

# VLIV VYBRANÝCH DETERGENTŮ NA DLOUHODOBOU STABILITU CELULÓZOVÝCH VLÁKEN

Klára Drábková, Jan Krejčí, Eva Durychová, Zuzana Poláková, Jana Bureš Víchová

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

*Při praní historických textilií se obvykle uplatňují anionaktivní tenzidy. Při čištění předmětů z rostlinných vláken, které jsou výrazněji znečištěny nebo se na nich nacházejí skvrny, se v praxi využívá také praní mýdly, zejména jádrovým, méně často žlučovým. Především složení žlučových mýdel vyvolává pochybnosti o vhodnosti jejich použití. Proto byla zkoumána dlouhodobá stabilita bavlněných textilií ošetřených nejen vodou a Syntaponem L, ale také třemi typy mýdel (žlučové, Marseillské a jádrové mýdlo Jelen). U textilií byly sledovány optické, chemické i mechanické vlastnosti. Výsledky ukázaly, že po použití mýdel dochází po stárnutí ke změně barevnosti bavlněné textilie, a proto by mělo být upřednostňováno praní v Syntaponu L.*

**Klíčová slova:** praní textilií, Syntapon L, Marseillské mýdlo, žlučové mýdlo, mýdlo Jelen

## EFFECT OF SELECTED DETERGENTS ON THE LONG-TERM STABILITY OF CELLULOSIC FIBRES

*In the process of washing historical textiles, anionic surfactants are usually used. When cleaning items made of cellulosic fibres that are heavily soiled or stained, washing with various kinds of soap (core and less frequently bile soap) is also used in practice. The composition of bile soap in particular raises doubts about its use. Therefore, the long-term stability of cotton textiles treated not only with water and Syntapon L, but also with three*

*types of soap (bile, Marseille and core soap Jelen) was investigated. The optical, chemical and mechanical properties of the textiles were monitored. The results showed that after the use of soap there is a colour change in the cotton fabric after ageing and therefore washing in Syntapon L should be preferred.*

**Keywords:** Textile cleaning, Syntapon L, Marseille soap, bile soap, soap Jelen

Kontakt: Ing. Klára Drábková, Ph.D., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek, Technická 5, 166 28 Praha 6; klara.drabkova@vscht.cz

ORCID: 0000-0002-2683-2505

Kontakt: Ing. Jan Krejčí, Ph.D., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek, Technická 5, 166 28 Praha 6; jan.krejci@vscht.cz

ORCID: 0000-0003-4132-4805

Kontakt: Mgr. Eva Durychová, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek, Technická 5, 166 28 Praha 6, eva.durychova@vscht.cz

ORCID: 0009-0007-9674-2787

Kontakt: Ing. Zuzana Poláková, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek, Technická 5, 166 28 Praha 6; zuzana.polkova@vscht.cz

ORCID: 0009-0002-4912-3610

Kontakt: Bc. Jana Bureš Vichová, DiS., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek, Technická 5, 166 28 Praha 6; jvichova@seznam.cz  
ORCID: 0000-0003-3831-9140

### ÚVOD

Znečištění přítomné na textilních předmětech může znesnadňovat interpretaci předmětu, ale především může urychlovat nebo způsobovat degradaci materiálu (např. mechanické poškození zvýšeným otěrem nebo křehnutím, změny barevnosti, poškození v důsledku změn pH, vyšší náchylnost k mikrobiologickému napadení atd.). Proto je čištění jedním ze zásadních kroků při konzervátorském (restaurátorském) zásahu.<sup>1, 2, 3</sup>

Znečištění historických textilií lze dělit do několika kategorií podle původu. Vzniká buď přímo jejich užíváním či dalším zacházením (např. znečištění potem nebo krví, mastnotou, různými korozními produkty), v důsledku nevhodného uložení (např. napadení plísněmi) či znečištění pocházející z ovzduší (např. prachové částice).<sup>4</sup>

Charakter a míra znečištění a také stav předmětu jsou zásadní při výběru konkrétního postupu čištění. Proces čištění je vždy založen na narušení vazeb mezi textilií a nečistotami, které jsou následně odstraněny. Prvním krokem bývá suché mechanické čištění, při kterém jsou odstraněny zejména prachové částice nejčastěji odsátím, popř. stíráním vatovými tampóny nebo houbičkami z polymerních materiálů.<sup>5, 6</sup>

U některých typů předmětů může být suché mechanické čištění jediným čisticím krokem

v rámci celého zásahu, nicméně je obvyklé, že na něj navazují další účinnější metody čištění. Nejčastěji se jedná o metody mokrého čištění. Před zahájením mokrého čištění je třeba provést zkoušky, aby se předešlo nežádoucím jevům, jako je např. zapouštění barev v prací lázni nebo poškození v důsledku nabobtnání vláken. V případech, kdy to stav předmětu umožňuje, je nejúčinnějším způsobem mokré čištění vodou s přidavkem povrchově aktivních látek. Komerční prací prostředky (detergenty) používané v domácnostech nebo v průmyslu obsahují kromě povrchově aktivních látek (tenzidů) další látky, které zvyšují účinnost praní (např. komplexotvorné látky, bělicí prostředky, optické zjasňovače, enzymy, dezinfekční prostředky) nebo snižují výslednou cenu (např. síran sodný). Pro čištění historických textilií nejsou tyto komerční detergenty vhodné zejména proto, že není známo jejich přesné složení a obsahují řadu složek, které jsou pro tyto textilie zcela nevhodné (zejména komplexotvorné látky, ale i optické zjasňovače, parfémy apod.).<sup>7, 8</sup> Komerčními produkty specificky připravenými pro praní historických textilií byly čisticí prostředky DETA, které se objevily krátkodobě na trhu v České republice, ale jejich výroba byla bohužel bez náhrady ukončena.

Při čištění historických textilií jsou proto v současnosti používány roztoky samotných tenzidů, nejčastěji anionaktivních a neionogenních. Jako hlavní výhody anionaktivních tenzidů jsou uváděny obecně vyšší čisticí účinnost a snadnější vyplachování z textilie. Neionogenní tenzidy zase mají lepší schopnost snižovat povrchové napětí, disponují nižší kritickou micelární koncentrací, vykazují vyšší účinnost specificky na mastnotu a znečištění půdními částicemi, jsou lépe biologicky odbouratelné a dále jsou z hlediska účinnosti obecně méně

- 1 TÍMÁR-BALÁZSY, Á. – EASTOP, D. *Chemical Principles of Textile Conservation*. Butterworth-Heineman, 1998. Dále jako TÍMÁR-BALÁZSY – EASTOP (1998).
- 2 LANDI, S. *The Textile Conservator's Manual*. Butterworth-Heineman, 1999.
- 3 TÍMÁR-BALÁZSY, Á. Wet Cleaning of Historical Textiles: Surfactants and Other Wash Bath Additives. *Studies in Conservation*. 2000, vol. 45, no. 1. Dále jako TÍMÁR-BALÁZSY (2000).
- 4 TÍMÁR-BALÁZSY – EASTOP (1998).
- 5 Tamtéž.
- 6 BOERSMA, F. – BROKERHOF, W. A. – VAN DEN BERG, S. – TEGELAERS, J. *Unravelling Textiles. A Handbook for the Preservation of Textile Collections*. Archetype Publications Ltd., 2007.
- 7 TÍMÁR-BALÁZSY – EASTOP (1998).
- 8 NOVÁK, J. Praní textilu. *Textil v muzeu*. 2008, s. 1–24.

citlivé na úpravy pH lázně.<sup>9, 10, 11, 12</sup> V restaurátorské praxi je nejčastěji využíván anionaktivní tenzid Syntapon L (laurylsulfát sodný založený na přírodním lineárním mastném alkoholu C12-14), případně Hostapon T (N-methyl-N-oleoyltaurát sodný). Z neionogenních tenzidů jsou to pak např. Tinovetin JUN HC (založený na ethoxylovaných alifatických alkoholech) či Dehypon LS45 nebo LS54 (založený na ethoxylovaných a propoxylovaných mastných alkoholech).<sup>13, 14, 15, 16, 17</sup> Při čištění textilií z rostlinných vláken jsou v případě výraznějšího znečištění či přítomnosti skvrn využívána i mýdla (zejména jádrové, případně i žlučové). Studie věnující se vlivu různých typů mýdel na dlouhodobou stabilitu textilií z rostlinných vláken však chybí.

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### Příprava modelových vzorků

Pro přípravu modelových vzorků pro studium vlivu detergentů na dlouhodobou stabilitu celulóзовých vláken byla použita bavlna (plátno, 134 g/m<sup>2</sup>, dodavatel Výtvarné potřeby – hedvábi Kladno, Radek Rozenkranz). Před zahájením experimentu byly vzorky podrobeny vyvážce dle normy ČSN 800811, aby byly zbaveny případných nízkomolekulárních podílů a nečistot z výroby. Vyvážka probíhala 2 hodiny v lázni o délce 1:50 (na 1 g vzorku připadá 50 ml roztoku). Lázeň obsahovala siričitan sodný (5 g/l), uhličitan sodný (8 g/l), Syntaron B (3 g/l), Tween 20 (1 g/l). Následovalo praní ve vodě o teplotě 80 °C, ve vodě 20 °C teplé a volné sušení. Modelové vzorky byly uměle předstárnuty dle ISO 5630/3 (80 °C, 65 % RV, 6 týdnů), aby pokud možno dobře simulovaly reálné historické textilie.

Kromě modelových bavlněných vzorků byly pomocí testovaných detergentů vyprány i vzorky z historické nesbirkové textie (bavlněné spodní prádlo), s cílem porovnat účinnost praní.

### Praní vzorků

Praní modelových bavlněných vzorků i vzorků historické textie probíhalo za podmínek podobných reálnému praní – ponor do roztoku detergentu (délka lázně 1:100, 2 g/l, 50 °C, 1 hodina). Vzorky historické textie a polovina modelových bavlněných vzorků byly obdobně jako v praxi vymáhány (2× teplá voda, 1× studená voda, délka lázně 1:200), druhá polovina modelových vzorků byla ponechána bez máchání kvůli zvýraznění případného vlivu detergentů na bavlněnou textilii. pH pracích roztoků bylo měřeno při 50 °C pH metrem InoLab 7310. Testována byla různá mýdla, voda a Syntapon L byly použity jako srovnávací prostředky:

*Marseillské mýdlo* (pH 9,4; soli olivového a kokosového oleje; Krusta shop s.r.o.),  
*jádrové mýdlo Jelen* (pH 8,7; sodné soli mastných kyselin, chlorid sodný, parfém, glycerol, titanová běloba, tetrasodná sůl kyseliny ethylen-diammintetraoctové; Schicht prodej a.s.),  
*žlučové mýdlo na skvrny* (pH 8,4; sodné soli mastných kyselin, glycerol, žlučové enzymy; Tierra Verde s.r.o.),  
*voda* (pH 7,7),  
*Syntapon L* (pH 7,8; laurylsulfát sodný; Enapol a.s.).

### Umělé stárnutí modelových vzorků

Aby bylo možné sledovat dlouhodobou stabilitu různě vypraných textilií, byly podrobeny dvěma typům umělého stárnutí: *suchým teplem* dle ISO 5630/1 (105 °C, 21 dní),

- 9 WALKER, D. E. Surfactants in textile Conservation. In: *AIC Textile Speciality Group postprints*, 1996.
- 10 TÍMÁR-BALÁZSY - EASTOP (1998).
- 11 LANDI, S. *The Textile Conservator's Manual*. Butterworth-Heinemann, 1999.
- 12 TÍMÁR-BALÁZSY (2000).
- 13 TÍMÁR-BALÁZSY (2000).
- 14 TÍMÁR-BALÁZSY - EASTOP (1998).
- 15 ŠULCOVÁ, V. - FAGOVÁ, D. Čištění historických textilií. In: *Sborník konference Sdružení pro ochranu památek Artefakt Restaurování a ochrana uměleckých děl - Čištění uměleckých děl*. Kutná Hora, 2014.
- 16 SATO, M. - QUYE, A. Detergency evaluation of non-ionic surfactant Dehypon LS54 for textile conservation wet cleaning. *Journal of the Institute of Conservation*. 2019, vol. 42, no. 1.
- 17 KUŽELOVÁ, Z. - DUFGOVÁ, L. - ŠEVČÍK, R. - VYSKOČILOVÁ, G. - HANÁČKOVÁ, P. - PŘÍHODA, J. *Certifikovaná metodika (III) pro identifikaci textilních a netextilních součástí a jejich konzervaci* [online], 2016, [cit. 14. 1. 2025], URL: <https://invenio.nusl.cz/record/204398>.

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

## Metody hodnocení vlastností textilií

Vlastnosti textilních vzorků byly stanoveny po ošetření a po umělém stárnutí. Pro zhodnocení vlivu různých pracích prostředků na dlouhodobou stabilitu celulóзовých vláken byly stanoveny jejich optické, chemické i mechanické vlastnosti.

**Barevnost** v barvovém prostoru CIELAB byla měřena spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d v režimu SCI s aperturou 8 mm. Podle rovnice (1) byla vypočtena celková změna barevnosti spolu s celkovou chybou měření na základě Gaussova zákona distribuce nejistot.

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2} \quad (1),$$

kde  $L_0^*$ ,  $a_0^*$ ,  $b_0^*$  jsou parametry barevnosti před umělým stárnutím resp. před ošetřením a  $L_1^*$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$  jsou parametry barevnosti po umělém stárnutí resp. po ošetření.

Hodnoty uvedené v grafech jsou aritmetickým průměrem 10 měření.

**Průměrný polymerační stupeň** celulózy byl stanoven dle normy ČSN 800811, pro rozpuštění vzorků byl použit sodno-železitý komplex kyseliny vinné (tzv. EWN), měření probíhalo pomocí Ubbelohdeho kapilárního viskozimetru UII (průměr kapiláry 1,13 mm) při 20 °C. Specifická viskozita byla vypočtena podle rovnice (2)

$$\eta_{sp} = \frac{\tau - \tau_0}{\tau_0} \quad (2),$$

kde  $\tau_0$  je průtokový čas rozpouštědla [s] a  $\tau$  je průtokový čas roztoku [s].

Limitní viskozitní číslo a průměrný polymerační stupeň (PPS) byly vypočteny podle rovnice (3), respektive (4)

$$[\eta] = \frac{\eta_{sp}}{1 + 0,3 \cdot \eta_{sp}} \quad (3),$$

kde  $c$  je koncentrace roztoku celulózy se zohledněním obsahu vlhkosti [g·l<sup>-1</sup>],

$$PPS = 152 \cdot [\eta] \quad (4).$$

Uvedené výsledky jsou aritmetickým průměrem ze dvou měření.

**Pevnost nití v tahu** byla měřena na Univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2 (výrobce Labortech), pro měření byly z tkaniny vytahány útkové nitě (upínací délka 10 cm), rychlost posuvu čelistí byla 50 mm/min. Změřené hodnoty tržného zatížení nití byly vztaženy na jejich jemnost (g·km<sup>-1</sup>), čímž byla vypočtena pevnost nití v tahu (N·tex<sup>-1</sup>). Hodnoty uvedené v grafech jsou průměrem z 10 měření, chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

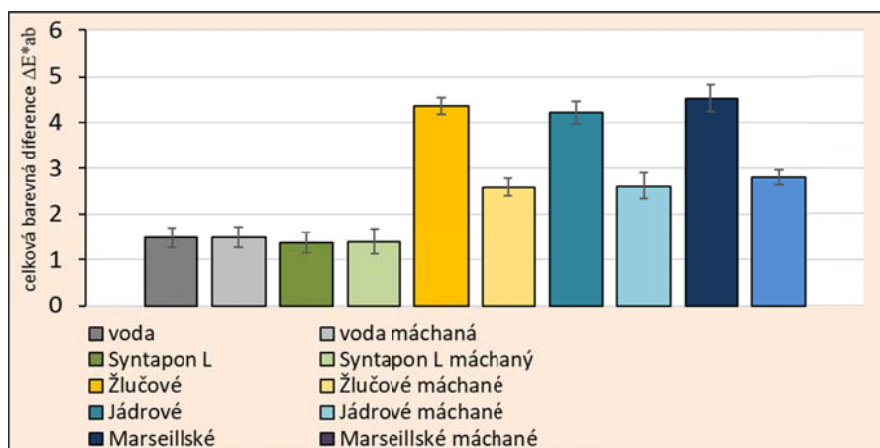
## VÝSLEDKY A DISKUSE

U bavlněných textilií byly po aplikaci testovacích pracích prostředků hodnoceny optické, chemické i mechanické vlastnosti. Měření byla provedena ihned po ošetření a také po umělém stárnutí, aby mohla být sledována dlouhodobá stabilita praných textilií.

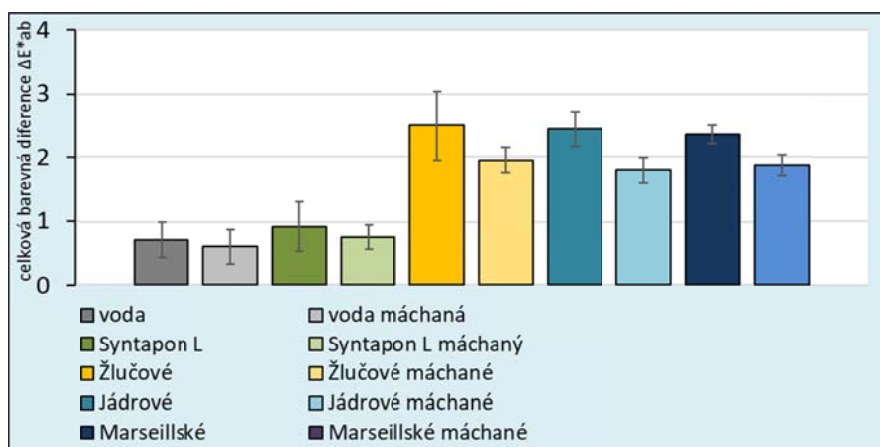
### Barevnost

Měření barevnosti bylo použito jak pro studium vlivu detergentů na modelové bavlněné vzorky tak i pro sledování účinnosti praní historické textilie. Na modelových vzorcích se jednoznačně ukázal negativní vliv mýdel na barevnost bavlněného plátna, trendy po umělém stárnutí suchým i vlhkým teplem jsou shodné (Obr. 1, Obr. 2). Všechna testovaná mýdla způsobila v podstatě stejně velkou, neakceptovatelnou celkovou změnu barevnosti ( $\Delta E_{ab}^*$ ). K posunu barevnosti došlo zejména na ose b, což znamená, že vzorky prané mýdly po umělém stárnutí zežloutly. Negativní vliv mýdel na barevnost byl významně snížen důkladným vymáchním, ale i u máchaných vzorků je  $\Delta E_{ab}^*$  2,5 a vyšší, přičemž  $\Delta E_{ab}^*$  v rozmezí 1,5 až 3,0 se považuje za jasně postřehnutelný rozdíl<sup>18</sup>. Praní v Syntaponu L je z hlediska změn barevnosti na stejné úrovni jako praní čistou vodou, velmi malé rozdíly pozorovatelné po stárnutí vlhkým teplem (Obr. 2) se pohybují v rámci chyby měření.

18 DRÁBKOVÁ, K. *Vliv dezinfekce na přírodní vlákna*. Disertační práce. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2019.



Obr. 1. Celková změna barevnosti modelových bavlněných vzorků po praní a stárnutí suchým teplem.



Obr. 2. Celková změna barevnosti modelových bavlněných vzorků po praní a stárnutí vlhkým teplem.

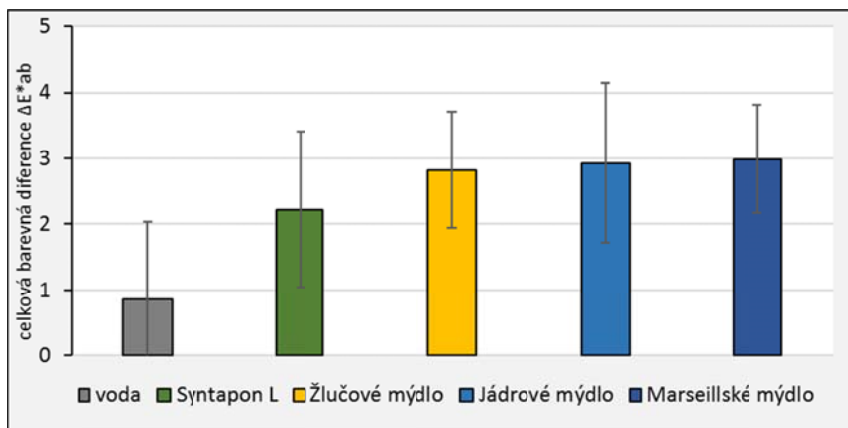
Na historické textilii bylo poměrně velké množství skvrn, a proto bylo měření barevnosti pro hodnocení účinnosti praní zatíženo přibližně pětkrát větší chybou než v případě modelových vzorků. Z tohoto důvodu byly změny barevnosti u všech vzorků historické textilie v rámci chyby měření. Výsledky (Obr. 3) přesto naznačují, že mýdla mají mírně vyšší účinnost praní (průměrná  $\Delta E^*_{ab}$  se blíží hodnotě 3) než Syntapon L (průměrná  $\Delta E^*_{ab}$  cca 2). U jádrového mýdla může být změna barevnosti ovlivněna nejen odstraněním nečistot, ale také kontaminací povrchu titanovou bělobou, která je součástí tohoto produktu.

### Průměrný polymerační stupeň

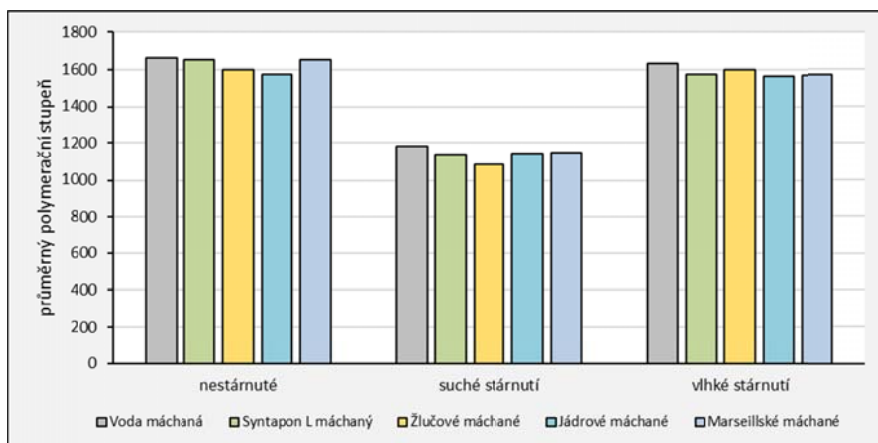
Výsledky měření průměrného polymeračního stupně (PPS) celulózy v případě vymáchaných

vzorků neprokázaly vážné poškození celulózyho řetězce. Drobné rozdíly pozorovatelné v grafu na Obr. 4 jsou vesměs v rámci chyby měření. Největší pokles PPS se vyskytl u vzorku vypraného žlučovým mýdlem po stárnutí suchým teplem, kde je rozdíl oproti vzorku pranému ve vodě 100 jednotek, což je rozdíl na hranici chyby měření, nicméně může naznačovat nežádoucí děje v textilním materiálu.

Měření PPS celulózy u nemáchaných vzorků nepřineslo průkazné výsledky. Detergenty přítomné ve vzorcích totiž ovlivňují tokové vlastnosti roztoků celulózy, čímž zkresluje výsledky. Pro závěry studie však není tato skutečnost limitující, protože v praxi se po praní vždy zařazuje důkladné máchání.



Obr. 3. Celková změna barevnosti vzorků z historické bavlněné textilie po praní.



Obr. 4. Průměrný polymerační stupeň celulózy vymáchaných vzorků.

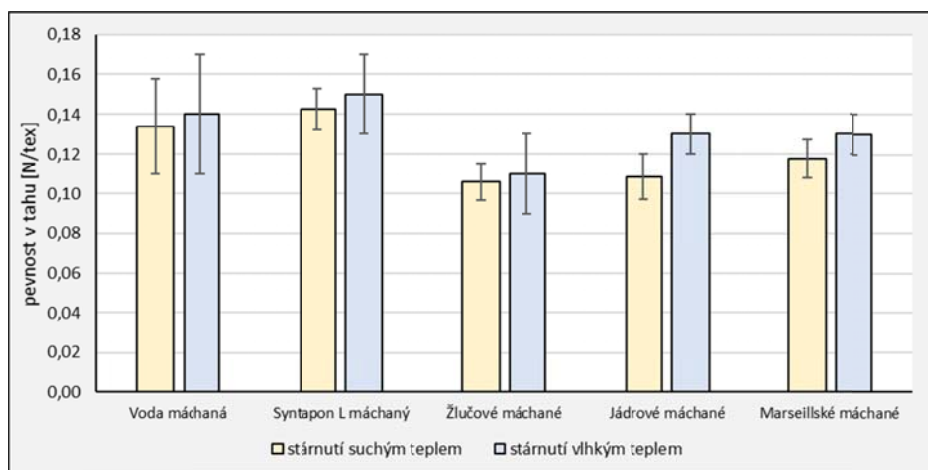
## Pevnost nití v tahu

Měření pevnosti nití v tahu je u přírodních vláken zatíženo větší chybou způsobenou jejich přirozenou nehomogenitou. Přesto je na Obr. 5 možné pozorovat, že po praní v Syntaponu L nedochází ke změnám pevnosti nití ve srovnání s praním ve vodě. Po praní mýdly došlo k poklesu pevnosti, který je sice ve většině případů na hranici chyby měření, ale může naznačovat možné poškození bavlněné textilie. K nejvýraznějšímu poklesu pevnosti došlo u vzorků praných žlučovým mýdlem. Pevnost v tahu závisí nejen na délce makromolekulárního řetězce, ale také na nadmolekulové struktuře a sekundárních vazbách mezi vlákny, a proto nemusí být vždy možná přesná korelace mezi měřením pevnosti a PPS.

## ZÁVĚR

Při praní výrazněji znečištěných textilií z rostlinných vláken jsou v restaurátorské praxi používána i různá mýdla. Výsledky studie ukázaly, že mýdla (jádrové, žlučové a Marseillské) mají pouze nepatrně vyšší účinnost čištění než anionaktivní tenzid Syntapon L, a jejich použití je navíc spojeno s určitými riziky. Zásadním nedostatkem použití mýdel je významná změna barevnosti, ke které došlo po praní a umělém stárnutí. Žádné z testovaných mýdel sice nezpůsobilo zásadní poškození bavlněných vláken (k poklesu pevnosti nití v tahu a průměrného polymeračního stupně celulózy došlo ve většině případů pouze na hranici chyb měření), ale vzhledem





Obr. 5. Pevnost nití v tahu po praní a stárnutí suchým a vlhkým teplem.

k tomu, že dlouhodobá stabilita restaurovaných předmětů (a to i z hlediska barevnosti) je jedním ze základních požadavků na restaurátorský zásah, není možné praní mýdly pro historické textilie doporučit. Bohužel negativní vliv na barevnost bavlněné textilie měla nejen mýdla obsahující různé přísady (žlučové mýdlo a mýdlo Jelen), ale i čisté Marseillské mýdlo. Pro praní historických textilií lze doporučit v praxi zavedený anionaktivní tenzid Syntapon L.

*Výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem kultury České republiky v rámci projektu DH23P03OVV022 (NAKI III).*

## SEZNAM ZDROJŮ

### Literatura

BOERSMA, F. – BROKERHOF, W. A. – VAN DEN BERG, S. – TEGELAERS, J. *Unravelling Textiles. A Handbook for the Preservation of Textile Collections*. Archetype Publications Ltd., 2007. ISBN 1-873132-64-6.

DRÁBKOVÁ, K. *Vliv dezinfekce na přírodní vlákna*. Disertační práce. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2019.

KUŽELOVÁ, Z. – DUFKOVÁ, L. – ŠEVČÍK, R. – VYSKOČILOVÁ, G. – HANÁČKOVÁ, P. – PŘÍHODA, J. *Certifikovaná metodika (III) pro identifikaci textilních a netextilních součástí a je-*

*jich konzervaci* [online], 2016, [cit. 14. 1. 2025], URL: <https://invenio.nusl.cz/record/204398>

LANDI, S. *The Textile Conservator's Manual*. Butterworth-Heinemann, 1999. ISBN 0-7506-3897-4.

NOVÁK, J. *Praní textilu. Textil v muzeu*. 2008, s. 1-24. ISBN 978-80-86413-46-4.

SATO, M. – QUY, A. Detergency evaluation of non-ionic surfactant Dehypon LS54 for textile conservation wet cleaning. *Journal of the Institute of Conservation*. 2019, vol. 42, no. 1, s. 3-17.

ŠULCOVÁ, V. – FAGOVÁ, D. Čištění historických textilií. In: *Sborník konference Sdružení pro ochranu památek Artefakt Restaurování a ochrana uměleckých děl – Čištění uměleckých děl*. Kutná Hora, 2014, s. 28-37. ISBN 978-80-9059240-7.

TÍMÁR-BALÁZSY, Á. – EASTOP, D. *Chemical Principles of Textile Conservation*. Butterworth-Heinemann, 1998. ISBN 0-7506-2620-8.

TÍMÁR-BALÁZSY, Á. Wet Cleaning of Historical Textiles. Surfactants and Other Wash Bath Additives. *Studies in Conservation*. 2000, vol. 45, no. 1, s. 46-64.

WALKER, D. E. Surfactants in textile Conservation. In: *AIC Textile Speciality Group proceedings*, 1996, s. 29-34.