

# CERCETĂRI INTERDISCIPLINARE PRIVIND CONSERVAREA PICTURILOR MURALE DIN BISERICA RUPESTRĂ DE LA CORBII DE PIATRĂ\*

Ioana Gomoiu, Dan Mohanu, Ileana Mohanu\*\*

**Keywords:** Rupestrian church, mural painting, units forming colonies, airspore, cyanobacteria, fungus, mortar, degradation.

**Abstract:** The rupestrian church of Corbii de Piatră is placed in Argeș district and it is dug into the stone. The mural painting had been examined *in situ* and in laboratory to detect the technique and pigments. It was found that the mural painting had been done in *al fresco* technique on a aerial lime as substrate. The *arriccio* and *intonaco* layers are 3-4 mm thick. The murals of Corbii de Piatră church belong to Byzantine frescoes of XII-XIV century.

The mural painting has a poor state of conservation because of humidity and low temperature during winter. Units forming colonies from airspore are in connection with part of the day and season. On the walls and vault there is a thick layer of biofilm made of algae and cyanobacteria. On the paper there are different colors of spots produced by fungi. On the wood of icons and chairs it was identified *Coniophora puteana*, a very dangerous fungus. Wood is also degraded by other fungi and insects.

The mortar contains mostly calcite and quartz. The efflorescences look like crusts or veils. The gypsum had been identified by electron microscopy with EDAX and by diffractometry.

**Cuvinte cheie:** biserică rupestră, pictură murală, unități formatoare de colonii (microbiene), grup de bacterii cu nutriție fotoautotrofă, conținutul în unități formatoare de colonii microbiene din aer, grup de biodeteriogeni cunoscut sub denumirea populară de ciuperci, mortar, degradări.

**Rezumat:** Biserica Rupestră Corbii de Piatră se află în județul Argeș și este săpată în stâncă. Pictura murală a fost examinată *in situ* și în laborator pentru a identifica tehnica de aplicare și pigmentii. S-a constatat că pictura murală a fost executată în tehnica *al fresco* pe un suport de var aerian. Straturile de *arriccio* și *intonaco* sunt de 3-4 mm grosime. Pictura murală din biserica Corbii de Piatră este o frescă bizantină din secolul XII-XIV.

Pictura murală este într-o stare neadecvată de conservare din cauza umidității și temperaturii scăzute din timpul iernii. Numărul unităților formatoare de colonii microbiene din aerosporă este dependent de perioada din timpul zilei de referință precum și de anotimp. Pe pereți și boltă există un strat gros de biofilm constituit din alge și cianobacterii. Pe hârtie s-au pus în evidență pete de diferite culori determinate de dezvoltarea fungilor. Pe suportul lemnos al icoanelor și pe strană s-a identificat specia *Coniophora puteana*, care descompune celuloza din structura lemnului în timp scurt. Lemnul este degradat în același timp de fungi microscopici și insecte.

Mortarul conține în cea mai mare parte calcit și cuarț în urme. Eflorescențele se prezintă sub formă de cruste sau voaluri. Gipsul s-a identificat prin microscopie electronică cu EDAX și prin difractometrie.

Biserica rupestră Corbii de Piatră are hramul *Adormirea Maicii Domnului* și se află pe malul stâng al Râului Doamnei, la nord-vest de Câmpulung, în satul Jghiaburi, comuna Corbi, județul Argeș (Fig. 1). Este săpată în stâncă și face parte dintr-un complex mănăstiresc rupestru din care se mai văd locașurile amenajate pentru trapeză și chilii. Biserica a fost întemeiată în perioada domniei primului Basarab. Satul Corbi, atestat documentar în 1456, s-a întemeiat în apropierea așezării monastice. În 1809 biserica mănăstirii a fost transformată în biserică de mir cu hramul Sf. Apostoli Petru și Pavel, iar în 1814, cu sprijinul episcopului Argeșului, s-a adăugat pronaosul. Ulterior, în 1819, după cum consemnează o inscripție pictată, s-a adăugat tâmpla de zid pictată de meșterul Ștefan. În 1887 s-a prăbușit peretele de vest, dar ulterior a fost refăcut. În jurul anului 1890 a fost ridicată clopotnița de lemn. În prezent biserica are statutul de mănăstire, având ca slujitor permanent ieromonahul Ignatie Gorunescu.

## **Observații tehnologice *in situ* care definesc tehnica de execuție a picturii murale**

Analiza *in situ* a tehnicii de execuție a picturilor murale are drept scop decelarea aspectelor tehnologice care permit deopotrivă identificarea tehnicii utilizate în realizarea ansamblului pictural și reconstituirea dinamicii picturale, privind succesiunea etapelor parcurse de zugrav în desăvârșirea ansamblului iconografic.

\* Comunicare susținută în cadrul simpozionului *Arhitectură. Restaurare. Arheologie* în anul 2009 (ARA/10).

\*\* Ioana Gomoiu, Dan Mohanu: Universitatea Națională de Arte, București; Ileana Mohanu: CEPROCIM, București.



a.



b.

**Fig. 1.** Biserica Corbii de Piatră. a – plasarea geografică. b – vedere de ansamblu.

Pentru obținerea informațiilor necesare caracterizării tehnologice a picturilor murale - examinarea *in situ* - au fost utilizate următoarele metode: examenul cu ochiul liber în lumină directă; examenul cu ochiul liber în lumină razantă; examenul cu mijloace optice (microscop portabil, lupa binoculară); captarea digitală a imaginilor de ansamblu și de detaliu în lumină directă și razantă; captarea digitală a macroimaginei în lumină directă și razantă.

Obținerea informațiilor tehnologice prin mijloacele prezentate mai sus a ținut seama de o anumită strategie a examinării care, coroborată cu analizele chimice de laborator să poată oferi o imagine completă și autentică privind modul în care au fost executate picturile murale rupestre de la Corbii de Piatră. Astfel, prin examinarea *in situ* s-a urmărit: structura și modul de aplicare a suportului; urmele specifice ale tehnicii de execuție a picturilor murale aflate la nivelul suportului; structura și modul de aplicare a stratului pictural; urmele specifice ale tehnicii de execuție aflate la nivelul stratului pictural; degradările specifice ale suportului și stratului pictural datorate tehnicii de execuție a picturilor murale.

Examenul tehnologic efectuat *in situ* permite reconstituirea tehnicii de execuție a picturilor murale. În același timp, s-au confruntat observațiile tehnologice cu sursele scrise de tipul *Erminiilor* care conțin descrieri ale tehnicii murale de tradiție bizantină.

#### **Observații la nivelul suportului**

*Natura suportului.* Pictura murală din interiorul bisericii rupestre studiate a fost realizată pe un suport din var aerian – *var gras* – aplicat în pastă și armat cu paie-pleavă (graminee; Fig. 2). Cele două straturi, *arriccio* și *intonaco*, care compun în general suportul picturii bizantine, par a se reduce la un singur strat sau, eventual, la două straturi subțiri, foarte solide. Faptul se explică probabil prin suportul de piatră al picturii murale și prin microclimatul extrem de umed în care a trebuit să se desfășoare zugrăvirea bisericii. Stratul subțire de 3-4 mm, reprezentând stratul de *arriccio-intonaco*, a fost aplicat pe suportul litic de gresie; s-a pus în evidență faptul că fenomenele de criptoflorescențe provoacă dislocări și expulzări ale unor mici fragmente de *intonaco*.

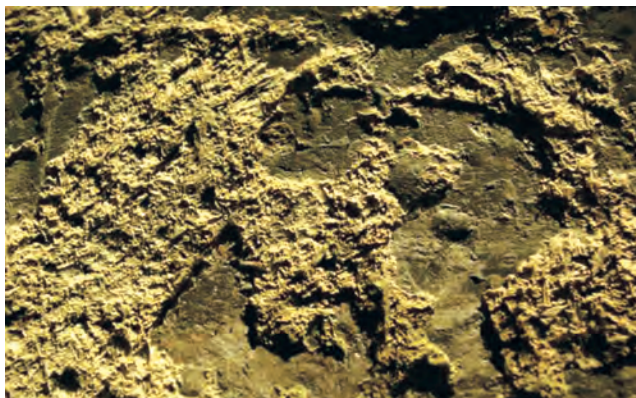


Fig. 2. Strat subțire de 3-4 mm reprezentând stratul de *arriccio-intonaco* aplicat pe suportul litic de gresie.

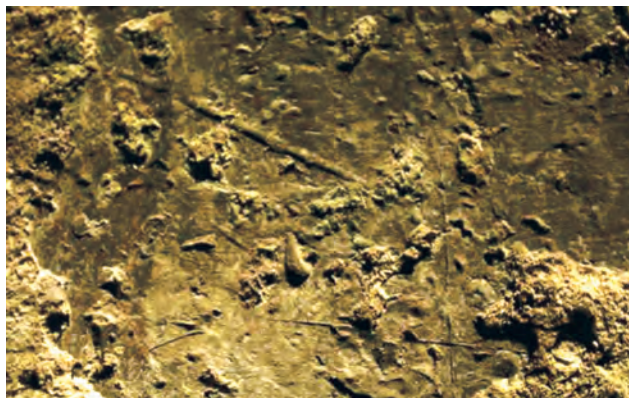


Fig. 3. Privită în lumină razantă, suprafața picturală prezintă reliefuri accidentale, reprezentând amprente ale mistriei sau a altor obiecte dure în stratul moale de *intonaco*.

Amestecul de var pastă - paie este menționat în textul Erminiei lui Dionisie din Furna: „...*Iar dacă varul este prea închegat, pune-i apă, ca să-și vie în starea lui și ca să poți să lucrezi. Și aflând paie subțirele (ori pleavă de ovăz), amestecă-le cu varul. Și lasă-le trei zile să se macereze; apoi tencuiește orice voiești*”<sup>1</sup>

*Aplicarea suportului.* S-au observat grosimi variabile ale suportului, de la peste 1 cm la câțiva mm, dictate de iregularitățile suprafeței murale din piatră. În general, se poate vorbi de un strat-suport cu grosimi mici, sub 1 cm, impuse de absorbția redusă a umidității și carbonatarea mult mai lentă decât în cazul suprafețelor murale de cărămidă în interioare cu microclimat normal și bine ventilate. *Erminia* lui Dionisie menționează precauțiile pe care zugravii trebuiau să le aibă în cazul zidărilor din piatră, precauții adoptate și de zugravul bisericii rupestre de la Corbi: „*Iar de este zidul cu pietre udă-l numai de două ori și să pui var mai puțin, căci piatra ține reveneala mult și nu se usucă*”.

În ceea ce privește aplicarea suportului de var - paie, observațiile efectuate *in situ* au detectat următoarele urme specifice: amprente ale mistriei, amprente rezultate din mișcările circulare ale mistriei, amprente accidentale.

*Amprețele mistriei* vădesc modul de aplicare a tencuiei suport și plasticitatea acesteia (Fig. 3). Aceste urme sunt în același timp un argument pentru operațiunile efectuate pe suportul neîntărit și necarbonat, specific lucrului în tehnica *al fresco*.

*Amprețele circulare* reprezintă mișcările mistriei pentru a realiza operațiunea de sclivisire a suprafețelor de *intonaco*. În tehnica *al fresco* această operațiune reprezintă unul din momentele tehnologice cheie. Apăsarea sau *lovirea*, cum se spune în textele *Erminiei*, cu mistria are rolul de a distruge fina crustă de carbonat de calciu formată în intervalul de la aplicarea suportului până la momentul optim al sclivisirii *intonaco*-ului. În același timp, se produce o compactare a mortarului-suport și o eliminare a rugozităților suprafeței, pregătind-o astfel pentru realizarea imaginii picturale.

*Amprețele accidentale* vădesc la rândul lor existența, pe parcursul lucrului în tehnica frescei, a unui suport încă neîntărit, fapt care la Corbi era favorizat de microclimatul bisericii rupestre și de substratul de gresie al picturii murale.

În general, între urmele specifice ale tehnicii frescei, aflate la nivelul suportului, se află câteva aspecte tehnologice care constituie dovezi peremptorii ale lucrului pe tencuială proaspătă. În acest sens, se impune un comentariu în raport cu ceea ce se poate detecta astăzi în interiorul bisericii rupestre de la Corbii de Piatră.

*Giornatele și pontatele.* Una din caracteristicile esențiale care definesc pictura murală *al fresco* de tradiție bizantină este aplicarea suportului în suprafețe succesive care puteau să primească imaginea picturală într-un interval foarte scurt, situat între 1-3 zile. Tradiția frescei vorbește de o singură zi de lucru, ceea ce face ca

<sup>1</sup> Dionisie din Furna 2000, p. 54; v. și citările următoare.



suprafața acoperită în acest scurt interval să se numească *giornata*. Aceeași denumire o poartă și liniile verticale de îmbinare a suprafețelor care se succed în realizarea programului iconografic. În același timp, liniile de îmbinare orizontale create la nivelul podurilor schelei poartă denumirea de *pontate*. În tradiția picturii murale bizantine *giornatele* și *pontatele* delimitează în cea mai mare parte suprafețe rectangulare, marcate, atunci când desfășurarea scenelor nu se face în friză, de fașe despărțitoare. Privite în lumină razantă, aceste îmbinări, specifice lucrului în frescă, prezintă un relief mai mult sau mai puțin accentuat, în funcție de cât de întărit este suportul picturii din *giornata* precedentă și cât de gros este suportul *giornatei* care urmează.

În biserica rupestră de la Corbi toate aceste îmbinări care permit reconstituirea etapelor de lucru *al fresco* lipsesc. Explicația constă în întărirea lentă a suportului de la o *giornata* la alta datorită microclimatului extrem de umed și pereților săpați în stâncă.

*Inciziile desenului.* O altă urmă specifică a picturii murale în frescă este incizia desenului în suportul umed. După operațiunea de sclivisire a stratului de *intonaco*, suprafața pregătită pentru lucrul în frescă primea desenul realizat alert, cu pigment ocru, desen care se poate uneori întrevădea în zonele lacunare ale stratului de culoare. Urmând traseele desenului ocru erau practicate inciziile în suportul proaspăt, astfel încât reperatele construcției imaginii să rămână pe tot parcursul așternerii și modelării stratului pictural. Iată cum este descrisă operațiunea în sursa scrisă de sorginte medievală în cazul realizării unui chip: „*De asemenea sclivisește cu mistria și fața, desenează-o și apoi o zgârie pe urmele desenului cu mistria sau cu un os. Cu acesta zgârie și închipuiește (când lucrezi) și îmbrăcămințile*”.

În ansamblul picturii rupestre de la Corbi aceste incizii lipsesc sau sunt greu decelabile datorită, de asemenea, suportului foarte moale și consistenței stratului de culoare care a acoperit reperatele incizate ale desenului (Fig. 4). Saturația și reliefurile stratului de culoare sunt realizate în condițiile unui proces de carbonatare optim specific lucrului în *buon fresco*.

Au fost acoperite și urmele vârfului compasului utilizat în trasarea aureolelor, urme care de obicei rămân, alături de inciziile desenului, măturii ale lucrului pe suportul proaspăt.

*Urmele sclivisirilor pe detalii.* Unele din dovezile incontestabile ale tehnicii *al fresco* sunt, în numeroase cazuri, urmele sclivisirilor pe detalii, urmând formele care urmau a fi desăvârșite pe suportul proaspăt de var. Prin această operațiune zugravul se asigură că suprafața sa de lucru nu și-a format din nou crusta de carbonat de calciu, împiedicând prin aceasta fixarea culorilor. În general, examinarea în lumină razantă pune în evidență denivelările create prin apăsarea mistriei pe diferitele forme ale imaginii: pe veșminte sau pe detalii ale acestora și mai ales pe mâini și chipuri care încheiau de obicei realizarea scenelor sau a reprezentării sfinților. Textul Erminiei menționează apăsarea necesității sclivisirilor pe detalii: „*Apoi sclivisește și haina cu mistria și dă-i proplasma. Însă caută să isprăvești cu un ceas mai degrabă parte cât ai sclivisit, căci, de vei zăbovi multă vreme, face pojghiță și nu mai sughe vopselele și după aceea cad. Iar dacă vei zăbovi, socotește și acolo unde (tencuiala) nu sughe vopseala, sclivisește (din nou) cu mistria, și după aceea pune vopseala, căci așa nu mai cade*”.

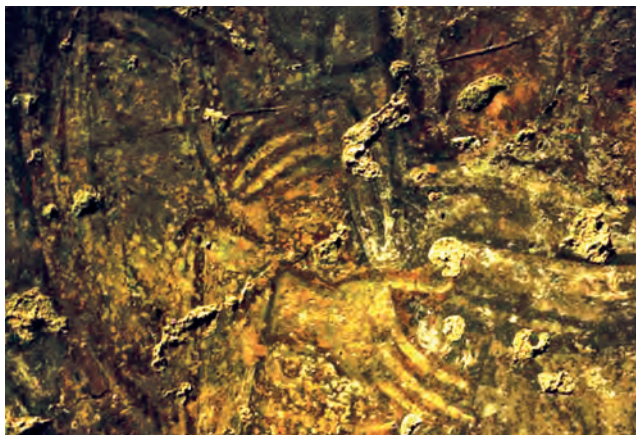
La Corbi denivelările provocate de sclivisiri mai târzii ale unor detalii ale imaginii lipsesc. Ca și în cazul îmbinărilor *giornatelor*, sclivisirile pe detalii nu mai erau necesare datorită menținerii suportului suficient de umed și de plastic și a formării lente a crustei de carbonat de calciu (Fig. 5).

#### **Observații la nivelul stratului de culoare**

Înainte de a avea rezultatele analizei de laborator privind natura stratului de culoare și modul de aplicare a acestuia, observațiile *in situ* ne permit să facem unele constatări tehnologice preliminare.

Pictura murală din interiorul bisericii rupestre de la Corbi de Piatră se încadrează stilistic și tehnic în buna tradiție a frescei de origine bizantină de la sfârșitul secolului al XIII-lea și începutul celui de al XIV-lea. Pornind de la câmpurile mari, detaliile sunt modelate de la tonurile de bază închise valoric la tonurile luminoase.

După realizarea cu laviu de pământ ocru a desenului și sclivisirea întregii suprafețe a *giornatei*, zugravul aplică tonurile mari ale fondurilor și tonurile de bază ale elementelor care compuneau fundalul: arhitecturi, detalii de peisaj, mobilier etc. Urma o nouă sclivisire și un al doilea strat de bază pe care era desenat și modelat detaliul imaginii. Iată din nou sursa scrisă: „*După aceea să dai felurimea vopselelor, mai întâi la case, la perdele, la jețuri, la mese, la marmuri, la pardosele sau la pământuri și munți. Și după ce vei da o dată, sclivisește-le pe toate, astupând crăpăturile cu vârful mistriei, peste vopselele ce ai dat; apoi mai dă o dată, tot cu aceleași vopsele, fieștecare*



**Fig. 4.** Deși lecturate în lumină razantă, detaliile din veșmintele și mâinile apostolului Petru nu au permis observarea inciziilor desenului și a sclivisirilor pe porțiuni.



**Fig. 5.** În lumină razantă, la chipurile păstorilor ne apar în toată consistența tonurilor, așternute saturat, pe un suport fără sclivisiri suplimentare.

*față la locul ei, și le desenează după cum se cuvine”.*

Urmau detaliile cele mai importante: veșmintele și chipurile, modelate conform aceluiași principiu de la tonurile întunecate la cele luminoase.

În ansamblul bisericii rupestre din Corbii de Piatră fundalul este asigurat de tonul închis denumit în Erminie *linau* (Fig. 6). Acesta era realizat pe bază de negru de cărbune de lemn (stejar) în amestec cu alb de var, ceea ce conferea negrului o nuanță albastruie trimițând către tonalitățile de smalt sau lapis-lazuli.

Tonurile de bază sunt compuse în cea mai mare parte din pământuri – nuanțe de ocru galben, ocru roșu, brunuri, verde de pământ – într-o paletă extrem de austeră dar în același timp compatibilă cu suportul de var al picturii *al fresco*. Negrului de cărbune de lemn și tonurilor de pământ li se adaugă roșul cinabru, pigment a cărui prețiozitate și strălucire aduce accentul necesar, cantitativ și calitativ, în sobrietatea cromatică a ansamblului.

Tonul de bază al chipurilor, *proplasma*, este specific *manierei grecești*, caracterizată printr-o nuanță verde obținută, conform Erminiei lui Dionisie din Furna, dintr-un amestec: „*La pământ verde, și ocru închis și alb de var pentru perete și negru de stejar și prea puțin bolos, și pisează-le bine. Apoi dă proplasma aceasta oriunde voiești să faci carnație*” (Fig. 7).

Pictura murală rupestră de la Corbii de Piatră se baza pe tonuri saturate a căror consistență se citește în textura striată a pensulației, vizibilă în lumină razantă.

Modelajul imaginii se bazează, în ansamblul mural studiat, pe utilizarea intensă a tonurilor de var (Fig. 8).

Albul de var, utilizat la Corbi în aproape toate amestecurile destinate modelării cu tonuri luminoase a detaliilor imaginii, de la arhitecturile și munții fundalului la veșminte și chipuri, provine, conform tradiției frescei bizantine, din varul tencuielilor vechi sau din varul pastă, la rândul său cu vechime, cu alcalinitate redusă și bine carbonatat prin uscare la soare, transformat cu grijă în pulbere. Aceeași sursă scrisă a lui Dionisie din Furna menționează obținerea și utilizarea albului de var: „*Din varnița veche, ia var curat și-l încearcă așa: pune-l pe limbă și de nu te va înțepa sau nu va avea nici un fel de amărăciune, ci este întocmai ca huma, este bun. Din acesta alege și pune-l mai întâi pe o scândură să se usuce la soare și pisează-l ca untul, ca să faci alb bun; și din acesta să amesteci prin vopsele care voiești să fie deschise pentru zugrăvit pe perete. Și să știi că varul cel uscat la soare se pune prin vopsele la tot lucrul zidului, adică: pui în miniu, pui în pământ verde, în lazur, în linau, în ocru închis, în bolos... Tot de acest var dai și la evanghelie și la filactere.*”

Această utilizare a albului de var o regăsim și în pictura rupestră de la Corbi. Pe baza sau *proplasma* reprezentată de tonalități închise și saturate, modelajul imaginii cu tonuri de var creează adevărate reliefuri ale materiei picturale, pe care lumina razantă și macrofotografia le evidențiază. Carbonatarea acestor suprafețe acoperite de tonuri de var este extrem de puternică. Excepționala rezistență mecanică a tonurilor luminoase





**Fig. 6.** Bazată pe o paletă sobră, dominată de pământuri, cu un fond de negru de cărbune de lemn (linau), imaginea este construită pe principiul suprapunerii tonurilor de var, luminoase, peste tonurile de bază, închise.



**Fig. 7.** În lumină directă se observă la chipurile păstorilor că sunt construite pe principiul suprapunerii tonurilor de carnație (plasma) peste tonul de bază (proplasma). Pasajul se face prin diluarea succesivă a tonului de carnație.



**Fig. 8.** În cazul suprafețelor ornamentale este respectată saturația tonurilor, urmată de relieful tonurilor de var.

de var poate fi pusă și pe seama aditivării acestora cu cazeinat de calciu, a cărui utilizare în pictura murală din Moldova medievală a fost de mult dovedită.

Analiza cea mai elocventă privind utilizarea tonalităților de var se poate face în modelajul chipurilor, prin aplicarea tonurilor de carnație (*plasma*).

În definirea tehnologică a picturii rupestre de la Corbii de Piatră un rol important îl are prezența accentelor de contur. Prezente în caracterizarea pliurilor veșmintelor, a chipurilor, în inserarea textelor filacterelor sau a inscripțiilor scenelor, elementele de contur utilizează pământul



**Fig. 9.** Fragmentele conțin mărturii semnificative despre modul de realizare a mâinii copilului Iisus și a veșmântului său, având ca ton de bază roșul cinabru peste care se suprapun blicuri aurii de oclu.



**Fig. 10.** Roșul cinabru este utilizat generos chiar în mici detalii, cum ar fi rotulus-ul pe care îl ține în mână copilul Iisus.





**Fig. 11.** Microorganisme existente în aerospora din pronaos.



**Fig. 12.** Biofilm localizat la nivelul eroziunilor.



**Fig. 13.** Biofilm extins acoperind pictura murală rămasă pe perete.

roșu-brun, mult mai parcimonios negrul și albul de var. Roșul cinabru este folosit generos în execuția scenei – *Maica Domnului pe tron cu Iisus copil* (Fig. 9-10).

#### **Biodeteriorarea în Biserica de la Corbii de Piatră**

Biodeteriorarea este procesul de deteriorare al operei de artă ca rezultat al creșterii și multiplicării organismelor vii (biodeteriogeni) pe suprafață, în profunzimea sau în imediata vecinătate a operei de artă / monument istoric.<sup>2</sup>

*Aerospora* (totalitatea microorganismelor din aer) a fost analizată microbiologic prin metoda Omeleanschii precum și folosind aparatul Hy-Lite2. Prin ambele metode s-a pus în evidență un număr de microorganisme, variabil, în funcție de anotimp precum și de numărul de vizitatori. Astfel, în luna februarie s-au pus în evidență:  $1,0 \times 10^4$  UFC bacteriene, respectiv  $1,0 \times 10^2$  UFC fungice. În luna martie UFC bacteriene au rămas la valoare constantă iar UFC fungice au crescut la  $1,2 \times 10^2$ . În mai s-a înregistrat o creștere semnificativă în cazul UFC fungice ( $1,4 \times 10^3$ ) și o stagnare în cazul UFC bacteriene. Testul de punere în evidență a capacității bacteriilor de a produce acizi organici a avut valori nerelevante, ceea ce demonstrează neimplicarea acestui grup de microorganisme în procesul de biodeteriorare. Sursa majoră pentru bacterii și fungi este reprezentată de aer. Dintre fungii microscopici filamentoși menționăm punerea în evidență a următoarelor genuri: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Walemia*, *Ulocladium*, *Verticillium* identificate și pe pictura murală (Fig. 11). Această constatare ne determină să considerăm că prin curenții de aer se vehiculează sporii fungilor dezvoltați pe suprafața picturii murale care au rol în biodeteriorare. Spori și fragmente de hife ale fungilor,<sup>3</sup> celule vegetative și spori ale actinomicetelor<sup>4</sup> se găsesc în aerul aflat atât la exteriorul monumentelor cât și în spații închise. O sursă importantă de biodeteriogeni poate fi reprezentată de materialele de construcție, și chiar de cele folosite în restaurare, prin conținutul lor de compuși organici.<sup>5</sup>

*Pictura murală* este în proporție de 80% acoperită de alge și cianobacterii. Prezența apei în pereți, umiditatea relativă cu valori ridicate și lumina favorizează dezvoltarea biofilmului care are ca microorganisme producătoare alge<sup>6</sup> și cianobacteriile.<sup>7</sup> În catacombe au fost identificate procese de biomineralizare produse de bacterii,<sup>8</sup> ceea ce a determinat inițierea unor studii de aplicare a biotehnologiei în restaurare.<sup>9</sup> Acestea formează

<sup>2</sup> Gorbusina *et al.* 2004, p. 13-24.

<sup>3</sup> Gorni *et al.* 2002, p. 3522-3531; Gorni 2004, p. 185-197.

<sup>4</sup> Gorni *et al.* 2003, p. 45-53.

<sup>5</sup> Gorni *et al.* 2001, p. 44853-4862.

<sup>6</sup> Albertano *et al.* 2003, p. 151-162.

<sup>7</sup> Mianesi *et al.* 2006, p. 168-173.

<sup>8</sup> Sanchez-Moral *et al.* 2003, p. 179-185.

<sup>9</sup> Soarela *et al.* 2004, p. 27-37; Cappitelli *et al.* 2006, p. 350-354.



**Fig. 14.** Biofilm dezvoltat în pronaos: pe paviment și partea inferioară a peretelui.



**Fig. 15.** Fungi filamentoși colonizând partea interioară a ușii.



**Fig. 16.** Aspectul morfologic al hârtiei biodeteriorate de către fungii celulozolitici: *Aspergillus niger*, *Ulocladium chartarum*, *Cladosporium sp.*, *Chaetomium sp.*, *Penicillium sp.*

biofilme care se extind pe suprafețe continue mai mari de 1m<sup>2</sup> precum și pe suprafețe extinse dar discontinue. Ca urmare a faptului că în unele locuri pictura murală s-a pierdut în decursul timpului, aceste categorii de biodeteriogeni se pot identifica pe *arriccio*, tencuială și chiar pe stratul suport. Biofilmul se localizează în lacune, la nivelul eroziunilor (Fig. 12) pe pictura murală făcând imposibilă citirea (Fig. 13) pe boltă.

Pictura murală care are în structură compuși organici sau prezintă depuneri organice este contaminată de bacterii și fungi,<sup>10</sup> iar momentul în care procesul este pus în evidență poate corespunde cu pierderea irecuperabilă a picturii murale.<sup>11</sup>

*Pavimentul* nu prezintă morfologie specifică pentru procesul de biodeteriorare. În unele locuri, în principal la baza pereților (zone ferite de deplasarea vizitatorilor), se pot observa alge și cianobacterii recunoscute cu ușurință prin culoarea verde, respectiv verde-albăstruie. În naos s-a constatat existența unor halouri de umiditate ale căror dimensiuni variază în funcție de umiditatea relativă și formarea condensului.

#### **Biodeteriogeni identificați în pronaos**

Pe paviment și pe pereți, în special în partea inferioară a acestora se dezvoltă atât algele verzi cât și cianobacteriile (Fig. 14). Prin desprinderea văruielii în spațiile respective, în prezența luminii și a umidității se dezvoltă aceiași microbiodeteriogeni.

Pe fața interioară a ușii din pronaos se dezvoltă fungii celulozolitici (colonizatori de ordinul I) aparținând speciilor: *Aspergillus niger*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium sp.* și *Mucor mucedo* (Fig. 15).

#### **Biodeteriogeni identificați în naos**

Examinarea macroscopică și înregistrările fotografice ale aspectului morfologic al suprafețelor au permis stabilirea suspiciunii de atac biologic. Acesta a fost confirmat prin examinarea (microscopică) și prelucrarea microbiologică a probelor prin metoda cultivării pe medii nutritive specifice. Identificarea taxonomică a speciilor s-a efectuat pe culturi pure, prin studiul caracteristicilor de cultură și microscopice, folosind determinatoare unanim acceptate de comunitatea științifică. Menționăm faptul că pentru analizele microbiologice probele au fost recoltate prin metode non-distructive și au fost prelucrate la interval de 20 ore.

Identificarea microorganismelor se poate face prin prelucrarea microbiologică a probelor recoltate dar și prin folosirea metodelor bazate pe fasciculul laser.<sup>12</sup>

Biodeteriogenii sunt specifici mediului umed pentru substraturile care au expunere și/sau structură

<sup>10</sup> Ciferri 1999, p. 879-885.

<sup>11</sup> Dornieden *et al.* 2000, p. 261-270.

<sup>12</sup> Raimondi 2007, p. 219-225.





**Fig. 17.** Fungi celulozolitici dezvoltăți pe hârtie; se pun în evidență zonele „foxing” și nodulii de concentrare biologică ai fierului.



**Fig. 18.** Colonii de *Coniophora puteana* dezvoltate pe latura inferioară icoanei Maica Domnului cu Pruncul.

chimică optimă pentru biologia lor, asigurându-se creșterea, multiplicarea și în mod nedorit biodeteriorarea.<sup>13</sup> S-au identificat biodeteriogeni pe hârtie, lemn, picături de lumânări, cablu electric, cărămizi, tencuială și pictura murală.

Pe etichetele (*substrat celulozic*) care dau informații referitoare la osemintele aparținând unor sfinți, respectiv de solicitare a ajutorului pentru biserică s-au pus în evidență aspecte morfologice caracteristice pentru biodeteriorare. Astfel, pe eticheta cu informații despre oseminte s-au identificat multe pete de culoare neagră de formă rotundă, ovală sau neregulată și brun-roșcat închis cu contur sferic (Fig. 16). Examinarea microscopică a probelor recoltate prin metoda amprentei a permis punerea în evidență a sporilor dar nu și apartenența taxonomică a acestora. Prin prelucrarea microbiologică a probelor, studiul caracterelor de cultură și a structurilor de sporulare s-au identificat: *Aspergillus niger*, *Ulocladium chartarum*, *Cladosporium sp.*, *Chaetomium sp.*, *Penicillium sp.*

Examinarea efectuată în luna octombrie (2008) a permis punerea în evidență a unei singure zone de culoare brun-roșcat închis cu contur sferic. În lucrările științifice de specialitate acestea sunt denumite „foxing” (Fig. 17). Modul lor de apariție, precum și momentul sunt dependente de compoziția chimică a hârtiei și de condițiile de păstrare. Nivelul cunoștințelor științifice a determinat formularea a două ipoteze. Una dintre ele susține că fierul din compoziția hârtiei, ca urmare a oxidării chimice (în exclusivitate), în condițiile existenței apei în substrat, determină apariția petelor brun roșcate. O altă ipoteză susține că fungii prin sideroforii conținuți concentrează fierul și îl oxidează. Numărul și distribuția petelor „foxing” sunt dependente atât de conținutul de fier al hârtiei cât și de cel în siderofori al speciei. Distribuția filamentoasă și ramificarea hifelor în condiții de umiditate sporesc capacitatea acestor microorganisme de a extrage fierul, de a-l oxida și de a-l concentra în noduli recunoscuți prin aspectul morfologic distinct (culoare brun roșcată).

Încercările de îndepărtare a petelor colorate de pe suprafața hârtiei sunt în majoritatea cazurilor nereușite. Se poate obține cel mult reducerea nuanței, dar nu și îndepărtarea totală dat fiind că speciile fungice sintetizează pigmenți care difuzează în matricea de celuloză. Uneori hifele, prin distribuția lor în structura hârtiei, îi mențin parțial rezistența (care este puternic afectată de degradarea enzimatică a celulozei și de fotooxidare).

Răspândirea fungilor este mediată de curenții de aer, deplasarea insectelor și atingerea suprafețelor contaminate. S-au pus în evidență amprente digitale marcate de creșterea și sporularea fungilor.

*Icoana pictată Maica Domnului cu Pruncul* este atacată de bazidiomiceta *Coniophora puteana* (Fig. 18).

<sup>13</sup> Monte, Ferrari 1993, p. 141-148.



**Fig. 19.** Pete de culoare neagră pe icoana Maica Domnului cu Pruncul determinate de colonizarea hârtiei de către *Aspergillus niger* și *Alternaria alternata*.



**Fig. 20.** Colonizarea lemnului din structura stranelor de către *Coniophora puteana*. Se remarcă rizomorfele.



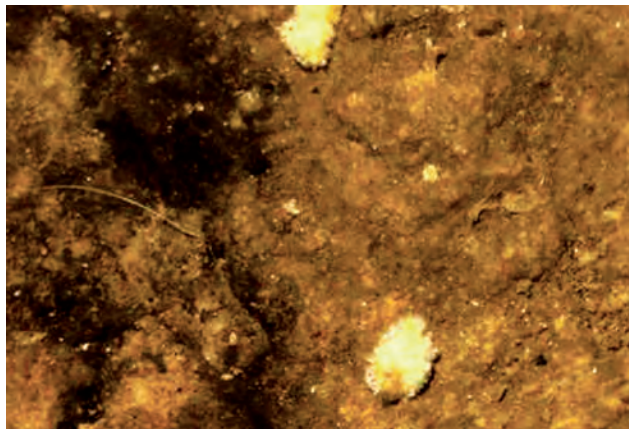
**Fig. 21.** Miceliu de *Coniophora puteana* în diferite stadii: creștere activă, maturitate, senescență.



**Fig. 22.** Atac în desfășurare al insectelor xilofage, pe lemnul de suținere.



**Fig. 23.** Morolofii diferite ale orificiilor de zbor și ale galeriilor insectelor xilofage.



**Fig. 24.** Picături de lumânări colonizate de fungi lipolitici.



Pe latura inferioară precum și pe versoul icoanei se pun în evidență colonii mari de culoare alb-gălbuie, pe suprafața cărora este lichid de sinereză, în mare parte provenit din apa extrasă din substrat. Sub colonii lemnul este moale și de culoare brună, ca rezultat al degradării celulozei și a ligninei.

*Icoana litografiată Maica Domnului cu Pruncul* prezintă pete de culoare neagră având contur sferic și neregulat. Acestea sunt localizate la nivelul feței Maicii Domnului (lângă nas, ochi, bărbie; Fig. 19). Au fost identificate speciile *Aspergillus niger* și *Alternaria alternata*.

*Stranele*, situate pe perețele nordic, sunt colonizate pe partea apropiată de perete precum și pe partea inferioară de către bazidiomina *Coniophora puteana*. Stadiul colonizării este diferit în funcție de apa disponibilă, temperatură și momentul inițierii contaminării.

Examinarea efectuată în luna octombrie (2008) ne-a permis identificarea rizomorfelor pe partea inferioară a lemnului (cordoane de hife dispuse alăturat; Fig. 20). Pe lemnul de susținere este miceliu gros, de culoare albă, aflat în ritm rapid de creștere, maturitate și senescență (Fig. 21).

*Lemnul de susținere* de pe perețele sudic este atacat de insecte xilofage. Nu s-au putut recolta larve sau adulți dar testul aderenței rumegușului la ac (Fig. 22) precum și studiul morfologiei grămăjoarelor de rumeguș, a marginilor orificiilor de zbor (Fig. 23) demonstrează un atac xilofagic în desfășurare.

*Picăturile de lumânări și lumânările depuse între cărămizi, sub icoane sau spații dosnice* sunt substratul pentru dezvoltarea fungilor lipolitici (Fig. 24). Acestea sunt acoperite într-o primă fază de miceliu, care într-o fază ulterioară sporulează iar culoarea acestuia devine albastru sau albastru-verzui în funcție de intensitatea sporulării și specie).

Pe tencuiala rămasă liberă după pierderea stratului pictural s-au identificat zone de culoare neagră de diferite intensități, brună sau violacee formate ca rezultat al colonizării de către următoarele specii: *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Ulocladium chartarum*, *Fusarium sp.* Dezvoltarea masivă a algelor pe toți pereții, pe boltă, pe tencuială și pictura murală de pe iconostas ne determină să considerăm că principala sursă de compuși organici necesari pentru creșterea fungilor este reprezentată de conținutul celular al algelor care după liza celulară se răspândește pe suprafața peretelui (Fig. 25).

Resturile vegetale folosite în tehnica de execuție a picturii, rămase pe perete sau căzute, ca urmare a conținutului crescut de apă liberă sunt colonizate și implicit descompuse de fungii celulozolitici.

Pe perețele nordic se remarcă dezvoltarea masivă a algelor și începutul colonizării de către fungi producători de pigmenți melanici (*Ulocladium chartarum*, *Cladosporium cladosporioides* și *Aureobasidium pullulans*; Fig. 26).

### **Biodeteriogeni identificați în altar**

Examinările efectuate în iarna anului 2008 au pus în evidență o nouă sursă de compuși organici în curs de descompunere: corpurile țăntarilor care au căzut în proscomidiar. Acestea se află în diferite faze de descompunere. Inițial sunt acoperite de miceliu alb (Fig. 27) care ulterior sporulează și devine de culoare verde (Fig. 28). Specia dominantă implicată în descompunerea enzimatică a acestora este *Aspergillus versicolor* care sintetizează atât proteaze cât și chitinaze.

Dintre macrobiodeteriogeni au fost identificate briofite (Fig. 29-30) pe perețele nordic al altarului unde stadiul de biodeteriorare este foarte avansat. S-a pierdut atât stratul pictural cât și *arriccio* și *intonaco*; cărămida are un aspect pulverulent.

### **Analiza mortarului**

Caracterizarea mortarului se poate face prin analiza vizuală *in situ* și recoltarea probelor urmată de analiza prin metode specifice.<sup>14</sup> Au fost prelevate probe de mortar din zonele: pereți naos N și S și altar-N, precum și catapeteasmă. Analiza prin difracție cu raze X a probelor de mortar (Fig. 31-32) a pus în evidență prezența calcitului (C) (mineralul principal) și a cuarțului (Q). Pe baza acestor rezultate și a observațiilor de microscopie optică se poate spune că suportul picturii murale este un mortar de var în care liantul a fost var aerian în proporție de 97-98%, iar agregatul este de natură minerală, fiind constituit din granule de cuarț,

<sup>14</sup> Huges, Callebaut 2005; Middendorf, Huges, Callebaut, Baronio, Papayianni 2005, p. 761-769; van Hees, Binda, Papayianni, Toumbakari 2004, p. 644-648; Lindqvist, Sandström 2000, p. 612-617.



Fig. 25. Alge și colonii fungice dezvoltate pe mortar.



Fig. 26. Colonii fungice producătoare de pigmenți melanici (determină apariția petelor de culoare neagră).



Fig. 27. Corpuri de țânțari aflate în faza inițială de descompunere fungică.



Fig. 28. Corp de țânțar acoperit de miceliu sporulat.

în proporție de 2-3%. În proba P2 s-au observat, la examinarea macroscopică, urme de paie.

Sărurile au putut fi observate cu ochiul liber pe suprafețele murale, acestea fiind sub forma de cruste și eflorescențe compacte sau voaluri (Fig. 33-36).

Prin analiza de difractometrie de raze X, în toate probele de săruri prelevate din diferite zone ale monumentului s-a constatat prezența preponderentă a gipsului, ca produs de degradare. S-au identificat, de asemenea, și alte tipuri de săruri (de ex. silvina, azotat de potasiu) provenite din infiltrații și zidărie.

Prezența gipsului în proba P2, prelevată din peretele de nord al naosului, a fost semnalată și prin analiza de microscopie electronică de baleiaj cu EDAX. Astfel, a fost pusă în evidență, pe lângă prezența predominantă a elementului calciu, și prezența urmelor de sulf și siliciu (Fig. 37). Acest rezultat se corelează cu analiza difractometrică prin care a fost pusă în evidență existența carbonatului de calciu. Urmele de sulf pot fi atribuite prezenței gipsului.





Fig. 29. Briofitele colonizează peretele nordic al naosului.



Fig. 30. Asociație de alge și briofite pe peretele nordic al altarului.

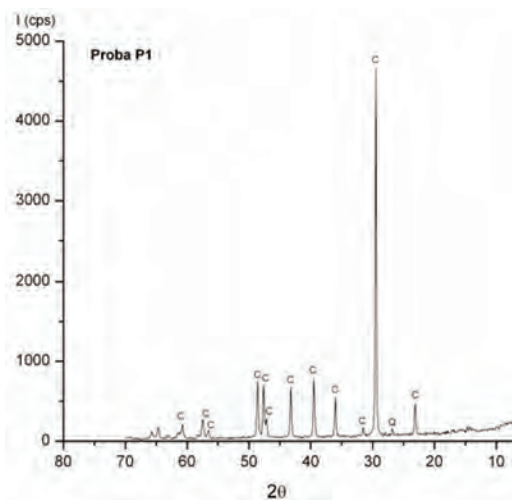


Fig. 31. Diagramă de raze X a probei P1 (catapeteasmă): C - calcit; Q - cuarț.

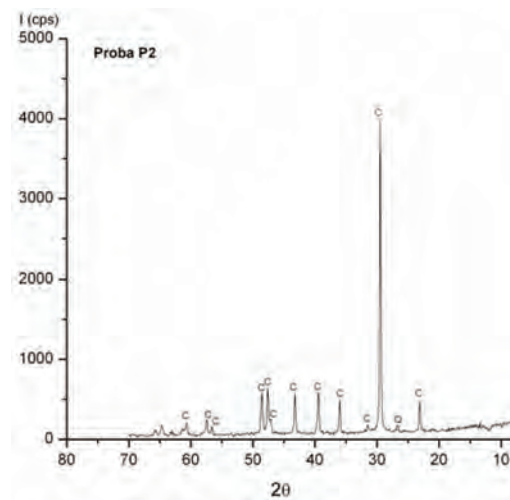


Fig. 32. Diagramă de raze X a probei P2 (naos, perete N): C - calcit; Q - cuarț.

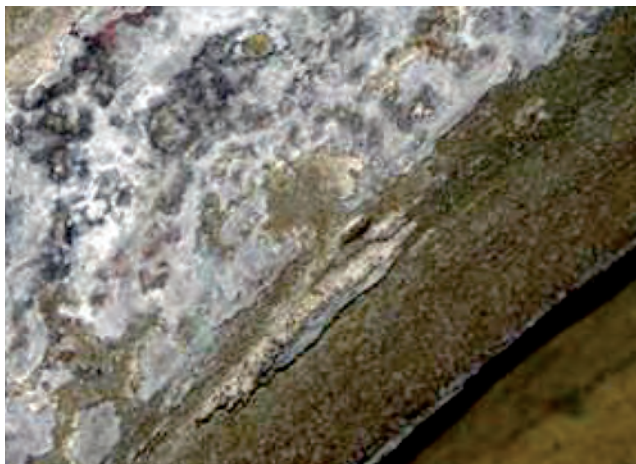


Fig. 33. Altar, cruste pe arcada de nord.



Fig. 34. Naos, eflorescențe compacte, perete sudic.



Fig. 35. Catapeteasma: eflorescențe sub formă de cruste.



Fig. 36. Catapeteasma: eflorescențe sub formă de voaluri.

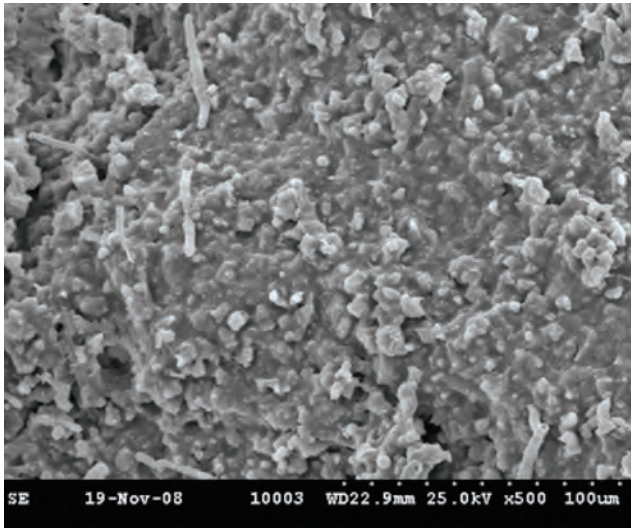


Fig. 37. Proba P2: Imagine de microscopie electronică de baleiaj relevând aspectul predominant granular al probei (x 500).

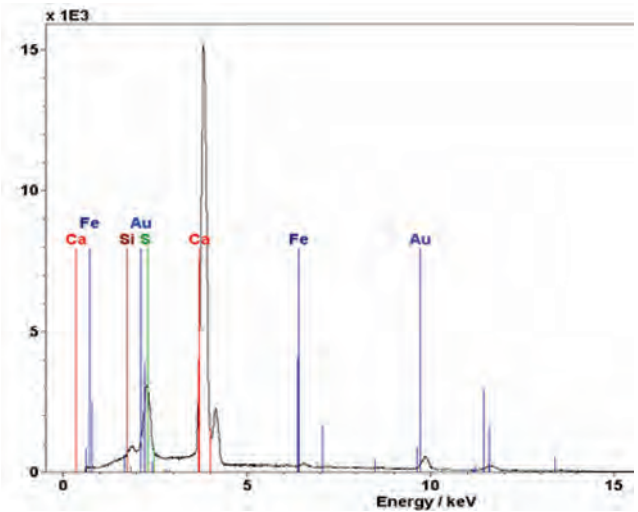


Fig. 38. Proba P2: spectru de analiză elementară (EDAX) aferent imaginii.

#### Bibliografie

- Albertano *et al.* 2003 = Albertano P. *et al.*, *Cyanobacteria attack rocks in Saiz-Jimenez X* (Ed), Molecular Biology and Cultural Heritage, Lisse, 2003, p. 151-162.
- Cappitelli *et al.* 2006 = Cappitelli F. *et al.*, *Biodeterioration of modern materials in contemporary collections: can biotechnology help?*, Trends in Biotechnology 24, 2006, 8, p. 350-354.
- Ciferri 1999 = Ciferri O., *Microbial degradation of paintings*, Applied and Environmental Microbiology 65, 1999, 3, 879-885.
- Dionisie din Furna 2000 = Dionisie din Furna, *Erminia picturii bizantine*, București, 2000.



- Dornieden *et al.* 2000 = Dornieden Th. *et al.*, *Biodecay of cultural heritage a space-time related ecological situation an evaluation of series of studies*, International Biodeterioration and Biodegradation 46, 2000, p. 261-270.
- Gorbusina *et al.* 2004 = Gorbusina A.A. *et al.*, *Bacterial and fungal diversity and biodeterioration problems in mural paint environments of St.Martins church*, International Biodeterioration and Biodegradation 53, 2004, p. 13-24.
- Gorni *et al.* 2001 = Gorni R.I. *et al.*, *Source of strength of fungal spore aerosolization from moldy building materials*, Atmos Microbiol. 35, 2001. p. 4853-4862.
- Gorni *et al.* 2002 = Gorni R.I. *et al.*, *Release of fungal fragments from moldy surface*, Applied Environmental Microbiology 68, 2002, p. 3522-3531.
- Gorni *et al.* 2003 = Gorni R.I. *et al.*, *Release of Streptomyces albus propagules from contaminated surfaces*, Environ. Res, 91, 2003, p. 45-53.
- Gorni 2004 = Gorni R.I., *Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air*, AAEM 11, 2004, p. 185-197.
- van Hees, Binda, Papayianni, Toumbakari 2004 = van Hees R.P.J., Binda L., Papayianni I., Toumbakari E., *RILEM TC 167-COM: Characterisation of old mortars with respect to their repair – Characterisation and damage analysis of old mortars*, Materials and Structures 37, 2004, p. 644-648.
- Huges, Callebaut 2005 = Huges J. J., Callebaut K., *RILEM Report 28: Characterisation of old mortars with respect to their repair*. Chapter 2.1: In-situ visual analysis and practical sampling of historic mortars, 2005 RILEM Publication S.A.R.L., www.rilem.net/rep\_cont.php\_rep28, consultat 10.01.2007.
- Lindqvist, Sandström 2000 = Lindqvist E., Sandström M., 2000, *Quantitative analysis of historical mortars using optical microscopy*, RILEM TC 167-COM: characterization of old mortars, Materials and Structures, vol. 33, p. 612-617.
- Mianesi *et al.*, 2006 = Mianesi C. *et al.*, *Biodeterioration of a fresco by biofilm forming bacteria*, International Biodeterioration and Biodegradation 57, 2006, p. 168-173.
- Middendorf, Huges, Callebaut, Baronio, Papayianni 2005 = Middendorf B., Huges J. J., Callebaut K., Baronio G., Papayianni I., *Investigative methods for the characterization of historic mortars 1: Mineralogical charaterisation*, RILEM TC 167-COM: “Characterisation of old mortars with respect to their repair”, Materials and Structures 38, 2005, p. 761-769.
- Monte, Ferrari 1993 = Monte M., Ferrari R., *Biodeeriation in subterranean environments*, Astrobiologia 9, 1993, p. 141-148.
- Raimondi 2007 = Raimondi V., Palombi L.Cecchi G., Lognoli D., Gomoiu I., *Remote detection of laser-induced fluorescence on pure cultures of fungal and bacterial strains and their analysis with multivariante techniques*, Optics Communications 273, 2007, p. 219-225.
- Sanchez-Moral *et al.* 2003 = Sanchez-Moral S. *et al.*, *Biomineralization of different crystallinen phases by bacteria isolated from catacombs*, in Saiz-Jimenez X. (Ed.), *Molecular Biology and Cultural Heritage*, Lisse, 2003, p. 179-185.
- Soarela *et al.* 2004 = Soarela M. *et al.*, *Heterotrophyc microorganisms in air and biofilm samples from Roman catacombs with special emphasis on actinobacteria and fungi*, International Biodeterioration and Biodegradation 54, 2004, p. 27-37.

