

UNELE CONSIDERAȚII ASUPRA FENOMENULUI DE EFLORESCENȚĂ A PICTURILOR MURALE*

I. ISTUDOR, I. LAZĂR, I. IONIȚĂ, LUCIA DUMITRU

Mărturii ale unor activități creatoare tradiționale, picturile murale ce împodobesc bisericile noastre vechi au produs întotdeauna o puternică impresie asupra celor ce le-au admirat.

Coloritul lor menținut de secole grație aplicării unor tehnici intrate și ele în tradiția zugrăvirilor noștri și-a pierdut astăzi, pe alocuri, strălucirea de odinioară din cauza unor procese complexe de degradare, caracterizate în primul rând prin apariția unui „voal albicios” format din săruri, cunoscut sub denumirea de „eflorescență”.

Apariția eflorescențelor pe picturile murale afectează aspectul estetic și produce descompuneri ale suprafeței pictate, punând în pericol însăși existența picturii.

Numeroase sînt cazurile de picturi murale care, după înlăturarea eflorescențelor, sînt de nerecuperat.

Se înțelege de ce fenomenul apariției acestor săruri a făcut încă de mulți ani obiectul a numeroase studii, atît pentru lămurirea cauzelor apariției lor, cît și pentru găsirea metodelor de prevenire și înlăturare.

1. Considerații asupra factorilor fizico-chimici

Principala cauză a formării eflorescențelor o constituie umiditatea ce pătrunde în pereți pe diferite căi. Migrînd prin pereți, ea antrenează către suprafața de evaporare diferite săruri solubile (din pereți și din sol), care se depun pe aceasta¹.

Acțiunea apei și efectele ei negative asupra frescelor, precum și asupra unor porțiuni din construcție, este facilitată de specificul arhitecturii (cupole pe pandantivi, abside, turle) și de funcționalitatea bisericilor (ardere de lumînări, slujbe religioase, diferențe mari de temperatură între interior și exterior sau după serviciile religioase etc.).

Cupolele, pandantivii și absidele — datorită structurii lor — sînt zonele cele mai expuse infiltrațiilor de apă; în interiorul bisericilor, lor le corespund zonele cele mai degradate fizico-chimic, dar și cele mai bogate din punct de vedere microbiologic. Acestor zone le corespund și eflorescențele din interiorul bisericilor.

Intensitatea procesului de degradare depinde între altele și de natura sărurilor ce migrează. Așa cum rezultă din analiza eflorescențelor depuse pe picturile murale, acestea — solubile sau insolubile în apă — sînt constituite în mod curent din azotați și carbonați.

* Lucrare prezentată la al V-lea Simpozion de biodeteriorare și climatizare, Iași, iunie 1975.

¹ Degradările structurale ale picturii se produc în momentul cristalizării sărurilor, fenomen ce are loc cu mărirea de volum. Coeziunea particulelor ce constituie suportul este învinsă, acesta slăbindu-și rezistența mecanică, macerîndu-se. Pe suprafața apar o serie de mici orificii ca niște împușcături minuscule. Pentru aceasta vezi H. J. Plenderleith, *Climatologie et conservation dans les musées*, „Museum”, 1960, 13 (4), p. 201—241; P. Coremans, *Climat et microclimat*, „Musées et Monuments” 1969 a, XI, p. 29—43; P. Coremans, *Exemples de problèmes rencontrés „in situ”*, „Musées et Monuments”, 1969 b, p. 148—151; P. Rudniewski, M. Samborski, *Problemy zwiazane z pracami konserwatorskimi przy kaplicy sw. trojcy na zamku w lublinie*, „Ochrona zabytkow”, 1969, 4, p. 15—30.

² Edward V. Sayre, Lawrence J. Majewski, *Studies for the preservation of the frescoes by Giotto in the Scrovegni Chapel at Padua*, II. *Technical investigation of the printings*, „Studies in conservation”, vol. 8, nr. 2, 1963, p. 42—54.

³ Determinările Institutului de igienă s-au efectuat la cererea Direcției monumentelor istorice și de artă: „Determinări, de microclimat, impurificare chimică și contaminare cu microorganisme a aerului din biserica mănăstirii Cozia”, „Inst. igienă, București, 1970.

⁴ Garry Thomson, *Raport cu privire la misiunea organizată de Centrul de la Roma între 29 X—6.XI.1970, la bisericile pictate din nordul Moldovei* (arhiva DPCN).

⁵ I. Lazăr, *Rolul bacteriilor în procesul de degradare a picturii interioare de la biserica mănăstirii Cozia*, partea I (1970), Institutul de Biologie „Traian Săvulescu” (lucrare pe contract).

⁶ I. Lazăr, *Investigations on the presence and role of bacteria in deteriorated zones of Cozia monastery painting*, „Revue Romaine de Biologie — serie de Botanique, tom. 16, 1971, nr. 6, p. 437—444.

⁷ I. Lazăr, I. Ioniță, Lucia Dumitru, *Biodeteriorarea operelor de artă și monumentelor istorice din Moldova*, Institutul de Biologie „Traian Săvulescu”, București, 1972 (lucrare pe contract).

Apariția sulfatilor în produsele de eflorescență ridică o problemă care a făcut obiectul a numeroase cercetări, în scopul stabilirii provenienței ionului suflat, considerat a fi cel mai agresiv dintre anioni.

Sursa care alimentează în mod curent eflorescențele cu săruri o constituie solul și pereții. Sînt însă cazuri cînd în pereți nu se găsesc sărurile care se găsesc în eflorescențe; și aceasta se întîmplă adesea pe bolțile absidelor sau pe pereți, la distanțe mari de sol, unde apa de capilaritate nu acționează. În acest din urmă caz, intervin infiltrațiile de apă dinspre acoperiș care, fiind deteriorat, permite nu numai pătrunderea apei din ploii și zăpezi, dar constituie și un loc unde s-au adunat resturi vegetale, praf și dejecții de păsări. În multe cazuri, în podurile bisericilor, în decursul deceniilor sau secolelor s-au adunat importante cantități de dejecții de la păsări.

Printre cazurile tipice descrise în literatura de specialitate este cel al eflorescențelor apărute în pictura lui Giotto din Capela Scrovegni din Padova și mai recent cel apărut la noi la biserica mănăstirii Cozia ca și la o serie de biserici de la mănăstirile din nordul Moldovei.

Și în Italia și la noi se semnală prezența în produsele de eflorescență a gipsului.

Cercetările întreprinse în primul caz au condus la concluzia că ionul sulfat provenea din gazele poluate din atmosfera industrială a Padovei care conținea bioxid de sulf provenit din arderea cărbunilor.

Nu același lucru se poate spune despre biserica mănăstirii Cozia sau despre cele din nordul Moldovei. Fenomenul de eflorescență a picturilor din aceste monumente — care nu se află totuși în zone industriale — a avut o evoluție impresionantă într-un interval foarte scurt, de cca 4—5 ani, cuprinzînd suprafețe importante din aproape toate compartimentele bisericii. Singura sursă de bioxid de sulf nu o puteau constitui decît gazele de ardere ale lumînărilor, ce conțin sulf în proporție de 0,022—0,024%. Dar cantitatea de lumînări arse era prea mică pentru a produce prin ardere o poluare a atmosferei interioare corespunzătoare celei din Padova.

Determinările Institutului de igienă în perioada 13—17 mai 1970 au relevat o concentrație în bioxid de sulf, în naosul bisericii sub $1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ aer. Concluzia desprinsă în această privință este că bioxidul de sulf nu poate fi cauza apariției eflorescenței prin acțiunea chimică directă bine-cunoscută asupra pereților pictați.

Bazați pe observația că pe bolta absidei altarului de la biserica mănăstirii Cozia există un registru de medalioane eflorat selectiv — numai medalioanele fără a afecta în aceeași măsură și fondul dintre ele — s-a considerat că ar putea să existe o legătură între eflorescențe și operațiile de curățire ale picturii executate cu prilejul restaurării din anii 1927—1931. Aceasta pornind de la faptul că în urma proceselor de curățire, la care s-au folosit materiale necorespunzătoare, apar — după zeci de ani — efecte secundare nedorite, printre care și eflorescențele.

Datele de arhivă de care dispunem, foarte sumare, se referă mai mult la lucrările de consolidare ale picturii. Admițînd chiar folosirea unor mortare cu ghips la astuparea fisurilor, nu se explică apariția pe suprafețe mari a eflorescențelor. O altă sursă de eflorescențe bogate în ghips o constituie suprabetonarea bolților, operație de consolidare ce s-a practicat la noi destul de mult în ultimele decenii. Dar la biserica Cozia nu s-a practicat consolidarea bolților prin suprabetonare.

Din cele de mai sus rezultă că sursa formării gipsului pe bolți trebuie căutată în altă parte.

2. Considerații asupra factorilor biologici

În continuarea cercetărilor, pornind de la observația că mănăstirea Cozia se află situată într-o zonă cu ape sulfuroase, cu sonde de apă săpate în amonte și în aval de mănă-



Fig. 1. Mănăstirea Cozia. Efflorescențe pe perețele de vest al naosului.



Fig. 2. Mănăstirea Cozia. Fenomene de efflorescențe pe bolțile absidelor naosului și altarului.

stire (cu puțin timp înainte de declanșarea procesului de efflorescență), cu un izvor sulfurat chiar în incinta mănăstirii, pe malul Oltului, ne-am pus întrebarea dacă nu cumva conținutul în sulf al apelor, împreună cu microflora lor, ar putea fi cauza ce a declanșat apariția fenomenului de efflorescență; cu alte cuvinte, dacă sulfatul de calciu apărut ca efflorescență are la bază un proces biologic determinat de activitatea unor bacterii sulfoxidante care sînt capabile să metabolizeze hidrogenul sulfurat din atmosferă în produși oxigenați care atacă perețele.

Determinările de gaze și microfloră efectuate de Institutul de igienă au dus la concluzia existenței în aer și pe pereți a unei flore banale, atmosfera nefiind poluată cu hidrogen sulfurat sau bioxid de sulf.

Părerea noastră, expusă mai sus, a fost totuși întărită de specialiști UNESCO, ce ne-au vizitat țara în anul 1970⁴.

În consecință, problema formării efflorescențelor ca urmare a unui proces biologic a fost reluată printr-un studiu amplu de către Institutul de științe biologice — București⁵. Astfel, în perioada 1970—1972 s-au întreprins cercetări microbiologice asupra florei bacteriene și fungice care populează zonele de frescă acoperite cu efflorescență. Cercetările s-au efectuat atît la biserica mănăstirii Cozia⁶, cît și la o serie de biserici și mănăstiri din nordul Moldovei (Voronet, Sucevița, Moldovița, Arbore, Pătrăuți, Părhauți, Neamț, Secu, Schitu Sihăstria ș.a.). În cadrul acestor cercetări s-a avut în vedere prezența sulfatului de calciu în zonele cu efflorescență. De altfel, prezența sulfatului de calciu în efflores-

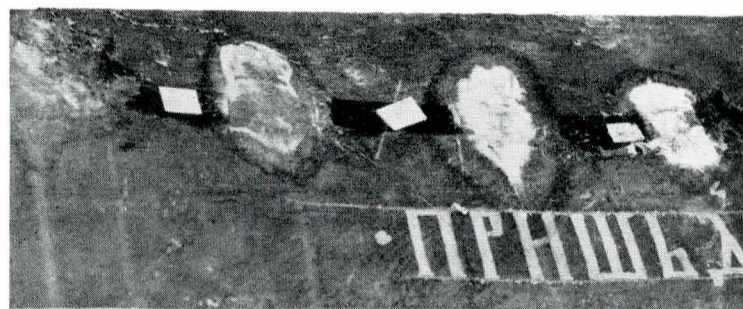


Fig. 3. Mănăstirea Cozia. Reproducerea experimentală a fenomenului de degradare a picturii prin producerea de efflorescență (detalii).

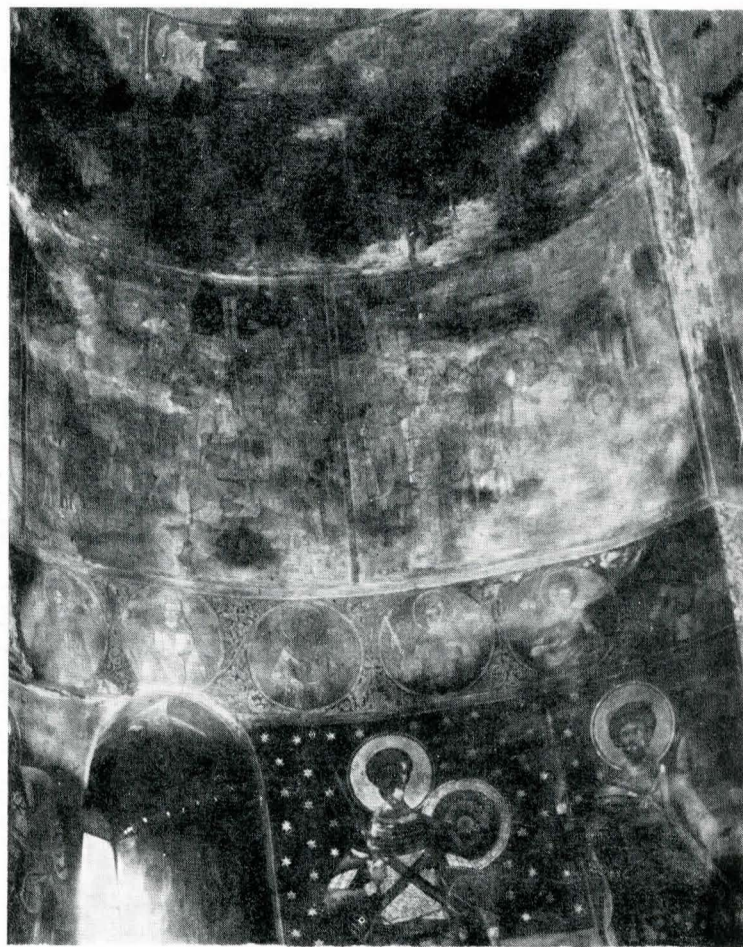


Fig. 4. Mănăstirea Cozia. Efflorescențe în naos, perețele de sud.

cențele de la suprafața zidurilor este citată în literatura de specialitate ca avînd la bază transformări de natură biologică (Pochon și Augier, 1949; Pochon și Jaton, 1968; Jaton 1971 ș.a.). Potrivit acestor autori formarea sulfatului de calciu este posibilă în urma intervenției unor microorganisme implicate în circuitul sulfului în natură. Astfel, bacterii din genul *Thiobacillus* ar putea folosi în cazul mănăstirilor studiate de noi compuși reduși ai sulfului (ex. H_2S), care ajung la baza pereților din sol, odată cu apa de capilaritate, în urma reducerii de către bacteriile sulfat-reducătoare a sulfatilor din solul de la temelia bisericilor.

În partea superioară a pereților, ca și pe bolți, compuși reduși ai sulfului pot ajunge, de asemenea, odată cu apa de infiltrație, în urma proceselor de mineralizare bacteriană a sulfului organic, prezent pe acoperișuri în praf, în dejecțiile păsărilor și în resturile vegetale. În anumite perioade din trecut neglijarea întreținerii acoperișurilor a dus chiar la dezvoltarea unei vegetații bogate și a unei puternice infiltrații de apă rezultate din zăpadă și ploi (ex. la bisericile din nordul Moldovei).

Adăugarea la aceste condiții a unei serii de alți factori ca de ex. temperatura scăzută și umiditatea relativ ridicată din interiorul bisericilor în cea mai mare parte a anului, întunericul și lipsa de ventilație, variațiile de temperatură care intensifică producerea de condens îndeosebi după serviciile religioase, explică pe deplin posibilitatea instalării și dezvoltării microorganismelor.

S-au întreprins cercetări în scopul izolării și identificării microorganismelor prezente pe frescele cu eflorescență ca și pentru evidențierea rolului lor în evoluția și reproducerea fenomenului semnalat.

O atenție deosebită s-a dat evidențierii prezenței bacteriilor sulfoxidante prin genul *Thiobacillus*.

Rezultatele obținute permit sublinierea următoarelor constatări mai importante:

— În unele serii de probe s-a evidențiat prezența bacteriilor din genul *Thiobacillus*, prin a căror activitate metabolică se poate explica formarea CaSO_4 , frecvent pe frescele prezentând fenomenul de eflorescență;

— În același timp, atât pe medii obișnuite de laborator

Pseudomonas și *Arthrobacter* ca și unele actinomicete și ciuperci microscopice au capacitatea de a oxida compușii reduși ai sulfului.

De asemenea, din zonele cu eflorescență s-au izolat în mod frecvent ciupercile *Acremonium roseum*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus echinulatus*, *Sternophylium piriforme* ș.a.

S-a constatat că prezența eflorescențelor mărește aderența particulelor de praf și spori, facilitând astfel instalarea microorganismelor, care contribuie apoi prin posibilități proprii la agravarea fenomenului de degradare a frescei.

Faptul că microorganismele sînt prezente și pot juca un rol important în fenomenele de eflorescență a picturilor

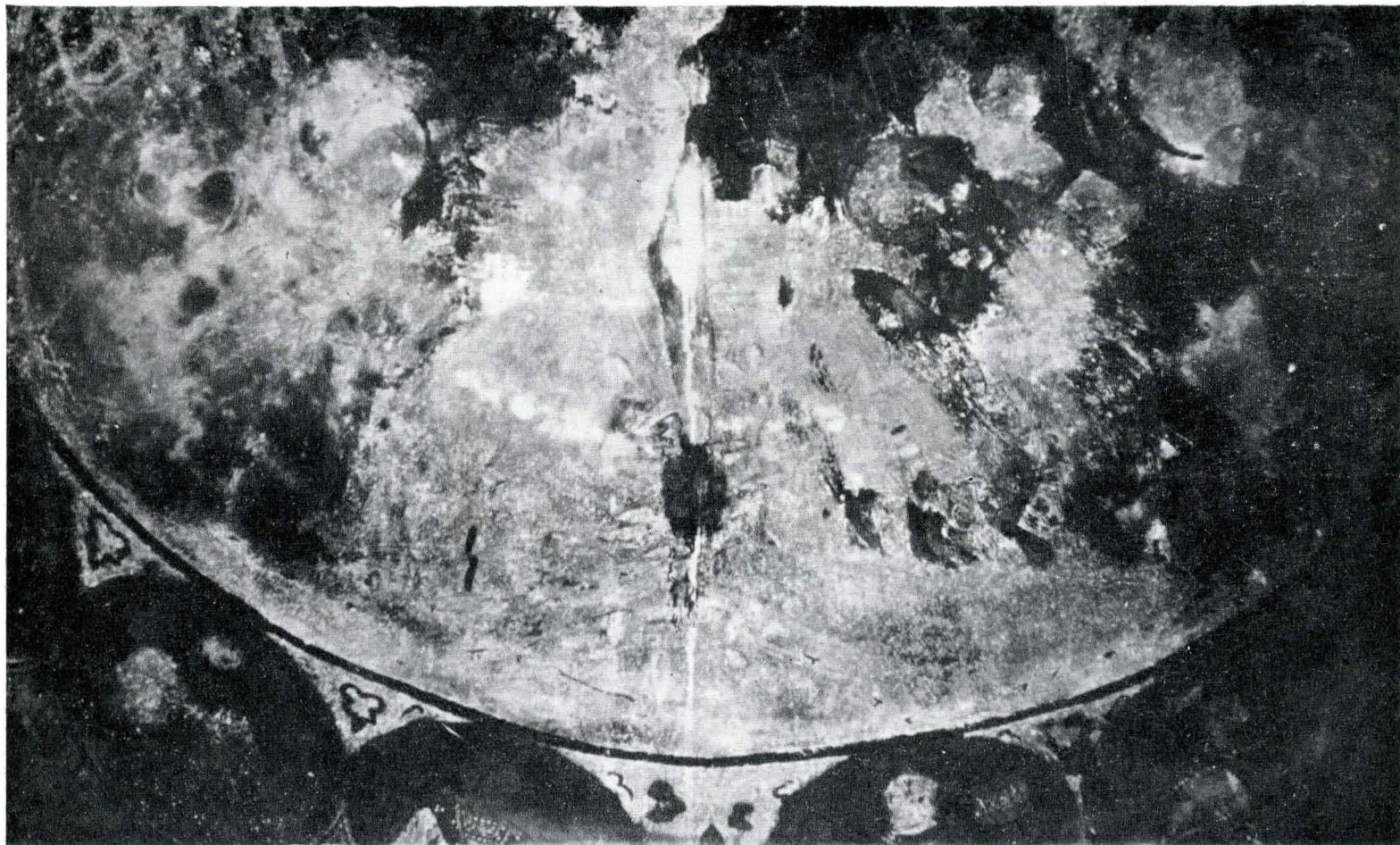
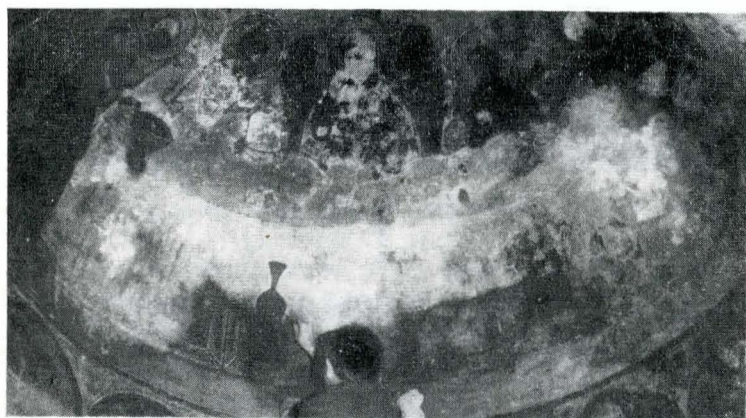


Fig. 5—6. Mănăstirea Cozia. Eflorescențe pe bolțile absidelor naosului.



murale se explică în primul rînd prin microclimatul special care se realizează în interiorul bisericilor ca urmare a specificului de arhitectură și funcționalitate a acestor lăcașuri de cult.

Apare evident că deteriorarea picturilor murale prin apariția de eflorescențe poate fi rezultatul acțiunii combinate a unor asociații de microorganisme ale căror prezență și dezvoltare sînt condiționate de un anumit microclimat din interiorul bisericilor și de unii factori favorizanți ca de exemplu infiltrațiile de apă.

Prevenirea apariției și dezvoltării fenomenului de eflorescență trebuie să fie necondiționat legată de eliminarea condițiilor și factorilor favorizanți menționați mai sus. În acest sens, putem exemplifica cu situația constatată la mănăstirea Cozia, imediat după instalarea încălzirii centrale, unde încercările de reproducere a fenomenului n-au mai reușit, iar extinderea eflorescenței a încetat.

SOME CONSIDERATIONS ON THE PHENOMENON OF EFFLUORESCENCE OF THE MURAL PAINTING

For the past ten years an extension and aggravating of the phenomenon of mural painting efflorescence has been established in the churches of some monasteries such as: Cozia, Voroneț, Arbore, Pătrăuți, Părâuți, Secu, Schitu Sihăstriei etc. The investigations were first directed for finding some chemical and physical explanations on the phenomenon, and then (for concentrating) on the processes of a biological nature.

The results regarding the presence and role of microorganisms in favouring the occurrence and aggravation of the efflorescence on the frescoes, as well as the factors of a physical and chemical nature, which cooperate in producing the conditions (a specific microclimate included), that determine the occurrence and evolution of efflorescence phenomenon, are presented and discussed.

cît și pe medii selective cu sursă de azot anorganic, complet lipsite de sursă de carbon și cu o cantitate mare de tiosulfat (50%), s-a obținut o bogată și variată floră bacteriană heterotrofă, în principal aparținînd genurilor *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter* și *Micrococcus*. Încercările de a reproduce fenomenul de eflorescență prin inocularea unor zone de frescă sănătoasă cu suspensii de bacterii heterotrofe izolate din porțiuni de frescă cu eflorescență, au dat rezultate pozitive. Aceste rezultate vin în sprijinul ideii că astfel de bacterii pot juca un rol important alături de bacteriile sulfoxidante tipice în agravarea fenomenului de eflorescență. De altfel, date din literatură (Domergues, 1968, Feldoran, 1957) atestă că unele bacterii heterotrofe din genurile *Bacillus*,