



Národní archiv

POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH LEPENEK

Oddělení péče o fyzický stav archiválií
Národní archiv

Praha, listopad 2009

Zpracovali:

PhMr. Bronislava Bacílková

Ing. Benjamin Bartl

Ing. Lenka Bartlová

Dr.Ing. Michal Ďurovič

Ing. Božena Marušicová

Ing. Hana Paulusová

Porovnání vlastností vybraných lepenek (dodaných firmou CEIBA s.r.o)

Úvod

Oddělení péče o fyzický stav archiválií Národního archivu, Praha bylo v roce 2009 osloveno společností EMBA, spol. s r.o., Paseky nad Jizerou s žádostí o provedení laboratorních testů několika druhů lepenek z hlediska jejich vhodnosti pro použití v konzervátorské praxi. Vzorky lepenek byly dodány společností EMBA a testovány v laboratořích Národního archivu v průběhu roku 2009.

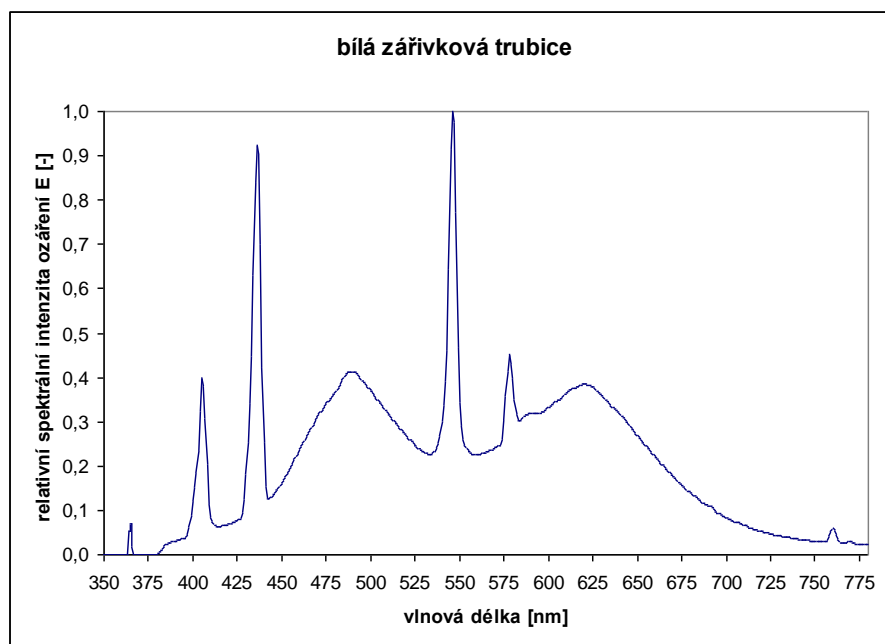
Dodané vzorky lepenek a jejich označení

- 1 Tschudi - Archivboard spezial – 1,4 mm
- 2 Lott - archivní lepenka, 1,06 mm
- 3 Eternoboard LA – 1,3 mm
- 4 Köhler – archivní lepenka, šedá, pH 7,5 – 9; 1,45 mm
- 5 Köhler – archivní lepenka modrá; 1,4 mm
- 6 Klug - Passepartout – und Montagekarton Art.Nr. 01915; 1,5 mm; naturweiß/weiß
- 7 Klug - Passepartout – und Montagekarton Art.Nr. 01815; 1,5 mm; weiß
- 8 Prolux HQ, Emba – šedá; 1,45 mm
- 9 Laurent – Emba – archivní lepenka; 1,45 mm

Vzorky byly uměle stárnuty ve vlhké i suché atmosféře a světlem:

Umělé stárnutí:

- dle ISO 5630/3–1981: stárnutí ve vlhké atmosféře při 80 °C a 65% relativní vlhkosti v klimatizační komoře (Sanyo Gallenkamp PLC, Velká Británie) po dobu 30 dnů
- dle ISO 5630/1-1981: stárnutí v suché atmosféře v komoře (Sanyo Gallenkamp OMT OVEN, Velká Británie) při 80 °C po dobu 30 dnů.
- stárnutí světlem ve světelné komoře s použitím 9 světelných zdrojů Philips 'TL'D 950 18W, což je nízkotlaká rtuťová výbojka v barevném podání přirozeného denního světla s teplotou chromatičnosti 5300 K. Spektrum použitého světelného zdroje je uvedeno na následujícím obrázku. Průměrná intenzita osvětlení v komoře byla 13 400 luxů. Vzorky byly měřeny po 30, 90 a 269 hodinách, což odpovídalo dávkám ozáření 400 klxh (hladina citlivosti 1 dle standardu ISO 105), 1 200 klxh (hladina citlivosti 2 dle standardu ISO 105) a 3 600 klxh (hladina citlivosti 3 dle standardu ISO 105).



Stanovení Kappa čísla podle ČSN ISO 302

Kappa číslo buničiny indikuje obsah ligninu (tvrdost) nebo bělitelnost buničiny a podle této normy je definováno jako počet mililitrů 0,02 mol·l⁻¹ KMnO₄ spotřebovaného na 1 g buničiny (přepočítané na buničinu sušenou v sušárně za definovaných podmínek. Výsledek se koriguje na hodnotu odpovídající spotřebě 50% KMnO₄.

Stanovení pH

Hodnoty pH byly stanoveny metodou studeného extraktu podle ČSN ISO 6588 na přístroji PerpHecT–metru, model 370 za použití výluhové kombinované elektrody PerpHecT 9256 BN (ATI ORION, USA). Výsledná hodnota je dána průměrem ze dvou naměřených hodnot.

Stanovení alkalické rezervy

Stanovení alkalické rezervy v lepenkách vycházelo z normy ČSN ISO 10716, 1997. Alkalická rezerva v lepence je definována jako obsah sloučeniny, např. CaCO₃, neutralizující kyselinu, která může vzniknout jako důsledek přirozeného stárnutí, nebo ze znečištěné atmosféry. Udává se v molech alkalických látek na 1 kg vzorku vysušeného v sušárně.

Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny byl stanoven podle normy ISO 638:1978 (ČSN EN 20638). Podle této normy je obsah sušiny ve vzorku definován jako poměr hmotnosti zkušební vzorku po vysušení do konstantní hmotnosti při teplotě (105 ± 2) °C za definovaných podmínek, k jeho hmotnosti v okamžiku odběru vzorku. Udává se v procentech. Norma ČSN ISO 287 pro stanovení obsahu vlhkosti v papíru a lepence nebyla pro tyto účely vhodná (nebylo možné dodržet předepsané podmínky odběru vzorků). Získané hodnoty sušiny byly použity při stanovení pH studeného vodného výluhu, Kappa čísla a alkalické rezervy.

Stanovení vlákninového složení lepenek

K mikroskopickému stanovení vlákninového složení lepenky byla použita norma ČSN ISO 9184 a to, část 1 : Obecná metoda a část 2 : Návod k vybarvování.

Vlákna byla prohlédnuta pod mikroskopem Nikon Eclipse E 400 při zvětšení 100x a určena podle charakteristických morfologických znaků. Vlákninové složení bylo blíže specifikováno pomocí vybarvovacích roztoků podle ČSN ISO 9184 - Část 3 : Herzbergova vybarvovací zkouška (zvětšení 100x) a dle ČSN ISO 9184 - Část 4 – Graffova „C“ vybarvovací zkouška. Vzorky byly získány jako průměrný vzorek z několika kusů lepenky.

Mikrobiologické zkoušky

Do Petriho misek byl připraven sladidinový agar, který byl hustě zaočkován sporami plísni *Penicillium aurantiogriseum*. Na jeho povrch byly položeny vzorky lepenek o rozměrech 2 × 2 cm. V průběhu 14 dnů byl pozorován nárůst plísni, případně vznik inhibičních zón kolem vzorků.

Zkouška krvácivosti barviv

Čtverečky barvených kartonů o rozměrech 40 × 40 mm byly namočený do destilované vody o teplotě 22°C, umístěny na filtrační papír Whatman 1, překryty archem stejného papíru a zatěžkány závažím o hmotnosti 2 kg, kterému odpovídá tlak přibližně 12 kPa. Po 48 hodinách se sledoval vznik barevných stop na bílém podkladu.

Stanovení změn optických vlastností

Barevná diference byla stanovena přenosným spektrofotometrem CM – 2600d, (Minolta, Japonsko). Byla sledována celková barevná diference ΔE^* , jasová odchylka ΔL^* a Δa^* , Δb^* znázorňující rozdíly pozic v kolorimetrickém diagramu CIEL*a*b*. Podmínky měření: úhel pozorovatele 10°, osvětlovací zdroj D65 (teplota chromatičnosti 6504 K), průměr měřené plochy 8 mm.

Optické vlastnosti byly měřeny po 30 dnech umělého stárnutí v suché a vlhké atmosféře a po 30, 90 a 269 hodinách stárnutí umělým denním světlem (zdroj Philips 'TL'D 950 18W). To odpovídalo dávkám ozáření 400 klxh (hladina citlivosti 1 dle standardu ISO 105), 1 200 klxh (hladina citlivosti 2 dle standardu ISO 105) a 3 600 klxh (hladina citlivosti 3 dle standardu ISO 105).

Reflexní UV/VIS spektra

Reflexní spektra byla měřena UV-VIS spektrofotometrem UV 4 (UNICAM, Velká Británie) s integrační koulí (Labsphere, USA). Spektra byla zpracována pomocí softwaru Vision 32 V1.10

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Stanovení čísla Kappa

Tabulka 1: Stanovení Kappa čísla jednotlivých lepenek

Číslo vzorku	1	2	3*	4*	5	6*	7*	8*	9
Kappa < 5	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano

Pozn.

U vzorků lepenek 3, 6, 7 a 8 byla spotřeba $KMnO_4$ menší než 30 % (m/m) a u lepenky 4 překročila spotřeba $KMnO_4$ 70 %. Korekční faktor byl získán extrapolací.

Kappa číslo u vzorku 1, 4 a 5 dosahuje vyšších hodnot než 5. Podle analýz vlákninového složení všechny tyto vzorky obsahují podíl dřevoviny.

Stanovení pH studeného extraktu

Tabulka 2 : pH studeného extraktu jednotlivých nestárnutých i stárnutých lepenek

číslo vzorku	pH- nestárnuté	pH - vlhké stárnutí	pH - suché stárnutí
1	8,8	8,7	7,8
2	9,2	8,2	8,8
3	9,4	9,1	8,7
4	8,8	8,1	7,8
5	9,5	8,8	8,0
6	9,6	8,7	8,4
7	9,8	8,9	7,7
8	9,8	8,9	8,0
9	9,6	7,8	8,2

Hodnoty pH všech sledovaných lepenek se nacházejí v rozmezí 8,8 – 9,8. Vlivem působení umělého stárnutí dochází k poklesu hodnot pH, u lepenky č.1, 3, 4, 5, 6, 7 a 8 je pokles vyšší po suchém stárnutí, u lepenky č. 2 a 9 po vlhkém stárnutí. Vzorky, u nichž po stárnutí došlo k maximálnímu poklesu pH o 2 jednotky, jsou v tabulce zvýrazněny.

Stanovení alkalické rezervy

Tabulka 3: Alkalická rezerva jednotlivých nestárnutých i stárnutých lepenek

vzorek	nestárnutý		vlhké stárnutí		suché stárnutí	
	alkalická rezerva [mol/kg]	CaCO ₃ [%]	alkalická rezerva [mol/kg]	CaCO ₃ [%]	alkalická rezerva [mol/kg]	CaCO ₃ [%]
1	1,7	8,3	1,3	6,3	1,3	6,3
2	0,7	3,3	0,8	4,2	0,7	3,3
3	1,0	5,1	0,9	4,6	1,0	5,0
4	1,6	7,9	1,5	7,4	1,3	6,6
5	2,1	10,6	1,8	8,8	1,7	8,5
6	1,2	6,1	1,0	5,2	1,0	4,9
7	0,9	4,4	0,8	4,1	0,8	4,0
8	1,5	7,6	1,5	7,4	1,6	7,9
9	0,6	2,8	0,6	3,1	0,5	2,6

Pozn.: Obsah CaCO₃ v lepenkách je vypočítán podle normy ČSN ISO 10716 (1 % CaCO₃ dává alkalickou rezervu 0,2 mol·kg⁻¹).

Obsah alkalické rezervy u všech vzorků dosahuje hodnot nad 2% uhličitanu vápenatého.

Stanovení obsahu sušiny

Tabulka 4: Stanovení obsahu sušiny jednotlivých lepenek

číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
obsah sušiny [%]	95,7	94,8	95,1	95,2	96,3	95,0	95,2	96,3	94,7

Přepočítání hmotnosti vzorků lepenek na sušinu bylo použito při stanovení Kappa čísla, alkalické rezervy a pH vodného výluhu. Obsah vlhkosti v lepenkách odpovídá cca 5 %, což koresponduje s relativní vlhkostí v místnosti, kde byly lepenky uloženy a kde byly prováděny analýzy.

Stanovení vlákninového složení

Vzorek 1

Lepenka obsahuje převážně chemickou vlákninu a to směs jehličnanové a listnáčové bělené převážně sulfitové buničiny. Ve vzorku byly přítomny i vlákna dřevoviny. Papír je plněn uhličitanem, ve vzorku jsou vidět různé zbytky barviv, patrně z recyklovaného papíru. Reakce s floroglucinolem potvrdilo přítomnost malého podílu dřevoviny.

Vzorek 2

Lepenka je složena pouze z jehličnanové bělené sulfitové i sulfátové buničiny s podílem lýkových vláken. Neobsahuje dřevovinu. Plnivo obsahuje uhličitany.

Vzorek 3

Lepenka obsahuje vlákna listnáčové i jehličnanové buničiny. Listnáčové buničiny je méně. Neobsahuje dřevovinu. Plnivo obsahuje uhličitany.

Vzorek 4

Lepenka obsahuje směs vláknin listnatých i jehličnatých, v některém preparátu byla viditelná i vlákna slámy a bavlny, ale pouze v minimálním množství. Reakcí s floroglucinolem byla potvrzena i přítomnost dřevoviny. Ve vzorku jsou vidět různé zbytky barevných částic pocházejících patrně z recyklovaného papíru.

Vzorek 5

Lepenka je plněna uhličitany, obsahuje barevné částice patrně z recyklovaného papíru. Vlákna jsou jemná a krátká, jsou směsná, jak listnáčová, tak jehličnanová. Floroglucinolem byla prokázána i přítomnost malého množství dřevoviny. V některém preparátu se objevila ojediněle i vlákna lýková.

Vzorek 6

Lepenka je tvořena jen vlákny z bělené sulfitové listnáčové buničiny.

Vzorek 7

Lepenka obsahuje uhličitany, je složena převážně z listnáčové buničiny, v preparátu je vidět i jehličnany, ale v malém množství. Neobsahuje dřevovinu.

Vzorek 8

Lepenka je plněna uhličitany, vlákna jsou z bělené listnáčové i jehličnaté buničiny, ojediněle se objevují vlákna dřevoviny.

Vzorek 9

Vlákna jsou převážně z jehličnanové buničiny. Podle vybarvovacích roztoků se jedná o bělenou sulfitovou jehličnanovou buničiny. Testy byly provedeny z čisté buničiny (dodáno společností EMBA), určit vlákninové složení barvené lepenky přímo se nezdařilo, identifikační barevné reakce byly rušeny použitým barvivem.

Pozn.: Vzorky 1, 4, 5, 6, 7 a 8 vykazují v UV světle fluorescenci, pravděpodobně se jedná o přítomnost opticky zjasňujících látek, vzorek 6 vykazuje fluorescenci jen z jedné strany. U vzorků 2, 3 a 9 je fluorescence jen slabá.

Mikrobiologické zkoušky

Tabulka 5: Mikrobiologické zkoušky jednotlivých lepenek

vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P.aurantiogriseum	+	++	-	++	++	±	±	+	+

Hodnocení: +++ silný nárůst (pokryta celá plocha čtverečku papíru) a sporulace
++ nárůst (pokryta větší část plochy čtverečku papíru)
+ slabý nárůst (ojedinělé kolonie)
± nepatrný nárůst na okraji vzorku
- žádný nárůst

Ani v jednom případě nedošlo k vytvoření inhibiční zóny kolem vzorků lepenek – tyto zóny se vytvářejí za přítomnosti velice účinných protiplísňových přípravků. Na druhé straně se ale neobjevil nárůst plísňového mycelia na celém povrchu vzorků, ale nanejvýš na jeho části. Nejmenší nárůst byl pozorován na lepence č. 3, největší naopak na č. 2, 4 a 5 (viz. obrázky v příloze I)

Z hlediska odolnosti proti plísním nejsou mezi jednotlivými typy lepenek výrazné rozdíly. V reálných podmínkách při vysoké vzdušné vlhkosti by pravděpodobně nějakou dobu plísněmi neporostly (řádově dny až týdny, v závislosti na klimatických parametrech), ale časem by se plísňový nárůst postupně objevil. Látky obsažené v lepenkách tedy růst plísní spíše zpomalují, nedá se však hovořit o výrazném protiplísňovém efektu.

Zkouška krvácivosti barviv

Tabulka 6: Zkoušky krvácivosti barviv jednotlivých lepenek

vzorek	1	2	3	4	5	8	9
krvácí	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne

Z testovaných lepenek prokazatelně krvácí vzorek 5 a 8. Na čistém filtračním papíru se v případě vzorku 5 objevuje namodralé zbarvení v celé kontaktní ploše, u vzorku 8 v ploše papíru slaběji a v okrajové části výrazněji.

Stanovení změn optických vlastností

Tabulka 7 : Celková barevná diference ΔE po suchém a vlhkém stárnutí

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΔE /suché stárnutí	4,37	2,49	2,61	2,51	5,54	3,71	4,81	3,48	1,02
ΔE /vlhké stárnutí	5,58	3,93	3,4	3,16	6,59	3,91	4,38	3,25	1,1

Nejvyšší změny barevnosti se projeví u vzorku 1, 5 a 7, nejméně na umělé stárnutí v suché a vlhké atmosféře reaguje vzorek 9.

Tabulka 8 : Celková barevná diference ΔE po světelném stárnutí

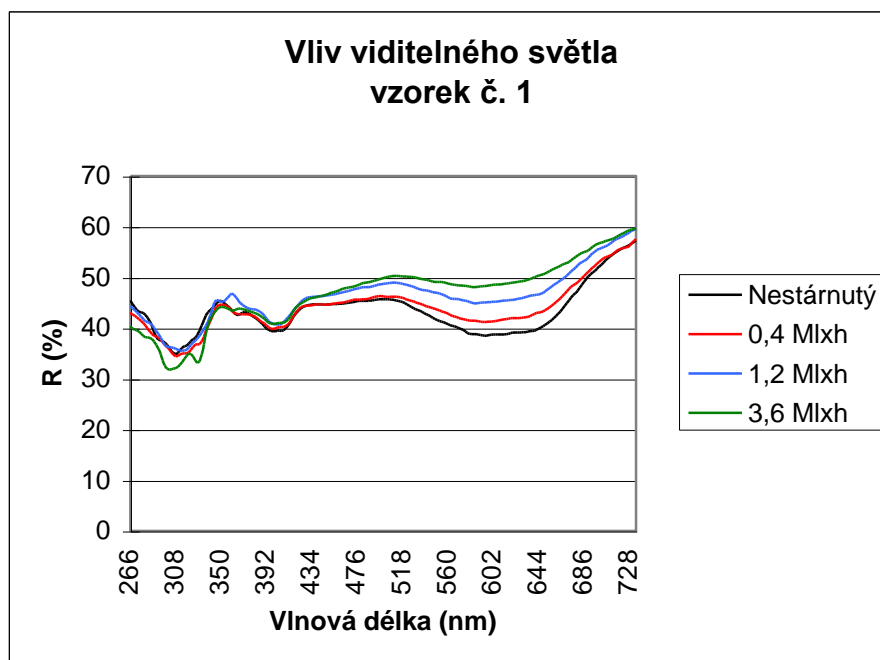
Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta E/ 0,4\text{Mlxh}$	2,55	2,25	1,99	0,49	1,21	0,3	0,23	2,75	0,23
$\Delta E/ 1,2\text{Mlxh}$	4,62	3,43	2,88	1,88	2,4	0,46	0,21	4,19	0,34
$\Delta E/ 3,6\text{Mlxh}$	7,07	5,18	3,78	2,19	4,64	0,93	0,19	9,11	0,53

Po světelném stárnutí s dávkou 3,6 Mlxh je nejvyšší celková barevná diference u vzorků č. 1, 2 a 8. Nejmenší změna barevnosti byla naměřena u vzorků 7 a 9.

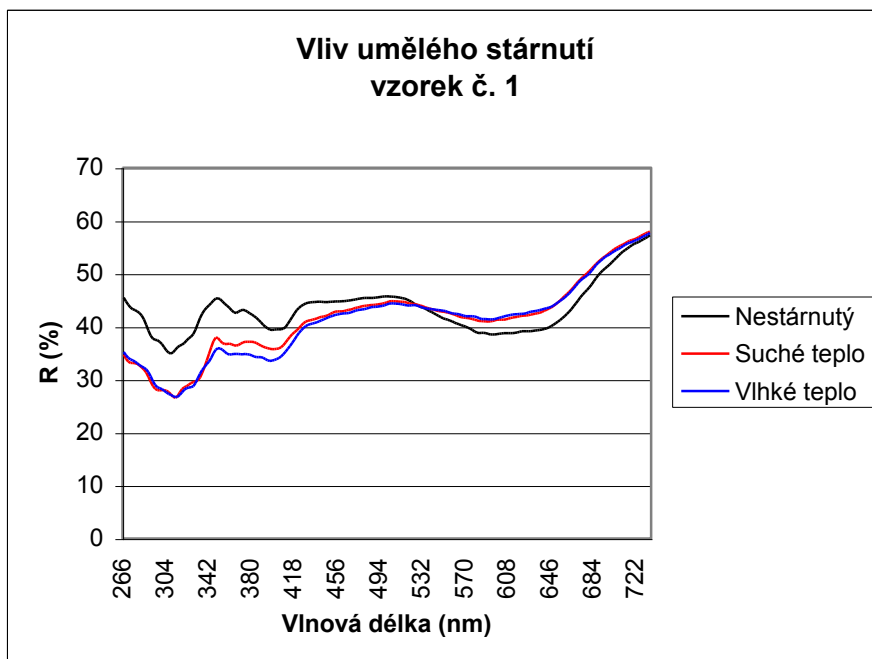
Podrobnější změny barevnosti jsou zobrazeny v tabulce 9 (Příloha 2 této zprávy).

Reflexní UV/VIS spektra

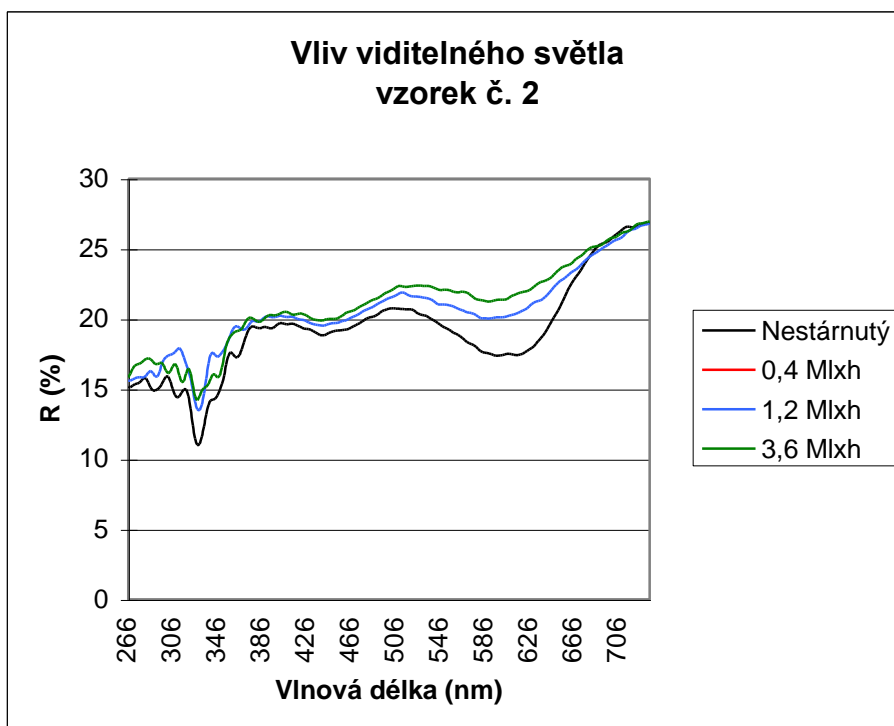
Reflexní spektra vzorků stárnutých světlem a v suché a vlhké atmosféře teplem jsou uvedena na následujících obrázcích:



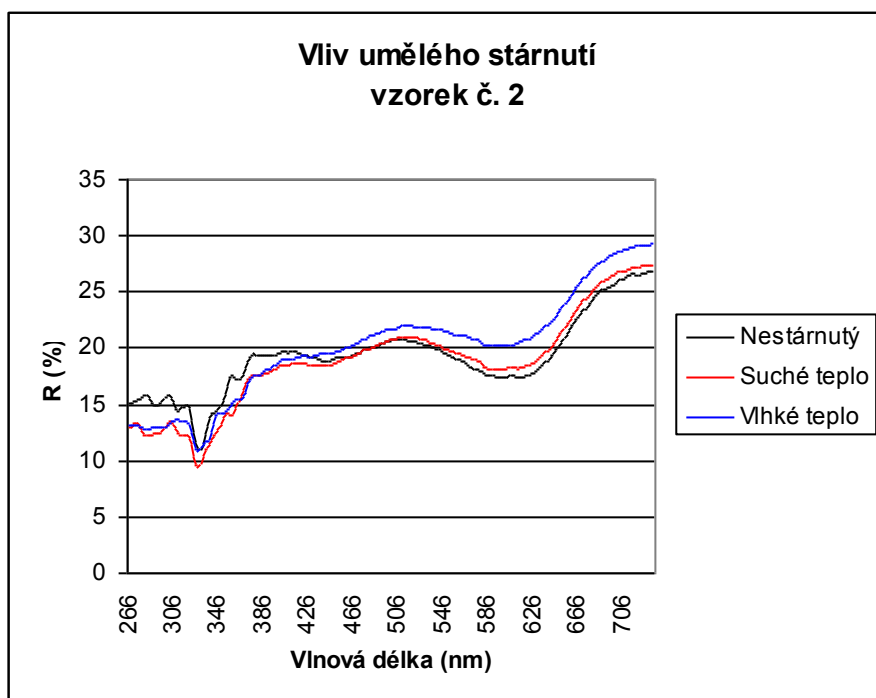
Obr.1: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 1 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



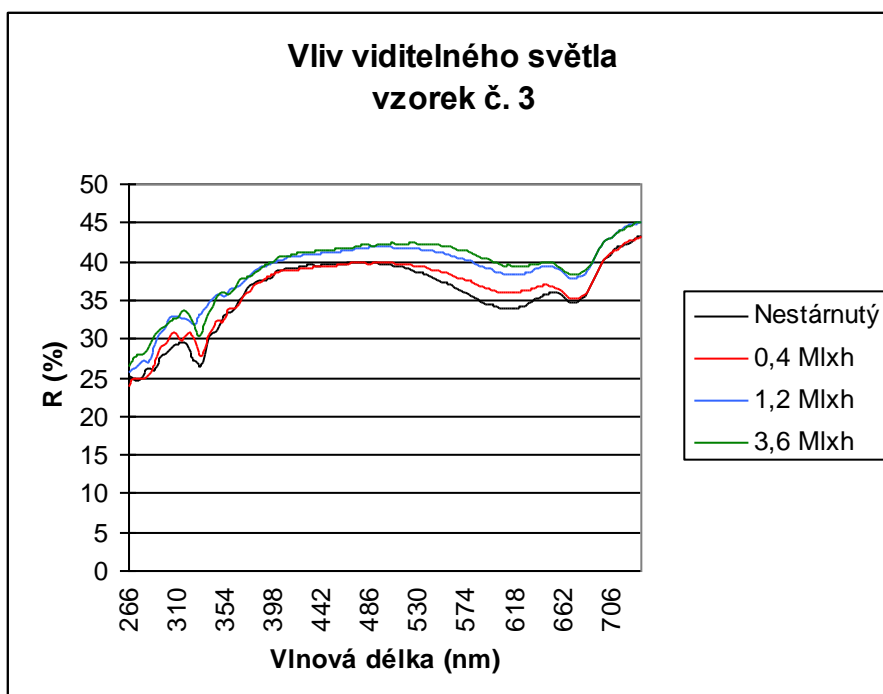
Obr.2: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 1 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



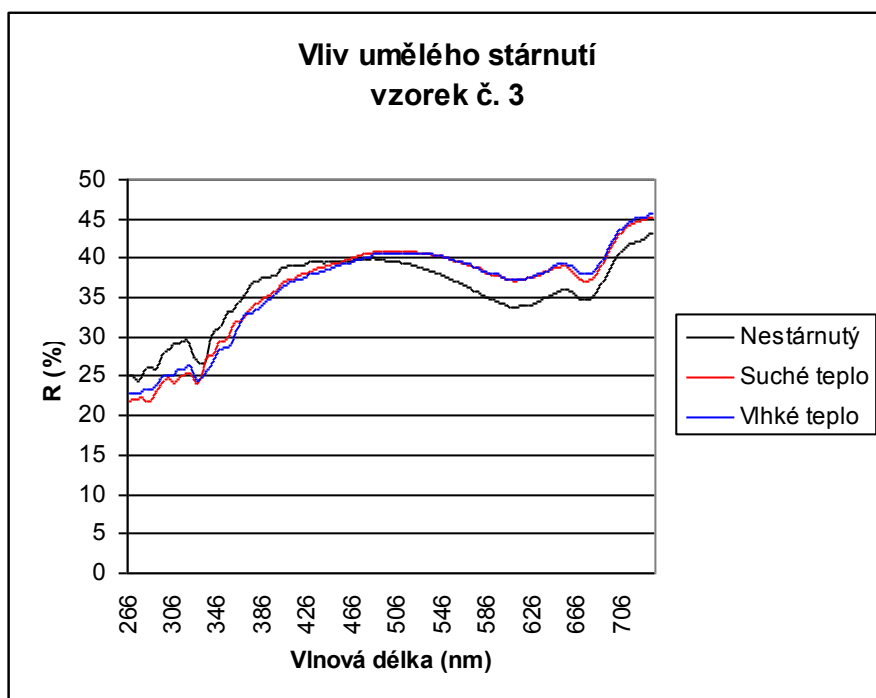
Obr.3: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 2 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



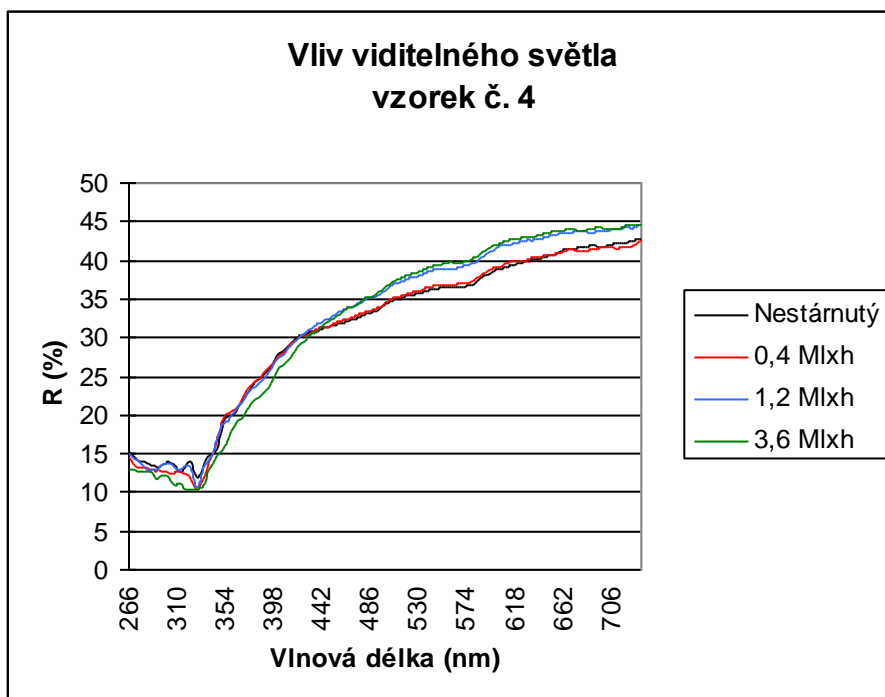
Obr.4: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 2 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



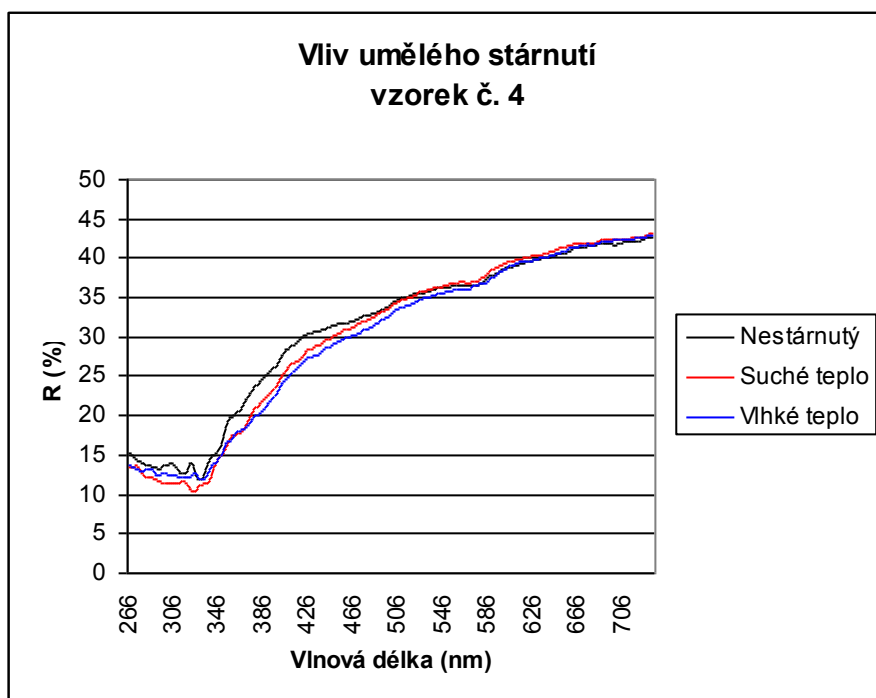
Obr.5: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 3 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



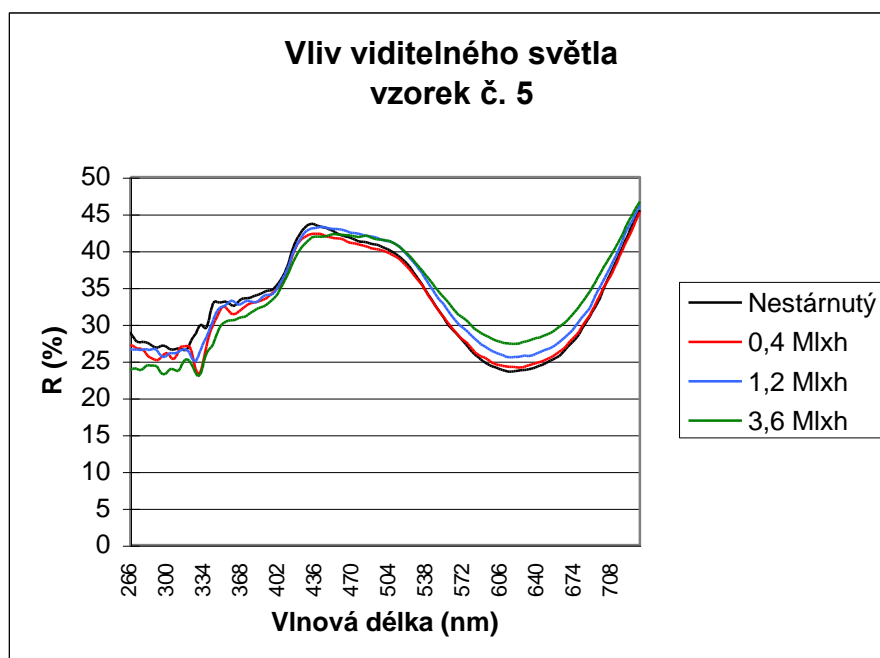
Obr.6: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 3 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



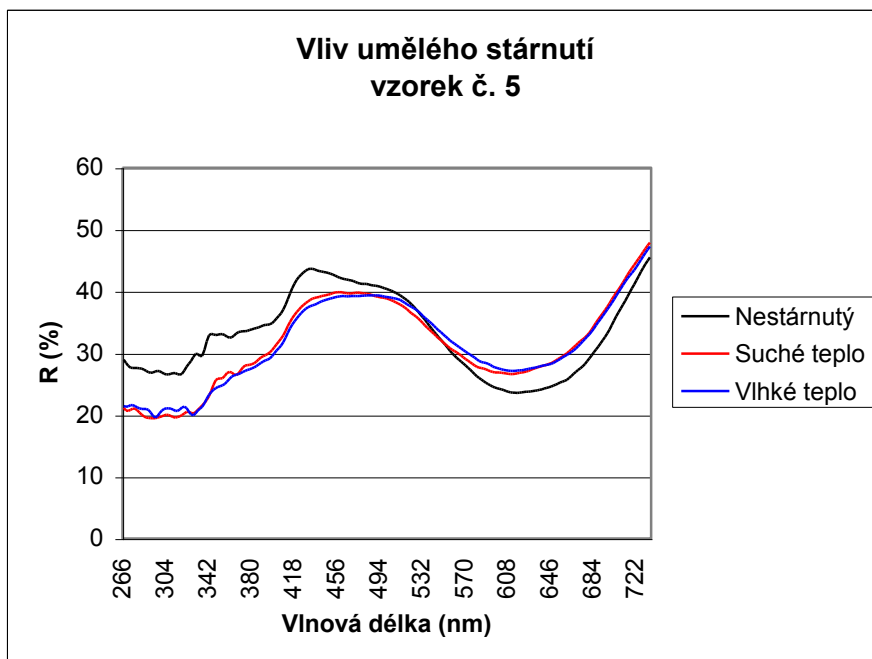
Obr.7: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 4 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



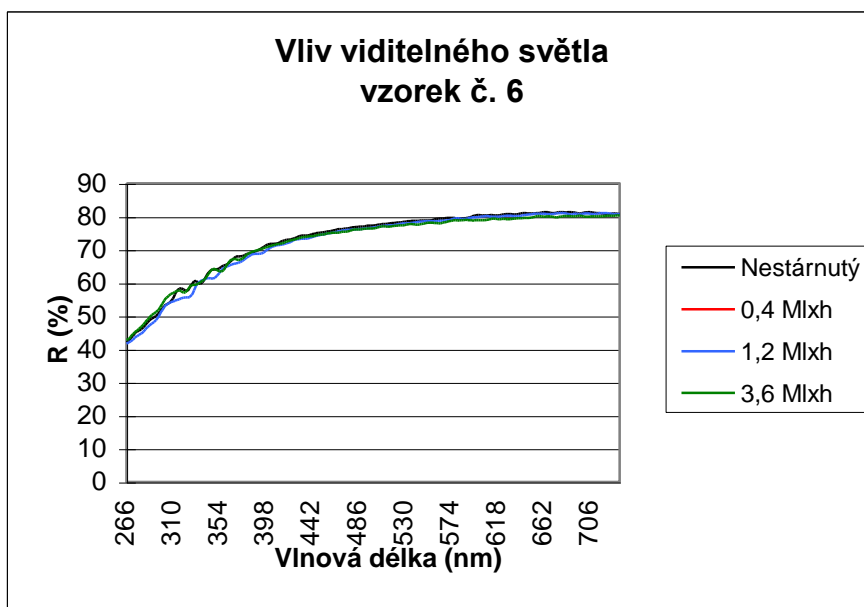
Obr.8: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 4 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



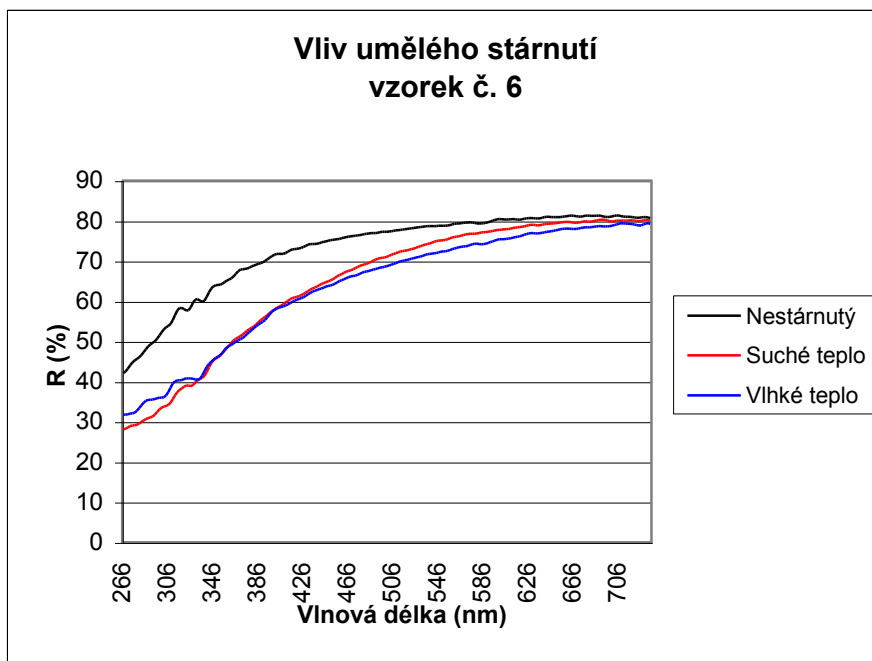
Obr.9: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 5 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



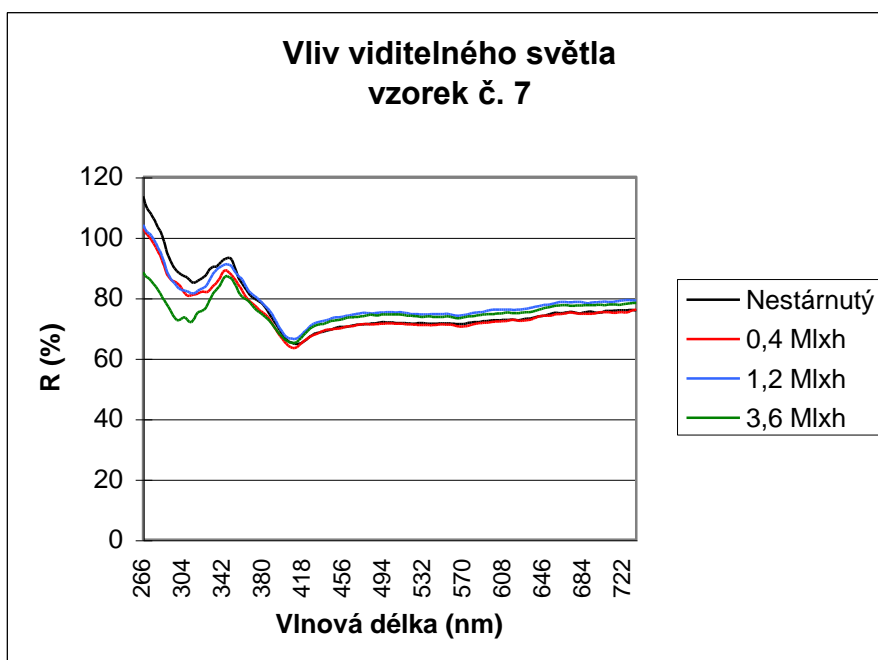
Obr.10: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 5 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



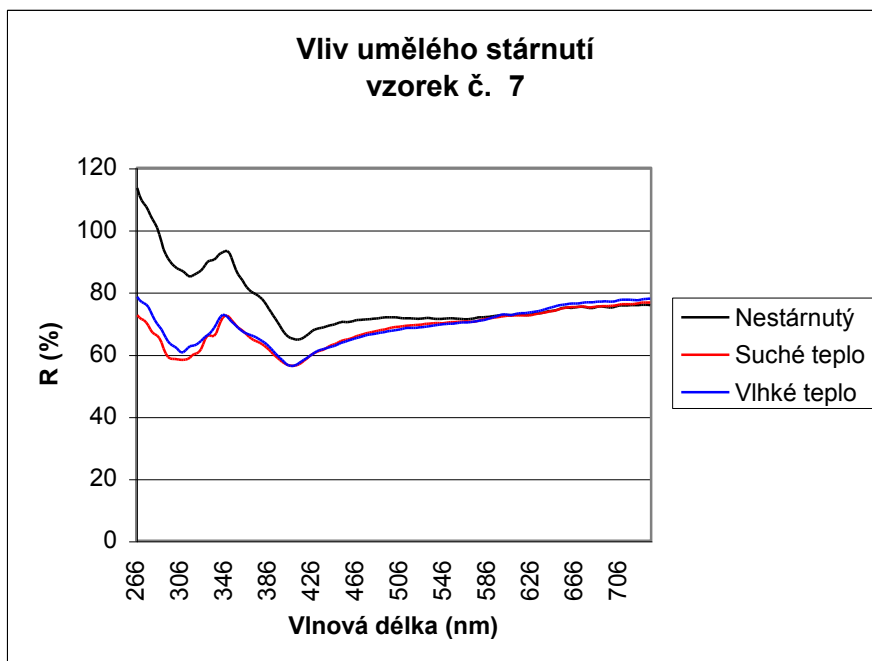
Obr.11: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 6 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



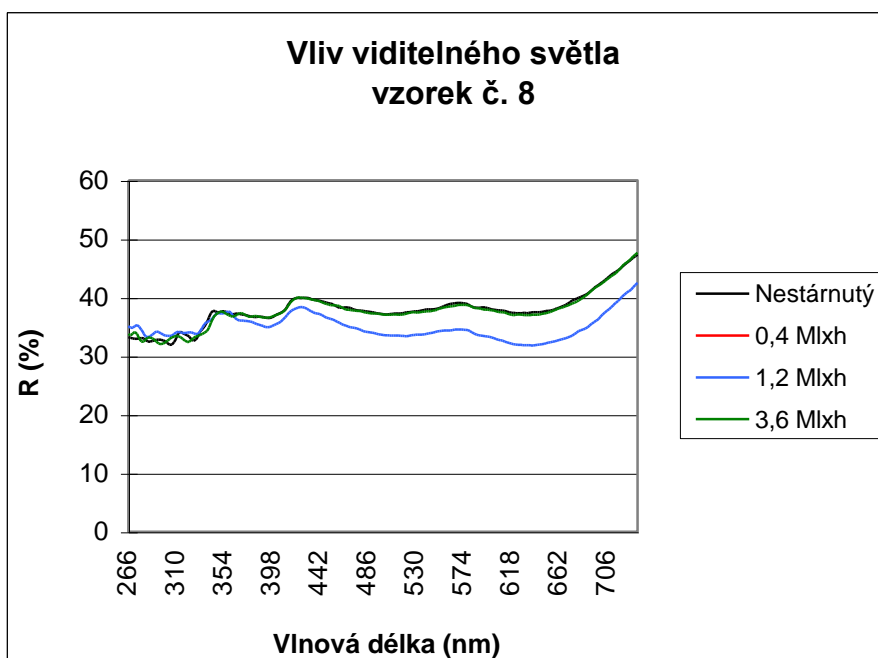
Obr.12: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 6 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



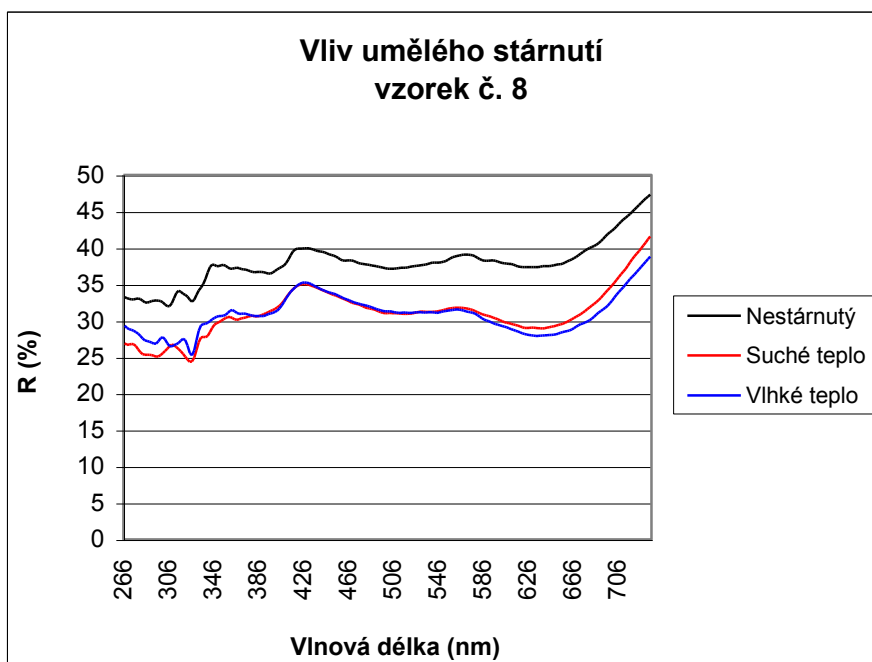
Obr.13: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 7 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



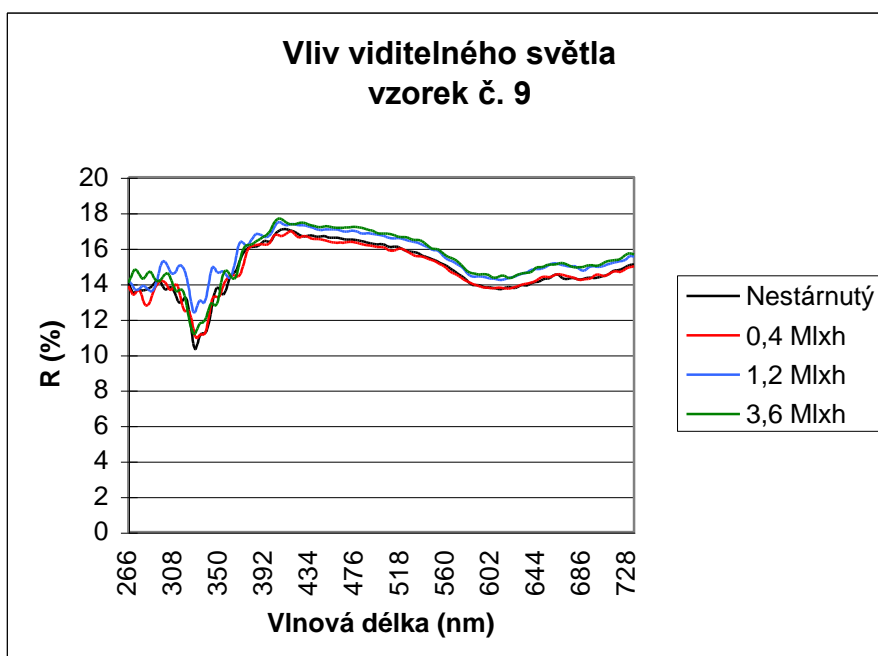
Obr.14: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 7 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



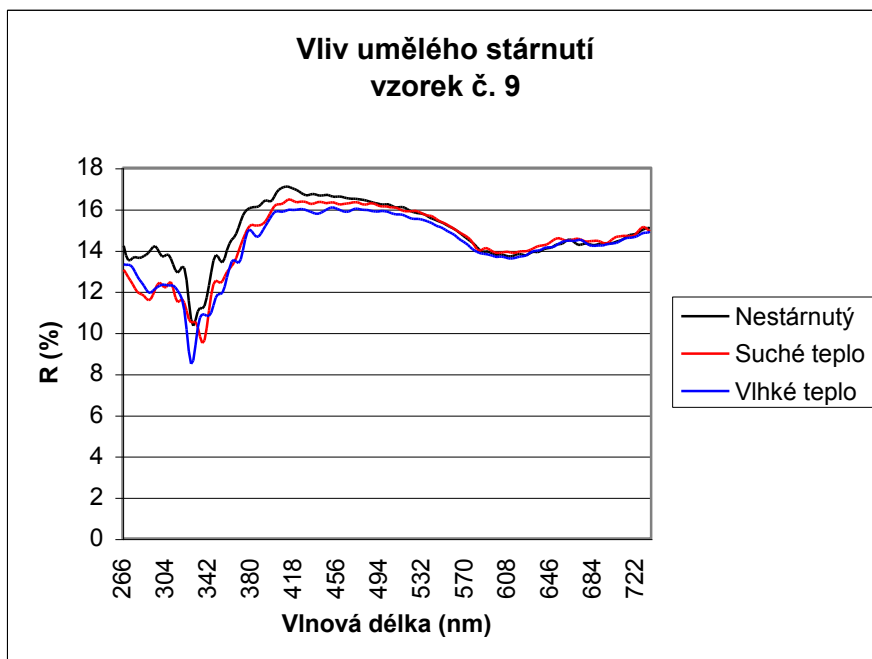
Obr.15: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 8 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



Obr.16: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 8 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře



Obr.17: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 9 po ozáření různými dávkami umělého denního světla



Obr.18: UV/VIS reflexní spektra vzorku č. 9 po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře

Měření reflexních spekter jednotlivých vzorků lepenek stárnutých v suché a vlhké atmosféře a stárnutých světlem koresponduje s měřením celkové barevné difference ΔE . U vzorků č.7 a 9 byly po umělém stárnutí světlem zjištěny nejmenší hodnoty barevné difference, průběhy reflexních spekter těchto vzorků jsou prakticky shodné (obr. 13 a 17). Po umělém stárnutí v suché a vlhké atmosféře byla celková barevná difference ΔE nejmenší u vzorku č. 9, tomu odpovídá i průběh reflexních spekter (obr. 18).

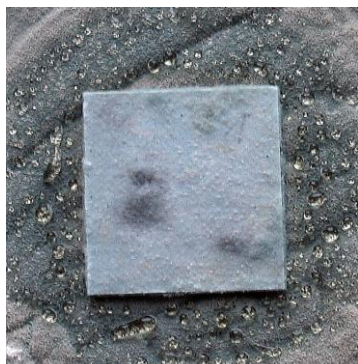
Závěr

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky jednotlivých měření, „ano“ znamená, že vlastnost testovaného vzorku lepenky vyhovuje požadavkům na archivní kvalitu, „ne“ znamená, že vlastnost testovaného vzorku lepenky nevyhovuje.

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vlákninové složení	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano
pH	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Alkalická reserva	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Přítomnost protiplísňového přípravku	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Krvácivost barviv	ano	ano	ano	ano	ne	ano	ano	ne	ano
Stabilita optických vlastností	ne	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ne	ano

Příloha 1

Nárůst plísní na lepenkách



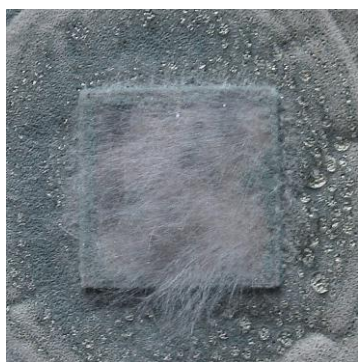
č.1



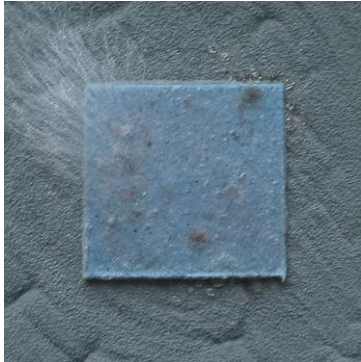
č.2



č.3



č. 4



č. 5



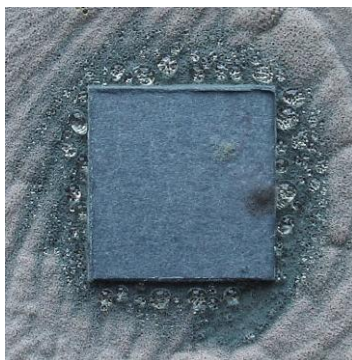
č. 6



č. 7



č. 8



č. 9

Příloha 2

Tabulka 9 Barevné změny v souřadnicích L,a*,b* barevného prostoru CIEL*a*b*.*

vzorek		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
1	ss	79,09	-1,93	0,67	-0,51	-1,17	-4,1
1	vs	79,23	-1,67	1,90	-0,42	-1,49	-5,5
1	sv1	80,20	-1,94	-1,65	-1,31	-1,22	-1,76
1	sv2	81,31	-1,84	0,25	-2,4	-1,32	-3,58
1	sv3	82,88	-1,28	2,07	-3,95	-1,9	-5,36
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
2	ss	56,73	-3,14	3,00	-0,96	-0,53	-1,52
2	vs	57,84	-1,79	3,74	-1,58	-2,07	-3,08
2	sv1	57,18	-2,11	2,06	-1,02	-1,46	-1,38
2	sv2	57,74	-1,75	3,13	-1,55	-1,77	-2,46
2	sv3	58,95	-1,17	4,34	-2,7	-2,33	-3,63
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
3	ss	75,33	-2,86	0,47	-0,02	-0,01	-2,52
3	vs	75,13	-2,87	1,26	0,37	-0,07	-3,24
3	sv1	76,18	-2,34	-0,50	-0,88	-0,71	-1,60
3	sv2	76,73	-2,30	0,23	-1,38	-0,76	-2,33
3	sv3	77,36	-2,05	0,87	-2,00	-0,99	-2,96
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
4	ss	74,50	1,31	10,33	-0,14	0,26	-2,69
4	vs	73,48	1,69	11,02	0,95	-0,04	-3,30
4	sv1	74,46	1,47	7,85	-0,51	0,14	0,06
4	sv2	74,81	1,08	9,56	-0,71	0,52	-1,64
4	sv3	75,24	0,79	9,73	-1,13	0,79	-1,83
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
5	ss	70,76	-6,38	-8,71	0,02	-2,58	-4,46
5	vs	71,19	-7,74	-7,10	-0,43	-1,26	-6,5
5	sv1	70,61	-8,38	-12,57	-0,14	-0,58	-0,91
5	sv2	71,11	-8,72	-11,21	-0,56	-0,36	-2,19
5	sv3	71,88	-7,55	-9,34	-1,27	-1,44	-4,05
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
6	ss	95,68	-0,15	7,71	0,96	0,04	-3,6
6	vs	94,45	0,46	7,32	2,5	-0,66	-3,68
6	sv1	96,60	0,02	3,85	-0,01	-0,12	0,28
6	sv2	96,78	0,00	3,70	-0,21	-0,11	0,41
6	sv3	96,86	0,04	3,23	-0,25	-0,13	0,86
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
7	ss	94,74	-0,34	4,55	0,99	0,35	-4,6

7	vs	93,86	0,39	3,81	1,8	-0,33	-3,74
7	sv1	95,69	0,18	-0,34	0,01	-0,14	0,23
7	sv2	95,81	0,08	-0,23	-0,16	-0,07	0,19
7	sv3	95,81	0,09	-0,08	-0,04	-0,09	0
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
8	ss	69,47	0,07	-3,03	-1,67	0,28	-2,54
8	vs	69,61	-0,62	-3,68	-2,28	0,98	-2,04
8	sv1	69,39	0,50	-3,95	-2,04	-0,14	-1,67
8	sv2	71,30	0,72	-2,77	-3,89	-0,34	-2,86
8	sv3	74,81	0,86	-0,60	-7,24	-0,49	-4,96
		L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*
9	ss	50,19	-2,41	-2,04	0,06	0,11	-0,97
9	vs	49,71	-2,35	-1,90	0,34	0,06	-1,03
9	sv1	50,14	-2,25	-2,85	-0,11	-0,04	-0,05
9	sv2	50,28	-2,26	-2,80	-0,23	-0,05	-0,09
9	sv3	50,45	-2,23	-2,69	-0,45	-0,06	-0,2

Vysvětlivky:

ss....umělé stárnutí v suché atmosféře
 vs ...umělé stárnutí ve vlhké atmosféře
 sv1-světelné stárnutí, dávka 0,4 Mlxh
 sv2 - světelné stárnutí, dávka 1,2 Mlxh
 sv3 – světelné stárnutí, dávka 3,6 Mlxh