

# Władysław Szyszko

---

## Badania technologiczne trzech nagrobnych stel egipskich na podłożu drewnianym z Muzeum Narodowego w Krakowie : część I

---

Ochrona Zabytków 25/3 (98), 170-182

---

1972

Artykuł został zdigitalizowany i 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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## BADANIA TECHNOLOGICZNE TRZECH NAGROBNYCH STEL EGIPSKICH NA PODŁOŻU DREWNIANYM Z MUZEUM NARODOWEGO W KRAKOWIE\* (CZĘŚĆ I)

### STAN BADAŃ POLICROMII EGIPSKICH

Pierwsze godne uwagi próby przebadania składu farb używanych przez Egipcjan można zaobserwować na początku XIX wieku. Humphry Davy<sup>1</sup> usiłował w r. 1815 określić skład „błękitu egipskiego” — barwnika, któremu aż do dnia dzisiejszego poświęcono najwięcej uwagi. Naturalnie sposoby, jakimi posługiwano się w I połowie XIX wieku, dalekie były od ścisłych analiz fizyko-chemicznych. Wystarczy zacytować dla przykładu określenie Meriméego<sup>2</sup> dotyczące barwnika żółtego: „...żółta w dwu odmianach spomiędzy których jedna występująca pospolicie jest ugiem żółtym, zaś druga żywożółta, jest przypuszczalnie, aury pigmentem. Może być ona sporządzana sztucznie, jednakże występuje w przyrodzie jako minerał. Osąd ten jednak opiera się wyłącznie na ocenie wzrokowej i nie jest wykluczone, że może tu chodzić o szkliwo w rodzaju żółtej neapolitańskiej, której sporządzanie było znane Egipcjanom”. Już wtedy jed-

nak wiadano, że np. „...istotę cynobru może wykazać tylko analiza chemiczna”<sup>3</sup>. Geiger<sup>4</sup> poświęcił sporo uwagi wykryciu w farbach egipskich substancji organicznych — kleju zwierzęcego oraz białka (jajo ptasie lub mleko). Dość dokładnie, jak na ówczesne możliwości, badania farb i spoiw przeprowadził John<sup>5</sup>, wyróżniając m.in. dwa rodzaje zieleni, trzy błękitu i dwa żółci. Po raz pierwszy o istnieniu czerni z kości wspomniął Beke<sup>6</sup> zaznaczając, że dokonał tego „...bez pomocy analizy chemicznej”.

Badacze XIX-wieczni zajmujący się problematyką techniki i technologii malowideł egipskich rozumieli potrzebę wykonywania analiz chemicznych, lecz mogli je przeprowadzać tylko metodami na jakie pozwalał ówczesny stan nauki. Poważnie zasłużyli się w tym zakresie w latach 80 i 90 XIX wieku Russell<sup>7</sup>, badający próbki z malowideł ściennych znalezionych w Hawara, oraz Spurrell<sup>8</sup> (szczególnie analizy spoiw).

\* Artykuł jest skrótem pracy magisterskiej napisanej w Katedrze Technologii i Technik Malarskich Studium Konserwacji Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie pod kierunkiem doc. dr W. Ślesińskiego. Część II artykułu opublikujemy w jednym z najbliższych numerów.

<sup>1</sup> H. Davy, *Some Experiments and Observations on the Colours Used in Painting by the Ancients*, „Philos. Trans. Royal Society”, London 1815, ss. 97—124.

<sup>2</sup> A. Merimée, *Dissertation sur la préparation et l'emploi des couleurs, des vernis etc.* (w:) „Catalogue raisonnée et historique des Antiquités decouvert en Egypte par J. Passalacqua, de Trieste”, Paris 1826, s. 258; E. Berger, „Die Maltechnik des Altertums”, München 1904, s. 3; zob. tłumaczenia J. Hopliński, *Farby i spoiwa malarskie*, Kraków—Wrocław 1955, s. 193.

<sup>3</sup> E. Berger, o.c., s. 23.

<sup>4</sup> F. Geiger, *Chemische Untersuchung alt-ägyptischer und altrömischer Farben deren Unterlagen und Bindemittel*, Karlsruhe 1826; zob. E. Berger, o.c., s. 7.

<sup>5</sup> M. von Minutoli, *Reise zum Tempel des Jupiter Amon und nach Ober-Ägypten nebst chemischen Analysen von Prof. John*, Berlin 1827, s. 330.

<sup>6</sup> C. T. Beke, *On the Colours of the Ancient Egyptians*, „Trans. Royal Society of Literature”, 1843, s. 48—51.

<sup>7</sup> W. M. F. Petrie, *Hawara, Biahmu and Arsinoe*, London 1889, s. 11; zob. E. Berger, o.c., s. 26.

<sup>8</sup> F. C. J. Spurrell, „Archaeological Journal”, LII (1895) ss. 226—232; zob. A. Lucas, „Ancient Egyptian Materials and Industries”, London 1962, s. 344.

W pracy Tocha<sup>9</sup> znajduje się szereg ciekawych uwag dotyczących barwników znalezionych w grobowcu z czasów V dynastii, chociaż stwierdzenie przez niego śladów kobaltu okazało się w wyniku późniejszych analiz pomyłką. Sprawą materiałów i samej techniki malowania zajmował się Glanville<sup>10</sup> lecz i jego wywody nie zostały poparte rzeczową analizą.

Na przełomie lat 20 i 30 naszego wieku kładziono już większy nacisk na wyodrębnianie poszczególnych problemów z tak obszernego zagadnienia, jakim jest malarstwo egipskie oraz rozwiązanie ich za pomocą metod fizykochemicznych. Należy tu wymienić prace: Tulliego<sup>11</sup>, Oakley'a<sup>12</sup>, Niwella<sup>13</sup>, Lauriego<sup>14</sup>, Steuera<sup>15</sup>, Wagenaara<sup>16</sup>, Eibnera<sup>17</sup> i Farnswortha<sup>18</sup>. Problem techniki stosowanej w egipskim malarstwie sztalugowym, począwszy od przygotowywania farb a kończąc na werniksowaniu, poruszył Duell<sup>19</sup> na przełomie lat 30 i 40 XX wieku. W tym czasie pojawiało się coraz więcej prac dotyczących zagadnienia techniki i technologii malowideł egipskich, ujmujących temat z różnych punktów widzenia. Wystarczy przytoczyć pracę Mossa<sup>20</sup> poświęconą metodom badania zabytków starożytnych (także egipskich) promieniami rentgenowskimi, gamma, ultrafioletowymi i podczerwonymi. W połowie lat 50 rezultaty poznawania techniki i technologii malarstwa starożytnego podsumował Forbes<sup>21</sup>. Ciekawe wyniki uzyskał specjalizujący się w badaniach polichromii starożytnych Reuterswaard<sup>22</sup>, lecz niestety ograniczył się tylko do rzeźby w Egipcie. Obecnie najpełniejszy przegląd i omówienie materiałów z różnych dziedzin życia w starożytnym Egipcie, a więc dotyczących i malarstwa, zawarty jest w IV wy-

daniu dzieła Lucasa<sup>23</sup>. Wreszcie w ostatnim czasie ukazały się prace Payne'a<sup>24</sup> i Graya<sup>25</sup>, nie dotyczą wprawdzie bezpośrednio malarstwa, ale omawiają metody, które można z powodzeniem stosować do analizy malowideł, zarówno ściennych, jak i sztalugowych.

Mimo iż dzisiejszy stan wiedzy na temat technologii i techniki malarstwa egipskiego pozwala odtworzyć stosunkowo dokładnie proces powstawania malowideł oraz wyliczyć stosowane materiały i przyrządy, istnieje wciąż wiele niewyjaśnionych, a nawet nieporuszonych problemów. Nie określono dotychczas składu jakościowego niebieskoczarowego barwnika używanego w okresie predynastycznym. Fakt stosowania w Egipcie piroluzytu (tlenek manganu barwnik czarny) budzi, wg Forbesa, poważne wątpliwości<sup>26</sup>. Toczą się spory dotyczące ustalenia z jakiego okresu pochodzą pierwsze ślady błękitu egipskiego. Wnikliwszej analizy wymagałyby stosowane z pewnością przez Egipcjan werniksy żywiczne, szczególnie „tajemniczy” werniks czarny. Używanie albuminu jako spoiwa lub substancji klejącej, mimo iż przyjmowane powszechnie jako pewnik, nie zostało do tej pory definitywnie udowodnione. Odrębnego potraktowania wymaga kwestia wykrywania śladów wosku pszczelego w polichromiach. Nie ulega jednak wątpliwości, że dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod badawczych większość spornych kwestii zostanie w najbliższym czasie wyjaśniona.

#### BADANIA OBIEKTÓW

Obiekt nr 1 — egipska polichromowana stela

<sup>9</sup> M. Toch, *The Pigments of the Tomb of Perneb*, J. I. E. Ch., X (1918) ss. 118—119.

<sup>10</sup> S. R. K. Glanville, *Materials and Technique of Egyptian Painting*, „Papers Soc. Mural Decorators and Painters in Tempera”, III (1925/35) ss. 13—35.

<sup>11</sup> A. Tulli, *Chemische Analyse einer Mumie: Beitrag zu den Studien über Mumifizierung*, „Atti Reale Accad. naz. Lincei”, IX (1929) ss. 233—237.

<sup>12</sup> K. P. Oakley, *Von den alten Ägyptern benutzte Hölzer*, „Analyst”, 57 (1932) ss. 158—159.

<sup>13</sup> L. C. Niwell, *Chemistry in the Service of Egyptology*, „J. Ch. E.”, X (1933) ss. 259—266.

<sup>14</sup> A. P. Laurie, *Farbstoffe, Medien und technische Verfahren der klassischen und mittelalterlichen Maler*, „J. Ch. S.”, 1937, ss. 163—169.

<sup>15</sup> O. Steuer, *Zur Kenntnis des „Natron” im alten Ägypten*, „Forschungen und Fortschritte”, XIV (1938) ss. 54—55.

<sup>16</sup> M. Wagenaar, *Microscopisch en Microchemisch onderzoek van einige Egyptische kleurstoffen*, „Pharm. Weekblad”, LXX (1933) ss. 894—902.

<sup>17</sup> A. Eibner, *L'analyse microchimique des couleurs*, „Museum”, XXIX/XXX (1935) s. 113.

<sup>18</sup> M. Farnsworth, T. D. Ritchie, *Spectrographic Studies on Ancient Glass: Egyptian Glass Mainly of the Eighteenth Dynasty, with Special Reference to its Cobalt Content*, „Technical Studies Field of Fine Arts”, VI (1938) ss. 155—173.

<sup>19</sup> P. Duell, *Evidence for Easel Painting in Ancient Egypt*, „Technical Studies Field of Fine Arts”, VIII (1939) ss. 175—191.

<sup>20</sup> A. A. Moss, „The Application of X-rays, Gamma-rays, Ultraviolet and Infrared Rays to the Study of Antiquities”, London 1954.

<sup>21</sup> R. J. Forbes, „Studies in Ancient Technology”, vol. III, Leiden 1955, ss. 202—249.

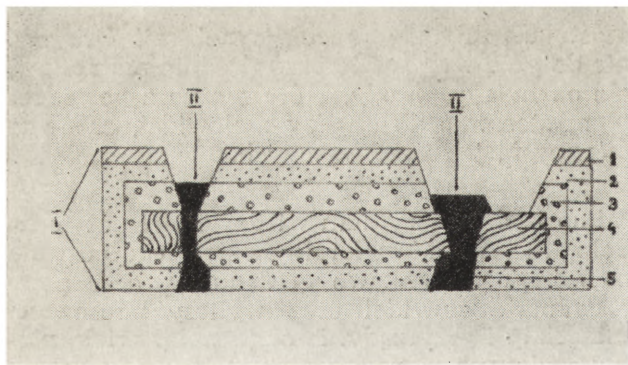
<sup>22</sup> P. Reuterswaard, „Studien zur Polychromie der Plastik-Ägypten”, Uppsala 1958.

<sup>23</sup> A. Lucas, „Ancient Egyptian Materials and Industries”, London 1926, ss. 338—361.

<sup>24</sup> J. C. Payne, *Spectrographic Analysis of Some Egyptian Pottery of the Eighteenth Dynasty*, „J. E. A.”, 52 (1966) ss. 176—178.

<sup>25</sup> P. S. Gray, *Radiography of Ancient Egyptian Mummies*, „Medical Radiography and Photography”, 43 (1967), nr 2, ss. 34—44.

<sup>26</sup> R. J. Forbes, *Technology... o.c.*, s. 224.



1. Obiekt nr 1 (nr inw. XI-489), stratygrafia steli. I warstwa stratygraficzna: 1 — warstwa malarska, 2 — warstwa zaprawy białoszarej, 3 — warstwa zaprawy ugrowożółtej, 4 — warstwa podobrazia drewnianego; II warstwa chronologiczna: 5 — warstwa kleju (rys. autora)

1. Object No. 1 (Inventory item XI-489): stratigraphy of stele; I stratigraphic layer: 1 — painted layer, 2 — white-grey primer layer, 3 — ochre yellow primer layer, 4 — wood support layer; II chronological layer: 5 — glue layer (drawing by the author)



2. Obiekt nr 1 (nr inw. XI-489), lico polichromowanej egipskiej steli nagrobnej (fot. W. Szyszko)

2. Object No. 1 (Inventory item XI-489): surface of the Egyptian polychromed epitaphial stele

nagrobna<sup>27</sup>, nr inw. XI-489. Szerokość — 0,291 m, wysokość — 0,373 m, grubość — 0,036 m. Całkowita powierzchnia malowidła<sup>28</sup> —

1027,90 cm<sup>2</sup>. Malowidło znajduje się tylko na licu steli i leży na dwóch warstwach zaprawy: a) koloru białoszarego, b) koloru ugrowożółtego (il. 1). Warstwy zaprawy pokrywają: a) lico, b) boki, c) odwrocie drewnianego podobrazia. Stan zachowania dobry. Podobrazie malowidła stanowi drewniana płyta składająca się z czterech części. Część górna, zaokrąglona, połączona jest z dolną, zbliżoną w formie do kwadratu, dwoma drewnianymi czopami osadzonymi pionowo, co stwierdzono na podstawie zdjęcia rentgenowskiego. Przez środek steli przechodzi szerokie pionowe pęknięcie (il. 2). Drugie pęknięcie jest nieco węższe, wychodzi z lewego boku płyty i biegnie ku podstawie. Wzdłuż spojeń widoczne ślady użytego kleju. W warstwie zaprawy, w przedniej części tronu boga Amona widoczny jest duży ubytek aż do warstwy podobrazia. W miejscach sklejenia oraz w dolnej partii steli występuje szereg drobnych ubytków zaprawy. Natomiast w warstwie malarskiej, oprócz wymienionych powyżej ubytków razem z zaprawą brak znacznej części farby na postaci prawego szakala. Większa część uszkodzeń warstwy malarskiej skupiona jest w prawej dolnej części steli oraz w miejscach sklejenia.

Obiekt nr 2 — egipska polichromowana stela nagrobna (il. 3), nr inw. XI-646. Szerokość — 0,168 m, wysokość — 0,236 m, grubość — 0,038 m. Całkowita powierzchnia malowidła — 389,70 cm<sup>2</sup>. Malowidło znajduje się tylko na licu steli i leży na jednej warstwie białej zaprawy (il. 4). Stan zachowania bardzo dobry. Przy górnej krawędzi na odwrocie steli ślady uszkodzeń przez owady (il. 5). W warstwie zaprawy i malowidła nieliczne ubytki na linii sklepienia niebieskiego, skrzydłach dysku słonecznego oraz na niezidentyfikowanym szczególnie wyposażeniu stołu ofiarowego. Ponadto ubytki do warstwy podobrazia występują po prawej stronie steli, przy krawędzi i — analogicznie — po lewej. W dolnych rogach steli ślady przetarcia warstwy malarskiej (ornament i część białego tła).

Obiekt nr 3 — egipska polichromowana stela nagrobna (il. 6), nr inw. XI-645. Szerokość — 0,259 m, wysokość — 0,334 m, grubość — 0,035 m. Całkowita powierzchnia malowidła — 876,80 cm<sup>2</sup>. Malowidło znajduje się tylko na licu steli i leży na jednej warstwie żółtawej zaprawy

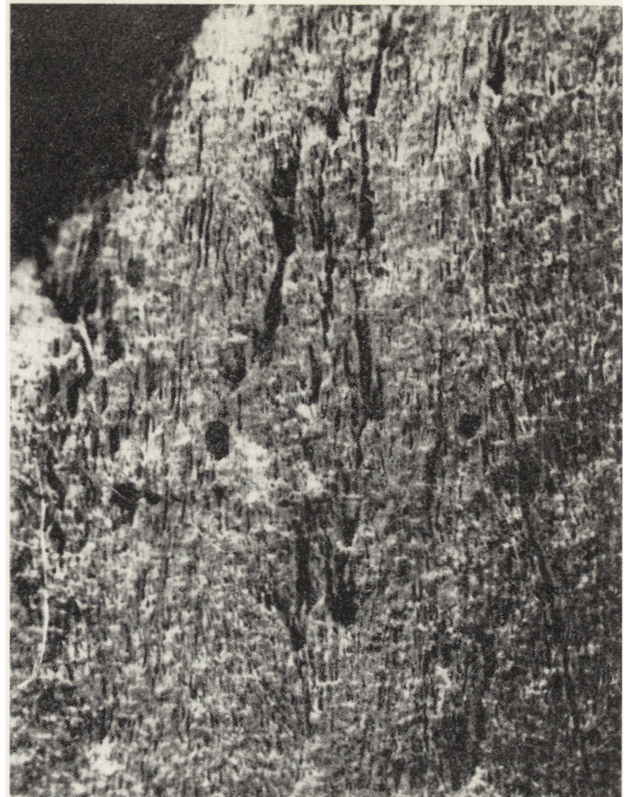
<sup>27</sup> Stele — płyty nagrobne wykonywane z kamienia, rzadziej z drewna, występują licznie na terenie Egiptu. Wszystkie obiekty pochodzą z Teb i stanowią własność Muzeum Narodowego w Krakowie, Oddział Czartoryskich, Galeria Sztuki Starożytnej. Dotychczas nie opublikowane, zostały w przybliżeniu datowane na II tys. p.n.e., z wyjątkiem steli XI-645, która jest prawdopodobnie późniejsza.

<sup>28</sup> Pomiarzy zostały dokonane za pomocą planimetru typ P11 (biegunowego).



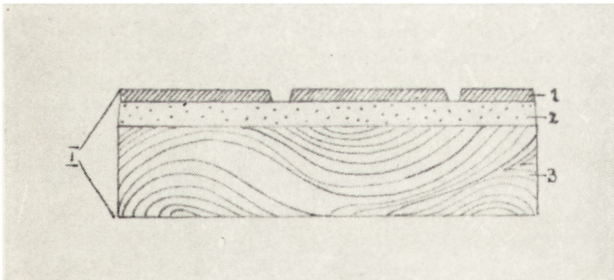
3. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646), lico polichromowanej egipskiej steli nagrobnej (fot. K. Pollesch)

3. Object No. 2 (Inventory item XI-646): surface of the Egyptian polychromed epitaphic stele



5. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646), makroskopowe zdjęcie odwrocia steli z widocznymi śladami uszkodzeń przez owady (fot. K. Pollesch)

5. Object No. 2 (Inventory item XI-646): macroscopic photograph of the stele reverse with traces of action by insects visible



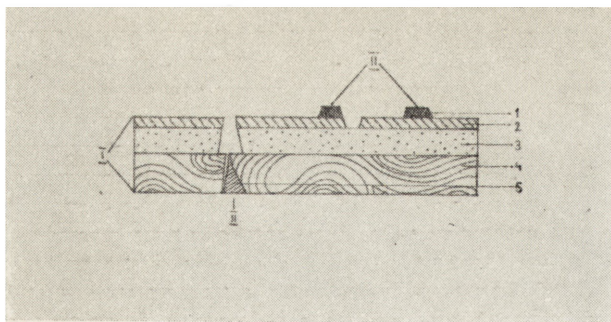
4. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646), stratygrafia steli: 1 — warstwa malarska, 2 — warstwa zaprawy, 3 — warstwa podobrazia drewnianego (rys. autora)

4. Object No. 2 (Inventory item XI-646): stratigraphy of stele; 1 — painted layer, 2 — primer layer, 3 — wood support layer (drawing by the author)

6. Obiekt nr 3 (nr inw. XI-645), lico polichromowanej egipskiej steli nagrobnej (fot. K. Pollesch)

6. Object No. 3 (Inventory item XI-645): surface of the Egyptian polychromed epitaphic stele





7. Obiekt nr 3 (nr inw. XI-645), stratygrafia steli: 1 — warstwa zabrudzeń czarną farbą (II w. chronologiczna), 2 — warstwa malarska, 3 — warstwa zaprawy, 4 — warstwa podobrazia drewnianego, 5 — warstwa kleju (rys. autora)

7. Object No. 3 (Inventory item XI-645): stratigraphy of stela; 1 — layer of black paint pollutions (II chronological layer), 2 — painted layer, 3 — primer layer, 4 — wood support layer, 5 — glue layer (drawing by the author)

(il. 7). Stan zachowania dobry. Podobrazie stanowi drewniana płyta zaokrąglona w górnej części, składająca się z dwóch części: szerszej — prawej i węższej — lewej. Pionowe pęknięcie bliższe lewej krawędzi steli ukazuje na szczycie płyty uszkodzenie warstwy drewna (prawdopodobnie mechaniczne). Na odwrociu widoczny spory ubytek podobrazia. W przeciwieństwie do steli XI-489 ślady kleju niewidoczne. W warstwie zaprawy na szczycie steli występuje większy ubytek, ukazujący w miejscu pęknięcia warstwę podobrazia. Oprócz ubytków malowidła wraz z zaprawą widoczne są uszkodzenia mechaniczne warstwy malarskiej, rozsiane równomiernie na całej powierzchni lica. Sześć nieregularnych plam jest wynikiem późniejszego, chyba przypadkowego, zachlapania lica obiektu czarną farbą.

#### BADANIE PODOBRAZIA

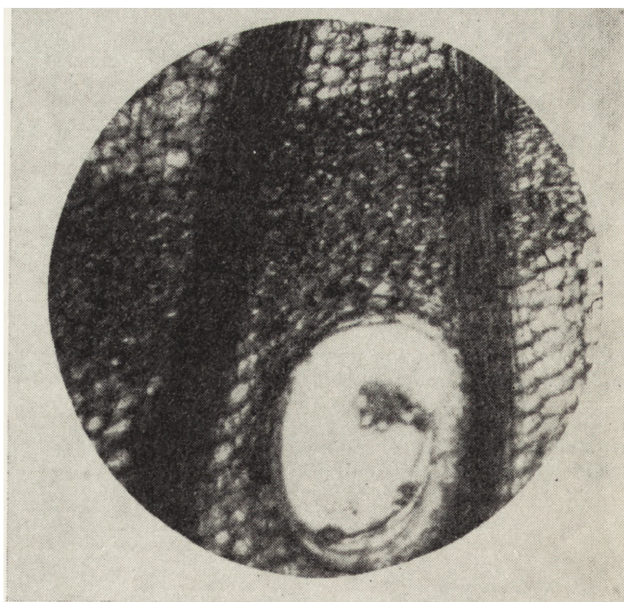
Próbki drewna do analizy mikroskopowej pobierano skalpelem z 3 różnych miejsc steli XI-489, z jednego miejsca na steli XI-646, z 2 miejsc na steli XI-645<sup>29</sup>, następnie umieszczono je osobno w oznaczonych próbkach i za-

<sup>29</sup> Analizy drewna przeprowadzono w Pracowni Konserwatorskiej Muzeum Narodowego w Krakowie pod kierunkiem mgr M. Niedzielskiej oraz w Laboratorium Instytutu Leśnictwa WSR w Krakowie pod kierunkiem mgr B. Niedzielskiej.

<sup>30</sup> J. M. Dalziel, „The Useful Plants of West Tropical Africa, an Appendix to the Flora of West Tropical Africa”, London 1955, s. 320; W. Galewski, A. Korzeniowski, „Atlas najważniejszych gatunków drewna”, Warszawa 1958, ss. 151—159; E. W. J. Phillips, „Identification of Softwoods by their Microscopic Structure”, London 1958.

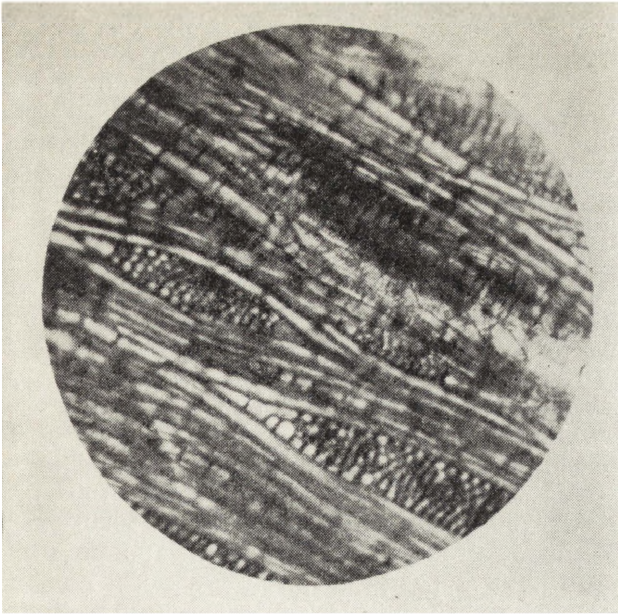
lano wodą destylowaną z gliceryną i denaturatem, po czym podgrzewano na maszynie elektrycznej przez ok. 6 godzin. Po wyjęciu próbek stwierdzono, że struktura starego drewna uległa znacznemu osłabieniu wskutek gotowania, wobec czego przycięcie cienkiego przekroju do analizy mikroskopowej stało się prawie niemożliwe. Przeprowadzono próbę utwardzania: a) emulsją poliocetanu winylu z plastyfikatorem VINAVIL (prod. włoska), b) parafiną — przez zatopienie próbki. Po utwardzeniu próbkę można było ciąć żyłką o ostrzu platynowym, przy czym zauważono, że lepsze rezultaty dało zatopienie w parafinie. Ujemną stroną utwardzania jest możliwość wprowadzenia zanieczyszczeń do próbki badanej. Po usunięciu zanieczyszczeń z próbek przez płukanie w ksylenie wykonano przekroje próbek: a) poprzeczny (il. 8), b) styczny (il. 9), c) promieniowy (il. 10). Po zalaniu kroplą gliceryny przekroje poddano obserwacji mikroskopowej. Na podstawie makroskopowego i mikroskopowego opisu drewna określono gatunek użytego drewna jako mahoń afrykański Sapeli — Meliaceae (Entandophragma candollei Harms)<sup>30</sup>.

Własności technologiczne. Drewno dość ciężkie, twarde, średnio lub trudno łupliwe, o małej kurczliwości i dużej trwałości. Odporne na rozkład przez grzyby, prawie nie podlegające uszkodzeniom przez owady. Występowanie: tereny pd. części Afryki zachodniej i Afryki równikowej od Gwinei po Angole, najliczniej występuje w pn. Kamerunie, na Wybrzeżu Kości



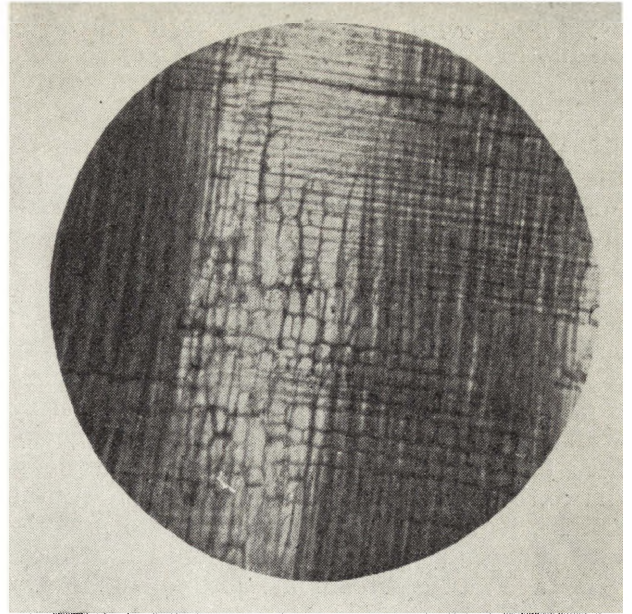
8. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646), przekrój poprzeczny po utwardzeniu próbki podobrazia drewnianego steli, powiększenie 100× (fot. W. Szyszko)

8. Object No. 2 (Inventory item XI-646): cross section after hardening of sample taken from the stela wood support, magnified 100×



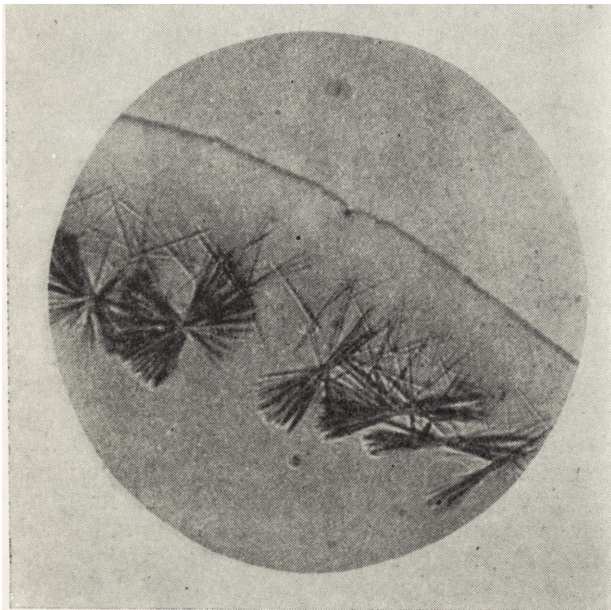
9. Obiekt nr 1 (nr inw. XI-489), przekrój styczny po utwardzeniu próbki podobrazia drewnianego steli, powiększenie 100 × (fot. W. Szyszko)

9. Object No. 1 (Inventory item XI-489): tangential section after hardening of sample taken from the stele wood support, magnified 100×



10. Obiekt nr 3 (nr inw. XI-645), przekrój promieniowy po utwardzeniu próbki podobrazia drewnianego steli (fot. W. Szyszko)

10. Object No. 3 (Inventory item XI-645): radial section after hardening of sample taken from the stele wood support



11. Obiekt nr 1 (nr inw. XI-489), badanie próbki zaprawy; charakterystyczne wiązki długich igieł wskazują na użycie gipsu, powiększenie 100 × (fot. W. Szyszko)

11. Object No. 1 (Inventory item XI-489): test of primer sample; characteristic beams of long needles pointing to the use of gypsum, magnified 100×

Słoniowej i Złotym Wybrzeżu oraz w pd. Nigerii<sup>31</sup>. Ponieważ Egipt był zawsze krajem ubogim w drewno, od najdawniejszych czasów mu-

siał je sprowadzać w sporych ilościach. Z importowanych gatunków dotychczas zidentyfikowano następujące: jesion, buk, bukszpan, cedr, cyprys, wiąz, jodła, jałowiec, lipa, styrakowiec, klon, dąb, sosna, śliwa, cis. Określenie za pomocą analizy mikroskopowej rodzaju drewna użytego jako podobrazia w 3 obiektach, tj. w steli XI-489, steli XI-646 i steli XI-645, zasługuje na uwagę, ponieważ dotychczasowa literatura nie wspomina o stosowaniu mahoniu afrykańskiego. Warto podkreślić, że wszystkie badane obiekty pochodzą z jednego miejsca, tzn. z Teb. Powyżej podana lista gatunków drewna importowanego powinna zatem zostać wzbogacona o jeszcze jeden. Gatunki drzew rosnących w niewielkich ilościach na terenie samego Egiptu to przede wszystkim: akacja, migdał, chleb św. Jana, figa, palma daktylowa, persea, sidder, sykomora, tamaryszek, wierzba.

#### BADANIA ZAPRAWY

Zaprawy malarskie w Egipcie. Głównymi materiałami używanymi jako podłoża dla malowideł w starożytnym Egipcie były: płótno, cera-

<sup>31</sup> Zakres występowania gatunku Sapeli dotyczy stanu dzisiejszego lecz w starożytności mógł być on znacznie szerszy. Większość autorów zajmujących się powyższym problemem ogranicza się raczej do Grecji i Rzymu (przekazy), mniej uwagi poświęcając Egip-towi np. C. Makkonen, Ancient Forestry, "Acta Forestalia Fennica", 82 (1968) ss. 1—84.

mika, gips, kamień i drewno. Bardzo wczesnie występuje zaprawa składająca się z gliny, gipsu lub kredy pławionej. Najwcześniejsze malowidła ściennie z okresu predynastycznego były wykonane na zaprawie glinianej, zaś w okresie El Amarna, zarówno w pałacach króla, jak i w domach prywatnych, najpiękniejsze malowidła wykonano na zaprawie glinianej, narzuconej na powierzchnię ceglanych ścian. Zazwyczaj zaprawę pod malowidło tworzył gips lub kreda pławiona, najpierw stosowana do malowideł ściennych, później jako warstwa leżąca pod malowidłem na drewnianych obiektach, jak sarkofagi, szkatułki, stele nagrobne. Zaprawa kredowa będąca mieszaniną kredy i kleju nazywana jest często wśród egiptologów „gesso”, lecz termin ten jest niejasny i używa się go dla określenia zaprawy gipsowej tak bez kleju, jak i z jego domieszką. Laurie<sup>32</sup> jako przykład użycia zaprawy kredowej wymienia szkatułkę z grobowca Tut-ench-Amona. Jest to bardzo prymitywnie wykonane drewniane pudełko, pokryte na zewnątrz warstwą białej zaprawy, na której namalowano żywymi kolorami miniaturowe sceny bitew i polowania.

Na ogół drewno przed użyciem jako podłoża dla malowidła pokrywano zaprawą, lecz czasem farbę kładziono bezpośrednio na jego powierzchnię głównie w przypadku mebli i większych szkatuł malowanych zwykle monochromatycznie, czerwienią lub brązem zmieszany z żółcią. Malowidła tego typu wykonywano też na deskach. Obok kredowej równie często spotyka się na polichromowanych obiektach drewnianych zaprawę gipsową, czasem z domieszką substancji organicznych, np. kleju zwierzęcego.

#### ANALIZA PRÓBEK ZAPRAWY

Stela XI-489. a) warstwa zaprawy białoszarej, b) warstwa zaprawy ugrowożółtej. Pobrano próbkę zaprawy a w miejscu pionowego pęknięcia. 1) Reakcja mikrokryskopowa na zawartość Ca: próbka + HCl — brak CO<sub>2</sub>. Po lekkim podgrzaniu nad palnikiem powstały bezbarwne kryształy długich igieł, ułożonych w wiązki charakterystyczne dla CaSO<sub>4</sub>, czyli gipsu (il. 11). Wniosek: jako zaprawy koloru białoszarego użyto gipsu. Pobrano próbkę zaprawy b w pobliżu pionowego pęknięcia. 1) Reakcja mikrokryskopowa na zawartość wapnia (wg metody omówionej powyżej) wykazała użycie gipsu z domieszką substancji mineralnych. 2) Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Próbkę rozpuszczono w HCl w dołku porcelanowym i starano się ją rozpuścić lekko podgrzewając nad palnikiem. Po wysuszeniu zala-

no kroplą żelazocjanku potasu. Powstało natychmiastowe zabarwienie błękitne (błękit pruski)  $4\text{Fe}^{++} + 3\text{FeCN}_6 = \text{Fe}_4\text{CN}_{12}$ . 3) Potwierdzeniem wyniku mogą być badania wykonane metodą spektrofotometrii w podczerwieni<sup>33</sup>. Przedmiot badań: próbka zaprawy w ilości ok. 3 mg. Cel: wykrycie zawartości CaSO<sub>4</sub> w próbce. Aparatura: spektrofotometr na podczerwień — automatyczny prod. C. Zeiss-Jena Typ UR-10. Źródło promieniowania podczerwonego: palnik Nernsta SiC — węgiel krzemu. Elementy dyspersyjne, pryzmaty: KBr, NaCl, Id. Parametry i zakres widmowania: szerokość szczeliny — 8, wzmocnienie — 5,0, szerokość pasma — 2,0, stała czasowa — 2,0, szybkość rejestracji — 150 cm/min, szybkość posuwu taśmy — 12 mm/min, czas pełnego wychylenia rysika — 10 sek. Zakres widmowania: KBr 40—700 cm<sup>-1</sup>, NaCl 700—1800 cm<sup>-1</sup>, LiF 1800—4000 cm<sup>-1</sup>. Technika pracy: próbkę analizowano po spreparowaniu w pastylkach z KBr w ilości 1200 mg KBr na 3 mg próbki, średnica — 20 mm. Metoda oparta jest na pomiarze absorpcji promieniowania podczerwonego przez dany ośrodek. Pomiar notowany jest graficznie. Wynik analizy: w zakresie fal 700—600 cm<sup>-1</sup> i 1600—1700 cm<sup>-1</sup> stwierdzono wyraźne ślady CaSO<sub>4</sub>, natomiast całe widmo wykazywało zawartość CaCO<sub>3</sub>. Obraz jest zaciemniony przez domieszki substancji pochodzenia mineralnego („krzemiany”, tlenki metali). Stwierdzono również zawartość Fe O w badanej próbce. Wniosek: użyta zaprawa jest mieszaniną CaSO<sub>4</sub>, CaCO i Fe O z dodatkiem krzemianów i tlenków metali.

Stela XI-646. Cienko kładziona zaprawa jest barwy białej i pełni równocześnie rolę tła. Pobrano próbkę z tła i poddano analizie.

1) Reakcja mikrokryskopowa na zawartość Ca. Wynik: pozytywny. Stwierdzono obecność CaSO. Reakcja jak w przypadku próbki zaprawy ze steli XI-489. 2) Analiza próbki białej zaprawy za pomocą metody spektrografii emisyjnej<sup>34</sup>. Przedmiot badania: próbka rzędu 2—3 mg. Cel badania: określenie pierwiastków wchodzących w skład próbki a) zasada: pobudzenie próbki do emisji promieniowania elektromagnetycznego, rozszczepienie promieniowania w widmo, zarejestrowanie widma na płycie fotograficznej — analiza spektrogramu. b) technika pracy: próbkę nakładano na płaskie zakończenie elektrody spektralnie czystej, którą dodatkowo oczyszczono metodą przepalenia w łuku prądu zmiennego o natężeniu 9 A przez 12 sekund. Promieniowanie wysyłane przez próbkę rozszczepiane było w pryzmacie kwarcowym i rejestrowane na płycie fotograficznej prod. Ge-

<sup>32</sup> A. P. Laurie, „Materials Used in the Painter's Craft, from the Earliest Times to the End of the 17-th Century”, London 1911, ss. 26—28.

<sup>33</sup> Analizę przeprowadzono w Laboratorium Działu

Fizyki i Chemii Instytutu Farb i Lakierów w Gliwicach pod kierunkiem dr A. Jabłońskiego.

<sup>34</sup> Analizy przeprowadzono w Zakładzie Chemii Metali i Rud Instytutu Metalurgii Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod kierunkiem dr Z. Czajki.



vaert — Scientia. c) aparatura: zestaw aparatury produkcji C. Zeiss-Jena, składający się ze spektrografu kwarcowego o średniej dyspersji, typ Q 24, generatora łuku prądu zmiennego — typ ABR 3 i spektroprojektora — typ SP 2. Spektrogramy odczytywane były za pomocą atlasu. Wynik: analiza próbki białej zaprawy metodą spektrografii emisyjnej wykazała bardzo wyraźną obecność pierwiastków Ca, Mg, Al, Si oraz ślady Cu i Fe. Wniosek: jako zaprawy koloru białego użyto  $\text{CaSO}_4$  (gipsu) z domieszkami magnezu, glinu, krzemu, miedzi i żelaza. Stela XI-645. Pobrano próbkę białozółtawej zaprawy w miejscu pęknięcia przy zwieńczeniu. 1) Reakcja mikrokryskopowa na zawartość wapnia wykazała obecność  $\text{CaSO}_4$ . Przebieg identyczny jak w przypadku próbki zaprawy ze steli XI-489. 2) Reakcja barwiąca na zawartość Fe. Wynik: pozytywny. 3) Analiza na wykrycie obecności białka w próbce zaprawy steli XI-645<sup>35</sup>. Cel: stwierdzenie śladów substancji białkowych. Metoda: chromatograficzna bibułka, rozdzielcza. Zastosowano technikę krążkową na bibule Whatman nr 1; rozpuszczalnik — n-butanol, kwas octowy, woda; wywoływacz — ninhydryna rozpuszczona w acetonie. Próbkę hydrolizowano w 6-n HCl w temperaturze 110° przez 24 godziny. Wynik analizy: negatywny — nie stwierdzono obecności białka w próbce<sup>36</sup>. Wniosek: jako zaprawy użyto CaSO z domieszkami tlenków żelaza. Analiza trzech obiektów za pomocą zdjęć rentgenowskich. Cel: uzyskanie obrazu wewnętrznej struktury obiektu — a) podobrazia, b) zaprawy, c) warstwy malarskiej. Aparatura: diagnostyczny XD 1A<sup>37</sup>. Warunki zdjęcia: napięcie  $u = 33 \text{ kV}$  i  $t$  — ustalono eksperymentalnie. Promienie rentgenowskie przechodzące przez podobrazie drewniane, zaprawę i warstwę malarską były rejestrowane na kliszy SUPER R, czułość — 64 CUK. Uzyskano wynik negatywny, szczególnie w przypadku steli XI-646. Wniosek: nie uzyskano obrazu warstwy malarskiej, ponieważ absorpcja promieni rentgenowskich w podobrazii drewnianym była o wiele większa od nieznacznego pochłonięcia tych promieni w warstwie malarskiej. Przyczyna leży w zwartej strukturze samego gatunku drewna oraz stosunkowo dużej grubości podobrazia wszystkich trzech obiektów, szczególnie steli XI-646, której obraz jest przez to najbardziej zaciemniony.

Analiza szlifów bocznych pobranych z trzech obiektów<sup>38</sup>. Cel: ustalenie układu warstw przez obserwację pod mikroskopem polaryzacyjnym oraz dokonanie pomiaru ich grubości. 1) Pobra-

no próbkę warstwy malarskiej (zieleń) z fragmentami zapraw: białawoszarej i żółtawougrowej z lica steli XI-489. 2) Pobrano próbkę warstwy malarskiej (błękit) z zaprawą z lica steli XI-646. 3) Pobrano próbkę warstwy malarskiej (zieleń) z zaprawą z lica steli XI-645. Pobrane 3 próbki utwardzono w kopolimerze polimeta-krylanu metylu, butylu i winylu w ciągu ok. 1/2 godziny. Kopolimer rozpuszczony był w acetonie. Następnie próbki zatopiono w Duracrylu. Po 24 godzinach wyjęto całość z kartonowej formy i szlifowano papierem ściernym drobnoziarnistym w celu uzyskania wyraźnego obrazu przekroju bocznego warstw. Na zakończenie polerowano gotowe szlify miękką szmatką. Obserwacji dokonywano za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego POLADUN IV M-ROW Rathenow. 1) Przekrój boczny steli XI-489 (il. 12) ukazuje wyraźnie 2 warstwy zaprawy, z których grubsza (barwy żółtawougrowej) jest wyraźnie zanieczyszczona kryształami pochodzenia mineralnego. Według wyników analizy chemicznej zaprawy są to w większości domieszki żelaza i krzemu. Podobne zanieczyszczenia (choć w mniejszej ilości) są dostrzegalne w warstwie białej zaprawy, na której leży fragment warstwy malarskiej. 2) Przekrój boczny steli XI-646 (il. 13) ukazuje wyraźnie warstwę zaprawy gipsowej i leżącą na niej warstwę malowidła. Górna część warstwy zaprawy zanieczyszczona jest większą ilością kryształów. Mogą to być domieszki związków żelaza, krzemu lub miedzi, ze względu na znajdującą się obok warstwę błękitu egipskiego, czyli związku zawierającego dużą ilość miedzi. Dobrze widoczna jest cienka, ciemna warstwa malarska. 3) Przekrój boczny steli XI-645 (il. 14) ukazuje grubą warstwę zaprawy gipsowej z zanieczyszczeniami typu mineralnego, prawdopodobnie domieszkami żelaza i krzemu. Warstwa malarska wyraźnie grubsza od poprzednich.

Pomiary szlifów zostały dokonane przy użyciu mikrometru okularowego MOB +15× (prod. radzieckiej). Uzyskano następujące rezultaty: stela XI-489 warstwa zaprawy żółtawougrowej — 0,49 mm, warstwa zaprawy białej — 0,25 mm, warstwa malarska (zieleń) — 0,04 mm; stela XI-646, warstwa zaprawy — 0,43 mm, warstwa malarska (błękit) — 0,03 mm; stela XI-645, warstwa zaprawy — 0,61 mm, warstwa malarska (zieleń) — 0,19 mm.

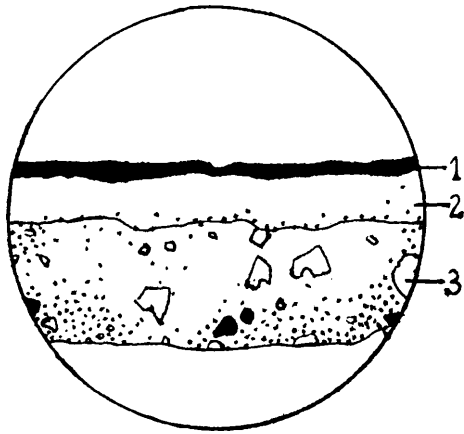
Wniosek: ze względu na nieskomplikowany układ warstw wszystkich trzech obiektów wykonanie szlifów bocznych i ich analiza nie od-

<sup>35</sup> Analizę przeprowadzono w Zakładzie Chemii Fizjologicznej Wydziału Farmacji Akademii Medycznej w Krakowie pod kierunkiem prof. dr W. Ostrowskiego.

<sup>36</sup> Ze względu na starość obiektu oraz niewielką ilość próbki nie wykrycie substancji białkowych w zaprawie nie wyklucza faktu ich użycia w steli XI-646.

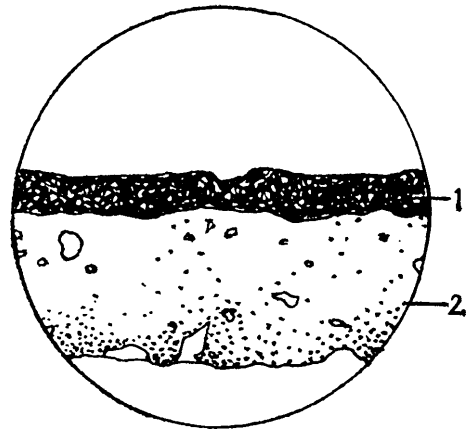
<sup>37</sup> Obserwację oraz zdjęcia wykonano w Pracowni Fizyki Stosowanej Studium Konserwacji DS pod kierunkiem mgr M. Ligęzy.

<sup>38</sup> Zob. poz. 37.



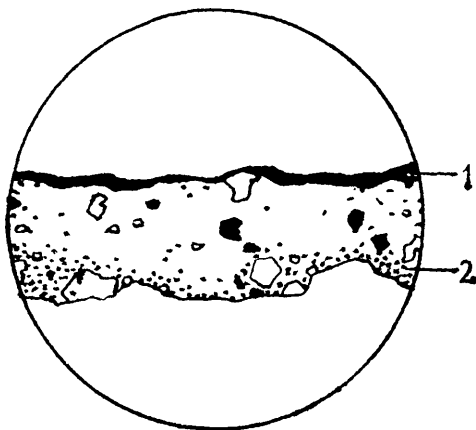
12. Obiekt nr 1 (nr inw. XI-489). Rysunek wykonany na podstawie szlifów próbek pobranych ze steli: 1 — warstwa malarska, 2 — warstwa zaprawy białoszarej, 3 — warstwa zaprawy żółtawougrowej (rys. autora)

12. Object No. 1 (Inventory item XI-489): drawing prepared on the basis of micro-section of sample taken from stela; 1 — painted layer, 2 — white-grey primer layer, 3 — ochre yellow layer (drawing by the author)



14. Obiekt nr 3 (nr inw. XI-645). Rysunek wykonany na podstawie szlifów próbek pobranych ze steli: 1 — warstwa malarska, 2 — warstwa zaprawy (rys. autora)

14. Object No. 3 (Inventory item XI-645); drawing prepared on the basis of micro-section of sample taken from stela; 1 — painted layer, 2 — primer layer (drawing by the author)



13. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646). Rysunek wykonany na podstawie szlifów próbek pobranych ze steli: 1 — warstwa malarska, 2 — warstwa zaprawy (rys. autora)

13. Object No. 2 (Inventory item XI-646): drawing prepared on the basis of micro-section of sample taken from stela; 1 — painted layer, 2 — primer layer (drawing by the author)

grywały takiej roli, jak przy obiektach o bogatym układzie warstw. Jednak i w tym przypadku wykonane szlify pozwalają na porównanie grubości poszczególnych warstw i określenie ich struktury.

Badania mykologiczne<sup>39</sup>. Cel: wykrycie śladów mikroorganizmów i ich działalności na powierzchni obiektów badanych. Metoda: wyhodowanie ewentualnych kultur grzybów na pożywce umieszczonej w wyjąłowanej płytce Petriego.

Przebieg badania: na wyjąłowane i nasycone roztworem soli fizjologicznej tampony z ligniny naniesiono próbki z dwóch miejsc na steli XI-489 (fragment stołu ofiarnego) i steli XI-645 (w pobliżu pęknięcia) podejrzanych o zaatakowanie przez mikroorganizmy. Zastosowano metodę odciskową, a tamponiki po złożeniu umieszczono w wyjąłowanych płytkach Petriego.

Wynik: na pożywkach z agaru brzeźkowego stwierdzono po upływie 1 tygodnia obecność następujących mikroorganizmów. Stela XI-489: 2 gatunki *Aspergillus ornatus*, Raper i *Penicillium tardum*, Thom. Stela XI-645: *Penicillium tardum*, 3 gatunki *Penicillium stoloniferum*, Thom, *Penicillium viridicatum*, Westling oraz drożdże — *Clockera* sp.

Wniosek: Obecność wymienionych wyżej mikroorganizmów na powierzchni malowidła może grozić zaatakowaniem całego obiektu, dlatego pożądane byłoby przeprowadzenie dezynfekcji wszystkich trzech obiektów odpowiednimi środkami chemicznymi<sup>40</sup>.

#### BADANIA SPOIWA. SPOIWA MALARSKIE UŻYWANE W EGIPCIE.

Do najważniejszych substancji o własnościach adhezyjnych, używanych jako spoiwa farb

<sup>39</sup> Badania przeprowadzono w Pracowni Mikrobiologii Rolniczej Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie pod kierunkiem prof. dr B. Smyka.

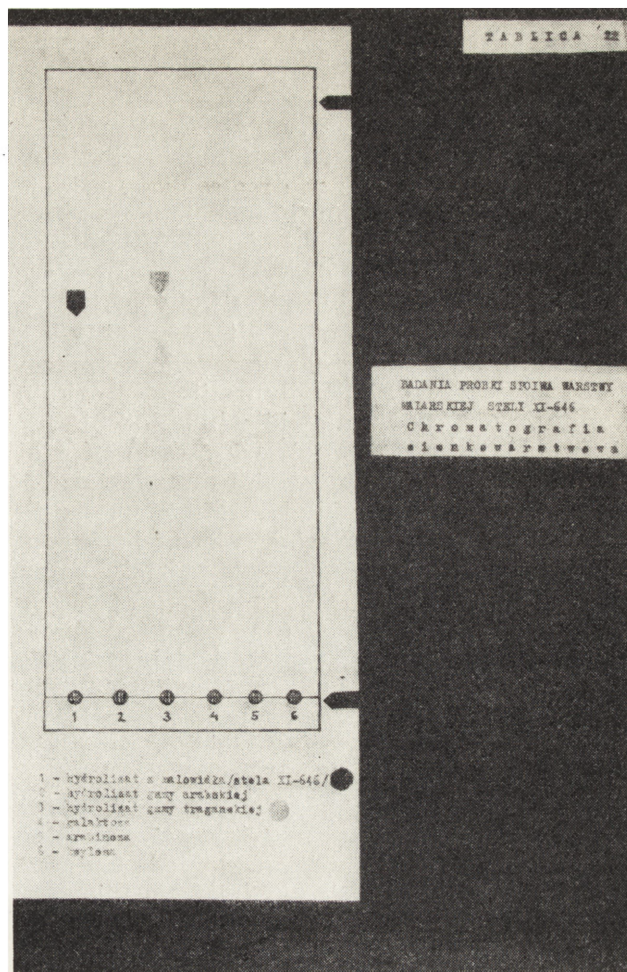
<sup>40</sup> Postulaty i wnioski konserwatorskie dotyczące problemu zamieszczone zostaną w cz. II artykułu.

przez Egipcjan należały: albumin (białko jaja), kleje pochodzenia zwierzęcego i gumy różnego rodzaju. Albumin. Często zwracano uwagę, że spoiwem używanym w malowidłach staroegipskich było właśnie białko jaja, np. ślady znalezione na malowidłach grobowych z czasów panowania XII dynastii w Kahun. Spurrell podaje, że malowidło pod działaniem ciepłej i zimnej wody pozostało niezmiennione, natomiast przy podgrzewaniu uległo zwęgleniu z równoczesnym wydzielaniem się zapachu amoniaku. Rozpuszczało się pod działaniem stężonego kwasu solnego<sup>41</sup>. Stosowanie albuminu jako spoiwa malarskiego sięga, zdaniem Spurrella, czasów faraona Snefru (III dynastia). Liczne przykłady malowideł mających ten typ spoiwa mogą pochodzić z okresu panowania XVIII dynastii z El Amarna. Laurie, badając środki adhezyjne używane w Egipcie w procesie przytwierdzenia złotych płatków do powierzchni zaprawy gipsowej, stwierdził obecność azotu i siarki w zaprawie i doszedł do wniosku, że użyty został albumin<sup>42</sup>. Natomiast Ritchie, stosując analizę spektroskopową, wykrył w zaprawie pod złoceniami ślady fosforu. I chociaż nie istnieją poważne argumenty zaprzeczające używaniu albuminu w Egipcie, to jednak, zdaniem Lucasa<sup>43</sup>, stosowanie go jako spoiwa malarskiego nie zostało jeszcze w pełni udowodnione. Występują znaczne różnice w wynikach identyfikacji albuminu, który w ciągu tysięcy lat mógł ulec znacznym zmianom chemicznym. Właściwie nie dysponujemy wciąż dokładnym testem do badania próbek rzędu kilku mg. Fakt, że materiał badany przez Spurrella miał być organicznym związkiem azotowym, nie jest jeszcze dowodem, że był to akurat albumin; przecież azot zawarty jest również w kleju zwierzęcym. Jeśli wg Spurrella poszczególne próbki, które nie reagowały na wodę, miały zawierać albumin, to należy zapominać, że wosk pszczeli oraz żywice, z pewnością używane w czasach XVIII dynastii do pokrywania malowideł grobowych, również nie podlegają działaniu wody. Obecność fosforu nie jest dowodem potwierdzającym istnienie albuminu, ponieważ mógł on występować w postaci fosforanu wapnia, często znajdującego się w wapnie, a więc w kredzie pławionej lub gipsie tworzącym zaprawę. Potrzeba jeszcze innych, niepodważalnych dowodów, zanim stwierdzimy, że Egipcjanie na pewno używali albuminu jako spoiwa w malarstwie. Był on zawsze surowcem łatwo osiągalnym, gdyż poławiano na dzikie gęsi i kaczki: ptactwo domowe pojawia się właściwie dopiero w okresie późnym.

**Kleje zwierzęce.** Klejów używali Egip-

<sup>41</sup> F. C. J. Spurrell, „Archaeological Journal”, LII (1895) s. 229; A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 340, „...prawie bez wątpienia jest to albumin. Nie może to być ani żelatyna ani guma żywiczna”.

<sup>42</sup> A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 1.



15. Obiekt nr 2 (nr inw. XI-646), badanie próbek spoiwa malowidła ze steli metodą chromatografii cienkowarstwowej (fot. K. Pollesch)

15. Object No. 2 (Inventory item XI-646): test of sample taken from painted layer binder carried out with the use of thin-layer chromatography

cjanie do różnych celów: sklejanie kawałków drewna oraz inkrustowania hebanem i kością słoniową, mieszania z kredą pławioną w celu uzyskania zaprawy, prawdopodobnie do umocowywania szorstko obrobionego płótna do drewna i zaprawy oraz zakładania płatków złotej folii, a także być może do zaklejania podłoża kamiennego lub zaprawy kredowej przed malowaniem lub jako spoiwa farb.

W grobowcu Hetepheresa (IV dynastia) elementy drewniane łączono za pomocą gniazda i czopa, a następnie umacniano paskami ze skó-

<sup>43</sup> A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 1.

<sup>44</sup> H. E. Winlock, „Models of Daily Life in Ancient Egypt from the Tomb of Me-ke-t-re at Thebes”, Harvard 1955, s. 73.

ry, co sugeruje fakt nieużywania kleju. Kilka próbek zaprawy z tego grobowca, składającej się z kredy i zawierającej domieszki azotu (być może z kleju o ile można było zorientować się z niewielkich ilości wziętych do analizy), wykazało, że nie występował inny środek adhezyjny. Skoro kreda pławiona nie ma własności klejących, klej zwierzęcy musiał być elementem niezbędnym do sporządzenia zaprawy kredowej. Winlock<sup>44</sup> twierdzi, że drewniane modele z grobowca Meketre (XI dynastia) były spajane za pomocą zaprawy „gesso”, czyli mieszaniny kredy i kleju. Zaprawa kredowa weszła szeroko w użycie za czasów XVIII dynastii przy gruntowaniu drewna pod malowidła lub złocenia (rycie projektu w zaprawie). W okresie późniejszym stosowano ją najczęściej do sporządzania masek kartonaży mumii i sarkofagów. Kartonaże składały się z warstw płótna i zaprawy lub — jeszcze później — ze starych dokumentów papirusowych zmieszanych z zaprawą, często bez użycia płótna. Jako wczesny przykład kartonażu, w którego skład wchodziła zaprawa kredowo-klejowa, można wymienić niewielki zbiornik w formie kosza znaleziony w Deir el Medineh. Wydaje się prawdopodobne, że w nielicznych tylko przypadkach występował w zaprawie inny, niż klej, środek adhezyjny. Z dwóch przykładów zaprawy i warstwy malarskiej z okresu predynastycznego jeden nie zawierał w ogóle, jak się wydaje, organicznego środka adhezyjnego, zaś rolę spoiwa pełniła glina zmieszana z węglanem wapnia; drugi stanowił mieszaninę węglanu wapnia i albuminu jako substancji wiążącej<sup>45</sup>. Spurrell wymienia jako spoiwo malowidła z czasów IV dynastii żelatynę, a Toch, omawiając malowidła w grobowcu Per-neb (V dynastia), podaje klej oraz również żelatynę<sup>46</sup>. Nie można jednak zapominać, że stwierdzenie obecności kleju w próbce niekoniecznie znaczy, że pełnił on akurat rolę spoiwa, jego zadaniem mogło być bowiem tylko wypełnienie porów podłoża kamiennego przed założeniem warstwy pobiałej lub samego malowidła. Brunton, obracowując niewielkie polichromowane pudełko z czasów V dynastii, zwrócił uwagę na ukośne łączenia dokonane za pomocą „... jakiegoś środka żywicznego — być może kleju”<sup>47</sup>. Czasem spotyka się mieszaniny

kleju i mułu rzeczno (XVIII dynastia), a oprócz związków wapnia dodawano także żółtej ochry.

Gumy. Gumy otrzymuje się głównie z różnych gatunków akacji, która rośnie w Sudanie, a także na terenie Egiptu<sup>48</sup> (dawniej w większych ilościach, niż dziś). Co prawda Pliniusz<sup>49</sup> twierdzi, że za jego czasów najlepsze rodzaje gumy uzyskiwano z Egiptu, ale mogły one być również eksportowane z Sudanu, przez Egipt na zachód. „Guma z mirry” wymieniana licznie w starożytnych tekstach nie jest właściwie gumą, lecz wonną żywicą używaną jako kadzidło, zaś gumy z „ziemi bogów”, z Puntu, z Genebteyew i inne, były prawdopodobnie substancjami zbliżonymi, a nie gumami w ścisłym tego słowa znaczeniu. Według Herodota<sup>50</sup> używano gumy do klejenia płóciennych bandaży, w które owijano mumie po zabalsamowaniu. Obecność gumy stwierdzono na bandażach mumijnych (nie datowanych) wymienianych przez Reuttera<sup>51</sup> oraz na czterech z czasów XX dynastii. Spurrell znalazł ślady gumy (według niego z akacji) użytej jako spoiwa na malowidle z czasów IV dynastii. Uległa ona jednak destrukcji, pozostawiając barwnik w stanie luźnego proszku. Twierdzi on również, że: „warstwę gumy znaleziono na dnie kilku garnuszków z przygotowanymi farbami”<sup>52</sup>. Laurie<sup>53</sup> stwierdził użycie gumy na malowidłach z XIX dynastii, a Winlock<sup>54</sup> wspomina o stosowaniu „rozpuszczalnej w wodzie gumy” jako werniksu na modelach z grobowca Meketre.

Badania spoiwa warstwy malarskiej steli XI-489, steli XI-646 i steli XI-645. 1) Pobrano próbkę warstwy malarskiej steli XI-646 (fragment skrzydła Ozyrysa) i poddano analizie<sup>55</sup>. Cel: wykrycie obecności białka. Metoda: chromatograficzna bibułowa, rozdzielcza. Sposób przeprowadzenia analizy: technika krążkowa na bibule Whatman nr 1. Rozpuszczalnik — n-butanol, kwas octowy, woda. Wywoływacz: ninhydryna rozpuszczona w acetonie. Próbkę hydrolizowano w 6-n HCl w temperaturze 110°C przez 24 godziny. Wynik analizy: negatywny — nie stwierdzono obecności białka w badanej próbce.

<sup>45</sup> A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 4.

<sup>46</sup> M. Toch, o.c., s. 118.

<sup>47</sup> A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 5.

<sup>48</sup> Z. Brochwicz, *Gumy roślinne jako spoiwa malarskie w świetle dawnych traktatów, ich własności oraz identyfikacja w zabytkowych polichromiach*, „Materiały Zachodnio-Pomorskie”, IX (1963) ss. 487—575.

<sup>49</sup> Pliniusz, „*Naturaliae Historiae*”, XVI, 21.

<sup>50</sup> Herodot, II, 86, s. 155, „kiedy upłynie siedemdziesiąt dni, myją trupa, owijają całe jego ciało pociętymi z płótna byssosu opaskami, smarując je gumą,

którą Egipcjanie zazwyczaj posługują się zamiast kleju”.

<sup>51</sup> L. Reutter, „*De l'embaumement avant et après Jesus-Christ*”, Paris 1913, ss. 52—96; R. J. Forbes, *Technology...* o.c., ss. 190—196.

<sup>52</sup> F. C. J. Spurrell, o.c., s. 238; A. Lucas, *Materials...* o.c., s. 6.

<sup>53</sup> A. P. Laurie, o.c., s. 22.

<sup>54</sup> H. E. Winlock, o.c., s. 74.

<sup>55</sup> Porównaj badanie próbki zaprawy steli XI-645.

2) Wobec stwierdzenia prawdopodobnej nieobecności substancji białkowych w badanej próbce postanowiono poddać próbki z trzech obiektów hydrolizie i badaniom na zawartość węglowodanów. Próbka *a* została pobrana z ornamentu steli XI-489 (fragment czerwony), próbka *b* z fragmentu tronu bóstwa steli XI-646 (fragment zielony), próbka *c* z ornamentu steli XI-645 (fragment żółty). Do przeprowadzenia hydrolizy w kwasie solnym (24 godziny) i zo-bojętnieniu wodorotlenkiem sodu, roztwory obojętne poddano 2 reakcjom testowym na węglowodany. a) Reakcja z tymolem (w alkoholu etylowym). Sposób przeprowadzenia analizy: do kilku kropeł badanego roztworu dodano 2-3 krople tymolu, a następnie wiano po ściance próbki kilkanaście kropeł stężonego  $H_2SO_4$  uważając, aby ciecze nie uległy zmieszaniu. Na granicy cieczy powstała cienka warstewka o zabarwieniu różowoczerwonawym. Badanie przeprowadzono dla próbek *a*, *b*, *c*. Wynik analizy: pozytywny — test wskazuje na obecność węglowodanów we wszystkich badanych próbkach. Jako potwierdzenie wyniku powyższej analizy przeprowadzono drugą analizę testową. b) Reakcja Mollischa. Sposób przeprowadzenia analizy: do kilku kropeł badanego roztworu dodano 2—3 krople  $\alpha$ -naftolu (ok. 3% w alkoholu etylowym), po czym wiano po ściance próbki kilkanaście kropeł stężonego  $H_2SO_4$  uważając, aby ciecze nie uległy zmieszaniu. Zaobserwowano wytworzenie się cienkiej warstwy o zabarwieniu fioletowym. Badanie przeprowadzono dla próbek *a*, *b*, *c*. Wynik analizy: pozytywny — test wskazuje na obecność węglowodanów we wszystkich analizowanych próbkach.

3) Pobrano próbkę z warstwy malarskiej steli XI-646 (niezidentyfikowana forma owalna na stole ofiarnym) i poddano badaniom na obecność gum<sup>56</sup>. Cel: wykrycie śladów spoiwa gumowego w próbce. Metoda: chromatografia bibułowa pasmowa i cienkowarstwowa. Sposób przeprowadzenia analizy: próbka została poddana hydrolizie w 1 ml 1-n  $H_2SO_4$  w zamkniętej ampułce w temperaturze 100°C, przez 6 godzin. Równocześnie przeprowadzono hydrolizę próbek wzorcowych gumy arabskiej i traganczkiej po 5 mg w identycznych warunkach. Skład wywoływacza: 0,93 g aniliny, 1,66 g kwasu ortoftalowego rozpuszczonego w 100 ml butanolu nasyconego wodą. Po wywołaniu stwierdzono, że próbki arabinozy i ksylozy na bibułce chromatograficznej nie różnicują kolorami charakteru i rodzaju cukru. Po przeprowadzeniu hydrolizy ampułki otwarto i usiłowano wywołać surowe hydrolizaty — hydrolizat nr 2 — gu-

ma arabska, hydrolizat nr 3 — guma traganczka. Najwyraźniejsze plamy o zabarwieniu brązowawożółtym uzyskano z hydrolizatu surowego słabsze natężenie plam było charakterystyczne dla hydrolizatu kwaśnego, najslabsze dla hydrolizatu surowego, alkalizowanego w parach amoniaku.

Przygotowanie próbek do chromatografii z hydrolizatów nr 1, 2, 3 (nr 1 = hydrolizat badanej próbki). Surowy hydrolizat o pojemności 1 ml alkalizowano węglanem baru, odsączono wytrącony siarczan baru i nieprzereagowany węglan baru. Osady przemywano wodą destylowaną, a połączone przesącze zagęszczano na łaźni wodnej do pojemności ok. 0,1 ml. Tak spreparowana próbka dawała nieznaczną reakcję z ftalanem aniliny, wobec czego suchą pozostałość ponownie zakwaszono 1-n  $H_2SO_4$ , zagęszczono do pojemności 0,1 ml i наносzono na chromatograf. Równocześnie z próbkami wywoływania ftalanem aniliny surowych hydrolizatów sporządzono próbkę kontrolną. Na skrawek bibuły (Whatman nr 4) naniesiono plamki roztworów 1-n kwasu siarkowego, spryskiwano ftalanem aniliny i ogrzewano w suszarce do temperatury 105—110°C przez ok. 15 minut. Wynik: w miejscu nakroplenia kwasu siarkowego nie stwierdzono charakterystycznego dla poprzedniego hydrolizatu zabarwienia jasnoróżowego. Przygotowanie płytek szklanych do chromatografii cienkowarstwowej<sup>57</sup>. Zastosowano żel krzemionkowy Marcza (silicagel), który наносzono na uprzednio odtłuszczone alkoholem i acetonem (w celu lepszej przyczepności żelu) płytki szklane (8,5×20 cm, grub. — 0,3 cm), używając aparatu do наносzenia cienkich warstw względnych typ DESAGA (NRF). Do 15 g żelu Marcza dodano 45 ml 0,1-n  $H_3BO_3$ . Po ok. 1/2 godz. tworzy się cienka warstwa na powierzchni żelu i płytki umieszcza się w suszarce (60°C—140°C) w celu całkowitego usunięcia wody. Czas suszenia — 1 godzina. Po odpędzeniu pod próżnią wrost z ampulek nadmiaru wody i nakropleniu kwaśnych zagęszczonych hydrolizatów na płytki, chromatogram rozwijano. Proces rozwijania: do 2 komór szklanych wiano roztwory A i B (faza rozwijająca). Charakterystyczny układ plamki dla próbki nr 1 odpowiadałby najwyraźniej wzorcowi gumy traganczkiej pod względem położenia i lekko żółtawego koloru. Porównanie hydrolizatu nr 1 z wzorcowymi cukrami nr 4, 5, 6 nie odpowiada żadnej z wzorcowych substancji. W hydrolizacie nr 2 można stwierdzić obecność galaktozy, a w hydrolizacie nr 3 obecność arabinozy. Wniosek: można przypuszczać, że jako spoiwo warstwy malarskiej steli XI-646 została użyta

<sup>56</sup> Analizy przeprowadzono w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Analitycznej Akademii Medycznej w Lublinie pod kierunkiem prof. dr E. Soczewińskiego.

<sup>57</sup> E. Merck, „Anfärbereagenzien für Dünnschicht und Papier-Chromatographie”, Darmstadt 1970; E. Stahl, „Dünnschicht-Chromatographie”, Berlin-Göttingen 1962.

guma, prawdopodobnie tragancka. Powyższe badania zastosowano do próbki warstwy malarskiej pozostałych obiektów: steli XI-489 oraz steli XI-645. Na podstawie próby jakościowej hydrolizatów próbek można stwierdzić, że użytym spoiwem była guma; jednak dokładne określenie jakości (arabska czy tragancka) przy minimalnej ilości badanej próbki jest niemożliwe.

Analiza 2 próbek kleju z zaprawą pobranych ze steli XI-489. Znaczna spoiwość substancji i jej duża adhezja przemawiają za obecnością kleju kazeinowego. 1) Reakcja na obecność białka. Przebieg badania: hydrolizowaną w  $H_2SO_4$  próbkę po zobojętnieniu za pomocą  $NaOH$  umieszczono w dołku porcelanowym. Następnie dodano kroplę 0,25% roztworu ninhydryny w acetonie i podgrzewano nad palnikiem. Wynik: jako produkt reakcji powstał różowofioletowy

osad, świadczący o obecności białka w próbce. 2) Reakcja na występowanie siarki. Przebieg badania: do roztworu próbki w wodzie dodano 2 krople 33%  $NaOH$  i 2 krople stężonego  $Pb/CH/OO/2$ . Wynik: wytrącił się silny biały osad, który przy podgrzewaniu płytki porcelanowej zmienił zabarwienie na brązowe, miejscami czarne (wytrącanie się siarczku ołowiu). 3) Reakcja mikrokrytaloskopowa na zawartość Ca. Próbka +  $HCl$  — brak Co. Po lekkim podgrzaniu powstały bezbarwne kryształy długich igieł ułożonych w pęczki charakterystyczne dla  $CaSO_4$  (gips). Wniosek: na podstawie stwierdzenia obecności białka w próbce i znacznej zawartości siarki można określić użyty klej jako kazeinowy z dodatkiem gipsu.

mgr Władysław Szyszko  
Wydział Konserwacji DS ASP  
Kraków

#### **TECHNOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE THREE EGYPTIAN EPITAPHIAL STELAE ON WOOD SUPPORTS NOW PRESERVED IN NATIONAL MUSEUM, CRACOW, PART I**

The author of the present article devoted his considerations to the set of three Egyptian epitaphial stelae on wood supports at present being a property of the Czartoryski Collection, National Museum, Cracow. The above-mentioned objects, up to the present day not published, are approximately dating from the second millenium B.C. with an exception of the stele XI-645 which, according to every probability, is one much later.

The article is composed of two parts. Within the first of them the results of investigations are presented, however, excluding the pigments the analysis of which forms the second part of this publication. Presenting the state of investigations of Egyptian polychromies the author turns to analysis of the separate layers on the basis of stratigraphic examinations of objects. The recent examinations have shown that the stelae were produced with the use of African mahogany wood (*Sapeli*) which the kind of wood had not up to now been mentioned in Egyptologic literature. By the use of micro-crystallographic method it has been found that all the objects under consideration were painted on gypsum primer considerably contaminated with metallic admixtures.

While testing the samples of primer the following methods were used: spectrophotometry in infra-red light, emission spectrography, micro-crystallography and the paper chromatography to find the traces of protein matters. Samples of binder present in the painted layer were investigated with the use of both paper and thin-layer chromatography.

The results of analyses point to the use of gum binder, probably tragacanth gum. In addition, the author has examined the side cuts taken from three objects and basing on X-ray diagrams he gathered some data relating to the structure of support.

No less interesting proved to be the results of mycological investigations carried out on the surfaces of stelae. Among those present in stelae some species of fungi were identified belonging to *Aspergillus* and *Penicillium* families and, besides, the *Clocker* sp. yeasts whose presence may prove dangerous for these unusually valuable objects.

Within the present publication the emphasis has been laid upon the data referring to individual problems and at the same time the data coming from literature have been confronted with results of the author's own investigations.