



ACADEMIA ROMÂNĂ
SCOSAAR

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

TITLUL Wood and wood-based products – structure, degradation, modification and protection

Domeniul de abilitare: **CHIMIE**

Autor: Dr. Carmen-Mihaela Popescu

Teza de abilitare, intitulată "Lemnul și produsele pe baza de lemn – structură, degradare, modificare, protecție" prezintă rezultatele activității de cercetare pe care am desfășurat-o după susținerea tezei de doctorat pe 4 mai 2010. Teza de abilitare este grupată în trei secțiuni (I) Realizări profesionale și științifice, (II) Contribuții științifice și (III) Plan de dezvoltare profesională.

Secțiunea I "Realizări profesionale și științifice" este dedicată activității profesionale, urmată de principalele direcții de cercetare desfășurate după susținerea tezei de doctorat. Acestea s-au axat în principal pe trei direcții: (i) prima direcție este dedicată continuării și dezvoltării cercetării întreprinse în perioada studiilor doctorale (evaluarea proceselor și mecanismelor implicate în degradarea naturală în timp a lemnului istoric), dezvoltarea domeniului de biodegradare și îmbătrânire artificiale, precum și adăugarea unei noi direcții, și anume, degradarea termică și hidro-termică a lemnului. Cea de a doua direcție de cercetare (ii) o reprezintă evaluarea modificărilor structurale și a proprietăților de sorbtie a lemnului modificat chimic și termo-chimic. A treia direcție de cercetare (iii) reprezintă folosirea unor formulărilor de acoperire (prin impregnare) pentru a îmbunătăți rezistența mecanică a lemnului arheologic puternic degradat, precum și conferirea de noi funcții lemnului – superhidrofobicitatea.

Deoarece sunt o persoană deschisă cu dorința puternică de a învăța lucruri noi și de a lucra în medii academice diferite, am participat la 17 stagii de formare în afara țării atât ca doctorand, cât și mai târziu ca cercetător, în departamente ale universităților și centrelor de cercetare din Austria, Belgia, Elveția, Finlanda, Germania, Japonia, Letonia, Norvegia, Marea Britanie și Suedia. De asemenea am participat la o serie de cursuri de instruire.

În cei aproximativ 18 ani de activitate de cercetare am publicat, ca autor principal sau co-autor, 86 de lucrări, 8 capitole de carte și am participat la aproximativ 150 de conferințe și simpozioane, 16 Acțiuni COST (în 10 Acțiuni am fost implicată ca membru în comitetul de management, iar în 2 ca membru în

comitetul director). Am fost de asemenea implicata in 11 proiecte nationale si internationale de cercetare, dintre care in 3 ca director de proiect.

Realizarile profesionale si stiintifice au fost recunoscute de comunitatea internationala stiintifica, astfel, conform Scopus, lucrarile mele ISI au fost citate de autori in lucrarile lor de 1262 de ori (excluzand auto-citarile), iar conform Web of Science de 1201 ori. Pe ambele platforme Indicele H este 18. De asemenea am fost invitata sa fiu membru in comitetul editorial al unor jurnale. Am fost conducator a unei teze de master, am coordonat doctoranzi si am fost implicata in comisia de examinare a unor teze de doctorat din exteriorul tarii. Am fost membru in comitetul stiintific si de organizare la 11 conferinte. Incepand cu anul 2015 sunt cercetator asociat la Universitatea Napier din Edinburgh, Marea Britanie si intre 2018/2019 am fost profesor invitat la Universitatea Tsukuba, in Japonia.

Urmatoarea sectiune, II „Contributii stiintifice”, descrie cele mai semnificative rezultate stiintifice obtinute in aceasta perioada, cu privire la structura, degradarea, modificarea si protectia lemnului. Aceasta este impartita pe partu capitole, dupa cum urmeaza:

Capitolul 2 prezinta evaluarea structurala a lemnului si a produselor pe baza lemn sau derivate de lemn, proprietatile acestora si cateva aplicatii.

Lemnul a jucat mult timp un rol important in activitatea umana datorita proprietatilor sale unice. In ultimii ani, din cauza provocarilor globale actuale in ceea ce priveste emisiile de dioxid de carbon si schimbarile climatice, ideea de „constructie verde” a devenit tot mai atractiva. Utilizatorii finali au devenit tot mai interesati de beneficiile potentiale de mediu ale lemnului, utilizat ca alternativa la materialele conventionale (moderne) pentru constructii. Astfel, reintroducerea lemnului si a materialelor pe baza de lemn drept materiale de constructie sau materiale pentru fatade este foarte “la moda”. Mai mult, focalizarea pe “cladirile verzi” are ca scop reducerea consumului de energie al cladirilor si a efectelor negative asupra sanatatii umane, iar utilizarea lemnului poate influenta aceste aspecte.

Lemnul este reciclabil, regenerabil, biodegradabil, ieftin, prezinta un aspect estetic placut, este usor accesibil in majoritatea tarilor si este usor de procesat. Acesta poate fi modelat intr-o varietate larga de forme si arhitecturi, prin tehnici traditionale si moderne, si este, in sine, o inspiratie din natura pentru cei care lucreaza cu el. Toate aceste caracteristici contribuie la popularitatea tot mai mare a lemnului. Mai mult, produsele pe baza de lemn sau produsele din lemn prelucrat, cum ar fi: CLT, placaj, PAL, OSB, sau materiale compozite din lemn si plastic, prezinta un interes ridicat.

Materialul lemnos care nu poate fi utilizat in alte aplicatii (de valoare redusa) poate fi transformat in carbune bio (tratarea termica a lemnului la temperaturi ridicate intr-un mediu cu o concentratie limitata de oxigen) cu aplicatii in remedierea solului (prezenta carbonului bio poate modifica compozitia biologica a solului). Acesta poate mentine si chiar imbunatati proprietatile fizico-chimice si biologice ale solului si, implicit, fertilitatea acestuia. Poate, de asemenea, imbunatati retentia de nutrienti, sau poate lega contaminantii din sol. Mai mult, actioneaza ca depozit pe termen lung a dioxidului de carbon atmosferic sechestrat.

In acelasi timp, extractia componentilor din lemn, in special celuloza, prezinta un domeniu larg de aplicatii: (i) material de baza in producerea hartiei; (ii) material de baza in textile; (iii) celuloza modificata in celuloza microcristalina sau nanoceluloza; (iv) energie; (v) productie de bioethanol; (vi) derivati de celuloza, cum ar fi eterii si esterii de celuloza utilizati in componenta materialelor pentru diferite aplicatii: acoperiri, adezivi solubili in apa si lianti, filme, membrane, materiale de constructie, tehnici de foraj, produse farmaceutice, sau produse alimentare; (vii) procesul de regenerare a celulozei a contribuit la tehnici noi, cum ar fi filarea fibrelor sau vascoza; (viii) nanofibrele de celuloza pot fi utilizate in diferite materiale nanocomposite pentru diferite aplicatii; si (ix) materiale de constructii.

In acest capitol este de asemenea prezentata obtinerea placilor din fibre de celuloza de densitate medie (MDF) si obtinerea unor produse de inalta valoare (cum ar fi nanoceluloza si nanofibre din materiale neconventionale).

Capitolul 3 descrie rezultatele obtinute in urma evaluarii mai multor tipuri de procese de

degradare (cum ar fi: lemn istoric si arheologic; biodegradare cu fungii putregaiului moale si putregaiului alb, imbatranire artificiala, precum si degradare termica si hidro-termica) prin diferite metode de investigare pentru a elucida mecanismele implicate. Pentru aceasta, au fost utilizate metode precum spectroscopia cu infrarosu mediu si apropiat, cuplata cu tehnici chemometrice (PCA si HCA), difractia cu raze X, spectroscopia RMN ¹³C CPMAS, termogravimetria, sorbtia in regim dinamic a vaporilor de apa si masuratorile acustice pentru a identifica si evidentia diferentele care apar in structura lemnului degradat in comparatie cu lemnul proaspat taiat (referinta).

In **capitolul 4** sunt prezentate doua tipuri de modificari ale lemnului: modificarea chimica si modificarea combinata termica si chimica.

In prima parte, folosind sorbtia dinamica a vaporilor de apa, combinata cu spectroscopia NIR si imagistica spectrala Raman au fost evaluate proprietatile de sorbtie/desorbtie ale apei, accesibilitatea site-urilor primare de sorbtie, posibilele interactiuni care au loc intre moleculele de apa si lemn, precum si distributia spatiala moleculara a componentelor chimice din straturile peretelui celular pentru lemnul modificat chimic cu diferite anhidride.

La fel ca si modificarea lemnului, modificarea celulozei este intens studiata. Acetatul de celuloza este unul dintre cei mai importanti derivati de celuloza, fiind utilizat in aplicatii, cum ar fi: membrane, filme, fibre, materiale plastice, filtre etc. In studiile noastre a fost investigata celuloza acetilata obtinuta prin acetilare heterogena.

Partea a doua a acestui capitol este dedicata tratamentului termic și chimic combinat folosind reactiile Maillard. Aceasta metoda prezinta potential ridicat pentru imbunatatirea unor proprietati ale materialului lemnos. In studiul nostru s-a evaluat efectul combinat al tratamentului chimic (folosind bicina si tricina) si modificarea termica (folosind o temperatura de 160 °C). Pentru a identifica si a intelege mai bine modificarile structurale care apar in timpul acestor procese in peretele celular al lemnului, s-a utilizat spectroscopia in infrarosu, combinata cu metodele chemometrice (PCA si HCA). De asemenea, au fost realizate masuratori ale unghiului de contact si proprietatile mecanice.

Capitolul 5 prezinta diferite modalitati de protectie ale lemnului. In prima parte, lemnul arheologic care prezinta grad avansat de degradare este tratat cu diferiti silani si siloxani pentru a-i imbunatati rezistenta mecanica, precum si pentru a pastra integritatea materialului lemnos ramas.

Partea a doua este dedicata utilizarii formularilor nanocompozite pe baza de nanoparticule de siliciu hidrofobizate si polimeri acrilici pentru a induce superhidrofobitate suprafetei lemnului. In general, suprafetele superhidrofobe si multifunctionale prezinta un mare interes stiintific si tehnologic in sectorul constructiilor din lemn, deoarece aceste suprafete sunt impermeabile, prezinta proprietati de autocuratare, nu necesita intretinere, sunt ignifuge, prezinta proprietati de purificare a aerului si sunt rezistente la intemperii. Nanotehnologia va avea un rol inportant in constructiile viitorului, deoarece nanomaterialele imbunatatesc proprietatile structurale, mecanice, igienice, estetice si energetice ale materialelor de constructii. Ele pot fi folosite ca umpluturi direct in materialele de constructie, la fatade sau in straturile de acoperire.

In partea a treia sunt prezentare planurile de dezvoltare stiintifica si profesionala care implica tineri doctoranzi. Aceasta este impartita in patru directii principale de cercetare, si anume: (I) evaluarea si elucidarea proceselor si mecanismelor implicate in degradarea lemnului si a produselor pe baza de lemn si care afecteaza durata de viata a acestora; (II) modificarea lemnului si a produselor pe baza de lemn pentru a imbunatati proprietatile si performanta acestora; (III) dezvoltarea de noi formulari pe baza de produse bio cu proprietati antimicrobiene si superhidrofobe pentru lemn si produse pe basa de lemn si derivate din lemn; (IV) dezvoltarea de noi materiale nanocomposite pe baza de nanofibre de celuloza pentru diferite aplicatii (cum ar fii: membrane separatoare pentru baterii si adezivi pentru placi MDF – placi de fibre de celuloza de densitate medie)

Fiecare directie prezinta detalii privind planul de cercetare initiat si propus, precum si colaborarile deja stabilite cu cercetatori din exterior (de exemplu: Prof. *Parvoiz Navi*, Elvetia; Prof *Eiichi*

Obataya si Prof *Miyuki Matsuo-Ueda*, Japonia; Prof. *Callum Hill*, UK si Dr. *Magdalena Broda*, Polonia; Dr. *Dennis Jones* si Prof. *Dick Sandberg*, Suedia; Prof. *Miha Humar*, Slovenia; Dr. *Alicja Stankiewicz*, UK/Polonia; Dr. *Katrin Zimmer* si Dr. *Andreas Treu*, Norvegia; Prof. *Wim Thielemans*, Belgia; Prof. *Holger Militz*, Germania; Dr. *Sunyang Dong*, UK). Aceste colaborari vor oferi oportunitati doctoranzilor mei de a lucra in medii academice diferite si laboratoare specializate. La final sunt prezentate obiectivele principale pentru realizarea acestor planuri.

Subliniez faptul ca mentinerea si crearea de noi relatii cu cercetatori si parteneri industriali, promovarea ideilor de progress stiintific, transparenta si dezvoltarea unui domeniu comeptitiv sunt principalii factori pe care ma voi axa in urmatoarea perioada.