

PROCEDEE DE CURĂȚARE ȘI PREZERVARE A PICTURILOR VECHI

Dumitru-Eugen COLBU¹, Silvea PRUTEANU²,
Cosmin Tudor IURCOVSCHI², Ion SANDU^{2,3},
Viorica VASILACHE^{2,3}, Irina Crina Anca SANDU^{4*}

Cuvinte cheie: curățare, depuneri, picturi vechi, consolidare preventivă, repictări, revernisări, restaurare, prezervare, curățare-eco, testul de spălare, evaluare risc, monitorizare intervenții.

Key words: cleaning, coating, old paintings, prevention consolidation, re-painting, re-varnish, restoration, preservation, eco-cleaning, washing test, risk assessment, observation of interventions.

Abstract: With the passing of time, very old monuments belonging to the cultural and artistic heritage deteriorate because of both the aggressiveness of the environment and improper manipulation, exhibition, and storage conditions. Preservation, restoration and exhibition practice has known an important historical evolution in time and it became an interdisciplinary science at the end of the previous century. The deterioration of objects, as an evolving effect, are either due to environment factors or to previous unauthorized interventions made by people after the work had been done so there is the need of employing a series of measures of preliminary consolidation followed by cleaning and restoration. These very complex operations have to be related to the fact that some paintings are in a precarious conservation status. That is why cleaning operations have to be adequate, without affecting the vintage patina, the non-degraded varnish or other superficial layers. Our work presents modern procedures and methods of cleaning and preservation of old paintings which do not affect the patina, tint drawings, and the polychrome layers unaffected by time.

1. Introducere

Odată cu trecerea timpului efectele de deteriorare și degradare a artefactelor vechi care aparțin patrimoniului cultural și artistic, devin tot mai puternice datorită agresivității mediului, a activității umane, cât și a modului de implicare a instituțiilor

* ¹ Liceul Tehnologic „Oltea Doamna” Dolhasca, Suceava, eugen.dcolbu@gmail.com

² Alexandru Ioan Cuza University of Iași, ARHEOINVEST - Interdisciplinary Research and Education Platform, Blvd Carol I no. 22, 700506, Iasi, Romania

³ Romanian Inventors Forum, 3 Sf P Movila Str, L11,3-3, Iasi 700089, Romania

⁴ University of Evora, Laboratory HERCULES, 8 Largo Marques de Marialva, P-7000809 Evora, Portugal

abilitate în protejarea, prezervarea și restaurarea acestora. Activitatea complexă de prezervare și restaurare are drept scop conservarea în timp a patrimoniului cultural și artistic, punerea în valoare a părților componente în cadrul ansamblului din care fac parte pentru realizarea unității de imagine mai aproape de aspectul pe care l-a avut inițial.

În cadrul procesului de restaurare, curățarea depunerilor de pe picturile vechi de patrimoniu este considerată operația cea mai dificilă deoarece necesită mult timp, cunoștințe temeinice în domeniu din partea restauratorilor, multă atenție, precizie și costuri ridicate. Echipa de specialiști se confruntă cu dificultăți în stabilirea tipului de murdărie și a modalităților de curățare din cauza ireversibilității acestei intervenții. Din aceste motive se operează pe suprafețe foarte mici [1]. Trebuie acordată o atenție deosebită intervențiilor preliminare de consolidare a suportului în funcție de caz, acolo unde se impune. Această operațiune este urmată de cea definitivă, de punere în valoare a picturii curățate și restaurate.

2. Etape privind curățarea picturilor vechi

Materialele și procedeele ecologice sunt supuse testării pentru a putea fi utilizate în siguranță în domeniul restaurării patrimoniului cultural. Înaintea intervenției propriu zise de curățare a picturii vechi, specialistul sau echipa sa studiază starea de conservare, natura și gradul de aderență a depunerilor, natura materialelor componente [2, 3].

Consolidarea preventivă este prima operațiune ce se efectuează în cazul depistării unor elemente mobile, a lacunelor sau a craclurilor dinamice. Acestea pot genera mișcări, deplasări, îngreunând prin deteriorări succesive procesul de curățare. În cazul suprafețelor pictate deteriorate se recomandă utilizarea adezivilor reversibili. Din această categorie fac parte cleiul de pește, un adeziv pe bază de apă și foița japoneză sau voalul, un material polimeric sau celulozic nețesut. După consolidarea definitivă, cleiul de pește se îndepărtează prin dizolvare cu ajutorul apei distilate, ușor încălzite. Pentru foița japoneză se folosesc tampoane înmuiate în apă fierbinte. Trebuie menționat faptul că această acțiune se execută foarte repede apoi, cu ajutorul tampoanelor uscate se îndepărtează surplusul de apă, împiedicând pătrunderea ei în straturile picturale și apariția fenomenelor de fragilizare sau exfoliere.

Următoarea etapă care se realizează este *testul de spălare*. Eficiența lui este permanent analizată, monitorizată și verificată. *Acesta se aplică diferențiat, pe o suprafață mică, dar reprezentativă* ca policromie, iar zona aleasă pentru testare trebuie să fie mai puțin importantă din punct de vedere estetic. Pentru realizarea lui se aleg amestecuri de solvenți sau aditivi cu capacitate bună de umezire, emolieră și spălare.

Curățarea efectivă a stratului pictural în condiții optime se poate obține folosind soluții, emulsii, paste, dispersii lichide sau geluri. Nu se aleg zonele care prezintă degradări profunde: fragilizări, vezicații sau cracluri desprinse. Perioada de uscare variază în funcție de gradul de penetrare în pelicula de culoare sau vernis a murdăriei.

2.1. Instrumente folosite în consolidare și curățare

În procesul de restaurare a picturilor vechi de patrimoniu se folosesc o serie de dispozitive și instrumente speciale pentru curățare, preservare și restaurare. Adesea, se folosesc instrumentele specifice și aparatele din practica stomatologică, care în marea lor majoritate le regăsim și în laboratoarele sau atelierelor de restaurare.

Putem enumera doar câteva dintre ele: bisturie, pense, foarfeci, discuri abrazive, pensoare și perii, batișoane etc. [2]. Ele diferă ca formă și mod de acțiune, sunt rezistente și permit intervenții corecte și de mare precizie. Prin folosirea acestor instrumente se urmărește diminuarea sau chiar eliminarea impactului distructiv asupra operelor de artă ce urmează a fi restaurate.

Pentru fiecare etapă de lucru se folosesc de obicei instrumente specifice dar uneori poate fi utilizat același instrument pentru rezolvarea unor probleme total diferite.

Folosirea corectă și eficientă a instrumenterului specific unei intervenții presupune cunoașterea de către restaurator a modului în care trebuie intervenit și respectarea indicațiilor de utilizare pentru fiecare instrument în parte [4, 5]. În cazul picturilor pe suport textil, hârtie sau pe blat de lemn sunt obligatorii unelte scule și dispozitive specifice utilizate în aceste tehnici, pentru o serie de operații deosebite, ca: dublarea, cașerarea, coaserea, chituiră etc.

2.2. Solvenți folosiți la curățare

Picturile sunt formate din suporturi de diverse tipuri, preparația (materiale de umplutura și lianți), policromia (pigmenți și lianți), laviuri și pelicule de protecție. În funcție de acestea și de natura diverselor depuneri sau a murdăriei care se formează odată cu trecerea timpului, se alege sistemul de curățare, iar în cazul procedurilor pe cale umedă se aleg solvenții pentru spălare. Aplicarea amestecurilor de solvenți pot genera solvolize și reacții sau interacții nedorite, greu de controlat. Din acest motiv se recurge la abordarea lor pe sisteme operante, în funcție de specificul lor. Aceste produse sunt și în prezent utilizate de restauratori, chiar dacă este binecunoscută toxicitatea lor. Această alegere este justificată de costurile mai accesibile ale diverselor tipuri de solvenți, dar și de faptul că pot apărea reacții chimice în timpul procesului de curățare a picturilor care sunt binecunoscute de către restauratori [6, 7]. Pentru evitarea folosirii solvenților toxici, în procesul de îndepărtare a murdăriilor vechi și degradate s-au propus produse și metodologii alternative.

În procesele de curățare umedă se folosesc soluții lichide ce conțin doi sau mai mulți solvenți, cu rol de dizolvare a murdăriei sau a repictărilor. Soluțiile lichide pot să conțină și aditivi de umectare sau udare. Prin spălarea suprafeței se elimină substanțele exudate (surfactanți sau agenți tensioactivi) [8].

În operațiile de curățare umedă, pe lângă apa distilată se utilizează un număr mare de solvenți alături de diverși aditivi. În funcție de grosimea stratului de murdărie dar și de natura lui, de gradul de aderență a acestuia la substratul pictural, se folosesc solvenții ca atare sau în diverse combinații [9].

Proteinele denaturate, vernisurile cornifiate termic și vernisurile ancrasate oxidative pot fi îndepărtate cu ajutorul amestecurilor de solvenți cu înaltă specificitate (alcalini, acizi sau neutri) și cu ajutorul agenților activi de suprafață din grupul detergenților, a săpunurilor sau a emulgatorilor.

Printre cei mai utilizați solvenți se numără: alcoolii, cetonele, esterii, eterii, aminoderivații, nitroderivații, hidrocarburile aromatice etc. [2].

2.3. Curățarea mecanică a picturilor

În funcție de natura depunerilor dar și de grosimea stratului de murdărie, de aderența acestuia la suprafața picturii, se alege modul de curățare: fizico-mecanică, umedă sau termică (piroliza).

În general, pentru unele depuneri sau intervenții de repoleire, revernisare sau repictare se apelează la procedeele mecanice.

Pentru înlăturarea depunerilor neaderente se apelează la aspirare ușoară, suflare sau ștergere cu materiale moi. Praful depus prin sedimentare sau pânzele de paianjen se înlătură cu grijă prin periere cu pensoane confecționate din fibre moi [10].

În cazul depunerilor aderente sau semiaderente se utilizează perii abrazive din fibră de sticlă sau pensoane din păr gros de cal sau de porc, fire metalice. În unele cazuri (repictări, revernisări) se apelează la bisturiu sau freze dentare. Bisturiul înlătură picăturile de ceară sau alte materiale insolubile foarte aderente.

Este imperios necesar să se acorde o mare atenție acestor modalități de curățare pentru evitarea, agresiunii asupra policromiei sau a vernisului. Trebuie să menționăm că sunt și situații când nu poate fi evitată decaparea parțială a vernisului sau a stratului de culoare [11].

Suprafața eliminată se chituiește și se armonizează cromatic, nu înainte de a îndepărta cu multă grijă elementele care pot afecta stratul de culoare. În cazul picturilor protejate cu sticlă, murdăria întărită din apropierea ramei se răzuiește cu un bisturiu sau cu o lamă apoi se degresează cu o soluție alcoolică.

Tablourile se curăță de praf prin ștergere, afară la aer, cu o cârpă moale fără scame sau cu ajutorul unui pământ de pene [12].

Îndepărtarea prafului sau a depunerilor neaderente se poate face și cu ajutorul aspiratorului. Această metodă impune mare atenție din partea utilizatorului cu precizarea că nu se va folosi la suprafețele care prezintă cracluri mobile sau solziri. Pentru îndepărtarea unei murdării, pe lângă sistemului de curățare principal, ales prin testare, se pot folosi mai multe modalități ajutoare, aplicate consecutiv sau concomitent. Astfel de proceduri se aplică și în cazul petelor de mușgai. Ele se îndepărtează prin ștergere sau frecare ușoară, mai întâi cu o cârpă moale care să nu lase scame sau cu perii cu părul foarte fin. Următoarea operație constă în ștergerea zonei afectate cu miez de pâine neagră, proaspătă. Ultima etapă o reprezintă spălarea, clătirea și uscarea perimetrului curățat.

2.4. Curățarea umedă a picturilor vechi

Curățarea umedă este un procedeu care folosește solvenți organici ca atare: apa pură distilată, apa de ploaie, dar și în amestec cu alți solvenți organici [9].

Cele mai utilizate amestecuri în activitatea de restaurare, sunt:

- *alcool, acetona și apă* pentru fum sau murdărie aderentă;
- *apă, amoniac, acetona și alcool* pentru cleiuri, ceară, murdărie grasă aderentă și ancrasată;
- *apă și dimetilbutilamina* pentru uleiuri învechite, bine conservate;
- *nitroderivați* pentru vernisuri pe bază de rășini naturale, puternic alterate sau învechite;
- *acetatul de amil și dimetilformamida* pentru vernisuri pe bază de rășini naturale, învechite;
- *apă, o picătură de acid formic și dimetilbutilamina* pentru repictări în culori tempera alterate;
- *apa distilată, amoniacul și alcoolul etilic* curăță murdăria aderentă grasă;
- *stearat de amoniu, dimetilbutilamina și nitroderivați* pentru grăsimi superficiale alterate;
- *alcool și acetona* pentru curățarea vernisurilor îmbătrânite, ce conțin rășini naturale;
- *piridina, dimetilbutilamina și apă* pentru uleiuri învechite, cornifiate termic sau ancrasate oxidativ;
- *etilentalina și alcool etilic* pentru rășini proaspete.

Fiecare component în parte utilizat pentru obținerea amestecurilor se comportă diferit în cadrul sistemului. Din acest motiv este necesară cunoașterea reacțiilor și a interacțiilor, totalitatea avantajelor dar și a dezavantajelor în momentul stabilirii soluției optime [9].

În practica actuală, din cauza costului ridicat a unor solvenți eficienți, se preferă solventul mai puțin eficient, dar mai ieftin. De exemplu, etanolul și izopropanolul sunt doi solvenți diferiți ca eficiență și preț de cost. Primul este mai puțin eficient în dizolvarea rășinilor ancrasate, dar des folosit datorită costului scăzut, iar cel de-al doilea este recunoscut în domeniul restaurării ca cel mai eficient solvent pentru curățarea picturilor vechi vernisate, dar care are dezavantajul prețului de cost ridicat.

Dacă analizăm alcoolul etilic putem sublinia următoarele aspecte: are toxicitate redusă, acționează rapid și eficient împotriva bacteriilor, are o mare putere de curățare a murdăriei ancrasate și a grăsimilor fiind folosit în curățarea suprafețelor policrome încă de la începuturile practicii restaurării, nu lasă reziduri pe suprafețele curățate. Pentru a fi eficiente împotriva sporilor, dar și pentru neutralizarea virușilor se folosesc soluții concentrate de până la 90%. Pentru rășinile sintetice este indicat *ciclohexanolul*, un solvent ce intră și în compoziția unor amestecuri pentru curățarea picturilor în tempera sau în ulei [2].

Acetona se numără printre solvenții foarte eficienți. Ea se folosește pentru îndepărtarea peliculei de lac oxidat format la suprafața picturii. Soluțiile disperse ce au în compoziția lor cetone și alcooli micșorează cantitatea de reziduri polimerice într-o

măsură mai mare decât gelurile. Diluțiile cu apă în combinație cu glicerolul sau etilenglicolul permit eliminarea ușoară a aditivilor de curățare cu retenție, prin ștergere energetică [13].

Analizând dezavantajele prin comparație cu alți solvenți, trebuie precizat că acetona este foarte volatilă și are rata de evaporare mai ridicată, fiind utilizată doar la prepararea sistemelor apoase pe bază de borax și polivinilalcool-(PVA) cu rol de cosolvent. Curățarea vopselelor, de pe picturile vechi necesită mare atenție deoarece capacitatea mare de penetrare a acestui solvent pentru culorile în tempera sau în ulei pot dizolva pigmenții cât și lianții de suprafață [14].

Pentru îndepărtarea acestora, adesea se folosește *terebentina*, care se extrage din rășina de conifere prin distilare. Aceasta are un miros puternic, fiind un lichid incolor, insolubil în apă și ușor inflamabil. Pentru că este un bun solvent ca atare dar și în combinație cu majoritatea solvenților organici, se folosește la curățarea pensulei în cazul vopselelor pe bază de ulei și ca dizolvant pentru lacuri, ceruri sau sacâz. Este folosită deasemeni ca aditiv pentru obținerea uleiului de camfor, pin sau a uleiurilor siccative. În calitate de solvent pentru dispersii de curățare se acordă o grijă deosebită.

Dispersiile de curățare ce au în compoziția lor terebentină se vor aplica pe suprafețe cât mai uniforme și cu multă atenție, deoarece pentru picturile vernisate este un emolient foarte puternic. În momentul în care pe laveta de bumbac se adună murdăria de pe suprafața tabloului, se va înlocui cu alta curată, eliminând în acest mod introducerea în soluția de spălare a impurităților colectate, pătrunderea și impregnarea lor prin penetrare, în interiorul craclurilor.

Agenții de curățare neutri (metil, etil cetona) facilitează curățarea manuală a materialelor ce sunt deteriorate de agenți acizi sau alcalini sau pentru curățarea diverselor suprafețe policrome cu pete de ulei nesicativ.

În operațiunile de restaurare, pe lângă solvenții clasici se apelează tot mai des la agenții noi de curățare. Înregistrat ca noutate, produsul industrial denumit comercial Contrad 2000, se utilizează tot mai des în ultimii ani la curățarea picturilor vechi de șevalet, în stare pură sau diluat cu apă în diferite concentrații, în funcție de necesități [15].

Cetonele curăță depunerile sau urmele de rășini și vernisuri; alcoolii dizolvă fumul gras și petele de grăsime; diluanții nitro îndepărtează petele, repictările aderente la vernis; amestecurile de esteri dizolvă petele de uleiuri ancrasate sau siccative. Soluția cu apă distilată alcalinizată cu amoniac îndepărtează petele de grăsime și cleiurile animale.

De regulă, sistemele de curățare au în componența lor două mecanisme ce acționează: unul fizic și altul chimic. Primul, cel fizic redispersează murdăria în solvent, iar cel de-al doilea, chimic - reactiv solubilizează, utilizând sisteme acido-bazice [16].

Curățarea chimic-reactivă cu solvenți este o acțiune dificilă ce presupune îndepărtarea selectivă a straturilor de murdărie de pe suprafața picturii cu soluții apoase sau alcoolice alcalinizate; această metodă se utilizează la curățarea picturilor murale [17].

Există anumiți solvenți organici nepolari, cu acțiune de degradare a proteinelor, mai mult, anumiți solvenți organici pot fi chimic reactivi [18].

Din cauza penetrării solvenților în straturile policrome, curățarea poate fi dificilă sau compromisă.

Este bine cunoscut faptul că utilizarea în exces a solvenților poate afecta pictura în curs de restaurare, alterând iremediabil pigmenții, prin pătrunderea lor în straturile profunde [19].

2.5. Teste de curățare aplicate picturilor vechi

Importanța testului de curățare pentru sistemele umede este determinată de efectele nedorite ce pot să apară pe suprafața picturii pe parcursul operațiunilor curățare.

Prin alegerea soluțiilor neadecvate, agresive sau incompatibile se poate ajunge în situația micșorării cotei valorice sau chiar la scoaterea din circuit a picturii, reprezentând obiect, lucrare de patrimoniu național sau universal.

La efectuarea testului de spălare și la stabilirea compatibilității operațiilor de curățare se urmărește [8]:

- prezența scorjirilor sau cornifierilor vernisului și a stratului pictural;
- fragilizarea policromiei, prezența craclurilor și a lacunelor mobile;
- uniformitatea, dispunerea, natura și aderența murdăriei;
- degradarea, vernisurilor, decolorarea sau înnegrirea picturilor;
- revernisări sau repictări necorespunzătoare.

În protocolul experimental de curățare se utilizează diferite amestecuri de solvenți, ca atare sau împreună cu o serie de aditivi de suprafață. Solvenții și aditivii ce trebuie testați se stabilesc în funcție de starea de conservare a suprafeței de curățat dar și de natura materialelor ce compun stratul pictural.

Pentru testare se alege o suprafață de aproximativ 1cm², cu nuanțe reprezentative pentru întreaga suprafață a picturii. Fiecare zonă se delimitează cu un dreptunghi sau pătrat, apoi se notează numărul sistemului de spălare ce urmează să se aplice. Curățarea zonei se face gradual conform protocolului experimental. Dacă se observă că rețeta încercată este agresivă, dizolvă nu numai murdăria ci și stratul de culoare, operațiunea de spălare se întrerupe, se modifică concentrația la una sau mai multe substanțe componente ale soluției de spălare, sau se înlocuiesc cu altele, mai blânde. La finalul fiecarui test, capacitatea de spălare este atent verificată, mai întâi cu ochiul liber, cu lupa de mărit, prin analize fizico-chimice dar și prin comparație cu zonele apropiate.

Îndepărtarea murdăriei se face cu ajutorul tampoanelor mici de vată învelite în tifon pentru a evita depunerea scamelor pe asperități. Acestea se umezesc cu soluția de testat, se aplică cu precauție pe o singură direcție, apoi se începe ștergerea cu un batişon semiumectat, în aceeași direcție. Se continuă ștergerea pe direcția în cruce, dar cu altul tampon curat, până la îndepărtarea totală a murdăriei.

Trebuie să menționăm că înaintea efectuării testelor de spălare este necesar să se realizeze fotografii sub diferite unghiuri a suprafeței supusă restaurării pentru

evidențierea desprinderilor ușoare de suport, mai puțin vizibile, cu risc de desprindere la ștergere.

Testele de curățare trebuie făcute de fiecare dată, pentru toate tipurile de policromii deoarece în multe cazuri acestea nu reacționează la fel. Tamponul de bumbac curat se aplică pe suprafața picturii prin mișcări ușoare dus-întors și circulare, nu se freacă niciodată energic și nu se lăasă lichid în exces pe suprafața lucrării.

Pulberile fine organice sau anorganice se elimină folosind inițial procedee mecanice apoi prin soluții umede prin spălare cu apă curată la temperatura camerei și substanțe tensioactive.

Apa de ploaie este des utilizată în prepararea soluțiilor; are o putere de spălare superioară apei potabile datorită proprietăților sale: duritate mică, capacitate mai ridicată de emulsionare și dizolvare. În practica restaurării este bine cunoscut faptul că se preferă curățarea în mai multe rânduri cu cantități mici de lichid, pentru a putea observa și controla reacțiile și efectele spălării asupra picturii.

2.6. Metode vechi de curățare

Prezentăm în continuare câteva dintre aceste tehnici vechi de curățare umede care sunt folosite în mod curent sau prin procesele mecanice de ștergere. Fumul și murdăria de suprafață, fixată pe o pictură de ulei sau tempera grasă vernisată se poate înlătura cu un burete înmuiat în apă de ploaie și stors frecând ușor în toate sensurile, până când depunerile dispar. Dacă soluția apoasă conține carbonat de potasiu, mediul devine prietenos alcalin, inofensiv față de culorile cu ulei, înlăturând eficient toată funinginea depusă în timp.

Depunerile de fum provenit de la candelă și lumânări, se curăță de pe picturile vechi înnegrite cu miez de pâine neagră, cu ajutorul căreia se șterge ușor suprafața prin presare și roluire, același efect îl obținem și folosind guma moale, obișnuită, cu care se șterge suprafața prin apăsări ușoare.

Dacă depunerile de fum rezistă și murdăria nu se curăță, se încearcă prin frecarea cu un burete trecut pe un săpun obișnuit sau leșie caldă (apă caldă trecută prin cenușa rezultată prin arderea esențelor de lemn moale) poi se șterge cu un alt burete umed și curat sau cârpă uscată nescămoșabilă.

Pentru curățarea suprafețelor se vor folosi tampoane de vată învelite în tifon, pentru a evita depunerile de filamente greu de curățat după uscare. Petele lăsate de salivă, de muște și de degete murdare, se scot cu apă caldă sau cu apă oxigenată 3%, în amestec cu alcool, folosită numai local cu mare grijă, pentru a proteja vernisul. Pentru îndepărtarea petelor de rugină se folosește în mod frecvent acid oxalic sau cu sare de lămâie (5%) și apă. Petele de cerneală se îndepărtează cu soluție apoasă de acid oxalic 5% sau sare de lămâie 10%, după care se spală cu tampoane de vată și multă apă.

Ceara de la lumânări, se scoate punând deasupra o bucată de sugativă încălzită cu o lamă fierbinte de metal sau fier de călcat, apoi se șterge cu o cârpă curată umezită cu benzină.

Vernisul obținut din albuș de ou, aplicat în mai multe straturi pe tablou, formează o crustă dură îngălbenită și rezistentă, greu de înlăturat cu apă. În astfel de

cazuri pictura trebuie umezită cu ulei de în după care se lăsa 2 ore până se înmoaie straturile de albuș, apoi crusta formată după tratament se îndepărtează cu alcool pur, iar pe măsură ce ele dispar încep să apară culorile picturii originale.

2.7. Curățarea enzimatică, cu hidrogeluri și cu cristale lichide

În prezent se cunosc și aplicații moderne de curățare durabile și ecologice a picturilor ce constă în utilizarea de microemulsii, hidrogeluri, lichide ionice precum și ablația laser. Enzimele acționează ca niște catalizatori în toate reacțiile chimice ce au loc în organismele vii la un pH neutru și temperatura apropiată de temperatura camerei.

Enzimele utilizate trebuie să fie compatibile cu natura pigmentilor sau a substratului aderent de curățat, folosind o concentrație de 0,1% greutate/volum, timpul de reacție depinde în mare măsură de viteza de penetrare a soluției în substrat, variind de la 10 minute, în cazul unui depozit semiaderent până la o oră pentru tratat de murdărie foarte aderentă. După fiecare etapă de curățare se spală de 2-3 ori cu apă distilată excesul de enzimă și se clătește bine cu apă distilată caldă.

În ultimul timp sunt folosite în mod frecvent gelurile decapante, care au o acțiune strict pe murdăria de pe suprafața policromă și nu penetrează în substratul pictural. Cu toate acestea înainte de utilizarea gelurilor se fac numeroase teste pentru luarea deciziilor eficiente și corecte de curățare. Microemulsiile transparente sunt ușor de controlat și se folosesc ca agenți de curățare în special pentru picturile murale [20]. Prin cantitatea mică de solvent utilizată, gelurile sunt considerate ecologice, reducând astfel toxicitatea și impactul nociv asupra mediului. Principalul dezavantaj al microemulsiilor moderne este faptul că acestea nu se găsesc la dispoziția restauratorilor.

Unele specii de microorganisme pot fi utilizate ca agenți de curățare a picturilor murale, care prezintă: săruri solubile, polimeri naturali, repictări sau alte depuneri.

Pentru curățarea frescelor se folosesc cu succes hidrogelurile. S-a constatat că vâscozitatea mare a gelului încetinește evaporarea solventului, și limitează penetrarea acestuia în substratul inițial [21], principalul dezavantaj constă în rata scăzută de evaporare a rezidului remanent.

Selectarea hidrogelurilor pentru curățare trebuie să fie, eficiente, stabile, dar care asigură o spălare ușoară și completă după utilizare. Evaporarea solventilor organici volatili are loc mult mai lent din cauza efectului de confinare constat în structura hidrogelului.

Metoda modernă de curățare propusă de Bonini și alții [22], este folosirea unui hidrogel de tip nanosistem magnetic dispersiv, care poate fi refolosit după uscare, reducând astfel reziduurile toxice.

O altă metodă propusă pentru curățarea ecologică sunt lichidele ionice (LI), compuse din cationi și anioni organici cu structuri complexe, neinflamabili și cu o bună stabilitate termică [23].

Prin modificarea raportului între cationi și anioni, unele proprietăți, precum: vâscozitate, aciditate sau temperatura de fierbere, pot fi reglate pentru a satisface

cerințele de curățare specifice picturii. Ele devin foarte atractive în curățarea și conservarea operelor de artă, deoarece sunt mai puțin periculoase față de metodele clasice folosite.

Principalele avantaje ale utilizării lichidelor ionice sunt legate în mod cert de versatilitatea și selectivitatea lor. Remanența acestora în straturile de culoare, constituie un dezavantaj, care poate fi înlăturat prin respectarea cu strictețe a procedurilor specifice de curățare, spălare și clătire a suprafețelor supuse restaurării.

BIBLIOGRAFIE

- [1] R. Giorgi, M. Baglioni, D. Berti, P. Baglioni, *New Methodologies for the conservation of cultural heritage: Micellar solutions, microemulsions, and hydroxide nanoparticles*, **Accounts of Chemical Research**, **43**(6), 2010, pp. 695-704.
- [2] I. Sandu, I.C.A. Sandu, V. Vasilache, M.L. Geaman, **Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale, Vol. IV. Determinarea stării de conservare și restaurarea picturilor de șevalet**, Ed. Performantica, Iași, 2006.
- [3] V. Vasilache, I.C.A. Sandu, S. Pruteanu, A.T. Caldeira, A.E. Simionescu, I. Sandu, *Testing the cleaning effectiveness of new ecological aqueous dispersions applied on old icons*, **Applied Surface Science**, **367**, 2016, pp. 70-79.
- [4] I.C.A. Sandu, I. Sandu, C. Luca, C., **Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale, vol. II. Autentificarea și determinarea stării de conservare a picturilor de șevalet**, Ed. Performantica, Iași, 2005.
- [5] I. Sandu, M. Hayashi, I.C.A. Sandu, *Evaluation of some Physical-Structural and Chemical Characteristics with Chronological Evolution for Old Wood for Authentication*, **Proceedings of the IInd, International Conference of the Chemical Society of the Republic of Moldova, „Achievements and Perspectives of Modern Chemistry”**, Chișinău, 2007, p. 145.
- [6] P. Cremonesi, **L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome** (second edition), Il Prato, Padova, 2000.
- [7] P. Sanmartín, F. Cappitelli, R. Mitchell, *Current methods of graffiti removal: A review*, **Construction and Building Materials**, **71**, 2014, pp. 363-374.
- [8] R. White, A. Roy, *GC-MS and SEM Studies on the Effects of Solvent Cleaning on Old Master Paintings from the National-Gallery, London (Gas-Chromatography Mass-Spectrometry, Scanning Electron-Microscopy)*, **Studies in Conservation**, **43**(3), 1998, pp. 159 – 176.
- [9] L. Masschelein-Kleiner, **Les Solvants, Cours de Conservation**, Ed. Institut Royal du Patrimoine Artistique (IRPA), Bruxelles, 1994.
- [10] S. Pruteanu, *Sisteme moderne de curățare a picturilor vechi*, PhD. **Teză de doctorat**, Universitatea ”A.I. Cuza”, Iași, 2015.

- [11] I.C.A. Sandu, S. Bracci, I. Sandu, *Instrumental Analyses Used in the Authentication of Old Paintings I. Comparison Between Two Icons of XIXth Century*, **Revista de Chimie**, **57**, 2006, pp. 796–803.
- [12] G. Koklova, **The Restoration Of The Icons In Russia. The Image of the Spirit**, Ed. Electa, Milano, 1996.
- [13] V. Vasilache, I. Sandu, C. Luca, I.C.A. Sandu, **News concerning Scientific Conservation of the Old Polychrome Wood**, Ed. Universităţii "A.I. Cuza", Iaşi, 2009.
- [14] S. Pruteanu, V. Vasilache, I.C.A. Sandu, A.M. Budu, I. Sandu, *Assessment of Cleaning Effectiveness for New Ecological Systems on Ancient Tempera Icon by Complementary Microscopy Techniques*, **Microscopy Research and Techniques**, **77**(12), pp. 1060-1070.
- [15] S. Pruteanu, I. Sandu, M.C. Timar, M. Munteanu, V. Vasilache, I.C.A. Sandu, *Ecological Systems Applied for Cleaning Gilding in Old Icons*, **Revista de Chimie (Bucharest)**, **65**(12), 2014, pp. 1467-1472
- [16] A. Phenix, A. Burnstock, *The Removal of Surface Dirt on Paintings with Chelating Agents*, **The Conservator**, **16**, 1992, pp. 28-38.
- [17] N. Khandekar, A. Phenix, J. Sharp, *Pilot Study Into the Effects of Solvents on Artificially Aged Egg Tempera Films*, **The Conservator**, **18**, 1994, pp. 62-72.
- [18] S. Michalski, *A Physical Model of the Cleaning of Oil Paint*, **Cleaning, Retouching and Coatings: Technology and Practice for Easel Paintings and Polychrome Sculpture**, IIC London, (Editors: Mills J.S.; Smith, P.), International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Brussels, 1990, pp. 85–92.
- [19] R.E. Feeney, *Chemical Changes in Food Proteins*, **Evaluation of Proteins for Humans** (Editor: Bodwell, C.E.), Avi Publishing C.O., Westport, CT., 1977, pp. 233-254.
- [20] P. Baglioni, D. Chelazzi, R. Giorgi, G. Poggi, *Colloid and materials science for the conservation of cultural heritage: Cleaning, consolidation, and deacidification*, **Langmuir**, **29**(17), 2013, pp. 5110- 5122.
- [21] G. Ranalli, M. Matteini, I. Tosini, E. Zanardini, C. Sorlini, *Bioremediation of Cultural Heritage: Removal of Sulphates, Nitrates and Organic Substances*, **Of Microbes and Art**, **3**, 2000, pp. 231-245.
- [22] M. Bonini, S. Lenz, R. Giorgi, P. Baglioni, *Nanomagnetic Sponges for the Cleaning of Works of Art*, **Langmuir**, **23**(17), 2007, pp. 8681-8685.
- [23] M. Lancaster, **Green Chemistry** (second edition), RSC Publishing, Cambridge, 2010, pp. 163-164.