

EFFETS SECONDAIRES DES CERTAINES SUBSTANCES UTILISÉES DANS LA CONSERVATION DU BOIS BIODÉTÉRIORÉ

PAR

MINA MOȘNEAGU¹ ET MARIANA MUSTĂȚĂ¹

Mots clés: conservation, biodégradation, bois, biocide

Le bois support de la structure des biens culturels nécessite des traitements de conservation-restauration par lesquels on arrête les processus de dégradation biologique, physique et chimique. On a constaté que les substances et les matériaux avec lesquels on intervient ont des divers effets secondaires qui conduisent à la réduction de la résistance des objets à l'action permanente des facteurs de dégradation. Nous nous sommes proposés à suivre l'effet de certains biocides (perméthrine, Liberon, Timpest, formol, DDT) sur des essences de bois biodétériorées (sapin, tilleul, cerisier, chêne) pour pouvoir supprimer certains effets négatifs qui puissent apparaître.

Introduction

Les œuvres d'art qui nécessitent des interventions de conservation-restauration sont exposées au risque d'être agressées, dans une différente mesure, juste par les matériaux ou les méthodes avec lesquels on intervient. Les objets ne sont pas d'organismes vivs, capables d'autoréparation; les interventions se cumulent, étant plus ou moins réversibles.

Dans cet'ouvrage, on présente un expérience réalisé pour l'observation des effets secondaires des certaines substances (biocides, substances de nettoyage) utilisées dans des diverses opérations de conservation-restauration des biens culturels faits en bois (sapin, tilleul, cerisier, chêne), matériel extrêmement important pour le Patrimoine Culturel de la Roumanie.

Matériaux et méthodes

L'étude a été faite sur des échantillons de bois biodégradé, de quatre essences (sapin, tilleul, cerisier, chêne) façonnées du support de bois de certaines iconostases et icones qui devaient être conservées et restaurées. Ainsi, on a façonné des fragments du:

- bois de sapin de la traverse de l'icône "Saint Nicolas" (XIX^{ème} siècle);
- bois de tilleul d'une colonne de l'iconostase de l'église "Saints Empereurs Constantin et Helene" (XIX^{ème} siècle);

¹ „Al.I. Cuza” University of Iași

- bois de tilleul d'une traverse de l'iconostase de l'église du village Dobrovăț (XVII^{ème} siècle);
- bois de cerisier de l'iconostase de l'église Nicoriță (XIX^{ème} siècle);
- bois de chêne de la traverse de l'icône "Saint Martyre Haralambie" (XIX^{ème} siècle) de l'église Nicoriță.

Les fragments de bois biodégradé de 1 cm² ont été immergés pendant 24 h dans les substances testées-biocides ou substances de nettoyage-période après laquelle les épreuves ont été séchées.

Les biocides utilisés à l'expérience:

- perméthrine cis-trans 0,3% dans le solvant nafta 2% - produit Phase;
- perméthrine dans le shellsol D 70 (6,1: 3,32) – produit Kremer;
- Liberon (propiconazol 0,31%, deltaméthrine 0,31%, tebuconazol 0,021% dans les solvants aliphatiques);
- Timpest (1 diclorbenzen 10,25, DDT technique aux 72% isomère p.p', 7gr/l, essence de térébenthine, cire d'abeille, cire Carnauba) – produit Mario Mazzoni;
- formol 38%.

On a analysé aussi des échantillons traités avec une solution de soude caustique 3%, utilisée souvent pour nettoyer le verso des icônes, et un fragment de bois de tilleul traité avec DDT, pendant les années passées.

Les épreuves ont été soumises à la métallisation en vide pour pouvoir être analysées au microscope électronique à balayage. Les observations se sont réalisées principalement sur les sections longitudinales; on a suivi les différences entre les échantillons traités et les épreuves témoin. En même temps, on a observé aussi l'état de conservation du bois et la présence de certaines substances étrangères provenant des traitements antérieurs.

Les analyses ont été réalisées au microscope MEB TESLA BS 300 et BS 340, les images étant agrandies jusqu'aux valeurs 390-5800 x. Les investigations au microscope électronique ont été effectuées à l'aide de madame l'assistante dr. Irina Toma. Les photos ont été réalisées sur un film AZO avec sensibilité 100 et, ensuite, préparées dans le Laboratoire Photo de la Faculté de Biologie de Iassy.

Résultats et discussions

1. Le bois de sapin détérioré

À la preuve témoin (fig.1) la structure était un peu affectée, en s'observant des coupures au niveau de parois des vaisseaux de bois et au niveau des fibres de sclerenchyme, on a constaté aussi des rares sédiments solides.

À la différence de la preuve témoin, aux épreuves traitées avec biocides ont paru certaines modifications structurelles du bois qui peuvent être expliquées toutes seules si on les considère comme l'effet des différents traitements.

Au fragment traité avec perméthrine dans le solvant nafta on a remarqué des distances entre les fibres, des sédiments solides, des coupures, des exfoliations au niveau des parois des fibres et des vaisseaux.

À la variante traité avec Liberon, la structure était affectée par une dégradation mécanique, les fibres de sclerenchyme ayant les parois ci et là, en s'observant des sédiments solides à la surface (fig.4) tel qu'à la variante traitée avec perméthrine.

Aux variantes traitées avec Timpest (fig.5) et perméthrine dans le shellsol D 70 (fig.3) on n'a pas constaté des modifications visibles au moment de l'analyse, mais des phénomènes faibles des exfoliations au niveau des parois des fibres, des rares sédiments solides.

2. Le bois de tilleul détérioré

Dans le cas du tilleul, on a choisi pour analyse plusieurs variantes traitées avec des différentes substances, parce que le tilleul est l'une des essences les plus souvent utilisées à confectionner les biens de patrimoine et, étant une essence molle, c'est plus facile soumise à la dégradation, donc nécessite une protection particulière.

Au cas de la preuve témoin, les investigations ont montré le fait que la dégradation était plutôt de nature mécanique, la microstructure du bois étant moins affectée. Nous mentionons que les épreuves analysées ont été massivement attaquées par les insectes, fait qui a conduit à la destruction partielle du bois; on ne peut observer des éléments structuraux intacts que dans des petites régions.

Au niveau des parois cellulaires des vaisseaux de bois, on constate des phénomènes mécaniques dégradatifs. Souvent, des petits sédiments solides étaient visibles sur les parois des vaisseaux, mais sans une importance distincte.

Dans le cas de l'épreuve traitée avec perméthrine dans le solvant nafta, on observe que ce traitement a affecté la structure du bois, conduisant à l'exfoliation partielle de certaines couches de l'épaisseur des parois cellulaires (surtout S1 et la partie externe du couche S2). On a constaté des coupures au niveau des parois, l'agrandissement des distances entre les éléments histologiques (fig.7).

L'exfoliation du paroi cellulaire conduit à l'amincissement et, implicitement à la réduction de son résistance. Comme dans le cas des traitements avec d'autres substances, la production de l'exfoliation partielle du paroi cellulaire pourrait être provoquée moins par la même substance que par la modification du volume au cours du traitement, par le gonflement du bois et, ensuite, l'apparition des fissures dans les parois des éléments composants de celui-ci au moment de la revenue aux dimensions initiales.

Dans le cas des fragments traités avec perméthrin dans le shellsol D 70, l'action destructive plus intense s'observe au niveau des fibres ligneuses qui ont souffert des fissures, des coupures, des modifications de volume par rapport à la variante témoin. On a constaté aussi des nombreuses adhérences et agglutinations du matériel solide, des formes différentes, sur les parois des vaisseaux mais aussi sur ceux des fibres ligneuses.

Au cas de la preuve traitée avec Liberon, on a remarqué des modifications spéciales dans la région du paroi, situées près des ponctuations. Ici ont eu lieu des exfoliations partielles de certaines zones du paroi cellulaire, des coupures et

discontinuités, ce qui conduit à une diminution de sa résistance. Mais l'affectation ne touche pas un degré alarmant, même si toutes les zones analysées ont présenté tels signes de dégradations.

Dans les variantes traitées avec Timpest, l'action agressive de la substance utilisée a produit l'apparition des fissures dans les parois cellulaires, surtout autour des ponctuations, aussi des sédiments solides (fig. 10). Les vaisseaux spiralés n'ont pas présente des modifications dans la structure des parois cellulaires. On a observé aussi la présence des sédiments solides ou cristallines, ce qui représente un aspect favorable, parce qu'on exclut une action prolongée de la substance utilisée dans le traitement l'affectation étant pour une période limitée.

Les preuves traitées avec soude caustique 3% ont présenté les dégradations les plus évidentes. La structure du bois a été profondément affectée, les phénomènes dégradatifs entravent l'identification des éléments histologiques du bois (fig. 11). Les plus affectées ont été les parois des fibres ligneuses; certaines ont souffert un phénomène de collapsus qui a produit la réduction de la résistance du matériel ligneux. On a observé des agglutinations, des adhérences, des agglomérations solides, des coupures au niveau des grossissements des vaisseaux de bois..

Au cas du traitement avec DDT, on a mis en évidence sur les parois des vaisseaux des sédiments de matériel solide et les grossissements annelés du trajet des vaisseaux de bois présentaient un aspect discontinu (fig.12)

Ces constatations sont très importantes en ce qui concerne l'interventions en vue de conserver les biens de patrimoine. La structure du bois étant beaucoup affectée par l'action des biocides on peut accélérer le processus de dégradation.

3. Le bois de cerisier détérioré

La preuve témoin présentait vaisseaux et fibres dont l'intégrité fut détruite à cause du processus de biodégradation. Les vaisseaux annelés et spiralés de bois, rarement réticulés et présentent des nombreuses ponctuations simple. Souvent, on a pu observer à l'intérieur des vaisseaux de sédiments des matériaux solides nonuniformes. Aux valeurs plus élevées du degré d'agrandir l'image, on a observé la structure intacte des parois des vaisseaux de bois. Ceux-ci avaient un aspect compact, sans fissures ou microsediments de résidu solides (fig.13).

Dans le cas des preuves traitées avec perméthrine dans le solvant nafta, à côté des aspects présentés, on a mis en relief des coupures au niveau des grossissements, des discontinuités des parois des fibres de bois, des exfoliations des vaisseaux de bois (fig.14).

Le traitement avec Liberon appliqué aux épreuves de bois de cerisier dégradé, fut un peu agressif, conduisant à l'apparition des phénomènes dégradatifs évidentes au niveau des fibres de bois, ruptures des grossissements au niveau des vaisseaux ponctués, fibres de bois visiblement dégradées.

À la variante traitée avec soude caustique 3% ont paru certaines modifications à la différence de l'épreuve témoin. La structure du bois de cerisier affectée déjà par

l'attaque des insectes a souffert des dégradations après le traitement avec solution de soude caustique 3%. C'est ainsi qu'on a observé des coupures discontinuités et exfoliations des parois des vaisseaux, spécialement à ceux réticulés, aussi comme des sédiments des petits cristaux de soude caustiques, surtout au niveau des grossissements annelés, aussi comme sur les parois des fibres ligneuses (fig.16).

À côté de la dégradation soufferte pendant le traitement, la persistance de ces microparticules de soude caustique sur les parois des vaisseaux de bois peut conduire, en temps, à la dégradation progressive du bois. Cela est causé par le fait que, en contact avec les vapeurs d'eau dans l'air, certaines particules peuvent se dissoudre, conduisant à l'apparition de petites gouttes des solutions dans la structure du bois. Ainsi, l'action corrosive prolongée peut-elle provoquer des dégradations massives du tissu ligneux dans une courte période.

Le bois traité avec formol a présenté rares phénomènes dégradatives au niveau des grossissements logués on n'a pas remarqué des sédiments des matériaux solides sur les parois des vaisseaux (fig.17).

4. Le bois de chêne détérioré

De toutes les épreuves analysées, le chêne a présenté les plus faibles traces de dégradation fait déterminé par sa structure qui a comme composantes des nombreuses fibres ligneuses avec un petit diamètre et avec des parois très gros.

Là preuve témoin présentait des modifications dégradatives des discontinuités au niveau des parois, des exfoliations et des adhérences des matériaux solides (fig.18).

L'échantillon traité avec soude caustique 3% a souffert des modifications de structure, en s'observant des distances des éléments histologiques de la structure du bois (par des phénomènes de deshydratations forcées les parois ont reçu un aspect ridé), l'apparition des fissures, des fentes dans les parois des vaisseaux et des fibres, des agglomérations de matériel solide, adhérent à la surface des fibres (fig.19).

Nos recherches ont mis en évidence que l'intervention appliquée à la conservation des biens de patrimoine ne peut pas être faite au hasard et avec toute sorte de substances. Le but de l'intervention doit être l'arrêt du processus de biodégradation et l'assurance d'un état de conservation prolongée. Tel que l'on constate, l'intervention avec biocides de natures différentes provoque des modifications structurelles du bois biodégradé, plus ou moins graves, en fonction de la substance utilisée et de la nature du bois.

Des biocides utilisés pour l'expérience, on a mis en évidence les effets négatifs de la perméthrine dans le solvant nafta.

Il s'impose, qu'avant de commencer le traitement, faire des investigations concernant les effets des substances utilisées, tenant compte du fait que certaines pièces du patrimoine peuvent avoir une valeur significative.

De nos recherches, on a déduit que les substances utilisées à la conservation des biens du patrimoine doivent accomplir certaines qualités:

- avoir une grande efficacité dans des petites concentrations, au sens d'introduire un minimum de quantité de substance étrangère dans l'objet, pour lui assurer la protection;
- *présenter une réactivité chimique réduite* au but d'éviter les possibles interactions avec les matériaux de l'oeuvre (une attention particulière nécessitent les objets composés comme le bois polychrome, le bois avec métal, des couvertures d'un livre recouvert en peau etc.);
- *ne pas rester des résidus*, qui puissent être dangereux pour les matériaux de l'objet, ne pas former des pellicules qui exfolieront en temps;
- ne pas modifier l'aspect des matériaux;
- être résistantes à la décomposition chimique et photochimique (stabilité);
- *se volatiliser lentement*;
- être facile à manœuvrer;
- avoir une toxicité réduite pour limiter au maximum les possibles inconvénients pour les conservateurs, pendant les traitements;
- être écologiques.

De l'étude effectuée il résulte que les biocides testés produisent des inconvénients mineurs (Liberon, Timpest) ou assez importants (perméthrin dans le solvant nafta, soude caustique).

Conclusions

Dans nos recherches nous nous sommes proposés suivre les possibles effets négatifs des certaines substances usuelles (biocides, solutions de nettoyage), prenant en observation certaines pièces dégradées réalisées des différentes essences ligneuses (sapin, tilleul, cerisier, chêne).

À la suite des analyses effectuées on tire les conclusions suivantes:

1. Après avoir traité différents espèces de bois avec des substances chimiques, on a constaté les dégradations suivantes:
 - exfoliations des couches des parois cellulaires des fibres;
 - fissures, coupures, discontinuités au niveau des parois des fibres;
 - déformations, modifications de volume avec des distances entre les éléments histologiques;
 - sédimentation des matériaux solides adhérents aux différents éléments histologiques.
2. Des biocides utilisés à l'expérience, perméthrin dans le solvant nafta, fut la plus agressive à cause de sa composition chimique et sa volatilité très élevée. Les preuves de sapin, tilleul, cerisier ont été visiblement modifiées par l'exfoliation des couches des parois cellulaires et par l'apparition des distances entre les éléments histologiques.
3. Les preuves traitées avec perméthrin en shellsol D 70 présentent des nombreuses adhérences de matériel solide, aussi comme des phénomènes dégradatives.

4. Le traitement avec Liberon (propiconazol 0,31%, deltamthrine 0,31%, tebuconazol 0,021% en solvants aliphatiques) a causé des exfoliations et discontinuités au niveau des parois des vaisseau en bois.
5. Le traitement avec Timpest (1 diclorbenzen 10,25, DDT technique aux 72% isomere p.p', 7gr/l, essence de terébenthine, cire d'abeille, cire Carnauba) a causé l'exfoliation des couches du parois cellulaire et l'adhérence des matériaux solide aux parois des fibres.
6. Le bois de sapin fut plus résistant aux traitements appliqués par comparaison avec le bois de tilleul ou cerisier, mais, en échange, plus sensible que le bois de chêne.
7. La chêne a été l'essence de bois la plus résistante à l'action des facteurs de dégradation biologique ou chimique parce que, à côté du fait celle-ci présente des parois fortement gros et lignifiés contient des tanins qui lui confèrent résistance et durabilité.
8. Le traitement avec soude caustique 3% fut très agressif pour toutes les essences de bois, l'effet de la substance étant double, pendant et après l'action du traitement, des cristaux de soude caustique qui restent dans la structure du bois, seront réactivés dans la présence de l'eau, agissant corosivement.

À la suite des experiments réalisés, nous concluons que les substances testées n'accomplissent pas les conditions nécessaires pour leur utilisation dans la conservation des oeuvres d'art. La perméthrin en solvant nafta, à cause de la réactivité chimique et la volatilité élevée, a produit l'exfoliation des couches des parois cellulaire, ce qui conduit à la réduction de la résistance du bois. La perméthrine dans le shellsol D 70, Liberon, Timpest ne sont pas indiqués pour traiter le bois biodégradable à cause des sédiments solides qui peuvent affecter la structure du bois.

Nous considérons que nos recherches doivent être continuées au sens de trouver une formule adéquate à une conservation favorable des biens de patrimoine.

Bibliographie

1. Caneva, G., Nugari, M.P., Salvadori, O., 1997 - *La biologia nel restauro*, Nardini Editore, Firenze.
2. Castelli, C., (et les collaborateurs), 1996 - vol. I, Nardini Editore, Fiesole, p.329-334.
3. Mauro Matteini, Archangelo Moles, 1999 - *La chimica nel restauro*, Nardini Editore.
4. Mustață, M., 1998 - *Insecte dăunătoare bunurilor de patrimoniu*, Editura Universității „Al.I. Cuza”, Iași.
5. Shawn, M.C., Schniewind, A.P., 1990 - „Studies in conservation”, vol. 35, nr. 1, pp. 26-32.

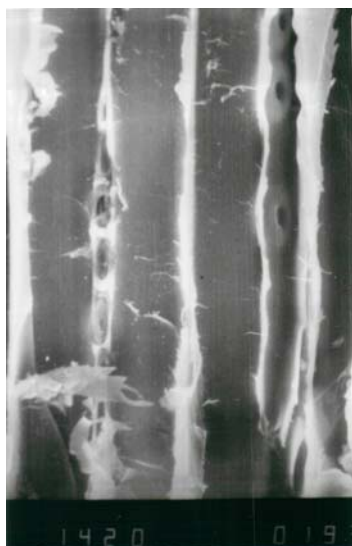


Fig. 1 Brad (martor) – 1420x

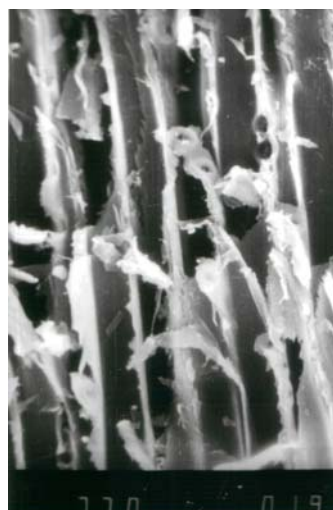


Fig. 2 Brad în permetrină cu petrol (770x)

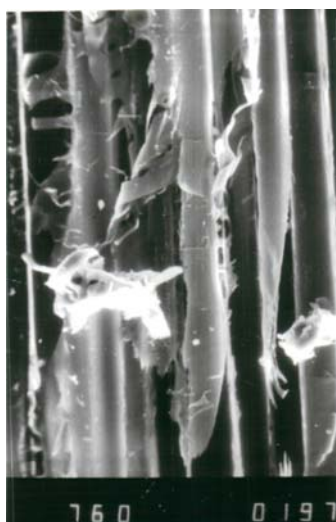


Fig. 3. Brad în permetrină cu shellsol (760x)



Fig. 4. Brad în Liberon (890x)



Fig. 5. Brad în Timpest (720x)

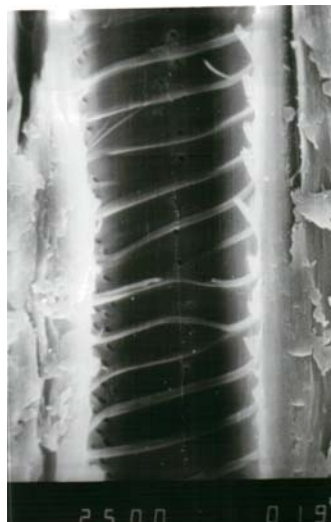


Fig. 6. Tei martor (2500x)



Fig. 7. Tei în permetrină cu petrol (2500x)



Fig. 8. Tei în permetrină cu shellsol (2600x)



Fig. 9. Tei în Liberon (790x)

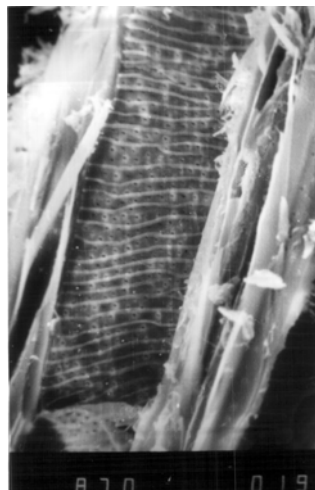


Fig. 10. Tei în Timpest (870x)



Fig. 11. Tei în sodă caustică (5500x)



Fig. 12. Tei în DDT (1800x)

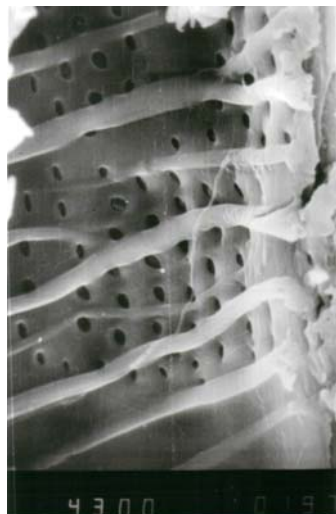


Fig. 13. Cireș (martor) (4300x)



Fig. 14. Cireș în permetrină cu petrol (480x)

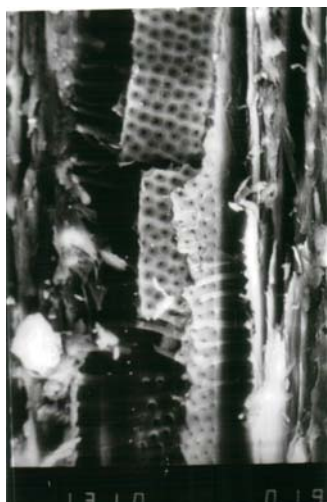


Fig. 15. Cireș în Liberon (1310x)



Fig. 16. Cireș în sodă caustică (1140x)



Fig. 17. Cireș în formol (700x)



Fig. 18. Stejar (martor) (1190x)



Fig. 19. Stejar în sodă caustică (1150x)