

Ciabach, Jerzy

Wpływ promieniowania nadfioletowego na właściwości optyczne białych farb artystycznych

Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo 18 (227),
35-45

1991

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Zakład Konserwacji Elementów
i Detali Architektonicznych

Jerzy Ciabach

WPLYW PROMIENIOWANIA NADFIOLETOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI OPTYCZNE BIAŁYCH FARB ARTYSTYCZNYCH

Zarys treści. W pracy podjęto problem jakości białych farb używanych w malarstwie artystycznym i konserwacji dzieł sztuki. Szczególną uwagę poświęcono ich światłotrwałości, którą badano w warunkach laboratoryjnych przy użyciu komory klimatyzacyjnej typu Feutron. Jakość farb oraz światłotrwałość wykonanych nimi wymalowań określono na podstawie analizy zmiany białości, jasności, stopnia zażółcenia i energii barwy. Badania wykazały, że farby tożsame pod względem spoiwa i pigmentu, ale pochodzące od różnych producentów różnią się bardzo istotnie zarówno wyjściowymi cechami optycznymi, jak i ich trwałością.

Właściwości optyczne białych, nieprzezroczystych substancji można scharakteryzować za pomocą trzech parametrów: białości, jasności i stopnia zażółcenia. Wielkości te definiuje się w dwóch różnych układach: RGB i XYZ. W układzie RGB białość W , jasność W_j i stopień zażółcenia W_z dane są wzorami¹:

$$W = 2B - R \quad (1)$$

$$W_j = 10G^{0,5} \quad (2)$$

$$W_z = \frac{R-B}{G} 100 \quad (3)$$

w których R , G i B oznaczają pomnożone przez 100 wartości współczynników luminacji: R - dla promieniowania o długości fali 615 nm, G - dla promieniowania o długości fali 525 nm, B - dla promieniowania o długości fali 455 nm. W układzie XYZ białość W dana jest wzorem:

$$W = 3Z = 2Y \quad (4)$$

$$\text{jasność } W_j = 10Y^{0,5} \quad (5)$$

a stopień zażółcenia W_z wzorem

$$W_z = \frac{1,28X - 1,06Z}{Y} 100 \quad (6)$$

We wzorach tych X, Y, Z oznaczają składowe trójkromatyczne barwy, zależne od współczynników luminacji w całym zakresie światła widzialnego². W badaniach starzeniowych bierze się pod uwagę zmianę stopnia żółżenia (ΔW_z) lub zmianę energii barwy (ΔE). Ta ostatnia określona jest wzorem Adamsa³:

$$\Delta E = 40 \sqrt{(0,23 \Delta V_y)^2 + [\Delta (V_x - V_y)]^2 + [(0,4 \Delta (V_z - V_y))]^2} \quad (7)$$

w którym wartości V_X, V_Y, V_Z są funkcjami składowych trójkromatycznych X, Y, Z. Jeśli dla wartości przed starzeniem przyjąć indeks „1”, a dla wartości po starzeniu indeks „2”, to:

$$\begin{aligned} V_Y &= V_{Y1} - V_{Y2} \\ (V_X - V_Y) &= (V_{X1} - V_{Y1}) - (V_{X2} - V_{Y2}) \\ (V_Z - V_Y) &= (V_{Z1} - V_{Y1}) - (V_{Z2} - V_{Y2}) \end{aligned}$$

Wartości funkcji V_Y, V_Z, V_X odpowiadające odpowiednim wartościom Y, Z, X podaje PN - 72/C - 81546. Zgodnie z definicją, ΔE (w przeciwieństwie do ΔW_z) przyjmuje zawsze wartości dodatnie, bez względu na to czy stopień żółżenia wzrasta czy maleje. ΔE wzrasta także wtedy, gdy biel nie żółknie - lecz zmienia swą białość i jasność (np. szarzeje).

CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

1. CHARAKTERYSTYKA BADANYCH BIELI

Badaniami objęto 19 białych farb różniących się rodzajem spoiwa, pigmentu lub pochodzeniem (nazwy handlowe i producentów podano w tab. 1). Wśród pigmentów reprezentowana jest biel tytanowa, biel ołowiana i biel cynkowa. Trzy z farb należą do grupy farb akrylowych, sześć do grupy farb olejnych, trzy są temperami jajowymi, trzy kazeinowymi, trzy farbami plakatowymi o nieznanym spoiwie, jedna akwarelą.

2. SPOSÓB PRZYGOTOWANIA PRÓBEK

Badane farby nakładano pędzlem na karton i suszono przez 14 dni. W trakcie badań używano próbek o wymiarach 5×5 cm, wyciętych z uprzednio pomalowanych, większych arkuszy.

3. STARZENIE PRÓBEK

Starzenie próbek przeprowadzono w komorze klimatyzującej Feutron 3001 produkcji NRD, zaopatrzonej w promiennik rtęciowy średnio-ciśnieniowy. Napromienianie promieniowaniem nadfioletowym miało charakter ciągły i odbywało się w atmosferze powietrza o temperaturze 20 C i wilgotności względnej 55%. Kontrolę napromienienia próbek oparto na zjawisku fotolitycznego rozkładu kwasu szczawiowego, zacho-

T a b e l a 1
Nazwy handlowe i producenci badanych bieli

Lp.	Nazwa handlowa	Producent
1	Biel tytanowa akrylowa	Spółdzielnia Rzemieślnicza „Wytwórczość różna”, Łódź
2	Rembrandt acrylic colour titanium white	Talens, Holandia
3	Rowney cryla colour, white 11, series A	G. Rowney and Co., Ltd. Anglia
4	Rembrandt oil colour, titanium white	Talens, Holandia
5	Rowney oil colour titanium white	G. Rowney and Co., Ltd. Anglia
6	Rowney oil colour flake white series B	jak wyżej
7	Rembrandt oil colour flake white	Talens, Holandia
8	Mussini, Feinste Kuenstler Hartz-oelfarbe, zink-weiss 102(002)	Schmincke, RFN
9	Rembrandt oil colour underpainting white	Talens, Holandia
10	Artist's egg tempera titanium white, 9, s. B	G. Rowney and Co., Ltd. Anglia
11	Artist's egg tempera flake white, 5, s. B	jak wyżej
12	Artist's egg tempera zinc white, 1, s. B	jak wyżej
13	Tempera, Biel cynkowa	M. Karmański, Kraków
14	Tempera „Ekstra”, Biel	Sp. Rzem. „Otwock”
15	Eta 100	Talens, Holandia
16	Rowney Poster Colour White	G. Rowney and Co., Ltd. Anglia
17	Plakkaatverf Weiss 20	Talens, Holandia
18	Plakkaatverf Weiss 100	jak wyżej
19	Chinese white, 108, series 1, water colour	jak wyżej

dzącego w obecności siarczanu uranylu pod wpływem promieniowania o długości fali dochodzącej do 425 nm. Natężenie napromienienia, wyrażone jako ilość kwasu szczawiowego rozłożonego przez promieniowanie padające w jednostce czasu na jednostkę powierzchni napromienianego roztworu wynosiło od 0,0035 do 0,0040 mmol/cm² godz.

4. POMIARY MONOCHROMATYCZNYCH WSPÓLCZYNNIKÓW LUMINACJI

Do pomiarów użyto spektrofotometru Spekol firmy C. Zeiss Jena zaopatrzonego w przystawkę odbiciową Rd/O oraz płytek ze sprasowanego siarczanu baru jako wzorców bieli. Pomiaru wykonano w zakresie od 400 do 700 nm w odstępach co 20 nm¹.

Tabela 2
Jasność, białość i stopień zażółcenia badanych bieli przed napromienianiem

Lp.	Rodzaj bieli	Jasność	Białość	Stopień zażółcenia
1	Akrylowa, tytanowa	9,49	1,36	1,00
2	Akrylowa, tytanowa	9,72	1,40	2,08
3	Akrylowa	9,68	1,40	1,24
4	Olejna, tytanowa	9,49	1,31	2,14
5	Olejna, tytanowa	9,25	1,26	1,99
6	Olejna, ołowiana	9,42	1,31	2,27
7	Olejna, ołowiana	9,69	1,42	0,77
8	Olejno-żywiczna, cynkowa	9,19	1,18	4,68
9	Olejna	9,18	1,18	4,52
10	Temp. jajowa, tytanowa	9,30	1,11	9,10
11	Temp. jaj., ołowiana	9,06	0,92	14,37
12	Temp. jaj., cynkowa	8,86	0,68	22,92
13	Temp. kazeinowa, cynkowa	9,22	1,13	7,69
14	Temp. kazeinowa	9,22	1,07	10,23
15	Temp. kazeinowa	9,59	1,36	1,97
16	Plakatowa	9,36	1,22	5,40
17	Plakatowa	9,14	1,27	1,32
18	Plakatowa	9,51	1,37	1,20
19	Akwarela	9,56	1,41	0,02

5. OBLICZENIA

Białość, jasność, stopień zażółcenia, zmiany stopnia zażółcenia oraz zmiany energii barwy obliczano w układzie XYZ przy użyciu maszyny cyfrowej Riad i programu obliczeniowego KKSS 2301⁵.

6. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

6.1. Białość, jasność i stopień zażółcenia świeżych wymalowań

W tab. 2 podano białość, jasność i stopień zażółcenia wymalowań po upływie 14 dni od czasu ich wykonania. Dla ułatwienia charakterystyki badanych farb przyjęto umowne skale białości, jasności i stopnia zażółcenia podane w tab. 3⁶.

Farby akrylowe. Badane farby akrylowe dają wymalowania o dużej białości, dużej jasności i średnim stopniu zażółcenia.

Farby olejne. Białość i jasność tych farb waha się w granicach od średniej do dużej, a stopień zażółcenia od bardzo małego do dużego. Na szczególną uwagę zasługuje biel ołowiana Talensa. Jest ona najbielsza, najjaśniejsza i najmniej zażółcona (duża białość, duża jasność i mały stopień zażółcenia). Biel cynkowa na spoiwie olejno-żywicznym ma cechy bieli podkładowej.

Tempery jajowe. Badane temperey jajowe dają wymalowania

o dużym stopniu zażółcenia, o małej lub średniej białości i jasności. W ich wypadku wyraźnie zaznacza się wpływ pigmentu.

Tempery kazeinowe. W tej grupie wyróżnia się ETA 100. Daje wymalowania o dużej białości, dużej jasności i średnim stopniu zażółcenia. Odbiega od niej wyraźnie tempera „Ekstra”, dająca wymalowania o bardzo dużym stopniu zażółcenia.

Farby plakatowe. Farby te dają wymalowania o dużej białości oraz średniej jasności i średnim stopniu zażółcenia.

Akwarele. Badana akwarela daje wymalowania o dużej białości, dużej jasności i małym stopniu zażółcenia.

6.2. Wpływ promieniowania nadfioletowego na białość, jasność i stopień zażółcenia wymalowań

Zmiany parametrów optycznych wymalowań wykonanych badanymi farbami podano w tab. 4. Kierunek tych zmian omówiono poniżej.

Farby akrylowe. Regułą w tej grupie farb jest wzrost stopnia zażółcenia z jednoczesnym obniżeniem białości i jasności. Biel Rowneya wyróżnia się tym, że jej stopień zażółcenia osiąga wartość maksymalną w pierwszej fazie napromieniania, a w dalszych maleje.

Farby olejne. W badanej grupie farb olejnych brak ogólnej prawidłowości. Stopień zażółcenia maleje w czterech wypadkach, a wzrasta w dwóch. Diametralne różnice występują w wypadku bieli ołowianych firmy Talens i firmy G. Rowney.

Tempery jajowe. Cechą charakterystyczną badanych temper jajowych jest bardzo znaczne obniżenie się stopnia zażółcenia połączone z dużym wzrostem białości i jasności. Wartości osiągnięte w pierwszej fazie napromieniania w dalszych zmieniają się znacznie wolniej. W wypadku próbek eksponowanych w warunkach naturalnych zaobserwowano ten sam kierunek zmian.

Tabela 3
Umowne skale białości, jasności i stopnia zażółcenia

Parametr bieli	Wartość liczbowa	Określenie słowne
Białość	poniżej 1,00	mała
	1,00–1,25	średnia
	powyżej 1,25	duża
Jasność	poniżej 9,00	mała
	9,00–9,50	średnia
	powyżej 9,50	duża
Stopień zażółcenia	poniżej 1,00	mały
	1,00–2,00	średni
	2,00–5,00	duży
	powyżej 5,00	bardzo duży

Tabela 4

Zmiany jasności (ΔW_j), białości (ΔW), stopnia zazółcenia (ΔW_z) i energii barwy (ΔE) badanych bieli w wyniku działania promieniowania nadfioletowego

Napromienienie mmol/cm ²	ΔW_j	ΔW	ΔW_z	ΔE
Biel nr 1. Akrylowa, tytanowa				
0,97	-0,11	-0,08	1,92	1,21
1,82	-0,10	-0,08	1,64	1,09
3,06	-0,14	-0,11	2,90	1,74
5,16	-0,16	-0,11	2,41	1,64
8,95	-0,20	-0,12	2,67	1,99
12,18	-0,20	-0,13	2,78	2,06
Biel nr 2. Akrylowa, tytanowa				
1,51	-0,09	-0,02	-0,14	0,76
2,79	-0,11	-0,03	-0,01	0,83
4,35	-0,12	-0,03	-0,47	1,02
6,97	-0,14	-0,05	0,52	1,03
10,05	-0,11	-0,06	0,99	0,96
12,22	-0,12	-0,05	0,82	0,89
Biel nr 3. Akrylowa				
1,02	-0,14	-0,11	2,96	1,68
2,45	-0,11	-0,08	2,02	1,22
3,09	-0,06	-0,06	2,19	1,14
4,19	-0,08	-0,05	1,19	0,90
5,86	-0,10	-0,05	1,25	0,88
8,28	-0,06	-0,04	1,27	0,78
11,77	-0,05	-0,03	0,99	0,63
Biel nr 4. Olejna, tytanowa				
1,00	-0,05	0,06	-1,93	1,55
2,42	-0,07	0,05	-1,68	2,22
3,75	-0,09	0,05	-1,81	2,28
6,17	-0,10	0,04	-1,66	1,90
7,38	-0,10	0,05	-1,79	2,31
11,26	-0,04	0,04	-0,69	1,81
Biel nr 5. Olejna, tytanowa				
1,97	0,03	0,03	-0,36	0,58
3,17	-0,01	0,03	-0,77	0,63
Biel nr 6. Olejna, ołowiana				
2,74	-0,06	-0,05	1,75	0,84
6,14	-0,07	0,07	2,34	1,18
7,97	-0,07	-0,06	2,22	1,14
8,75	-0,05	-0,06	2,00	1,03

(cd. tab. 4)

Biel nr 7. Olejna, ołowiana				
1,55	-0,03	-0,01	0,28	0,18
4,78	-0,05	0,01	-0,75	0,84
7,27	0,01	0,04	-1,03	1,25
9,78	0,03	0,07	-2,21	1,31
10,95	0,01	0,06	-2,48	1,28

Biel nr 8. Olejno-żywiczna, cynkowa				
1,97	0,06	0,10	-3,40	1,18
3,17	0,05	0,11	-3,71	2,14

Biel nr 9. Olejna				
1,54	0,00	-0,01	1,13	0,86
2,92	0,00	-0,03	1,74	1,03
3,49	0,03	-0,04	2,13	1,14

Biel nr 10. Tempera jajowa, tytanowa				
3,40	0,14	0,16	-4,49	2,69
5,23	0,16	0,18	-5,34	2,96
6,01	0,19	0,18	-5,26	2,80

Biel nr 11. Tempera jajowa, ołowiana				
1,54	0,20	0,24	-7,58	4,49
2,92	0,22	0,25	-7,61	4,55
3,49	0,26	0,25	-8,10	4,44

Biel nr 12. Tempera jajowa, cynkowa				
1,97	0,28	0,39	-13,44	7,55
3,17	0,30	0,41	-14,15	8,23

Biel nr 13. Tempera kazeinowa, cynkowa				
1,24	-0,73	-0,05	-6,38	6,24
3,57	-2,20	-0,40	-4,39	12,29

Biel nr 14. Tempera kazeinowa				
1,55	-0,03	-0,01	0,28	0,18
4,78	-0,05	0,01	-0,75	0,84
7,27	0,01	0,04	-1,03	1,25

(cd. tab. 4)

Biel nr 15. Tempora kazeinowa				
3,65	-0,16	-0,05	0,29	1,17
5,80	-0,19	-0,09	1,96	1,72
8,83	-0,17	-0,05	0,48	1,26
11,08	-0,15	-0,04	0,24	1,09
Biel nr 16. Plakatowa				
3,65	0,03	0,03	-1,08	0,58
6,15	0,10	0,06	-1,11	0,96
8,83	0,07	0,04	-1,20	0,73
11,08	0,06	0,03	-0,79	0,56
Biel nr 17. Plakatowa				
2,27	0,03	-0,06	2,91	1,29
4,42	-0,03	-0,12	4,56	2,26
5,80	-0,09	-0,15	5,28	2,64
Biel nr 18. Plakatowa				
2,47	-0,22	-0,07	0,20	1,62
3,49	-0,24	-0,11	0,98	2,08
Biel nr 19. Akwarela				
2,89	0,10	0,03	0,33	0,84
5,36	0,13	0,02	0,51	1,33
6,38	0,13	0,00	1,36	1,52

Tempery kazeinowe. W tej grupie farb, podobnie jak w wypadku farb olejnych, brak ogólnej prawidłowości. Uwagę zwraca tempera cynkowa Karmańskiego, w wypadku której pod wpływem promieniowania nadfioletowego maleją wszystkie trzy parametry. Jest to zapewne wynikiem zszarzenia wymalowania, wyraźnie widocznego już w pierwszej fazie napromieniania. Zszarzenie wystąpiło także w wypadku wymalowania wykonanego temperą ETA 100, było ono jednak na tyle małe, że nie wpłynęło na kierunek zmiany stopnia zażółcenia.

Farby plakatowe. Brak ogólnej prawidłowości, gdyż farby plakatowe firmy Talens i farba plakatowa firmy Rowney różnią się prawdopodobnie spoiwem.

6.3. Ocena odporności badanych farb na działanie promieniowania nadfioletowego

Z danych przytoczonych w tab. 4 wynika, że w wypadku większości farb najistotniejsze zmiany zachodzą w pierwszych fazach napromieniania, w zakresie napromieniień rzędu 1-3 mmoli/cm². W związku z tym za umowne kryterium oceny odporności na działanie UV postanowiono przyjąć wartość zmiany energii barwy przy H = 3 mmol/cm². Wartości te, podane w tab. 5, wyznaczono graficznie z wykresów zależności

Tabela 5
 Odporność badanych bieli na działanie promieniowania nadfioletowego

Lp.	Rodzaj bieli	ΔE przy $H = 3 \text{ mmol/cm}^2$	Ocena odporności
1	Akrylowa, tytanowa	1,50	średnia
2	Akrylowa, tytanowa	0,95	duża
3	Akrylowa	1,10	średnia
4	Olejna, tytanowa	2,15	mała
5	Olejna, tytanowa	0,60	duża
6	Olejna, ołowiana	0,95	duża
7	Olejna, ołowiana	1,10	średnia
8	Olejno-żywiczna, cynkowa	2,10	mała
9	Olejna, podkładowa	1,05	średnia
10	Tempera jajowa, tytanowa	2,50	mała
11	Tempera jajowa, ołowiana	4,55	bardzo mała
12	Tempera jajowa, cynkowa	8,20	bardzo mała
13	Tempera kazeinowa	11,20	bardzo mała
14	Tempera kazeinowa	0,65	duża
15	Tempera kazeinowa	1,05	średnia
16	Plakatowa	0,55	duża
17	Plakatowa	1,60	średnia
18	Plakatowa	1,85	średnia
19	Akwarela	0,95	duża

$\Delta E = f(H)$. Przyjmując, że różnice w odporności są mało istotne, gdy są rzędu $\pm 0,5$ jednostki ΔE , można podzielić badane farby na cztery grupy, tak jak przedstawiono to w tab. 6⁷. Rozkład badanych farb na te grupy jest następujący: grupa I o dużej odporności – 6 farb (jedna akrylowa, dwie olejne, jedna tempera kazeinowa, jedna akwarela), grupa II o średniej odporności – 7 farb (dwie akrylowe, dwie olejne, jedna tempera kazeinowa, dwie farby plakatowe), grupa III o małej odporności – 3 farby (dwie olejne, jedna tempera jajowa), grupa IV o bardzo małej odporności – 3 farby (dwie tempery jajowe, jedna kazeinowa). W ramach grupy I, która skupia farby o największej odporności na działanie UV, reprezentowane są wszystkie rodzaje farb z wyjątkiem temper jajowych. Można z tego wysnuć wniosek, że powyższy podział jest podziałem reprezentatywnym.

Tabela 6
 Klasyfikacja odporności farb na działanie
 promieniowania nadfioletowego

Wartość ΔE przy $H = 3 \text{ mmol/cm}^2$	Słowne określenie odporności
0-1	duża
1-2	średnia
2-3	mała
ponad 3	bardzo mała

7 WNIOSKI KOŃCOWE

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że farby tożsame pod względem pigmentu i spoiwa, a pochodzące od różnych producentów, dają wymalowania o różnych właściwościach optycznych. Dotyczy to białości, jasności i stopnia zażółcenia, kierunków zmian tych wielkości podczas działania UV oraz odporności na jego działanie. Potwierdza to lekceważony czasami pogląd, że właściwości współczesnych farb nie dadzą się określić na podstawie podawanego przez producenta rodzaju spoiwa i pigmentu. Przedstawiona w tej pracy metodyka badań pozwala na określenie białości, jasności i stopnia zażółcenia farb bezpośrednio po użyciu i co ważniejsze, na przewidywanie, w jakich kierunkach i z jaką szybkością wielkości te będą się zmieniać. Proponowane w tej pracy skale białości, jasności, stopnia zażółcenia oraz odporności na działanie promieniowania nadfioletowego zostały przyjęte arbitralnie i nie są bezpośrednio związane z wymaganiami, jakie stawia się poszczególnym farbom w poszczególnych zastosowaniach. Ich zaletą jest jednak to, że stwierdzenia typu „duża białość” czy „mała odporność” przestają być pojęciami opartymi na subiektywnym odczuciu obserwatora, które, *ex definitione*, nie może być przedmiotem ścisłego osądu innych obserwatorów. Badanie farb, standaryzacja metod badawczych i kryteriów oceny oraz wyartykułowanie wymagań jest pilnym zadaniem stojącym przed konserwatorami dzieł sztuki i współpracującymi z nimi chemikami. Dotyczy to również wielu innych materiałów i środków, które stosowane są w konserwacji zabytków⁸.

PRZYPISY

¹ PN-70/C-04425. Pigmenty i wypełniacze do wyrobów lakierowych. Wyznaczanie białości.

² Definicje i sposoby wyznaczania monochromatycznych współczynników luminacji oraz składowych trójchromatycznych barwy zawierają: PN-65/N-01252 (liczbowe wyrażanie barwy) oraz PN-65/N-01253 (metody wyznaczania barwy). Patrz także: J. Ciabach, S. Skibiński, S. Kamiński, *Wpływ promieniowania nadfioletowego na parametry barwy niektórych farb akrylowych*, *Ochrona Zabytków* 2, Toruń 1979, s. 139.

³ PN-72/C-81546. Wyroby lakierowe. Oznaczanie tendencji do żółknięcia białych pigmentowanych powłok lakierowych.

⁴ Wyników tych pomiarów nie podano ze względu na ilość (ponad 1500). Są one zarejestrowane na kartach perforowanych będących w posiadaniu autora.

⁵ Program KKSS 2301 powstał w wyniku współpracy z mgr inż. S. Kamińskim i dr S. Skibińskim. Poza obliczaniem białości, jasności, stopnia zażółcenia i zmiany energii barwy pozwala on także na obliczanie parametrów barwy - współczynnika luminacji, długości fali dominującej i czystości pobudzenia barwy.

⁶ Dla ciała idealnie białego, którego współczynnik luminacji jest równy jedności bez względu na długość fali światła widzialnego, składowe trójchromatyczne wynoszą: X 0,9807, Y 1,0000, Z - 1,1823. Przez podstawienie tych wartości do wzorów 4-6

otrzymuje się: maksymalna białość 1,55, maksymalna jasność 10, minimalny stopień żółżenia 0.

⁷ Zakresy wartości przyporządkowane pojęciom „mała”, „średnia” itd. przyjęto arbitralnie (brak jakichkolwiek ustaleń w literaturze).

⁸ Podane wyniki oznaczeń dotyczą farb dostępnych w handlu w 1985 r. (art. oddany do druku w grudniu 1986 r.).

EFFECTS OF ULTRAVIOLET RADIATION UPON OPTICAL PROPERTIES OF WHITE ARTISTIC PAINTS

Summary

The paper presents studies on the light resistance of white paints used in artistic painting and conservation of art. The author examined changes in whiteness, brightness and degree of yellowing that occur during UV radiation. The studies showed that paints based on the same binding medium and pigment but produced by different manufacturers vary in regard to optical properties and durability.