FORUM / 2020 / ROČ. X / Č. 2

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2020 / Vol. X / 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. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.
Ing. Radka Šefců
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

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

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

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

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

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

VLASTNOSTI ADHEZIV Z HLEDISKA PODLEPOVÁNÍ HISTORICKÝCH TEXTILIÍ

Jan Krejčí • Markéta Škrdlantová • Klára Drábková
Jana Bureš Víchová

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Ing. Jan Krejčí vystudoval studijní program Konzervování-restaurování objektů kulturního dědictví na VŠCHT Praha se specializací na organické materiály. V rámci postgraduálního studia se věnuje zejména vývoji a zdokonalování podlepovacích technik pro historické textilní materiály. Mimo působení na Ústavu chemické technologie restaurování památek v současné době pracuje jako rentgenografista Oddělení péče o sbírky (HM) Národního muzea. (jan.krejci@vscht.cz)

V rámci prvních etap projektu *Vývoj metod podlepování historických textilií* financovaného Ministerstvem kultury ČR byl na základě literárních zdrojů a fyzického průzkumu reálných předmětů v depozitářích muzeí vytvořen výběr adheziv, s nimiž se na historických textilních předmětech buď setkáváme, nebo které mají pro své vlastnosti v dané oblasti potenciál. Pro jejich porovnání a zjištění dlouhodobé stability byly z vybraných adheziv vytvořeny zkušební vzorky, které byly podrobeny několika typům umělého stárnutí. Poté u nich byly měřeny různé parametry, např. barevnost, tvrdost nebo modul pružnosti v tahu. Na základě výsledků byla určena odolnost testovaných adheziv vůči degradačním vlivům a vytvořen užší výběr vhodných a dlouhodobě stabilních adheziv pro testování v navazujících etapách projektu.
Klíčová slova: historické textilie; podlepování; adheziva; porovnání; stabilita; odolnost

ADHESIVES QUALITIES WITH RESPECT TO BACKING OF HISTORICAL FABRICS During the first stages of the project *Development of Adhesive Techniques in Textile Conservation* funded by The Ministry of Culture of the Czech Republic the selection of adhesives was created on the basis of literature sources and physical research of collection items in museum depositories. Adhesives commonly used or with expected application potential were selected. The test samples of selected adhesives were created and subjected to three types of artificial ageing for evaluating of their abilities and long-term stability. Consequently, the different properties were measured – e.g. colourimetry, hardness, or Young modulus. The resistance of the selected adhesives to degradation effects was evaluated and the narrower selection of suitable adhesives was created for the subsequent phases of the project.
Key words: historical fabrics; backing; adhesives; comparison; stability; resistance

Při konzervování-restaurování památkových objektů z textilních materiálů v pokročilém stupni degradace je možné použít namísto běžnější šité skeletáže podlep, popřípadě kombinaci obou technik. Přestože jsou v současné době mezi restaurátorkami textilu upřednostňovány šicí techniky, v případech silně poškozených či křehkých textilií nebo u předmětů, které svým charakterem použití stehů vylučují, může být využití podlepovacích technik výhodnou alternativou. Pro využití podlepovacích technik v dané problematice je však zcela zásadní výběr adheziv.

Stěžejními vlastnostmi, které obecně vyžadujeme u materiálů používaných v oblasti památkové péče, je jejich dlouhodobá stabilita s vyloučením negativních vlivů na historický předmět. Dále jsou u takových materiálů důležité vhodné vlastnosti pro danou aplikaci – např. barevná kompatibilita s předmětem, vhodné mechanické vlastnosti a aplikační požadavky slučitelné s charakterem a stavem předmětu.

Napříč odbornou literaturou se vyskytují informace o využití adheziv z různých materiálových skupin [Hillyer, 1997; Pretzel, 1997; Abdel-Kareem, 2005; Abdel-Kareem, 2008]. S postupujícím vývojem a rostoucím stupněm poznání docházelo i k posunu ve výběru těchto adheziv. Nejprve byly využívány dostupné přírodní polymery. Jednalo se nejčastěji o polysacharidy (škroby a gumy) z rostlinných zdrojů, případně proteiny získávané z tkání různých živočichů (zvířecí klihy, vyzina, apod.). [Ahmed, 2011; Schellmann, 2007] S nástupem moderní doby se objevuje užití akrylátových kopolymerů (ve formě roztoků nebo vodných disperzí), polyvinylalkoholů a polyvinylacetátů, různých derivátů celulózy. [Karsten, 2005; Boersma, 1998; Medina, 2006; Down, 1996] Také se objevují adheziva určená pro aktivaci zvýšenou teplotou, nízkotavné polyamidy nebo jiné komerční směsi. [Tinker, 2011; Pretzel, 1997]

VÝBĚR ADHEZIV A METODIKA TESTOVÁNÍ

Pro tuto studii zaměřenou na testování vlastností a dlouhodobé stability vybraných adheziv z různých skupin bylo vybráno celkem 24 adheziv, která pro přehlednost členíme do několika skupin. Do výběru byla zahrnuta jak adheziva pro podlepování historického textilu již využívaná, tak i adheziva vybraná na základě předpokládaného aplikačního potenciálu. Výběr adheziv znázorňuje následující tabulka (Tab. 1).

Tabulka 1 Výběr adheziv pro testování / Selection of adhesives for testing

Skupina	Název adheziva	Výrobce/Dodavatel
Nízkotavné polyamidy	Vestamelt 750	Evonik Industries
	Vestamelt 970	Evonik Industries
	Lascaux PA5350	Lascaux Colours & Restauro
Polyolefiny	PE M_w=35000	Sigma-Aldrich
	PE M_w=4000	Sigma-Aldrich
Akrylátové disperze	Lascaux 498HV	Lascaux Colours & Restauro
	Akrylep 545x1	Ceiba
	Sokrat 2802A	HB-Lak
PVAc disperze	Dispercoll D2	Druchema
Ethery celulózy	Klucel G	Ceiba
	Tylose MH6000	Ceiba
	Methylcelulóza	Ceiba
Polysacharidy	Bramborový škrob	Natura
	Pšeničný škrob	Ceiba
	Rýžový škrob	Ceiba
	Kukuřičný škrob	Natura
	Tapiokový škrob	Tapioca
	Kuzu škrob	Bio MUSO
Proteiny	Kostní klíh	Deffner & Johann
	Kožní klíh	Deffner & Johann
	Želatina	Deffner & Johann
	Vyzina	Deffner & Johann
Poly(2-ethyl-2-oxazolin)	Aquazol 500	Kremer Pigmente
Směsné produkty	Beva 371	Ceiba
	Beva film	Ceiba

Byly připraveny vzorky adheziv přizpůsobené svým tvarem měření konkrétních vlastností (kotoučky, filmy apod.). Jejich příprava probíhala způsobem odpovídajícím charakteru daného adheziva. Tavná adheziva byla odlévána z taveniny, u ostatních byly vzorky vytvořeny odléváním roztoků, případně disperzí a následným vysycháním. Vzorky adheziv byly následně podrobeny třem typům umělého stárnutí **– vlhkým teplem** (55 °C, 65 % RV, 8 týdnů), **suchým teplem** (65 °C, 7 % RV, 8 týdnů) a **umělým denním světlem obohaceným o UV složku** (5,2 klx, 13 W/m^2, 38 ±2 °C, 16 % RV, 2 týdny). Podmínky umělého stárnutí byly zvoleny tak, aby se při nich žádné z testovaných adheziv nenacházelo nad aktivační teplotou. Pro zjištění dlouhodobé stability adheziv byly všechny testované vlastnosti (viz dále) měřeny vždy před a po umělém stárnutí. Před každým měřením byly vzorky kondicionovány při 45 ±2 % RV za laboratorní teploty po dobu 48 hodin.

Kolorimetrie

Pro měření barevných změn adheziv vzniklých v důsledku umělého stárnutí byl použit spektrofotometr Konica Minolta CM-700d s difuzní geometrií, 8 mm měřicí štěrbinou a světelným zdrojem D65. Bylo měřeno v barvovém systému CIELAB, stanovena celková barevná diference ΔE^*_{ab} dle rovnice (1). Výsledná hodnota je vždy aritmetickým průměrem šesti měření a chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$$

L^* je měrná světlost, a^* je barevná osa mezi zelenou a červenou a b^* je barevná osa mezi modrou a žlutou

Hodnota pH

Hodnoty pH adheziv a jejich případné změny vzniklé v důsledku umělého stárnutí byly stanovovány dotykovou elektrodou pH metrem inoLab 7310. Výsledná hodnota pH je vždy aritmetickým průměrem dvou měření.

Modul pružnosti v tahu

Pro sledování změn mechanických vlastností adheziv vzniklých v důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí byl u vzorků stanoven modul pružnosti v tahu. Na základě měření jeho změn lze sledovat například křehnutí adheziv (nárůst modulu) apod. Měření modulu pružnosti v tahu probíhalo na základě normy ISO 527 na přístroji LabTest 5.030-2 (Labortech s.r.o.). Výsledná hodnota je průměrem 10 měření, chyba je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Tvrdost

Zda nedochází ke změnám tvrdosti adheziv v důsledku umělého stárnutí, bylo testováno měřením tvrdosti podle Shore D. Výsledná hodnota je vždy průměrem 20 měření, chyba je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

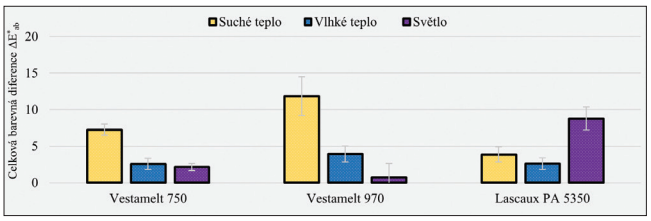
Dynamicko-mechanická analýza

Změny v teplotě skelného přechodu v důsledku umělého stárnutí byly měřeny u adheziv, ze kterých bylo možné připravit vzorky v požadované kvalitě pro dané měření. Měření byla provedena dynamicko-mechanickou analýzou (DMA) v ohybu na přístroji DMA DX04T (RMI, ČR). Hodnota T_g byla stanovena ze ztrátového modulu, měření probíhalo pro každý vzorek jednou.

VÝSLEDKY

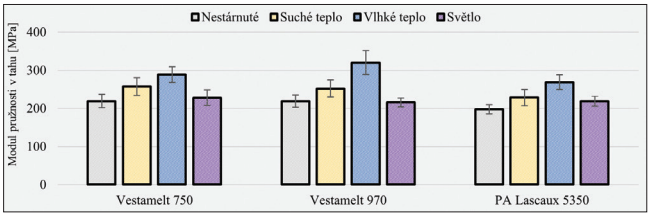
Nízkotavné polyamidy

Z hlediska kolorimetrických měření bylo zjištěno rozdílné chování polyamidů od různých výrobců. Polyamidy Vestamelt 750 a 970 vykazovaly větší citlivost vůči stárnutí suchým teplem, po němž u nich došlo k nárůstu celkové barevné diference na více než dvojnásobek. U polyamidu Lascaux 5350 k tomuto nárůstu nedošlo, ovšem byl u něj zaznamenán vznik větších barevných změn v důsledku stárnutí světlem (Obr. 1).



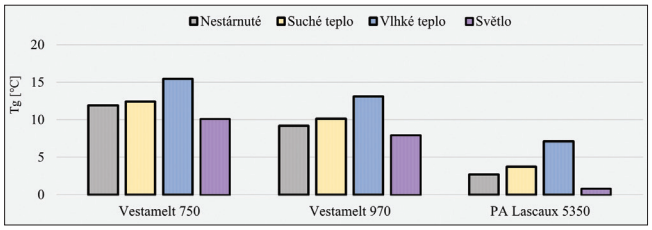
Obr. 1 Barevné změny nízkotavných polyamidů vzniklé v důsledku umělého stárnutí / Colour changes in low melting polyamides as a consequence of artificial ageing

Měření ostatních testovaných vlastností rozdílnou citlivost vůči druhům umělého stárnutí neprokázala. Měřením modulu pružnosti v tahu byl shodně u všech polyamidů zaznamenán mírný nárůst hodnot po stárnutí vlhkým teplem (Obr. 2).



Obr. 2 Modul pružnosti v tahu nízkotavných polyamidů / Young modulus of low melting polyamides

Tento trend koreluje s výsledky dynamicko-mechanické analýzy, kde byl zaznamenán posun teplot skelného přechodu polyamidů směrem nahoru (Obr. 3).



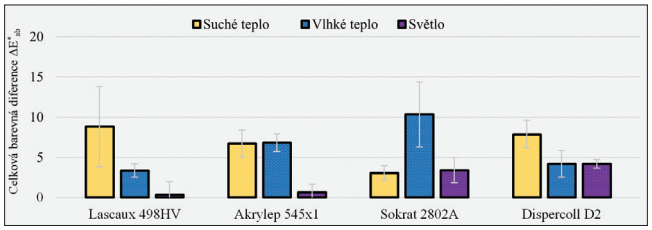
Obr. 3 Výsledky měření teplot skelného přechodu nízkotavných polyamidů / Results of glass transition temperature measurement of low melting polyamides

Polyolefiny

Oba testované typy nízkohustotního polyethylenu se ukázaly jako dlouhodobě velmi stabilní. Jejich barevné změny po umělém stárnutí byly minimální ($\Delta E^*_{ab} < 1{,}5$). Vlivem umělého stárnutí nedošlo ke změnám modulu pružnosti v tahu polyethylenu s $M_w \sim 35000$, které by převyšovaly chyby měření. Tělíska z polyethylenu s $M_w \sim 4000$ vykazovala po odlití nízkou soudržnost a neumožňovala upnutí do čelistí zkušebního stroje, modul pružnosti proto nebyl stanoven. U vzorků PE nebyly zaznamenány změny tvrdosti ani hodnot pH vlivem umělého stárnutí.

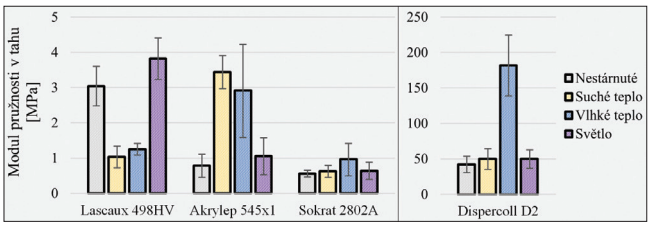
Akrylátové a PVAc disperze

Testované akrylátové a PVAc disperze vykázaly vůči umělému stárnutí rozdílné chování z hlediska barevnosti (Obr. 4). PVAc disperze Dispercoll D2 vykázala výrazný barevný posun po stárnutí suchým teplem, méně výrazný po stárnutí vlhkým teplem a světlem. Styrenakrylátová disperze Akrylep 545x1 se ukázala jako poměrně citlivá vůči stárnutí suchým a vlhkým teplem, ale naopak velmi stálá při vystavení světlu, zde dosahovala barevných změn pod hranicí rozlišitelnosti pouhým okem. Podobně se chovala vůči světelnému stárnutí akrylátová disperze Lascaux 498HV, dobrou stabilitu vykázala i vůči podmínkám stárnutí vlhkým teplem, ale vykázala citlivost vůči stárnutí suchým teplem. Zatímco tři zmíněné disperze vykazovaly z hlediska kolorimetrie nízkou odolnost vůči stárnutí suchým teplem, styrenakrylátová disperze Sokrat 2802A dosahovala po stárnutí suchým teplem a světlem nízkých barevných změn. Naopak méně odolná se ukázala vůči podmínkám stárnutí vlhkým teplem, u něhož ΔE^*_{ab} přesahovala hodnotu 10.



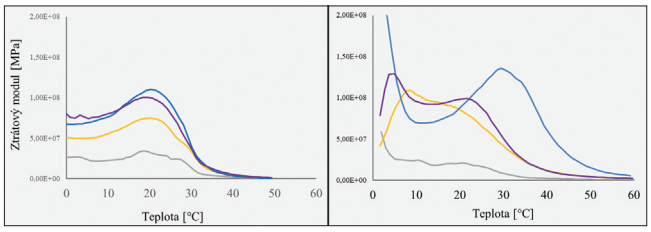
Obr. 4 Kolorimetrie akrylátových a PVAc disperzí / Colorimetry of acrylate and PVAc dispersions

Testované akrylátové disperze dosahovaly velmi nízkých hodnot modulu pružnosti v tahu a vykazovaly spíše elastomerní chování. Přestože u Akrylepu 545x1 a Lascaux 498HV došlo k určitým změnám po stárnutí suchým a vlhkým teplem, tyto změny jsou vzhledem k jejich obecně velmi nízkým hodnotám modulu pružnosti spíše na hranici chyby měření. Ani z hlediska měření tvrdosti nedocházelo vlivem použitého umělého stárnutí u akrylátových disperzí k zásadním změnám vlastností. PVAc disperze Dispercoll D2 disponovala vyšším modulem pružnosti, po vlhkém tepelném stárnutí u něj dále došlo k zásadnímu zkřehnutí, což se projevilo výrazným nárůstem modulu pružnosti (Obr. 5) přibližně na trojnásobek. Toto chování potvrdilo i měření tvrdosti, tvrdost zkušebních tělísek z disperze Dispercoll D2 se po stárnutí vlhkým teplem zvýšila přibližně na dvojnásobek.



Obr. 5 Modul pružnosti v tahu akrylátových a PVAc disperzí / Young modulus of acrylate and PVAc dispersions

Vzorky disperzí Lascaux 498 HV, Akrylep 545x1 a Dispercoll D2 byly podrobeny i dynamicko-mechanické analýze. Z výsledných křivek zejména posledních dvou jmenovaných je možné vysledovat korelaci s výsledky měření modulu pružnosti v tahu (Obr. 6). Teplotní oblast změn elastického chování disperze Akrylep 545x1 se po stárnutí suchým a vlhkým teplem posunula mírně nahoru, u disperze Dispercoll D2 nastal výrazný posun po stárnutí vlhkým teplem.

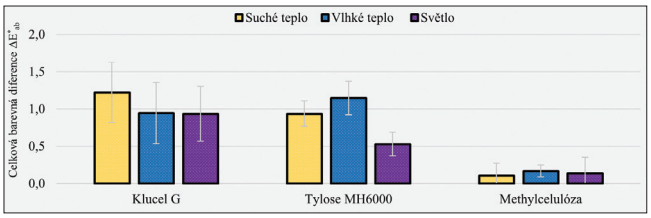


Obr. 6 Grafy teplotních změn z dynamicko-mechanické analýzy disperzí Akrylep 545x1 (vlevo) a Dispercoll D2 (vpravo) / Graphs of temperature changes from the dynamic mechanical analysis of Akrylep 545x1 (on the left) and Dispercoll D2 dispersions (on the right)

Na základě měření pH bylo zjištěno, že zatímco akrylátové disperze si zachovávají i po stárnutí hodnoty pH v neutrální oblasti, u disperze Dispercoll D2, jejíž pH se pohybuje kolem hodnoty 4, dochází k poklesu kyselosti po stárnutí vlhkým teplem.

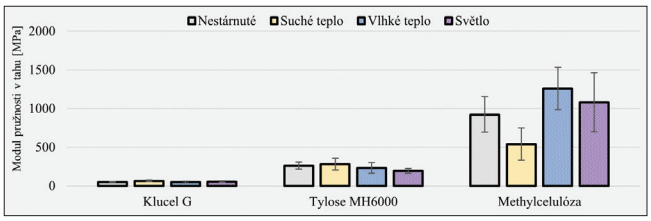
Ethery celulózy

Všechny tři testované ethery celulózy, tedy hydroxypropylcelulóza Klucel G, methyl-hydroxyethylcelulóza Tylose MH6000 a methylcelulóza vykázaly z hlediska barevnosti stabilní chování vůči všem typům umělého stárnutí, lišící se vzájemně v rámci chyby měření (Obr. 7). Nejlepší barevné stability v podmínkách umělého stárnutí dosahovala z testovaných etherů celulózy methylcelulóza.



Obr. 7 Kolorimetrie testovaných etherů celulózy / Colorimetry of the tested cellulose ethers

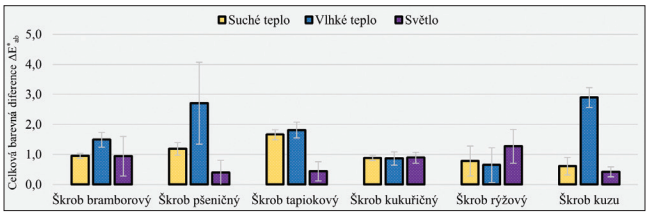
Z měření modulu pružnosti v tahu vyplynula vynikající stabilita hydroxypropylcelulózy Klucel G, u níž prakticky nedošlo ke změnám mechanických vlastností v důsledku umělého stárnutí. Stejně tak u produktu Tylose MH6000 nebyly zaznamenány vlivem stárnutí změny v mechanických vlastnostech převyšující hodnoty chyb měření. Methylcelulóza dosahovala velmi vysokých hodnot modulu pružnosti v tahu, k měřitelnému poklesu zde došlo po stárnutí suchým teplem. (Obr. 8)



Obr. 8 Modul pružnosti v tahu testovaných etherů celulózy / Young modulus of the tested cellulose ethers

Polysacharidy (škroby)

Mezi testovanými druhy škrobů byly kolorimetrickými měřeními zjištěny významné rozdíly v dlouhodobé stabilitě (Obr. 9). Pšeničný škrob a škrob z kořene kuzu vykázaly vyšší citlivost ke stárnutí vlhkým teplem, tapiokový škrob měl zvýšenou barevnou změnu po stárnutí suchým a vlhkým teplem. Škrob bramborový a rýžový vykazoval nízké změny barevnosti po stárnutí všemi druhy umělého stárnutí. Také u kukuřičného škrobu žádné z použitých umělých stárnutí nezpůsobilo významné barevné změny. Nicméně je třeba poznamenat, že zatímco ostatní druhy škrobů měly původní barevnost bílou (v práškové formě), resp. transparentní (ve formě mazu), kukuřičný škrob byl viditelně zabarven do žluta.

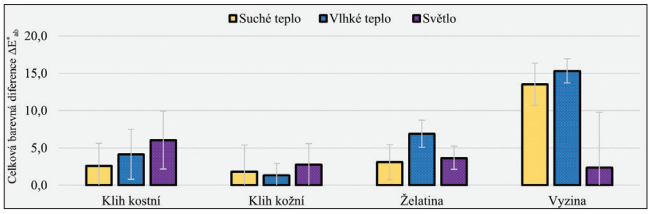


Obr. 9 *Kolorimetrie polysacharidů (škrobů) / Colorimetry of polysaccharides (starch)*

Velké smrštění a deformace škrobových mazů při vysychání zabránily výrobě tělísek pro testování modulu pružnosti v tahu. Byla proto vyrobena pouze tělíska pro měření tvrdosti podle Shore D. S výjimkou tělísek z kukuřičného škrobu, která se obecně vyznačovala zcela minimální soudržností (což zkoušku znemožnilo), testy tvrdosti neprokázaly žádné rozdíly v chování jednotlivých škrobů vlivem umělého stárnutí.
Byly naměřeny rozdílné hodnoty pH testovaných škrobů. Zatímco škrob bramborový, pšeničný, kukuřičný a rýžový měl kyselost v neutrální oblasti (pH blízké 7), škrob z kořene kuzu a tapiokový škrob byly kyselejší s hodnotami pH mezi 5 a 5,5. U všech testovaných škrobů nicméně nedocházelo ke změnám pH vlivem umělého stárnutí.

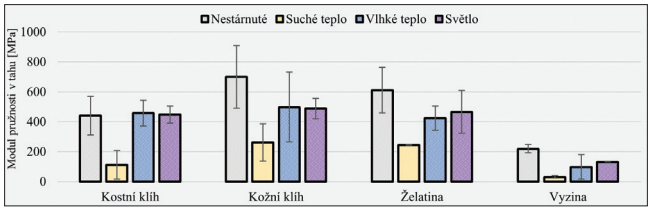
Proteiny

Vlivem umělého stárnutí docházelo u testovaných proteinových adheziv ke vzniku rozdílných barevných změn. Zatímco kožní klíh se choval poměrně stabilně, u želatiny vznikla větší barevná změna vlivem stárnutí vlhkým teplem. Kostní klíh se ukázal nejméně odolný vůči stárnutí světlem. Vyzina vlivem světelného stárnutí změnila barevnost minimálně, ale došlo u ní k silné barevné změně vlivem stárnutí suchým a vlhkým teplem. (Obr. 10)



Obr. 10 *Změny celkové barevné diference proteinových adhezivy Changes of the overall colour differentiation of protein adhesives*

Z hlediska mechanických zkoušek se všechna adheziva na bázi proteinů chovala podobně. (Obr. 11) Vlivem stárnutí vlhkým teplem a světlem docházelo buď k žádnému (kostní klíh), nebo k mírnému poklesu naměřených hodnot modulu pružnosti v tahu. Zásadní změny, které se u všech čtyř typů klihových adheziv projevily poklesem modulu, způsobilo stárnutí suchým teplem. Paradoxně není v těchto případech pokles modulu pružnosti způsoben nárůstem elasticity vzorků, ale naopak rozpraskáním jejich struktury, které způsobilo zkreslení výsledků zkoušky. Podobně je tomu u vyziny, kde obecně nižší hodnoty modulu pružnosti v tahu nepoukazují na vyšší pružnost než u ostatních adheziv, ale spíše na přítomnost prasklinek a nízkou soudržnost vzorků.



Obr. 11 *Modul pružnosti v tahu jednotlivých proteinů / Young modulus of the proteins*

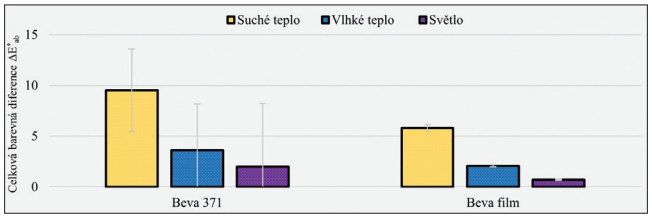
Hodnoty pH kostního klihu, želatiny a vyziny se pohybovaly mezi 5 a 5,5, pH kožního klihu se blížilo hodnotě 6. K zásadním změnám vlivem umělého stárnutí nedošlo.

Aquazol 500

U poly(2-ethyl-2-oxazolin)u Aquazol 500 došlo vlivem stárnutí suchým teplem ke vzniku celkové barevné diference o hodnotě přibližně 3,5. Po stárnutí vlhkým teplem a světlem byla mírně menší, přibližně 2. Vlivem stárnutí vlhkým teplem u něj dochází pravděpodobně ke změnám mechanických vlastností, protože po něm došlo k nárůstu modulu pružnosti v tahu přibližně na dvojnásobek a zároveň se snížila tvrdost o cca 25 %. Měření vzorků dynamicko-mechanickou analýzou ovšem tento trend nepodpořilo. K významnému posunu T_g zde nedošlo, její hodnota se pohybovala u nestárnutých i stárnutých vzorků kolem 32 °C.

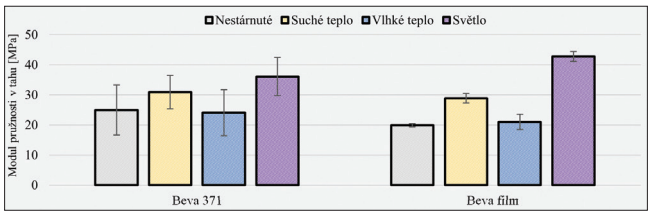
Beva 371/Beva film

Provedenými testy bylo potvrzeno obdobné chování obou variant produktu Beva 371 a Beva film z hlediska jejich vlastností a změn způsobených umělým stárnutím. Kolorimetricky lépe odolávají stárnutí vlhkým teplem a světlem než stárnutí suchým teplem (Obr. 12), po němž došlo k výraznému zežloutnutí, což může být způsobeno nastavenou teplotou stárnutí (65 °C) blížící se aktivační teplotě produktu.



Obr. 12 *Srovnání barevných změn adheziv Beva 371 a Beva film Comparison of colour changes of the adhesives Beva 371 and Beva film*

Měřením modulu pružnosti v tahu byl tento trend potvrzen pouze částečně, neboť k většímu nárůstu jeho hodnot došlo u vzorků po stárnutí světlem. (Obr. 13) Hodnoty pH se pohybovaly v neutrální oblasti a vlivem stárnutí se neměnily.



Obr. 13 Modul pružnosti v tahu adheziv Beva 371 a Beva film / Young modulus of the adhesives Beva 371 and Beva film

ZÁVĚR

Zatímco z hlediska barevnosti jsou u nízkotavných polyamidů rozdíly v odolnosti vůči různým druhům umělého stárnutí, u ostatních testovaných vlastností jsou naměřené trendy u testovaných polyamidů obdobné. Lepších vlastností pro aplikaci v dané problematice dosahuje polyamid Lascaux 5350. Jedná se o komerčně dostupný produkt a zjištěná nižší barevná stabilita vůči světelnému záření jej vzhledem k obvyklým podmínkám uložení/vystavování historického textilu nedistancuje.

Obě testované varianty nízkohustotního polyethylenu vykazovaly vynikající stabilitu vůči umělému stárnutí. Vhodnějším typem pro navazující experimenty je polyethylen s M_w ±35 000, díky lepším mechanickým vlastnostem a lepší soudržnosti.

PVAc disperze se ukázala jako poměrně nestabilní a i z dalších důvodů (např. kyselost) pro dané použití nevhodná. Lepších výsledků dosáhly disperze akrylátové. Jako vhodné se jeví akrylátová disperze Lascaux 498HV a styren-akrylátová disperze Akrylkleber 545x1. Podle aktuálních informací byl však Akrylep 545x1 v současné době z nabídky dodavatelů vyřazen.

Ethery celulózy byly vyhodnoceny jako dlouhodobě velmi stabilní. Jako nejvhodnější se z nich jeví Klucel G (hydroxypropylcelulóza), který kromě dobré dlouhodobé stability a výhodných mechanických vlastností poskytuje možnost dodatečné aktivace alkoholy.

V případě volby adheziv na bázi přírodních polymerů se z testovaných škrobů nejvhodnější z hlediska dlouhodobé stability ukázal bramborový a rýžový škrob. Z proteinů podmínkám umělého stárnutí nejlépe odolával kožní klíh. Vyzina, která bývá pro oblast péče o památkové objekty často doporučována, vykazovala v testech velmi špatnou dlouhodobou stabilitu a pro danou aplikaci nevhodné vlastnosti.

Přestože Aquazol 500 vykázal jisté změny mechanických vlastností po stárnutí vlhkým teplem, je jinak hodnocen jako adhezivum dlouhodobě poměrně stabilní. Výhodou by mohla být variabilita jeho využití z hlediska rozpustnosti, aktivace a lepivosti.

Provedenými testy bylo prokázáno, že v případě komerčního adheziva Beva jde v obou testovaných variantách (Beva 371/Beva film) s velkou pravděpodobností o stejný produkt, jak je deklarováno dodavatelem. Vlastnosti i dlouhodobá stabilita obou variant jsou velmi podobné a na dané využití potenciálně vhodné.

Podrobná studie vlastností a dlouhodobé stability testovaných adheziv umožní pro navazující etapy projektu zvolit užší výběr vhodných adheziv, která budou využita pro vývoj vhodných metod k podlepování památkových objektů z textilních materiálů.

Výzkum byl finančně podpořen v rámci projektu DG18P02OVV023 NAKI II Ministerstvem kultury České republiky.

LITERATURA

- ABDEL-KAREEM, O. *The long-term effect of selected conservation materials used in the treatment of museum artefacts on some properties of textiles.* Polymer degradation and stability. 87. 2005.
- ABDEL-KAREEM, O. – ZIDAN, Y. – LOKMA, N. – AHMED, H. *Conservation of rare painted ancient Egyptian textile object from the Egyptian mueaum in Cairo*. e-PreservationScience. 5. 2008.
- AHMED, H. E. – KOSILIS, F. N. *An investigation of the removal of starch paste adhesives from historical textiles by using the enzyme α-amylase.* Journal of Cultural Heritage. 12. 2011.
- BOERSMA, F. *A review of adhesive treatments used in 20th century Dutch textile conservation with particular reference to a 19th century banner retreated in 1991*. Adhesive Treatments Revisited. 1998.
- DOWN, J. L. – MACDONALD, M. A. – TÉTREAULT, J. – WILLIAMS, R. S. *Adhesive testing at the Canadian conservation institute – an evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives.* Studies in conservation. 41. 1996.
- HILLYER, L. – TINKER, Z. – SINGER, P. *Evaluating the use of adhesives in textile conservation: Part I – an overview and surveys of current use*. The Conservator. 21. 1997.
- KARSTEN, I. – DOWN, J. *The effect of adhesive concentration, reactivation time, and pressure on the peel strength of heat and solvent-reactivated.* ICOM Committee for Conservation. 2005.
- MEDINA, C. – ROGERSON, C. *Solvent reactivation of adhesives in textile conservation survey and comparison with heat reactivation*. Conservar Partimónio. 3–4. 2006.
- PRETZEL, B. *Evaluating the use of adhesives in textile conservation: Part II – Tests and evaluation matrix*. The Conservator. 21. 1997.
- PRETZEL, B. *Sticky fingers: an evaluation of adhesives commonly used in textile conservation.* The Interface Between Science and Conservation. London, UK. 1997.
- SCHELLMANN, N. C. *Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation.* Studies in conservation. 52. 2007.
- TINKER, Z. *Pragmatism with past adhesive treatments.* In Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation, October 17-21 Ottawa, Canada. 2011.