

Nanocompozite electroluminiscente inovative pentru o nouă abordare în domeniul dispozitivelor optoelectronice de tip PLED

Cod proiect: 335/5.10.2011

Etapa V (2016)

Raport de activitate științifică

Această ultimă etapă de desfășurare a proiectului de cercetare a permis obținerea unor date extrem de importante care finalizează investigațiile asupra Carbon Dots luminescente preparate în etapele anterioare. Astfel, au fost definitivate o serie de concluzii legate de configurația structurală și de mecanismul de producere a emisiei luminescente. Completarea acestor investigații a permis publicarea în revista *Springer-Journal of Material Science* a unui articol amplu dedicat Carbon Dots preparate în cadrul proiectului de cercetare, utilizând N-Hidroxiftalimida ca precursor de sinteză și obținerea unor compozite polimerice fotoluminescente. Este de menționat că articolul publicat anterior (care investighează de asemenea Carbon Dots obținute în cadrul proiectului) de echipa de cercetare, în *RSC-J. Of Materials Chemistry C* a atins deja un număr important de citări (peste 15).

După cum a fost menționat în Raportul științific aferent etapei III de desfășurare a proiectului de cercetare, Carbon Dots preparate din N-Hidroxiftalimidă prezintă un potențial de utilizare extrem de ridicat datorită proprietăților de emisie deosebite (randament cuantic de emisie PLQY=79,9%) care se situează printre cele mai remarcabile rezultate obținute la nivel internațional până în prezent. Ca urmare, în etapa V cercetările deja efectuate au fost extinse și completate cu noi date, după cum urmează:

- Morfologia Carbon Dots a fost studiată în detaliu cu ajutorul microscopiei HR-TEM. Astfel, tendința de organizare în nanoclustere a Carbon Dots a fost evidențiată distingându-se și aspectul granular al unui cluster. Acest fapt aduce un argument clar în favoarea existenței nanostructurilor nanometrice care formează clusterul. La o primă evaluare, acestea reprezintă Carbon Dots individuale care datorită unor interacțiuni între grupele funcționale se grupează în clustere. O altă ipoteză care poate fi luată în considerare este și aceea că entitățile nanometrice care formează clusterul sunt de asemenea nanoclustere fapt care conduce la ideea că o unitate structurală singulară Carbon Dots poate avea dimensiuni mult mai mici. Această ipoteză poate fi interesantă atât din perspectiva elucidării caracteristicilor morfologice a Carbon Dots singulare cât mai ales pentru că ar permite o serie de clarificări legate de mecanismele implicate în emisia

fotoluminescentă a acestora, în special în ceea ce privește dependența lungimii de undă de emisie de cea de excitație.

În **Figurile 1 și 2** sunt prezentate microfotografiile obținute la două rezoluții diferite în cazul Carbon Dots preparate din precursorul N-Hidroxiftalimidă. În prima figură este foarte vizibilă structura granulară a unui cluster cu dimensiuni de cca, 500x200 nm. Clusterul este constituit din entități cu dimensiuni medii de cca, 25-30 nm. Chiar la aceste dimensiuni, acestea par a fi subdiviziuni având de asemenea un aspect de cluster. După cum se poate remarca, structura granulară este bine împachetată, ceea ce sugerează interacțiunile discutate anterior, dintre grupele funcționale localizate pe suprafața Carbon Dots elementare.

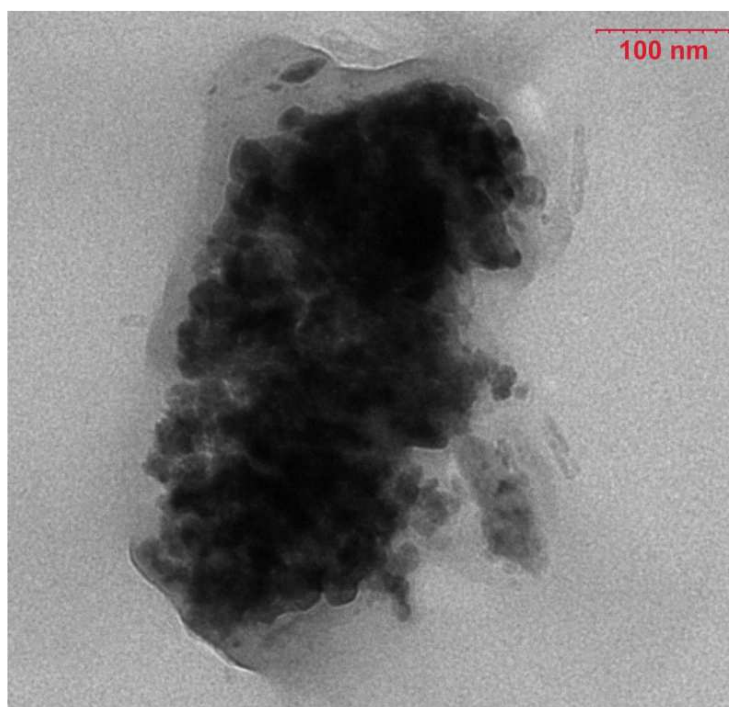


Figura 1. Microfotografie HR-TEM obținută la rezoluție x50k pentru Carbon Dots preparate din N-Hidroxiftalimidă

Microfotografia realizată la rezoluție x200k (**Figura 2**) surprinde în mod remarcabil o porțiune de cluster unde pot fi decelate vizual entități nanostructurate cu dimensiuni de câțiva nanometri (2-5 nm). Acestea pot fi Carbon Dots individuale, dar nu este exclusă și ipoteza unor entități de tip cluster care să conțină unități individuale de Carbon Dots cu dimensiuni și mai mici. După cum a fost subliniat anterior, o astfel de configurație ar permite armonizarea celor două propuneri privind mecanismul implicat în procesele radiative, cel bazat pe influența caracteristicilor dimensionale a Carbon Dots asupra lungimii de undă de emisie și cel care evidențiază rolul preponderent a grupelor funcționale localizate la suprafața miezului grafitic și/sau defectelor de structură a acestuia.

Pe parcursul studiilor efectuate asupra Carbon Dots preparate prin metoda pirolitică utilizând precursorii N-Hidroxisuccinimida și N-Hidroxiftalimida a fost evidențiate o serie de concluzii care susțin rolul esențial al grupelor funcționale în mecanismele de fotoluminescență. Caracteristicile dimensionale ale Carbon Dots pot fi importante până la un anumit punct, dar nu există o evidență clară a influenței semnificative a acestora. Totuși, un argument care ar putea aduce un sprijin suplimentar în favoarea influenței dimensiunilor miezului grafitic și existența unor fenomene specifice confinării cuantice care apar în entitățile nanometrice (asemănător cu Quantum Dots) ar fi organizarea în clustere observată la analizele AFM și HR-TEM. Astfel, dimensiunea reală a Carbon Dots singulare s-ar putea situa în domeniul 1-3 nm unde procesele de confinare cuantică ar putea să se manifeste semnificativ.

Mecanismul de fotoluminescență bazat pe rolul preponderent al grupelor funcționale atașate pe suprafața miezului grafitic permite și explicarea comportamentului specific de dependență a peak-urilor de emisie de lungimea de undă de excitație. Deși într-o serie de studii această dependență este explicată prin prezența concomitentă a diverselor specii cu caracteristici dimensionale diferite, fiecare dintre ele fiind responsabilă de un anumit peak de emisie, această abordare nu explică convingător dependența de solventul în care se face dispersia Carbon Dots. Mecanismul bazat pe grupele funcționale subliniază obținerea stărilor excitate responsabile de relaxările radiative, prin procesele și interacțiunile survenite în și între acestea.

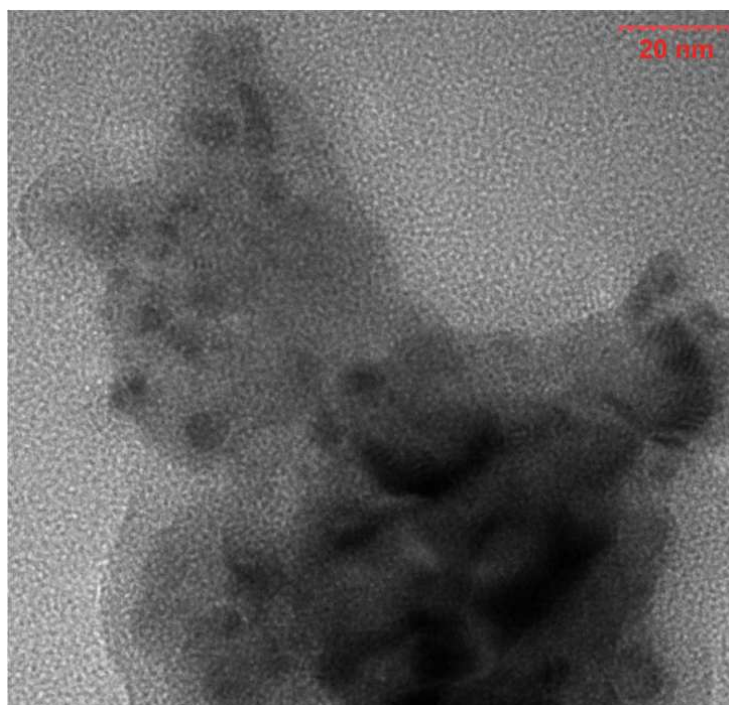


Figura 2. Microfotografie HR-TEM obținută la rezoluție x200k pentru Carbon Dots preparate din N-Hidroxiftalimidă

- După cum a fost menționat anterior, s-a observat o dependență semnificativă a situării peak-urilor de emisie și a intensității acestora de mediul de dispersie. Ca urmare, în etapa 6 au fost extinse studiile legate de influența solventului de dispersie asupra proprietăților de luminescență a Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă.

Studiul privind influența mediului de dispersie asupra randamentelor cuantice de conversie fotonică (PLQY) a Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă a fost efectuat în nouă solvenți uzuali, rezultatele obținute fiind prezentate în **Tabelul 1**.

Tabel 1. Valori PLQY absolut ale Carbon Dots, înregistrate în diverși solvenți

Solvent dispersie	Tip Solvent	Index Polaritate	Excitare (nm)									
			330	340	350	360	370	380	390	400	410	420
			PLQY (%)									
H ₂ O	Polar protic	9,0	-	-	8,7	8,6	8,2	9,3	11,1	10,7	-	-
EtOH		5,2	-	-	28,6	29,5	27,8	30,6	28,8	29,5	-	-
DMSO	Polar aprotic	7,2	32,6	46,7	54,7	54,3	47,9	53,8	59,5	57,3	48,9	37,6
acetona		5,1	-	-	30,3	36,2	28,4	39,8	50,6	-	-	-
THF		4,0	35,3	43,7	38,6	37,1	34,6	42,2	44,6	37,5	22,7	12,0
cloroform	Non- polar	4,1	34,3	43,7	49,6	51,8	56,2	60,2	79,9	69,9	47,8	25,0
eter etilic		2,8	29,3	37,7		43,6	43,7	49,8	54,5	39,9	24,8	16,3
benzen		2,7	-	-	5,5	7,3	9,4	12,2	12,6	8,6	3,9	-
N-Hexane		0,0	5,43	10,7	8,2	5,3	4,4	6,6	5,3	3,5	3,9	3,6

Cea mai mare valoare a PLQY (79,9%) a fost înregistrată pentru Carbon Dots dispersate în cloroform care aparține grupului de solvenți nepolari utilizați. Cea mai mică valoare a fost înregistrată în N-Hexan (10,7%) care face parte tot din grupul solvenților nepolari împreună cu benzenul unde de asemenea a fost înregistrată o valoare mică (12,6%). Acest fapt se datorează cel mai probabil dispersiei scăzute a Carbon Dots în acești solvenți, existând o tendință pronunțată de aglomerare indiferent de abordarea experimentală (agitare energetică, ultrasonare). Această situație se poate datora unor interacțiuni puternice a solventului cu grupele funcționale ale Carbon Dots sau se produc modificări chimice care influențează comportamentul acestora. Valorile cele mai apropiate au fost înregistrate în grupul solvenților polar aprotici unde în cazul DMSO se obține un PLQY de 59,5%. În cazul solvenților polar protici, PLQY semnificativ s-a remarcat în cazul EtOH, valoarea fiind comparabilă cu cea înregistrată în cazul Carbon Dots preparate din N-Hidroxisuccinimidă (Raport științific et.III). După cum se poate constata, eficiența proceselor radiative a Carbon Dots dispersați în solvenți polari protici și polar aprotici este direct proporțională cu indicii de polaritate a solvenților aparținând fiecăreia dintre aceste

grupe. În toate cazurile, cu excepția Carbon Dots dispersate în N-Hexan, valoarea maximă a PLQY este obținută la o excitare situată la 380-390 nm.

Timpii de viață a stărilor excitate înregistrați pentru Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă, oferă indicii legate de mecanismele implicate în tranzițiile radiative. În **Figura 3**, este prezentată curba de stingere a fluorescenței înregistrată în cazul Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă și dispersați în cloroform. Timpii de viață a stărilor excitate se încadrează în intervalul 4 - 6 ns similar cu cei înregistrați pentru celelalte Carbon Dots preparate. Valoarea înregistrată indică prezența unor stări excitate cu timp de viață foarte scăzut implicate în procesele radiative ale Carbon Dots. Datele similare cu investigațiile efectuate în etapele anterioare de desfășurare a proiectului indică același mecanism de producere a emisiei fotoluminescente indiferent de precursorul de sinteză, ceea ce argumentează favorabil rolul preponderent a grupelor funcționale localizate la suprafața miezului grafitic în procesele radiative.

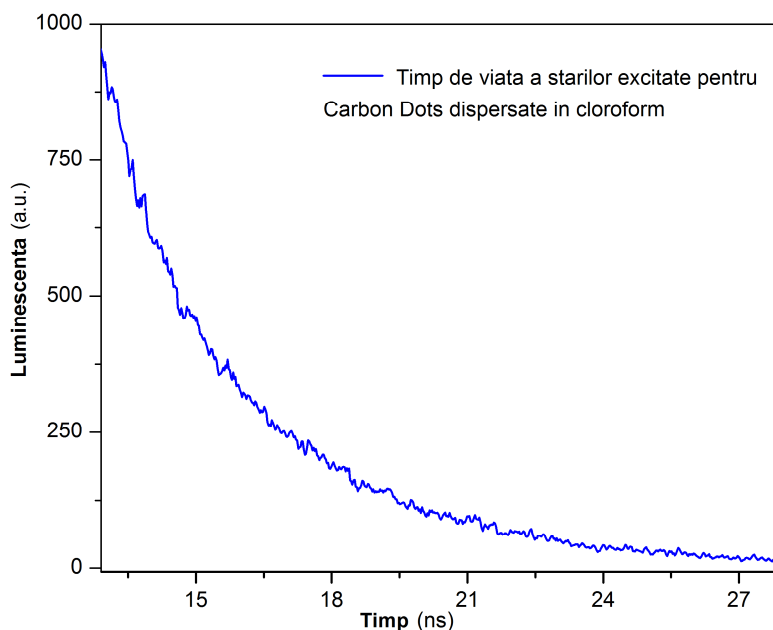


Figura IV.14. Timpul de viață a stărilor excitate înregistrat în cazul Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă

Rezultatele obținute la investigarea randamentelor cuantice furnizează argumente consistente în favoarea mecanismului de fotoluminescență bazat pe stările excitate apărute în grupele funcționale sau datorate interacțiunilor dintre acestea. Aceste interacțiuni sunt responsabile de stări excitate cu diferite nivele energetice care prin relaxări radiative conduc la emisii de fotoni cu energii diferite și prin urmare apariția peak-urilor de emisie dependente de lungimea de undă a fotonilor excitanți. Stările excitate ale grupelor funcționale localizate la suprafața miezului grafitic sunt puternic influențate de mediul de dispersie, în funcție de

structura chimică și proprietățile acestuia putând apăre interacțiuni care să inhibe sau potențeze nivelele energetice atinse în urma excitării fotonice.

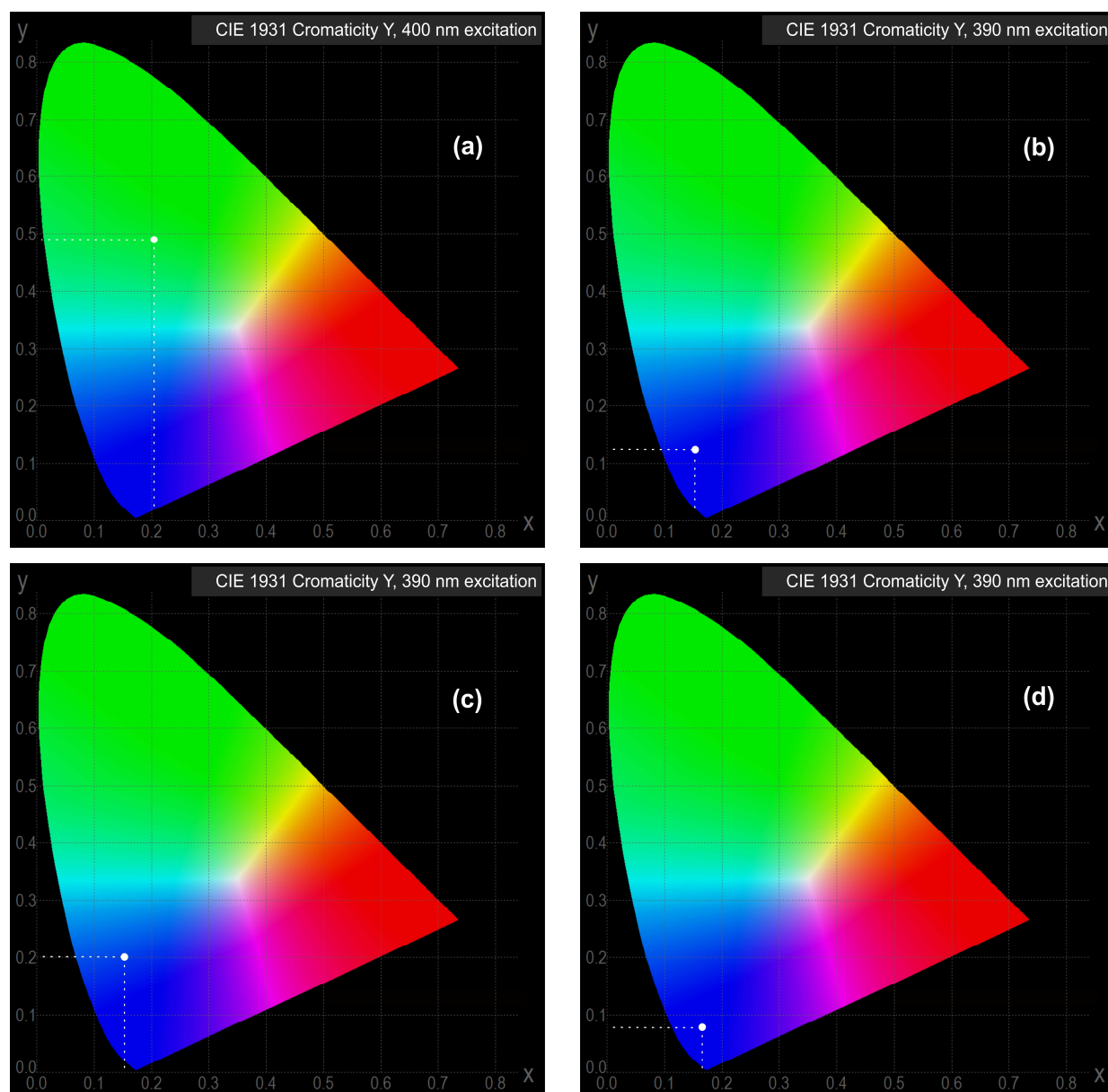


Figura 3. Parametrii cromatici conform standard CIE1931 obținuți pentru Carbon Dots dispersate în (a) apă, (b) acetonă, (c) cloroform și (d) THF

După cum a fost prezentat în etapele anterioare, gama cromatică unde se încadrează emisia fotoluminescentă a Carbon Dots este dependentă atât de lungimea de undă de excitare cât și de mediul de dispersie a acestora. Acest fapt a fost remarcat și în cazul Carbon Dots preparate din N-Hidroxiftalimidă. În **Figura 3(a-d)** sunt prezentați parametrii cromatici conform standard CIE1931 obținuți pentru aceste Carbon Dots dispersate în apă, acetonă, cloroform și THF. După cum se poate constata, parametrii cromatici variază semnificativ în funcție de mediul de dispersie. Pentru Carbon Dots dispersate în apă, parametrii cromatici situează emisia fotoluminescentă la limita inferioară a intervalului spectral specific culorii verzi. Este de

remarcat că acești parametri cromatici depind de lungimea de undă de excitație, în cazul discutat fiind obținuți la 400 nm. În celelalte trei cazuri, parametrii cromatici obținuți situează emisia în diverse zone ale intervalului spectral specific culorii albastre, excitarea fiind stabilită la 390 nm unde randamentul cuantic de emisie este cel mai ridicat. Astfel, în cazul dispersiei realizate în cloroform se obține o nuanță situată în mijlocul intervalului, iar în cazul acetonei aceasta este deplasată către zona superioară a intervalului. Cea mai profundă nuanță de albastru se obține în cazul Carbon Dots dispersate în THF. Puritatea spectrală nu este foarte ridicată, datorită configurației de bandă largă a spectrelor de emisie indiferent de lungimea de undă de excitație.

In urma cercetărilor efectuate în această etapă s-au desprins o serie de concluzii care permit definirea unor ***recomandări preliminare de aplicare a noilor materiale elaborate în cadrul proiectului, în domeniile surselor de lumină cu eficiență energetică ridicată și afișaje color.***

În cazul compozitelor polimerice fotoluminescente obținute prin introducerea Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă în matrici de PVC, PS și PC se remarcă acestea din urmă datorită atât gradului de transparență optică ridicată, ușurinței de obținere sub formă de monoliți sau straturi subțiri, în funcție de cerințele aplicației. Obținerea acestora a fost detaliată atât în Rapoartele de cercetare aferente proiectului cât și în lucrările științifice publicate [1,2]. Aceste compozite pot fi implementate cu succes în special în sursele de iluminare, unde randamentele cuantice de conversie mari permit o eficiență energetică ridicată. Pentru adaptarea la parametrii de culoare specifici obținerii unei iluminari ambientale este necesară combinarea Carbon Dots preparate din N-Hidroxifitalimidă cu cele preparate din N-Hidroxisuccinimidă deoarece primele emit intens în zona superioară a spectrului vizibil (albastru intens) iar cele din urmă emit în zona albastru-verde. Un alt domeniu care poate beneficia de proprietățile unice ale Carbon Dots preparate este cel al lacurilor și vopselelor unde expunerea la radiația UV (6-8% din spectrul solar) produce degradări ireversibile ale suprafețelor vopsite/lăcuite manifestate în special prin modificări mai mult sau mai puțin subtile ale nuanței, gradului de transparență, luciului sau aderenței. Expunerea prelungită la radiația solară conduce la modificări structurale ale matricii polimerice sau pigmentilor prin acțiunea fotonilor UV care provoacă ruperea lanțurilor macromoleculare, formarea de oligomeri sau specii reactive care potențează fenomenele de degradare. Uzual, se folosesc ca aditivi UV stabilizatori fotochimici din clasa aminelor și fenolilor împiedicați steric din categoria HALS (hindered amines light stabilizers) sau BUVS (benzotriazole UV stabilizers) exemple tipice fiind derivații de 2,2,6,6-tetrametil piperidină și cei ai benzotriazolilor. În abordarea noastră, Carbon Dots și compozitele preparate oferă protecția la acțiunea radiației UV prin conversia fotonilor UV într-o zonă spectrală inferioară caracterizată

de energii mai joase ale fotonilor rezultați în urma proceselor radiative. Astfel, energia ridicată specifică fotonilor UV incidenți, responsabilă de degradările survenite la nivelul matricii polimerice și a celorlalte componente constituente ale materialelor peliculogene este convertită prin procesele de absorbție și relaxare radiativă în fotoni de energie joasă care au un impact mult diminuat asupra structurii chimice, eliminând astfel efectele negative produse de expunerea la componenta UV din radiația solară. Pentru implementarea practică se pot introduce direct Carbon Dots preparate din N-Hidroxiftalimida în rețeta specifică lacurilor/vopselelor sau în caz de incompatibilitate, se poate opta pentru varianta utilizării compozitelor luminescente preparate conform lucrare publicată în cadrul proiectului [1]. Această abordare nouă, definită în urma studiilor efectuate de echipa proiectului, prezintă un potențial semnificativ de îmbunătățire a formulărilor curente de peliculogene, ceea ce motivează continuarea cercetărilor noastre pe această direcție.

Noile compozite fotoluminescente cu emisie RGB preparate și studiate în Etapa IV se constituie de asemenea într-o soluție interesantă pentru implementarea într-un sistem de afișare AMLCD. Conform sugestiilor de aplicare și a rezultatelor obținute, soluția propusă prezintă avantajele deja expuse în Raportul științific din etapa anterioară. Luând în considerare testele deja efectuate, compozitele cu emisie RGB pot fi depuse cu ușurință prin tehnici de printare de tip Jet Printing, obținându-se astfel un panou “backlight” care înlocuiește sistemul actual bazat pe filtre de culoare, cu consecințele favorabile amintite anterior conform raport științific etapa IV și lucrare publicată [3]. De asemenea este de precizat faptul că soluția propusă prezintă avantaje certe comparativ cu implementări de ultimă oră care utilizează compozite polimerice pe bază de Quantum Dots (denumire comercială QD Vision). Compozitele RGB preparate în cadrul proiectului prezintă și potențial de aplicare în surse de lumină LED.

Valorificarea științifică a rezultatelor cercetării

Pe parcursul desfășurării proiectului de cercetare au fost publicate **11** articole ISI în reviste de prestigiu internaționale cu un factor cumulat de impact de peste **25** și **1** lucrare trimisă spre publicare, **4** lucrări în reviste BDI, **2** cereri de brevet invenție depuse la O.S.I.M. și **9** participări la Conferințe Internaționale de prestigiu. De asemenea în cadrul proiectului, sub îndrumarea membrilor echipei de cercetare, au fost elaborate **2** teze de doctorat, ambele fiind finalizate și susținute până la data încheierii ultimei etape (2016). Prima teză de doctorat este intitulată “Noi compuși de coordinație ai metalelor tranziționale din blocul d și f cu liganzi organici” tratând problematica obținerii și investigării unor complecși și compozite cu emisie RGB iar cea de a doua “Nanostructuri de carbon cu proprietăți de fotoluminescență” fiind orientată pe obținerea și investigarea Carbon Dots.

Articole ISI publicate

- [1] C. S. Stan*, P. Horlescu, L. E. Ursu, M. Popa, C. Albu, Facile preparation of highly luminescent composites by polymer embedding of carbon dots derived from N-hydroxyphthalimide, Springer- J. of Material Science 52(1), pp. 185-196, 2017. doi 10.1007/s10853-016-0320-y. (Impact Factor: 2.371).
- [2] C. S. Stan*, A. Coroaba, M. Popa, C. Albu, D. Sutiman, One step synthesis of fluorescent Carbon Dots through pyrolysis of N-hydroxysuccinimide, RSC-Journal of Materials Chemistry C 3, pp.789-795, doi: 10.1039/C4TC02382J, 2014. (Impact Factor: 5,066)
- [3] C. S. Stan*, P. Horlescu, M. Popa, A. Coroaba, L. E. Ursu, Photoluminescent polymer composites with R, G, B emission and their potential applications in LCD displays, RSC- New J. of Chemistry 40, pp.6505 – 6512, 2016. (Impact Factor: 3.277).
- [4] C. S. Stan, P. Horlescu, C. Albu, Fluorescent Carbon Dots Prepared Through Thermal Processing of Succinimide, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures 11(1):133-139, 2016. (Impact Factor: 0.9).
- [5] C. S. Stan*, C. Peptu, M. Popa, D. Sutiman, P. Horlescu, Novel Y³⁺, Sm³⁺, Eu³⁺, Gd³⁺ and Tb³⁺ complexes with 2-(1H-1,2,4-Triazol-3-yl)pyridine and their remarkable photoluminescent properties, Elsevier- Inorganica Chimica Acta 429, pp. 160-167, 2015. doi: 10.1016/j.ica.2015.01.041 (Impact Factor: 2.041).
- [6] P.Horlescu, C. S. Stan*, D. Sutiman, C. Mita, C. Peptu, M. E. Fortuna, C. Albu, New Complexes of 2-(1H-1, 2, 4-Triazol-3-YL) Pyridine with Co(II), Cd(II), Rh(III) Ions: Synthesis, Structure, Properties and Potential Applications, E.E.M.J. 14(2), pp.383-391, 2015. (impact Factor:1,26)
- [7] C. S. Stan*, M. Popa, D. Sutiman, P. Horlescu, Photoluminescent red green and blue monoliths of new Eu(III), Tb(III) and Y(III) complexes embedded in silica matrix, Springer-Electronic Materials Letters 10(4), pp. 827-835, doi: 10.1007/s13391-014-3240-5, 2014. (Impact Factor: 3.977)
- [8] C. S. Stan*, M. Popa, N. Marcotte, Photoluminescent polymer composites based on new Tb(III) and Eu(III) – Maleimide complexes, Springer- J. of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials 24(4), pp. 676-683, DOI: 10.1007/s10904-014-0044-x, 2014. (Impact Factor: 1.077)
- [9] C. S. Stan*, M. Popa, M. Olariu, M. S. Secula, Synthesis and characterization of a PSSA-Polyaniline composite with enhanced processability in thin films, Springer- Central European Journal of Chemistry, Open Chem. 13, pp. 467-476, DOI: 10.1515/chem-2015-0057, 2015. (Impact Factor: 1.329)

[10] C. S. Stan*, N. Marcotte, M. Popa, M. Secula, Photoluminescent silica aerogel containing a new prepared N-Hydroxysuccinimide –Tb(III) complex, Springer-J. of Sol-Gel Science and Technology, 69, pp. 207–213, doi: 10.1007/s10971-013-3205-4, 2014. (Impact Factor: 1.66)

[11] C. S. Stan*, M. Popa, M.S. Secula, Luminescent xerogels obtained through embedding Tb(III) and Eu(III) complexes in silica matrix, Elsevier- J. of Optical Materials, Volume 35(9), pp.1741–1747, doi: 10.1016/j.optmat.2013.05.025, 2013. (Impact Factor: 2.075)

Articole ISI trimise pt. publicare

[1] C.Y. Rosca, C. S. Stan, P Horlescu, M. Popa, D. Sutiman, Photoemissive Polymer Composite based on new transition metal complexes 2 with N-hydroxyphthalimide, Turkish Journal of Chemistry, 2016, under review.

Articole BDI

[1] P. Horlescu, C. S. Stan*, D. Sutiman, C. Peptu, C. Mita, Synthesis, Structure and Luminescent Properties of New Ce(III), Dy(III), Ho(III) and Tm(III) Complexes with 2-(1H-1,2,4-Triazol-3-yl)pyridine, Asian Journal of Chemistry 27(12) , pp. 4461-4466, 2015.

[2] C. S. Stan*, M. Popa, C. Albu, M. S. Secula, P. Horlescu, New Complexes of Sm(III), Eu(III), Tb(III), Ho(III), Dy(III), AND Tm(III) with N-Hydroxyphthalimide, , Bull. I.P.Iasi, ISSN: 0254 - 7104 , Tomul LXI (LXV), Fasc. 2, pp. 21-35, 2015.

[3] C. S. Stan*, M. Popa, C. A. Peptu, Luminescent hydrogel composites based on Y(III), Eu(III) and Tb(III) complexes, ASP- J. of Hydrogels, Vol. 1, pp. 34–40, 2015. doi:10.1166/jh.2015.1009.

[4] C. S. Stan, M.S. Secula, M. Popa, Synthesis Methods Of II-VI Quantum Dots, Bull. I.P.Iasi, Chem. and Chem. Eng. section, Vol.3, LIX(LXIII), , ISSN 0254-7104, 2013.

Cereri de brevet invenție înregistrate O.S.I.M.

1. C. S. Stan, M. Popa, Petronela Gospei (Horlescu), Materiale compozite fotoluminescente pe bază de polimeri hidrosolubili si complecși ai gadoliniului cu 2-(1h-1,2,4-Triazol-3-yl)piridina, A/00421/19.06.2015.

2. C. S. Stan, M. Popa, Fluorescent hydrogel composite based on sodium polyacrylate and glycerol; A/00657/ 05.09.2013.

Lucrări comunicate la conferințe internaționale

1. C. S. Stan, P. Horlescu, M. Popa, Photoemissive complexes based on poly(2-hydroxyethyl methacrylate), XIIth French-Romanian Polym. Meeting, 05-07.09.2016, Sofia Antipolis, France.

2. C. S. Stan, P. Horlescu, M. Popa, C. Curella, P. Martin, Photoluminescent polymer cryogels based on 2-Hydroxyethyl methacrylate complexes, International Meeting on Atomic and Molecular Physics and Chemistry, 27-30 June 2016, Le Havre, France.

3. P. Horlescu, C. S. Stan, M. Popa, M. Descamd, P. Martin, Polymer aerogels based on 2-Hydroxyethyl methacrylate, International Meeting on Atomic and Molecular Physics and Chemistry, 27-30 June 2016, Le Havre, France.
4. C. S. Stan, M. Popa, Petronela Horlescu, Photoluminescent polymer embedded Eu^{3+} , Tb^{3+} and Y^{3+} complexes with R, G, B emission, The 5th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Technologies- EM-NANO, Niigata, Japan, June 16 - 19, 2015.
5. C. S. Stan, M. Popa, Composites photoluminescents de type hydrogel a base de complexes de lanthanides et de quantum dots de graphène, XI^{ème} Colloque Franco-Roumain sur le Polymères, Pitesti, Roumanie 27-29 août 2014.
6. V. Musat, M. Popa, C. S. Stan, The influence of cadmium chloride over the morphology and properties of polyaniline obtained through a direct synthesis path, Third International Symposium Frontiers in Polymer Science, Sitges, Spain 21-23 May 2013.
7. C. S. Stan, M. Popa, N. Marcotte, Photoluminescent Silica Aerogel Containing New Developed Lanthanide Complexes, Third International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, Sorrento, Italy 3-7 March 2013.
8. C. S. Stan, C. A. Peptu, I. Rosca, V. Musat, M. Popa, Highly Luminescent Europium (III) complexes based on succinimide and maleimide, 12th Eurasia Conference on Chemical Sciences, Corfu, Greece, 16-21 Apr. 2012.
9. V. Musat, M. Popa, C. S. Stan, Preliminary studies concerning polyaniline embedded lanthanide complexes as emissive layers for electroluminescent devices, 12th Eurasia Conference on Chemical Sciences, Corfu, Greece, 16-21 Apr. 2012.
10. C. Albu, C. S. Stan, D. Sutiman, Fluorescent Carbon-Dots embedded in monolithic silica matrix, ICCE2014-2nd International Conference on Chem. Eng. Innovative Materials and Processes, "Gh. Asachi" Tech. Univ. Iasi, Faculty Of Chem. Engineering And Environmental Protection, Nov. 5 - 8, 2014.