s nemačkavou úpravou, některé druhy dřeva). Nelze zapomenout ani na syntetické polymery obsahující změkčovadla (zejména v polyvinylacetátu) a materiály uvolňující látky s obsahem síry (např. pryže). Nevhodná je dále např. i polyurethanová pěna, která při rozkladu uvolňuje vysoce reaktivní diisokyanáty [Balázsy – Eastop 1999].

### Opticky zjasňující prostředky

Opticky zjasňující prostředky (OZP) jsou látky schopné absorpce UV záření (cca 300–430 nm) a následné emise viditelného modrého světla s vlnovou délkou přibližně mezi 400 a 500 nm [Smulders a kol., 2011]. Na denním světle tak dokážou kompenzovat nažloutlý odstín textilie, jenž může přetrvávat i po chemickém bělení. Proto se substrát obsahující OZP jeví jako jasně bílý [Siegrist, 2003; Smulders a Sung, 2011; Hladík, 1982; Kolektiv autorů, 1976]. Za účelem odstranění zažloutnutí bylo v minulosti využíváno i tzv. modření, tedy aplikace modrého pigmentu nebo barviva, jako například ultramarinu či indiga [Siegrist, 2003]. Výsledná bílá je však méně zářivá, neboť samotné barvivo pohlcuje část viditelného záření.

#### *Fyzikální princip funkce OZP*

Absorpcí záření v UV oblasti se v závislosti na jeho konkrétní vlnové délce molekula OZP dostává do jedné z vibračních hladin excitovaného singletního stavu S1 nebo S2. Molekulou přijatá energie je rychle předána okolí nezářivým přechodem, kdy dojde k sestupu z daného vyššího excitovaného stavu na základní vibrační hladinu stavu S1. Následně může během deexcitace z poslední zmíněné hladiny na základní energetický stav S0 dojít k zářivému přechodu doprovázenému emisí fotonu, neboli k fluorescenci, pro niž je charakteristická krátká doba dosvitu pohybující se řádově mezi $10^{-7}$ až $10^{-9}$ sekundy. Ve většině případů přitom platí, že záření emitované při fluorescenci má nižší energii, tudíž i větší vlnovou délku než záření molekulou absorbované [Siegrist, 2003; Zahradník, 1979; Fähnrich a Kolesniková, 2024].

#### *Chemická struktura OZP*

Schopnost absorbovat UV záření umožňuje molekulám OZP přítomnost struktur schopných π–π* elektronového přechodu. Jsou tvořeny kombinací jednotlivých funkčních skupin s různým počtem π-elektronů, což vede ke vzniku systému konjugovaných dvojných vazeb, který je klíčový pro to, aby chromofor absorboval záření dostatečně dlouhých vlnových délek. V závislosti na počtu π-elektronů každá skupina přispívá k absorpci různým způsobem. Ve struktuře molekul OZP se může vyskytovat řada elektrondonorních (např. alkoxy skupina, alkyl) i elektronakceptorních substituentů (např. esterová, nitrilová skupina) zesilující fluorescenci s ohledem na to, jakou vzájemnou polohu na chromoforu obsazují [Siegrist, 2003].

Většina všech vyrobených OZP jsou látky odvozené od stilbenu. Jedná se o rozsáhlou skupinu sloučenin, výběr konkrétního derivátu závisí na druhu substrátu a způsobu aplikace. Mezi významné zástupce užívané při zpracování bavlněných textilií (a jako přísady do univerzálních pracích prostředků) patří například deriváty bis(-triazynyl)aminostilbenu [Siegrist, 2003; Zahradník, 1979]. Dále se můžeme setkat také OZP odvozenými od kumarinu, pyrazolinu či některých karboxylových kyselin [Zahradník, 1979].

## EXPERIMENT

Cílem studie bylo zhodnocení rizik používání textilních obalů s obsahem OZP pro textilní sbírkové předměty a dále zohlednit volbu pracího prostředku pro jejich údržbu. Koncepce experimentu má proto 2 dílčí části. V první bylo zkoumáno, zda a při jakých reálných podmínkách může dojít k přenosu OZP z textilního obalu na historickou textilii. Ve druhé části byl pak zkoumán případ, kdy bude historická textilie v dlouhodobém přímém kontaktu s textilním obalem obsahujícím OZP.

### Použité materiály

Jako materiál, který po předúpravě a předstárnutí simuloval historickou textilii, bylo použito 100% přírodní hedvábí Habutai (43 $g \cdot m^{-2}$, dodavatel: Zdeněk Volf) a plátno ze 100% bavlny bez OZP (134 $g \cdot m^{-2}$, dodavatel: Radek Rozenkranz). Pro obalové materiály bylo zvoleno běžné bavlněné plátno obsahující OZP (145 $g \cdot m^{-2}$, dodavatel: Látky Mráz, s. r. o.).

Materiály zastupující v experimentu historické textilie byly předupraveny vypráním, dále podrobeny předstárnutí při 80 °C a 65% relativní vlhkosti po dobu 3 týdnů.

Obalová textilie s obsahem OZP byla ošetřena 4 různými způsoby: a) nevyprané, ponecháno bez úprav; b) vyprané v pračce ve vodě bez použití pracího prostředku (pračka Bosch, program 90 °C); c) vyprané v pračce s běžným pracím gelem obsahujícím OZP (prací gel Persil universal, pračka Bosch, program 90 °C); d) vyprané v pračce s pracím gelem bez OZP (prací gel Sonett Sensitive, pračka Bosch, program 90 °C).

### Příprava vzorků a ošetření

Modelové vzorky historické textilie byly vyžehleny napařovací žehličkou, poté byly navrstveny do sendvičů. Prostřední díl každého sendviče tvořil modelový vzorek historické textilie z daného materiálu (bavlna, hedvábí), ten byl z obou stran obalen proužky bavlněného plátna obsahujícího OZP, upraveného vždy jedním ze čtyř způsobů popsaných výše. Takto připravený sendvič byl po okrajích sešitý dvěma stehy (bílou lněnou nití), aby jednotlivé vrstvy zůstaly v kontaktu během stárnutí.

Sendviče s modelovými vzorky historické textilie z daného materiálu (hedvábí či bavlna) byly podrobeny dvěma typům umělého stárnutí, a to suchým teplem (105 °C) a vlhkým teplem (85 °C, 65% RV) po dobu 3 týdnů. Do každého typu stárnutí byl umístěn i referenční vzorek daného materiálu, který nebyl v kontaktu s obalovým plátnem s OZP.

Po dokončení stárnutí byly sendviče rozebrány a prostřední díly (historická textilie) byly podrobeny dalšímu zkoumání.

Dále byla připravena sada sendvičů s modelovými vzorky historické textilie, které simulovaly zatečení vody do depozitáře, tj. případný přenos OZP působením vody. Na každý sendvič bylo kapátkem naneseno několik kapek destilované vody, následně byly sendviče vloženy do boxu se 100% relativní vlhkostí. Takto byly ponechány po dobu 14 dnů. Následně byly i tyto sendviče rozebrány a prostřední díly opět podrobeny dalšímu zkoumání.

Hodnocen byl i obsah OZP v obalových materiálech a jeho případné změny v důsledku druhu ošetření (vyprání).

**Metody pro sledování přenosu OZP**

***UV fotografie***

Modelové vzorky ze sendvičů (uměle stárnutých v kontaktu s obalovou textilií i těch simulujících zatečení) byly pozorovány z obou stran pod UV lampou, aby bylo zjištěno, zda došlo k přenosu OZP z obalového materiálu. Vlnová délka světla emitovaného UV lampou byla nastavena na 254 nm. Pozorování bylo zdokumentováno fotoaparátem Canon EOS 600D s následujícím nastavením: ISO 100, WB denní světlo, clona f/2.8, expozice 0,4 s.

***Měření barevnosti s přesahem do UV oblasti***

Pomocí přenosného spektrofotometru Konica Minolta CM-26dG, který pracuje v širším spektrálním rozsahu (360–740 nm), byly získány spektrální křivky vybraných modelových vzorků a různě ošetřených obalových textilií s cílem zhodnotit rizika přenosu OZP. Přístroj má měřicí krok 10 nm, využívá použití tzv. difuzní geometrie, apertury o průměru 8 mm a měřicího módu SCI (Specular Component Included). Na každém vzorku bylo provedeno 5 náhodných měření na bílé světlostálé podložce. Z naměřených dat bylo v tabulkovém procesoru MS Excel sestaveno pro každý měřený vzorek reflektanční spektrum.

**Metody pro hodnocení stability textilních vláken při dlouhodobém kontaktu s obalovou textilií s OZP**

***Měření barevnosti ve viditelné oblasti***

Pro hodnocení barevných změn vzniklých v důsledku kontaktu modelových vzorků historických textilií s obalovými materiály během stárnutí bylo provedeno měření spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d. Přístroj též využívá difuzní geometrii, avšak operuje se spektrálním rozsahem 400–700 nm. Měření bylo provedeno s aperturou o průměru 8 mm v módu SCI. Na bílé světlostálé podložce bylo změřeno na každém vzorku celkem 10 náhodných bodů. Z jejich průměru pak byla v barvovém prostoru CIELAB vypočtena celková barevná diference $\Delta E^*_{ab}$ vztažená k příslušnému nulovému modelovému vzorku podle následující rovnice:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_1 + L^*_0)^2 + (a^*_1 + a^*_0)^2 + (b^*_1 + b^*_0)^2}$$

$L^*_i$ je měrná světlost (souřadnice na ose černá–bílá), $a^*_i$ popisuje souřadnici na ose zelená–červená a $b^*_i$ souřadnici na ose žlutá–modrá; veličiny s indexem 0 odpovídají nulovému modelovému vzorku, veličiny s indexem 1 zase vzorku ze sendviče s obalovou textilií s OZP

***Pevnost v tahu***

Pevnost nití v tahu byla měřena u všech modelových vzorků historických textilií ze stárnutých sendvičů. Z každého modelového vzorku bylo odebráno 10 útkových nití. Před samotným měřením byly nitě 48 h kondicionovány (50–55 % RV, 20 °C) a byla stanovena jejich jemnost. Na univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2 byla změřena síla potřebná k přetržení nitě. Rychlost posunu čelistí byla 50 mm·min$^{-1}$ a upínací délka nitě 100 mm. Z průměru deseti naměřených hodnot tržné síly jednotlivých nití byla vypočtena pevnost v tahu $\boldsymbol{\sigma}_{max}$ [N·tex$^{-1}$] podle vztahu:

$$\sigma_{max} = \frac{F \cdot l}{m} = \frac{F}{J}$$

m je hmotnost 10 nití v [g], l je délka nitě udávaná v [km], F je průměrná síla potřebná k přetržení nitě [N] a J označuje jemnost v [tex]

Chyby v měření byly vyjádřeny jako směrodatné odchylky.

***Stanovení délky makromolekuly***

Viskozimetrické stanovení limitního viskozitního čísla fibrinu v hedvábí [η], resp. průměrného polymeračního stupně celulózy v bavlně (PPS) bylo provedeno pomocí Ubbelohdeho kapilárního viskozimetru pro všechny modelové vzorky ze stárnutých sendvičů. Zmíněné veličiny slouží k posouzení míry degradace makromolekul textilního vlákna. Pro každý vzorek byla provedena 2 stanovení.

Stanovení PPS celulózy v modelových vzorcích z bavlny bylo provedeno podle normy ČSN 800811. Nejprve byl připraven roztok EWN (sodno-železitý komplex kyseliny vinné, též jako FeTNa). Byly připraveny roztoky vzorků o koncentraci přibližně 0,01 g cm$^{-3}$. Měření probíhalo při 20 °C. Použitý typ viskozimetru byl UII s kapilárou o průměru 1,13 mm.

Z průměrného průtokového času samotného rozpouštědla a průměrného průtokového času roztoku z jednoho stanovení byl nejprve vypočten inkrement relativní viskozity $\eta_i$. Z jeho hodnot společně s přesnou koncentrací měřeného roztoku (zohledňující sušinu v navážce) bylo vypočítáno limitní viskozitní číslo dle vztahu:

$$[\eta] = \frac{\frac{\eta_i}{0{,}1 \cdot c}}{1 + 0{,}3 \cdot \eta_i}$$

Následně byl vypočítán PPS celulózy podle rovnice:

$$PPS = 152 \cdot [\eta]$$

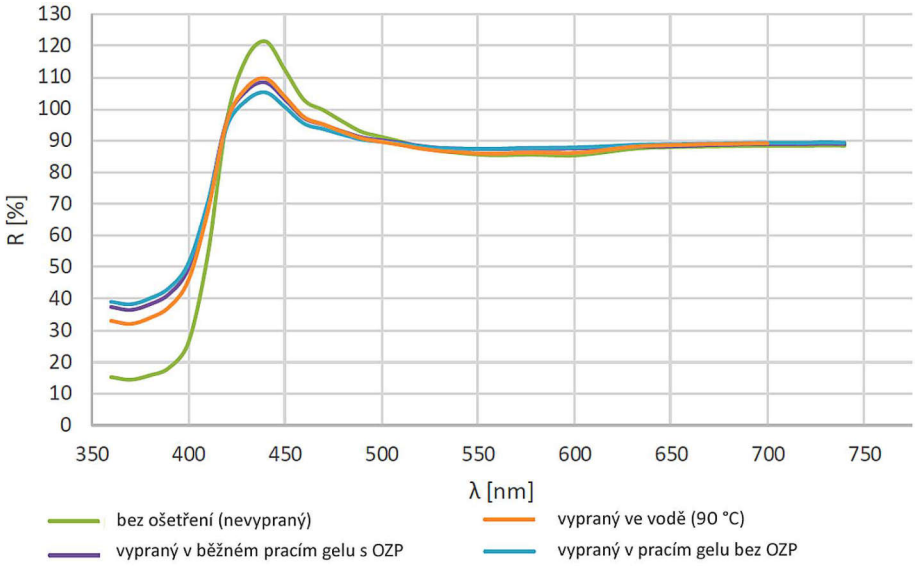
Stanovení limitního viskozitního čísla hedvábí bylo provedeno podle normy SNV 195 595. Byly připraveny roztoky hedvábí o přibližné koncentraci 0,01 g/cm$^3$ v rozpouštědle (vodný roztok LiBr, glycerin). Pro měření byl použit mikroviskozimetr s průměrem kapiláry 0,7 mm. Měření a výpočet probíhaly obdobně jako v případě bavlny, avšak s tím rozdílem, že bylo vypočítáno pouze limitní viskozitní číslo dle rovnice:

$$[\eta] = \frac{\frac{\eta_i}{c}}{1 + 0{,}5 \cdot \eta_i}$$

## VÝSLEDKY A DISKUZE

### Vliv ošetření obalových materiálů na obsah OZP

Bylo hodnoceno, zda je nějak ovlivněn výsledný obsah OZP v obalové textilii s ohledem na způsob jejího ošetření (tj. vyprání, viz podnadpis Použité materiály). UV fotografie se v tomto případě neukázala jako dostatečně citlivá metoda, proto bylo využito měření barevnosti s přesahem do UV oblasti. Metoda na rozdíl od klasické UV/Vis spektroskopie umožňuje zároveň ozařovat i snímat vzorek v celém rozsahu měřených vlnových délek. Proto je pro stanovení obsahu OZP metodou mimořádně vhodnou, jak je zřejmé z obr. 1, na kterém je graf reflektančních spekter pro jednotlivé způsoby ošetření.




*Obr. 1 Reflektanční spektra vzorků obalových pláten ošetřených různými způsoby / Reflectance spectra of packaging canvas samples treated in various ways*

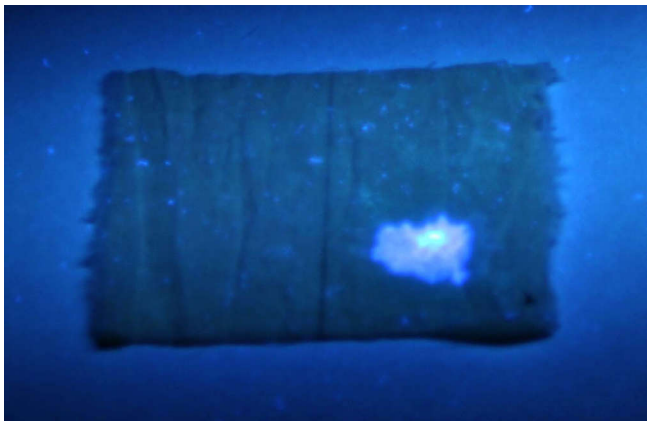
Vzhledem k tomu, že použité obalové plátno je bílé barvy, je pohledem na graf zřejmé, že použitý typ OZP v obalové textilii má fluorescenční maximum v oblasti kolem 440 nm. Nevyprané obalové plátno (zelená křivka) mělo v maximu vůbec nejvyšší hodnotu reflektance. Ostatní vzorky obalových pláten, které byly předem určitým způsobem upraveny (vyprány), nabývaly hodnot reflektance v maximu křivky znatelně nižších. Zároveň se ukázalo, že volba pracího prostředku má na výsledný obsah OZP jen marginální vliv, zároveň k poklesu hodnot maxima došlo i u plátna vypraného pouze ve vodě.

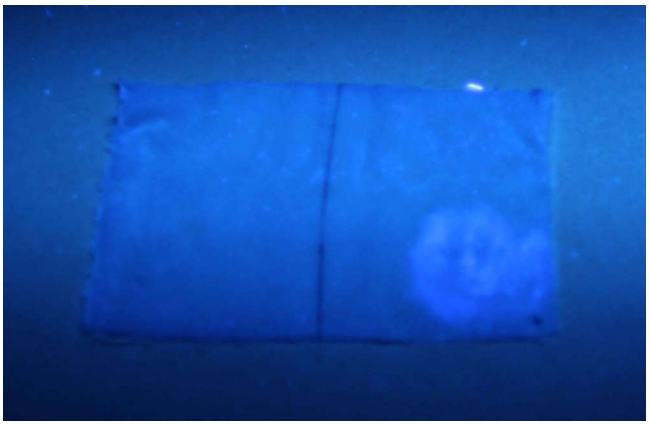
### Rizika přenosu OZP

Vlivem dlouhodobého kontaktu s obalovou textilií s obsahem OZP za podmínek zvýšené teploty, resp. zvýšené teploty a relativní vlhkosti vzduchu (tj. umělé stárnutí) nebyl zaznamenán přenos OZP. Z výsledků experimentu jasně vyplývá, že pro přenos OZP je nezbytným faktorem přítomnost vody, a to v kapalném skupenství (tedy nikoliv např. ve formě vodní páry). Kontaminaci OZP bylo možné zpozorovat z celé škály testovaných variant pouze u těch vzorků, které byly vystaveny simulaci zatečení a zároveň opatřeny obalovou textilií, která nebyla předem vyprána. Nacházíme zde tedy jistou analogii OZP s běžnými textilními barvivy. Popsaný jev nastal jak u vzorku z bavlny (obr. 2), tak i hedvábí (obr. 3). U obou variant je v pravé dolní části UV fotografie zřetelná skvrna, které vznikla v místě aplikace vody na sendvič.

### Dlouhodobá stabilita přírodních vláken v kontaktu s obalovou textilií s OZP

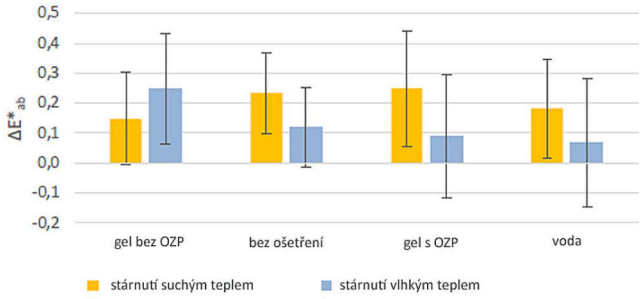
V rámci experimentu bylo prokázáno, že kontakt přírodních textilií s textilními obaly obsahujícími OZP nevede ani v dlouhodobém horizontu ke vzniku barevných změn, poklesu mechanických vlastností nebo poškození makromolekul celulózy (respektive fibroinu) přírodních vláken. Lze konstatovat, že používání takových obalů nesnižuje dlouhodobou stabilitu ani neurychluje degradaci historických textilií.



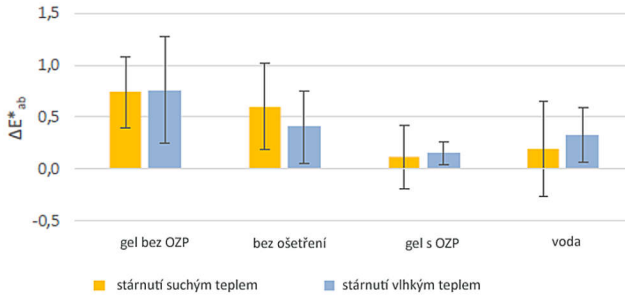


*Obr. 2, 3 UV fotografie vzorků vnitřní vrstvy bavlny (vlevo) a hedvábí (vpravo) po aplikaci vodních kapek na sendvič s nevypraným obalovým plátnem / UV photographs of samples of the inner layer of cotton (left) and silk (right) after the application of water drops on the sandwich sample made with unwashed wrapping canvas*

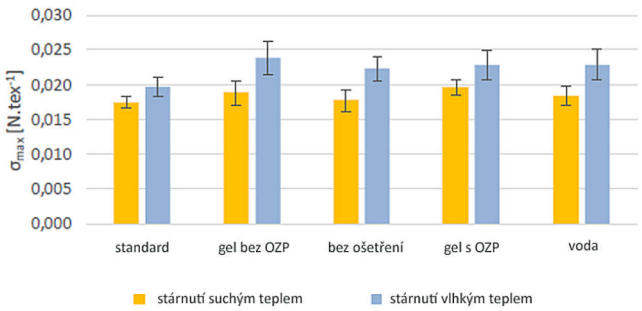
Následující grafy ukazují hodnoty barevnosti (obr. 4 a 5), mechanických vlastností (obr. 6 a 7) i hodnoty průměrného polymeračního stupně celulózy (obr. 8), resp. limitního viskozitního čísla hedvábí (obr. 9). Sledované vlastnosti textilií, které byly během umělého stárnutí v kontaktu s obalovým materiálem s OZP, jsou zcela srovnatelné s referenčními vzorky, které s tímto materiálem v kontaktu nebyly (v grafech označeno jako „standard“).



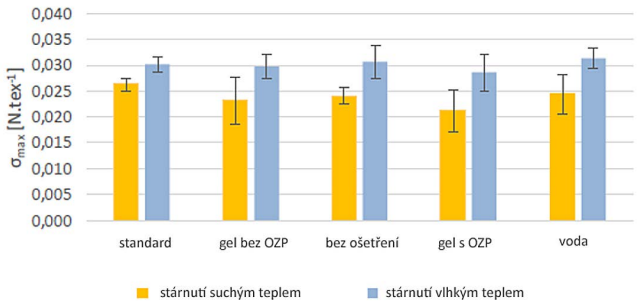

*Obr. 4* *Barevné změny bavlny v důsledku kontaktu s obalovým materiálem během umělého stárnutí (vztaženo vůči standardu) / Colour changes in cotton due to contact with packaging material during artificial ageing (relative to standard)*



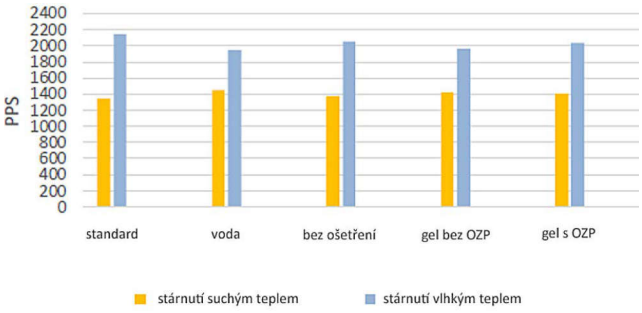

*Obr. 5* *Barevné změny hedvábí v důsledku kontaktu s obalovým materiálem během umělého stárnutí (vztaženo vůči standardu) / Colour changes in silk due to contact with packaging material during artificial ageing (relative to standard)*



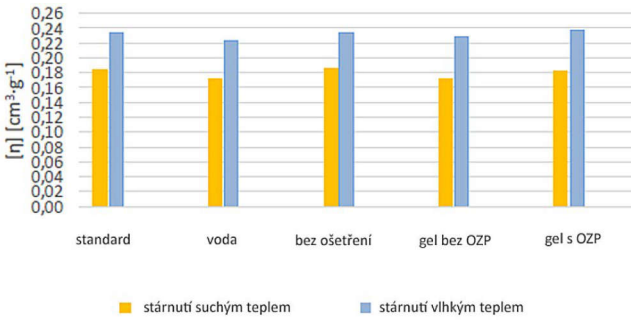

*Obr. 6* *Pevnost v tahu, bavlna / Tensile strength, cotton*




*Obr. 7* *Pevnost v tahu, hedvábí / Tensile strength, silk*




*Obr. 8* *Průměrný polymerační stupeň celulózy, bavlna / Average degree of polymerization of cellulose, cotton*




*Obr. 9* *Limitní viskozitní číslo fibroinu, hedvábí / Limiting viscosity number of fibroin, silk*

## ZÁVĚR

Výsledky experimentu prokázaly, že prostý kontakt s obalem z textilie obsahující OZP nijak negativně neovlivňuje dlouhodobou stabilitu přírodních vláken. K přenosu OZP na historickou textilii může dojít v podstatě pouze při zatečení, a to výlučně v případě, kdy je pro výrobu obalu nevhodně použita předem nevypraná textilie.

Proto je nutné textilie s OZP pro výrobu obalů pro sbírkové předměty nejdříve vyprat na vysokou teplotu (např. 90 °C), přičemž volba pracího prostředku vliv nemá. Tím dojde odstranění podílu nezafixovaného OZP, a tedy vyloučení kontaminace historické textilie OZP v případě zatečení vody skrze textilní obal.

## LITERATURA


- BAJPAI, Divya a TYAGI, Vinod Kumar. Laundry Detergents. An Overview. *Journal of Oleo Science*. Online. 2007, **56**(7), s. 327–340. ISSN 1347-3352. Dostupné z: https://doi.org/10.5650/jos.56.327. [cit. 2024-05-08].
- FÄHNRICH, Jan a KOLESNIKOVÁ, Lucie. *Fluorimetrie*. Online. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2024. Dostupné z: https://old.vscht.cz/anl/lach2/FLUORO.pdf. [cit. 2024-05-07].
- HLADÍK, Vladimír a kol. *Textilní barvířství*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1982.
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Příručka pro textilní barvíře a tiskaře*. Praha: SODB, 1976.
- KUŽELOVÁ, Zdenka a PELÍŠEK, Josef. Textil a muzeum. *Sborník z odborného semináře Textil v Muzeu – Nové názory a zkušenosti*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2006.
- MARKS, Julia Lathem. *Quanifying the Transfer of Optical Brighteners from Fabric to Skin*. Online. Seattle, 2015. Master's Thesis. University of Washington, Department of Environmental & Occupational Health Sciences. Dostupné z: https:/digital.lib.washington.edu/researchworks/handle/1773/33837. [cit. 2024-05-12].
- NOVÁK, Jan. *Praní textilu*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2008. ISBN 978-80-86413-46-4.
- SIEGRIST, Adolf Emil; ECKHARDT, Claude; KASCHIG, Jürgen a SCHMIDT, Erika. *Optical Brighteners*. Online. Electronic Release. Weinheim: Wiley-VCH, 2003. Dostupné z: https://doi-org.ezproxy.vscht.cz/10.1002/14356007.a18_153. [cit. 2024-03-03].
- SMULDERS, Eduard a SUNG, Eric. *Laundry Detergents. 2. Ingredients and Products*. Online. Electronic Release. Weinheim: Wiley-VCH, 2011. Dostupné z: https://doi-org.ezproxy.vscht.cz/10.1002/14356007.o15_o13. [cit. 2024-04-09].
- SMULDERS, Eduard; VON RYBINSKI, Wolfgang a NORDSKOG, Anette. *Laundry Detergents. 1. Introduction*. Online. Weinheim: Wiley-VCH, 2011. ISBN 978-3-527-30673-2. Dostupné z: https://doi-org.ezproxy.vscht.cz/10.1002/14356007.a08_315.pub3. [cit. 2024-04-09].
- ŠKRDLANTOVÁ, Markéta; DRÁBKOVÁ, Klára; BUREŠ VÍCHOVÁ, Jana a KREJČÍ, Jan. *Konzervování archeologických textilií. Metodika projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II*. Online. Praha: Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha, 2022. Dostupné z: https://restauro.vscht.cz/files/uzel/0056743/0011~~800tyU_JzE6M987Pq0otKssvO7ww7_BahcSi5IzU_Jz89Mzk7MN7kzMUSIIrSjJzMg-vBQA.pdf?redirected. [cit. 2024-05-07].
- TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes a EASTOP, Dinah. *Chemical Principles of Textile Conservation*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. Series in Arts and Archeology. ISBN 0-7506-2620-8.
- ZAHRADNÍK, Miloš. *Výroba a použití opticky zjasňujících prostředků*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1979.