

Raport stiintific

privind implementarea proiectului in perioada ianuarie – decembrie 2015

Titlul proiectului: "Cercetari avansate privitoare la comportarea sistemelor polimerice multicomponente sub actiunea controlata a factorilor de mediu"

Activitatile prevazute in cadrul obiectivelor propuse au fost realizate si sunt prezentate succint in acest raport.

Este cunoscut faptul ca desi materialele polimere au aplicabilitate practica diversa ce acopera aproape toate domeniile activitatii umane, totusi acestea prezinta uneori mari probleme de durabilitate, mai ales cand sunt vizate aplicatiile ce necesita durate mari de exploatare. Astfel, prin expunerea materialelor ce au in componenta polimeri la factori agresivi din mediul inconjurator, intre care cei mai importanti sunt lumina solara (in special fractiunea UV din spectrul luminii solare) si temperatura, se produc modificari structurale importante ce conduc la pierderi de proprietati (optice, mecanice, dielectrice) ce au ca rezultat scoaterea prematura din uz a produselor. De aceea predictia „duratei de viata” a materialelor ce contin polimeri organici in conditii specifice de utilizare reprezinta inca o problema stiintifica complexa si dificil de rezolvat.

Obiectivul 1. Stabilizarea fotochimica a sistemelor polimerice multicomponente

Metodele de fotostabilizare a materialelor polimere sunt legate in special de mecanismele de foto-degradare. Tinand cont de mecanismele implicate in reactiile de degradare a materialelor polimere, fotostabilizarea se poate realiza prin:

1. *Ecranarea suprafetelor supuse actiunii radiatiilor ultraviolete.* Protectia se realizeaza prin depunerea pe suprafetele ce urmeaza a fi protejate a unor pelicule cu rolul de a impiedica patrunderea radiatiei in masa polimerului prin urmatoarele mecanisme:

- *absorbția de energie luminoasa* cu formarea de specii activate cu modificarea multiplicitatii de spin, care isi pierde caracterul activ prin transpozitii foto-chimice sau formarea de specii inerte;
- *transformarea luminii absorbite* in energie vibrationala, fara modificarea multiplicitatii spinului, dezactivarea starilor excitate fiind insotita de efecte termice;

2. *Folosirea stingatorilor energetici de stari excitate.* Stingatorii de stari excitate sunt substante capabile sa accepte energia de la moleculele de polimer activate fotochimic inaintea inceperii degradarii foto-chimice. Stabilizarea eficienta se realizeaza atunci cand continutul energetic al starii excitate ce corespunde stingatorului este mai mic decat cel al polimerului activat fotochimic. O data ce starea excitata este transferata de la polimerul activat fotochimic catre molecula de foto-stabilizator aceasta din urma revine la starea fundamentala prin fluorescanta, fosforescanta sau emisie de caldura.

3. *Descompunerea hidroperoxidilor.* In timpul degradarii foto-chimice a polimerilor au loc procese foto-oxidative ce au ca rezultat formarea de structuri hidroperoxidice. Acumularea hidroperoxidilor in masa materialelor ce contin polimeri organici este nedorita deoarece aceste structuri sunt foarte nestabile si se descompun usor prin activare termica sau foto-chimica conducand la formarea de radicali liberi si implicit la procese de depolimerizare prin mecanism inlantuit. Deoarece exista certitudinea proportionalitatii intre viteza de foto-degradare a materialelor expuse si concentratia radicalilor liberi acumulati in masa se apreciaza ca descompunerea structurilor hidroperoxidice imediat dupa formare prin adaugarea de compusi ce contin sulf sau nichel poate preveni acumularea radicalilor liberi in concentratii critice.

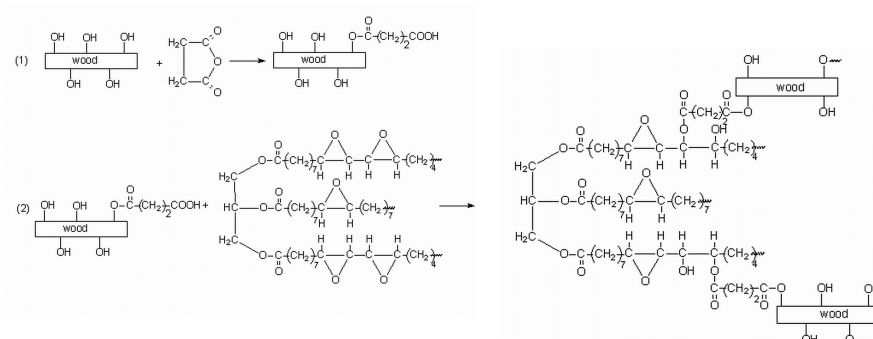
4. *Captarea radicalilor formati in timpul expunerii si transformarea lor in specii chimice cu reactivitate redusa* reprezinta o metoda eficienta de foto-stabilizare. Mecanismul de actiune presupune introducerea in masa polimerului a unor substante sensibile la lumina, cum sunt aminele cu impiedicare sterica (HALS), ce actioneaza prin reactii cu specii radicalice active cum sunt radicalii peroxi.

1.1. Alegerea tipului de fotostabilizator in functie de mecanismul de degradare fotochimica

1.1.1. Fotostabilizarea lemnului impotriva actiunii radiatiilor UV prin ecranarea suprafetei cu acoperiri pe baza de anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat

Lemnul, ca material compozit natural constituit din celuloza, lignina si hemiceluloze, este un produs sensibil la lumina din cauza prezentei substantelor cu proprietati cromofore in compozitia sa, substante capabile sa absoarba lumina din spectrul vizibil inducand procese foto-oxidative ce au ca rezultat modificari structurale ireversibile. Acestea sunt insotite de schimbarea proprietatilor optice intr-o prima etapa iar in final de pierderi semnificative ale proprietatilor fizico- mecanice si modificari de forma. O metoda eficienta de prevenire a foto-degradarii lemnului implica ecranarea suprafetelor fie prin depuneri de straturi

protectoare, fie prin modificare chimica. Studiul prezentat in acest raport este axat pe evaluarea foto-stabilizarii lemnului de rasinoase modificat chimic prin aplicarea in etape succesive de tratament la suprafata cu anhidrida succinica (SA) si ulei de soia epoxidat (ESO) (**Schema 1**) (Epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil for wood protection against UV light action D.Rosu, R.Bodirlau, C.–A.Teaca, L.Rosu, C.–D.Varganici; *J. Clean. Prod.*, (2015); doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.092).



Schema 1. *Tratamentul succesiv al lemnului cu SA(1) si ESO(2)*

Procesul de foto-oxidare a lemnului a fost investigat prin monitorizarea modificarilor structurale si a proprietatilor de suprafata (culoare). Valorile coordonatelor cromatice (specifice inrosirii si ingalbenirii) au crescut cu durata si doza de iradiere. Lignina prezinta o puternica tendinta de foto-degradare, determinand o inrosire accentuata a suprafetei lemnului. S-a constatat ca stratul de acoperire constituit de uleiul de soia epoxidat protejeaza suprafata lemnului fata de reactiile de foto-oxidare printr-un efect de ecranare. **Fig. 1** prezinta spre exemplificare variatia diferentelor de culoare ca rezultat al expunerii la UV ale probei de lemn neprotejat si respectiv a lemnului protejat prin acoperire cu anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat in functie de timpul si doza de iradiere (Epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil for wood protection against UV light action D.Rosu, R.Bodirlau, C.–A.Teaca, L.Rosu, C.–D.Varganici; *J. Clean. Prod.*, (2015); doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.092).

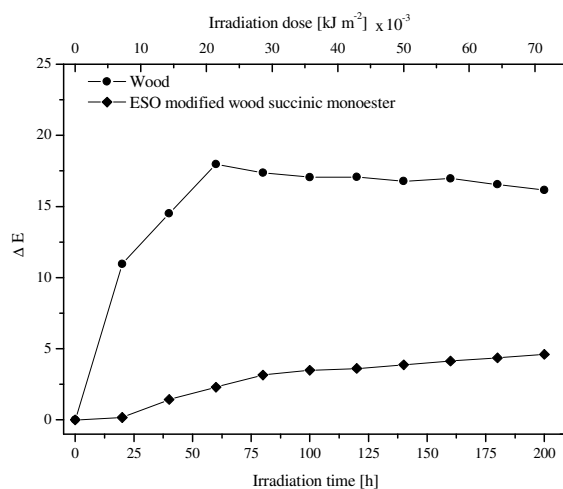


Fig. 1 *Variatia diferentei de culoare in functie de timpul si doza de iradiere*

Se poate constata ca variatiile de culoare masurate la suprafata lemnului protejat sunt mult diminuate comparativ cu cele ce caracterizeaza suprafata lemnului neprotejat. Studiile privitoare la modificarile de culoare au evidentiat faptul ca in cazul lemnului neprotejat exista o dependenta aproape liniara intre tendinta de inchidere la culoare a lemnului neprotejat in timp ce suprafata lemnului protejat prin acoperire cu anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat are doar o usoara tendinta de decolorare. **Fig. 2** prezinta variatia factorului de stralucire (ΔL) cu timpul si respectiv cu doza de iradiere masurata la suprafata probei de lemn inainte si dupa protejare.

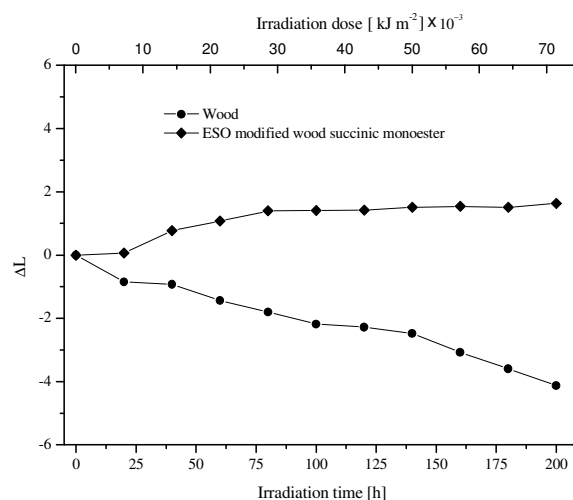


Fig. 2 Variatia factorului de stralucire cu timpul si doza de iradiere

Acumularea cromoforilor la suprafata probelor iradiate este indicata prin variatia parametrilor cromatici a^* si b^* (**Fig. 3.**) (Epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil for wood protection against UV light action D.Rosu, R.Bodirlau, C.–A.Teaca, L.Rosu, C.–D.Varganici; *J. Clean. Prod.*, (2015); doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.092).

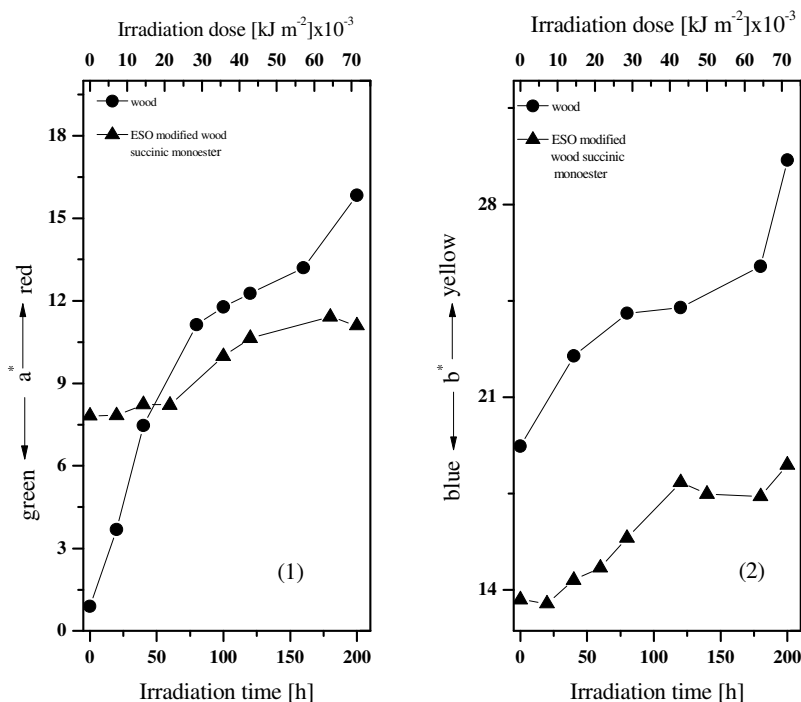


Fig. 3 Modificarea valorii coeficientilor cromatici cu timpul si doza de iradiere

Datele prezentate in **Fig. 3** reflecta tendinta de acumulare a cromoforilor rosii si galbeni la suprafata probelor de lemn neprotejat. Efectul protector al acoperirii suprafetei lemnului cu anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat este sustinut prin variatia acumularii unei cantitati mai mici de cromofori in timpul iradierii. Variatia parametrilor cromatici ce caracterizeaza probele de lemn protejate este mult diminuat comparativ cu probele neprotejate. Modificarile structurale generate de iradiere atat in cazul lemnului neprotejat cat si a lemnului fotostabilizat au fost urmarite prin spectroscopie FTIR (Epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil for wood protection against UV light action D.Rosu, R.Bodirlau,

C.-A.Teaca, L.Rosu, C.-D.Varganici; *J. Clean. Prod.*, (2015); doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.092). S-a urmarit pe aceasta cale evolutia comparativa a structurilor carbonilice si fenolice in timpul de iradierii, asa cum este redata in **Fig. 4 si 5**.

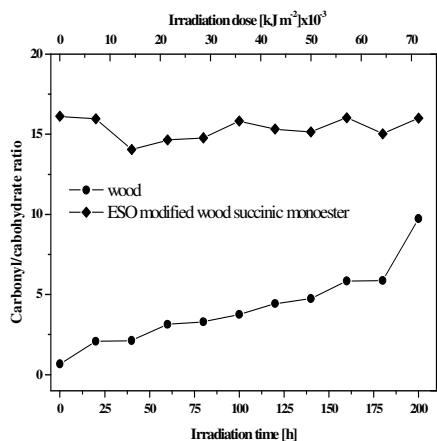


Fig 4. Modificarea continutului de grupe carbonil in timpul iradierii probelor de lemn protejate si neprotejate

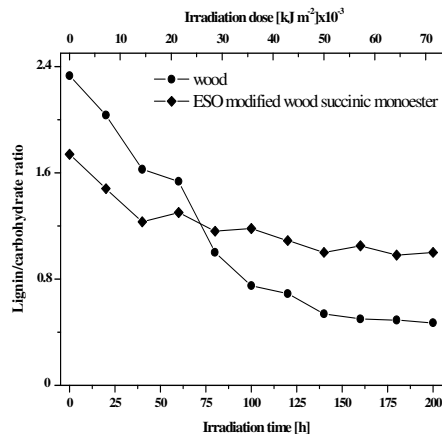
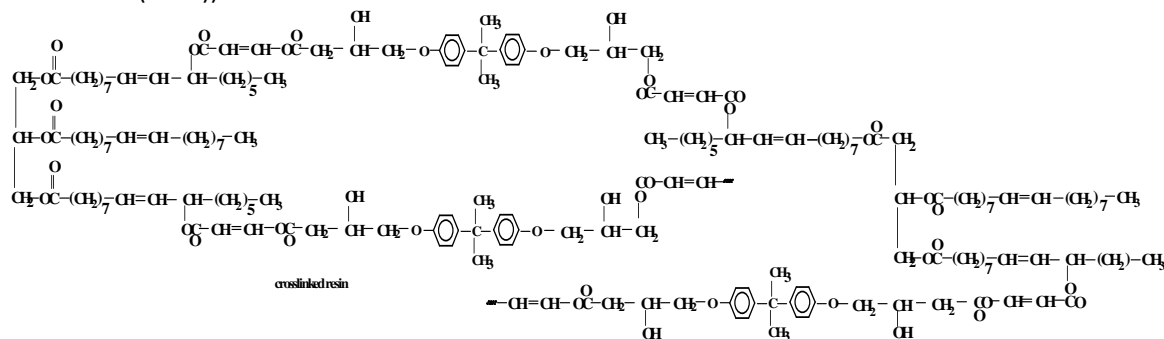


Fig.5. Modificarea continutului de lignina in timpul iradierii probelor de lemn protejate si neprotejate

Cercetarile au demonstrat ca in cazul lemnului neprotejat concentratia grupelor carbonil creste proportional cu timpul de iradiere ceea ce sustine ideea degradarii lemnului prin procese foto-oxidative. Aceste procese au loc pe intreaga perioada a expunerii probelor la radiatii UV. S-a constatat totodata ca spre deosebire de lemnul neprotejat, lemnul tratat la suprafata cu anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat manifesta inertie chimica la foto-oxidare (**Fig. 4**). Raportul intre suprafata semnalelor din intervalul 1698-1774 cm^{-1} corespunzatoare grupelor carbonil si din regiunea 1343-1396 cm^{-1} ce caracterizeaza unitatile structurale carbohidrat din celuloza ramane aproape constant. **Fig. 5** demonstreaza ca viteza de foto-degradare a ligninei (componenta lemnului cea mai sensibila la lumina prin a carei degradare se formeaza structuri cromofore) se reduce semnificativ prin protejare cu anhidrida succinica si ulei de soia epoxidat. Se poate observa ca scaderea raportului dintre suprafata semnalelor ce corespunde structurii aromatice a ligninei (1452-1535 cm^{-1}) si cel de la 1343-1396 cm^{-1} specific unitatilor carbohidrat se reduce mai lent in cazul lemnului protejat.

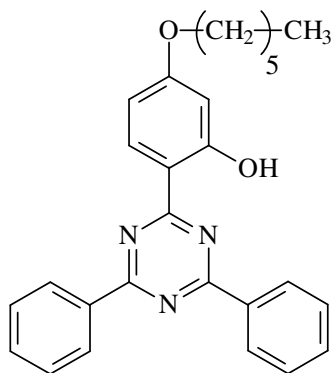
1.1.2. Fotostabilizarea rasinilor epoxi reticulate cu uleiuri vegetale modificate

Au fost efectuate studii referitoare la stabilitatea fotochimica a unor retele epoxidice pe baza de bisfenol A reticulate cu uleiuri vegetale modificate. Agentul de reticulare a fost obtinut prin reactia uleiului de ricin epoxidat cu anhidrida maleica. Structura retelei supuse studiilor de foto-stabilizare este prezentata in **Schema 2** (Novel bio-based flexible epoxy resin from diglycidyl ether of bisphenol A cured with castor oil maleate; D.Rosu, F.Mustata, N.Tudorachi, V.E. Musteata, L.Rosu, C.-D.Varganici; *RSC Advances*, 5(57), 45679-45687 (2015)).



Schema 2. Structura rasinilor epoxi reticulate cu uleiuri vegetale modificate

Studiile preliminare au evidentiat obtinerea unor rezultate bune in ceea ce priveste foto-stabilizarea acestui material prin folosirea 2-[2,6-difenil-1,3,5-triazin-2-yl)-5-[hexyl)oxy]-phenol cunoscut sub denumirea comerciala „Tinuvin 1577 FF”. Fotostabilizatorul se prezinta sub forma unei pulberi solide (masa moleculara 425,53), este foarte eficient in stabilizarea materialelor polimerice la actiunea luminii si are toxicitate redusa.



Tinuvin 1577 FF

Foto-stabilitatea rețelei epoxidice reticulate și stabilizate s-a urmărit prin expunerea la radiații UV filtrate, emise de lampi cu vapori de mercur având maxime ale lungimilor de undă localizate la 254 și 365 nm. Iradierile s-au făcut în aer, pe probe sub formă de filme rectangulare cu grosimi de 250 μm. Valoarea medie a iradienței măsurată la suprafața probelor a fost de 95 W m⁻², iar doza medie de expunere a fost de 350 kJm²h⁻¹. Concentrația foto-stabilizatorului în masa polimerului a fost 1%. Influența produsului Tinuvin 1577 FF asupra stabilității fotochimice a rețelei epoxidice reticulate cu ulei vegetal modificat chimic a fost urmărită prin analize termice (TG, DSC), variații de culoare la nivelul suprafețelor, măsurători de luciu, analize spectrale (UV-Vis, FTIR), micrografii SEM. Variația indicelui de carbonil cu timpul de iradiere în cazul probelor studiate este redată în **Tabelul 1**.

Tabelul 1. Variația indicelui de carbonil cu timpul de iradiere (date nepublicate)

Timp de iradiere (ore)	Indice de carbonil la 254 nm		Indice de carbonil la 365 nm	
	nestabilizat	stabilizat	nestabilizat	stabilizat
0	7,8	7,4	7,8	7,5
50	20,6	15,2	10,3	7,6
100	31,2	24,5	10,9	6,7
150	34,8	24,1	10,9	6,6
200	33,2	31,04	10,9	6,6
250	40,8	29,6	9,5	7,1

Din tabel se poate observa influența foto-stabilizatorului asupra creșterii stabilității foto-oxidative a rețelei epoxidice reticulate. Atât la 254 nm, cât și la 365 nm se constată că indicii de carbonil sunt mult mai mici în cazul probelor ce conțin Tinuvin 1577 FF comparativ cu cele lipsite de agent de foto-stabilizare.

Obiectivul 2. Stabilitatea termică a sistemelor polimerice multicomponente fotostabilizate

2.1. Caracterizarea termică a fotostabilizatorilor

Comportarea la temperatură a foto-stabilizatorului Tinuvin 1577 FF s-a urmărit prin tehnici de analiză termică cuplate TG-DTA (sistem de analiză TGA-DTA de tip Jupiter 449 F1, NETZSCH-Germania). În **Fig. 6** este prezentată termograma TG-DTA a probei Tinuvin 1577 FF înregistrată în intervalul 32- 700⁰ C, la viteza de încălzire de 10K min⁻¹ și în mediu inert (N₂). Din analiza termogramei rezultă că produsul 2-[2,6-difenil-1,3,5-triazin-2-yl)-5-[hexyl)oxy]-phenol folosit pentru foto-stabilizare este stabil termic până la 338⁰ C când are loc debutul pierderilor de masă. Foto-stabilizatorul se descompune într-o singură etapă cu viteza maximă a pierderilor de masă în apropierea temperaturii 452⁰ C, cum rezultă și din maximul curbei DTG.

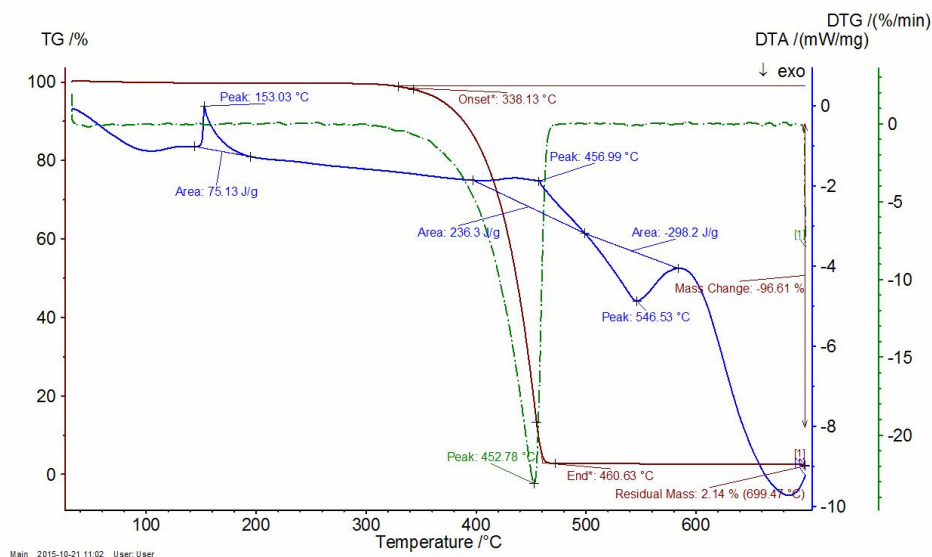


Fig. 6 Curbele TG, DTA, DTG a foto-stabilizatorului Tinuvin 1577FF

Procesul de descompunere s-a finalizat in jurul temperaturii de 460⁰ C, cand s-au descompus peste 97,6% din masa probei analizate. Masa reziduului ramas in urma descompunerii termice masurata la 700⁰ C a fost 2,14%. Termograma DTA arata doua semnale endotermice localizate la 153,03⁰ C ($\Delta H = 75,13 \text{ Jg}^{-1}$) si 457⁰ C ($\Delta H = 238,3 \text{ Jg}^{-1}$) si respectiv un semnal exterm 546,53⁰ C ($\Delta H = -298,2 \text{ Jg}^{-1}$). Primul proces endoterm se datoreaza topirii substantei analizate, in timp ce celelalte doua insotesc procesele de descompunere termica (*date nepublicate*).

2.2. Influenta fotostabilizatorilor asupra rezistentei la temperatura a materialelor studiate

Stabilitatea termica a sistemului rasina epoxidica pe baza de bisfenol A reticulata cu ulei de ricin modificat cu anhidrida maleica si stabilizata cu „Tinuvin 1577 FF” a fost studiata prin analiza termogravimetrica (*date nepublicate*). Probe de aproximativ 10 mg au fost cantarite in creuzete de alumina si incalzite in atmosfera inerta, in intervalul 30-700⁰C cu viteza de 10 K·min⁻¹. Variatia masei a fost reprezentata in functie de temperatura dupa cum este redat in **Fig. 7**.

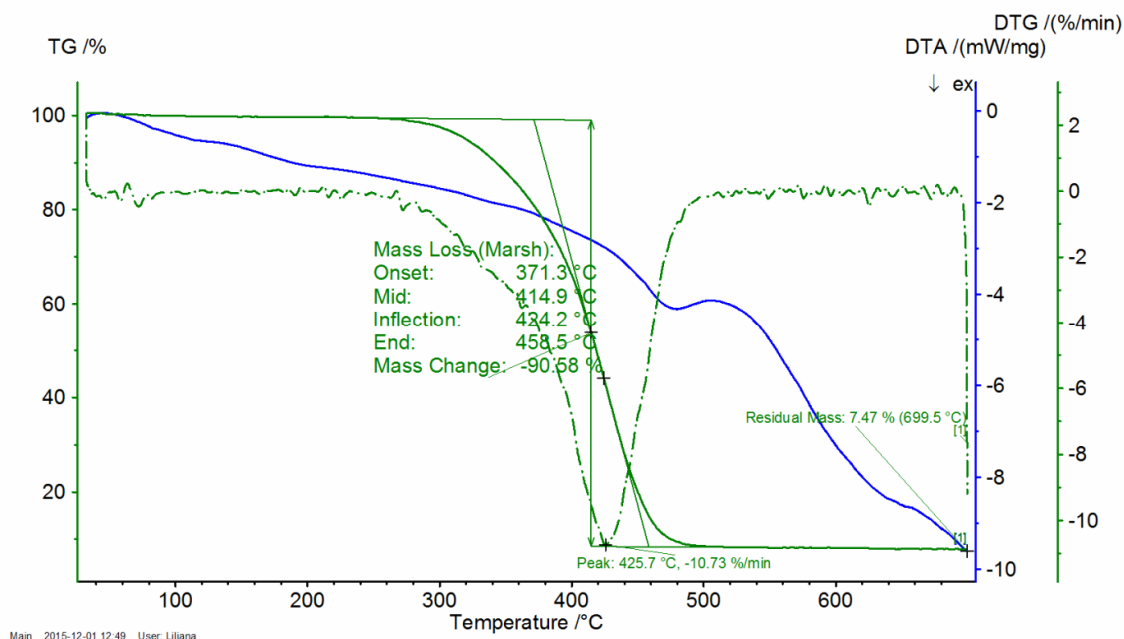


Fig. 7 Termograma specifica degradarii termice a retelei epoxidice pe baza de bifenol A reticulata cu ulei de ricin modificat chimic cu anhidrida maleica si stabilizata cu „Tinuvin 1577 FF”

Fig. 7 demonstrează ca proba caracterizată se descompune termic într-o singură etapă în intervalul de temperatură $371,3 \div 458,5^\circ\text{C}$. Confirmarea acestei afirmații este făcută de forma curbei DTG care prezintă un singur maxim localizat la temperatura de $425,7^\circ\text{C}$. Temperatura de debut al procesului de descompunere termică a probei studiate (T_{onset}), definită ca temperatura după depășirea căreia pierderile de masă sunt semnificative este $371,3^\circ\text{C}$. Temperatura finală de descompunere (T_{final}), definită ca temperatura după care proba nu mai înregistrează modificări semnificative de masă este $458,6^\circ\text{C}$. Un alt parametru important ce caracterizează procesele de descompunere termică a polimerilor îl reprezintă temperatura la care pierderile de masă se desfășoară cu viteză maximă (T_m). În acest caz probei analizate i s-a găsit că valoarea parametrului T_m este $425,7^\circ\text{C}$ valoare ce corespunde vârfului semnificativ din curba DTG. La această temperatură proba pierde masă cu viteză $-10,73\% \text{ min}^{-1}$. Masa rezidului rămas la temperatura de 700°C a fost $7,47\%$, proba pierzând deci $92,5\%$ din masa inițială. După cum se poate observa din curba DTA întregul proces de descompunere termică este un proces exoterm. Prin compararea acestor date cu cele obținute din analiza probelor fără stabilizator, se poate afirma că prezenta fotostabilizatorului nu influențează semnificativ stabilitatea termică a polimerului studiat.

Obiectivul 3. Asigurarea cadrului de implementare a proiectului. Îmbunătățirea procesului de implementare

3.1. Completarea bazei de date web a proiectului.

Baza de date a proiectului a fost reactualizată și se găsește la adresa:

<http://www.icmpp.ro/mcps/ro/index.php>

3.2. Diseminarea rezultatelor obținute.

Lucrări științifice: 7

1. Novel bio-based flexible epoxy resin from diglycidyl ether of bisphenol A cured with castor oil maleate; D.Rosu, F.Mustata, N.Tudorachi, V.E. Musteata, L.Rosu, C.-D.Varganici; *RSC Advances*, 5(57), 45679-45687 (2015); **IF= 3,840; SI= 2,339**.
2. Epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil for wood protection against UV light action D.Rosu, R.Bodirlau, C.-A.Teaca, L.Rosu, C.-D.Varganici; *J. Clean. Prod.*, (2015); doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.092; **IF= 3,844; SI= 1,621**
3. Influence of poly(vinyl alcohol) on cellulose photochemical stability in cryogels during UV irradiation; C.-D.Varganici, L.Rosu, O.M.Mocanu (Padurarau), D. Rosu; *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, 297, 20–30 (2015); **IF= 2,495; SI= 0,939**
4. On the thermal stability of some aromatic-aliphatic polyimides; C.-D.Varganici, D.Rosu, C.Barbu-Mic, L.Rosu, D.Popovici, C.Hulubei, B.C. Simionescu; *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 113, 390–401 (2015); **IF= 3,564; SI= 1,705**
5. Influence of two structural phases of Fe_3O_4 and $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ on the properties of polyimide/iron oxide composites; S. Ioan, S. Nica, V. Nica, V.C. Grigoras, C.-D. Varganici, D. Popovici, C. Hulubei; *Polym. Int.*, 64, 1172–1181 (2015); **IF= 2,409; SI= 1,686**
6. TGA/DTA-FTIR-MS coupling as analytical tool for confirming inclusion complexes occurrence in supramolecular host-guest architectures; C.-D.Varganici, N.Marangoci, L.Rosu, C.Barbu-Mic, D.Rosu, M.Pinteala, B.C. Simionescu; *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 115, 132–142 (2015); **IF= 3,564; SI= 1,705**
7. Thermal and hydrolytic stability of silver nanoparticle polyurethane biocomposites for medical applications; D.Macocinschi, D.Filip, M.F.Zaltariov, C.-D.Varganici; *Polym. Degrad. Stab.*, 131, 238–246 (2015); **IF= 3,183; SI= 2,291**

Capitole de carte: 2

1. D.Rosu, C.-D.Varganici, L.Rosu, O.M.Padurarau, Thermal degradation of thermosetting blends, in: **Thermal Degradation of Polymer Blends, Composites and Nanocomposites**, P.M. Visakh, Y. A Rao (Editori), Editura Springer International, Elvetia, 2015, pg. 17-50; **ISBN 978-3-319-03463-8 ISBN 978-3-319-03464-5** (eBook).
2. C.-A.Teaca, R.Bodirlau, Multicomponent polymer composite/nanocomposite systems using polymer matrices from sustainable renewable sources, in: **Eco-friendly Polymer Nanocomposites Processing and Properties**; Thakur, Vijay Kumar, Thakur, Manju Kumari (Eds.), Editura Springer India, 2015, pg. 469-494, **ISBN: 978-81-322-2470-9**

Lucrări prezentate la manifestări științifice: 11 (comunicări: 2 și postere: 9)

Seventh Cristofor I. Simionescu Symposium Frontiers in Macromolecular and Supramolecular Science, June 4 – 5, 2015; "Petru Poni" Institute of Macromolecular Chemistry of Romanian Academy, Iasi

1. D.Rosu, F.Mustata, N.Tudorachi, C.-D.Varganici, L.Rosu; Bio-based flexible networks from epoxy resin and castor oil maleate (Poster)
2. C.-A.Teaca, R.Bodirlau, D.Rosu, N. Tudorachi; Multi-component polymer systems based on biopolymers from renewable resources – structure and properties (Poster)

Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering, RICCE 19, Sibiu, 2-5 September 2015.

3. C.A. Teaca, R. Bodirlau, L. Rosu, C.-D. Varganici; FTIR spectral and colour changes of softwood coated with epoxy functionalized soybean oil and photo-degraded under UV light (Poster)
4. R. Bodirlau, C.A. Teaca, L. Rosu, E. Marlica, D. Rosu; Wood treatment with vegetable oils and its protective effect under environmental factors action (Poster)
5. D.Rosu, C.-D. Varganici, L. Rosu, O.M. Mocanu (Padurarau); Poly(vinyl alcohol)-cellulose cryogels. Photochemical behavior (Poster)
6. C.-D. Varganici, L. Rosu, O.M. Padurarau (Mocanu), D. Rosu; Poly(vinyl alcohol)-cellulose cryogels. Thermal behavior (Poster)
7. F. Mustata, E. Marlica, C.D. Varganici, V.E. Musteata; Thermal and electrical properties of DGEBA cured with maleinized castor oil (Poster)

The 3rd CEEPN Workshop on Polymer Science, September 23 - 26, 2015 "Petru Poni" Institute of Macromolecular Chemistry Iasi, Romania

8. C.-D. Varganici, D. Rosu, C.-A. Teaca, L. Rosu, R. Bodirlau; Effect of epoxy and succinic anhydride functionalized soybean oil coating on wood resistance against photodegradation (Comunicare)

9. C.-A. Teaca, R. Bodirlau, L. Rosu, N. Tudorachi, D. Rosu; Multi-component polymer systems comprising different bio-based fillers (Poster)

"Progress in organic and polymer chemistry", The XXVth Symposium, 24 - 26 September 2015, Iasi

10. C.-D. Varganici, N. Marangoci, L. Rosu, C. Barbu-Mic, D. Rosu, M. Pinteala, B.C. Simionescu; Studiul fenomenului de complexare in arhitecturi supramoleculare de tip gazda-oaspete prin TGA/DTA-FTIR-MS (Comunicare)

11. C.-D. Varganici, D. Rosu, C. Barbu-Mic, L. Rosu, D. Popovici, C. Hulubei, B. C. Simionescu; Studiul comportamentului termic al poliimididelor semi-aromatice (Poster)

3.3. Asigurarea resurselor necesare. Intocmirea raportului de etapa.

Echipa de cercetare implicata in proiect a realizat urmatoarele activitati:

- sedinte de lucru lunare cu membrii echipei;
- activitati de consiliere a post-doctoranzilor de catre cercetatorii seniori;
- organizarea de paneluri ale seniorilor din echipa pentru rezolvarea problemelor stiintifice;
- elaborare de articole si trimiterea spre publicare in jurnale cotate ISI;
- stabilirea si procurarea necesarului de materiale pentru desfasurarea programului de cercetare;
- planificarea resurselor umane, materiale si financiare pentru etapa urmatoare;
- planificarea activitatii de achizitie, intocmirea documentatiei pentru achizitie;
- urmarirea fluxului de aprovizionare si a modului de utilizare a fondurilor;
- intocmirea raportului de etapa 2015 (stiintific, financiar).

In vederea dezvoltarii si implementarii structurii manageriale, membrii echipei de cercetare s-au intrunit lunar si au stabilit planul de activitati detaliat. S-a urmarit comunicarea eficienta si operativa a problemelor administrative, tehnice si financiare atat in interiorul echipei de cercetare, cat si cu autoritatea contractanta. Intreaga echipa de cercetare a fost implicata in elaborarea raportului de etapa. S-a intocmit dosarul necesar pentru realizarea auditului financiar independent 2015.

Echipa de cercetare a indeplinit obiectivele propuse cu un grad total de realizare.

Director proiect,

Dr. Dan Rosu

