



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00510

(22) Data de depozit: 11/08/2020

(41) Data publicării cererii:
28/02/2022 BOPI nr. 2/2022

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL DE CHIMIE
MACROMOLECULARĂ "PETRU PONI" DIN
IAȘI, ALEEA GRIGORE GHICA VODĂ 41A,
IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• ROMAN GHEORGHE, STR.HANCIUC,
NR.36, AP.94, IAȘI, IS, RO;
• BRATANOVICI BOGDAN - IONEL,
ALEEA PLAIEȘILOR, NR.4, BL.K1, SC.B,
ET.3, AP.14, IAȘI, IS, RO;

• SCUTARU ANDREEA LAURA, STR.CUZA
VODĂ, NR.22, PAȘCANI, IS, RO;
• SHOVA SERGIU, STR. SARMISEGETUZA,
NR.13, BL.J1, AP.3, IAȘI, IS, RO;
• ARDELEANU RODINEL,
BD.TUDOR VLADIMIRESCU NR.16, BL.P
14, SC.D, AP.9, IAȘI, IS, RO;
• DASCĂLU IOAN - ANDREI,
ȘOS.PĂCURARI, NR.32, BL.555, SC.B,
AP.20, IAȘI, IS, RO;
• LOZAN VASILE, STR.N.M. SPĂTARU,
NR.13, AP.105, CHIȘINĂU, MD

(54) POLIMER DE COORDINARE PE BAZĂ DE DERIVAT
DE 1, 2, 3-TRIAZOL PENTRU DETECTAREA
NITRODERIVAȚILOR AROMATICI

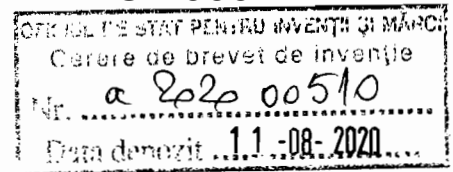
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a unui produs polimer de coordonare luminescent pe bază de derivat de 1, 2, 3-triazol utilizat ca senzor molecular pentru detectarea nitroderivaților aromatici. Procedeu, conform invenției, constă în complexarea unui ligand fluorescent derivat de 1, 2, 3-triazol de tip acid 5-(4-carboxi-5-metil-1H-triazol-1-il)izoftalic (LH₃) cu Zn²⁺ în amestec apă- N,N-dimetilformamidă (DMF), poli-

merul de coordonare rezultat având formula $\{[Zn_4(OH)_2L_2(H_2O)_2]DMF\}_n$, o structură cristalină, proprietăți luminescente și capacitate de detectare a nitroderivaților aromatici.

Revendicări: 4
Figuri: 13





DESCRIEREA INVENȚIEI

POLIMER DE COORDINARE PE BAZĂ DE DERIVAT DE 1,2,3-TRIAZOL PENTRU DETECTAREA NITRODERIVAȚILOR AROMATICI

Invenția se referă la un compus chimic din clasa polimerilor de coordinare, care este o combinație complexa luminescentă în a cărei structură ligandul organic, un derivat fluorescent de 1,2,3-triazol, coordinează prin intermediul grupărilor carboxilice și a unui atom de azot din ciclul triazolic cu cationi divalenți de zinc, și care este un senzor molecular pentru detectarea prezenței nitroderivaților aromatici.

Polimerii de coordinare sunt compuși hibridi organici-anorganici cristalini similari complecșilor metalici, dar în care ligandul organic unește doi sau mai mulți atomi de metal, care la rândul lor sunt legați de doi sau mai mulți liganzi organici pentru a da naștere unei rețele infinite. Polimerii de coordinare sunt formați din unități de bază metal-organice legate între ele prin interacții de natură covalentă și covalent-coordinativă pentru a produce o aranjare ce se extinde la infinit fie într-o dimensiune, fie în plan, fie cu formarea unei structuri tridimensionale [1]. Polimerii de coordinare sunt materiale care există numai în stare solidă, care se descompun în elementele constitutive în urma dizolvării, ca urmare a scindării legăturilor dintre metal și ligandul organic [2]. Polimerii de coordinare sunt materiale cu aplicații în cataliza chimică, în dispozitive electrochimice, materiale pentru protecția mediului, pentru eliberare controlată de medicamente, sau, în cazul polimerilor de coordinare poroși, pentru adsorbția selectivă sau non-selectivă a gazelor. În plus, polimerii de coordinare pot fi proiectați pentru utilizare ca senzori în detectarea biomoleculelor, a substanțelor nocive

din mediul înconjurător sau a substanțelor explozive prin încorporarea unui element constitutiv (fie cationul metalic, fie ligandul organic, fie ambele) care prezintă fluorescența [3]. Luminescența polimerilor de coordinare își are originea nu numai în natura cationului metalic (în general un metal din seria lantanidelor) sau a ligandului organic (în special în cazul liganzilor cu conjugare electronică π extinsă), dar și din procesele de transfer de sarcină ce au loc de la metal la ligand sau de la ligand la metal [4]. Luminescența prin transfer de sarcină de la ligand la metal este observată în mod frecvent în cazul polimerilor de coordinare ce conțin metale din grupa d^{10} [5-8]. Întrucât mercurul și cadmiul sunt toxice, zincul este metalul preferat dintre elementele grupei d^{10} pentru conceperea de polimeri de coordinare luminescenți care vizează aplicații practice, cum este detectarea nitroderivaților aromatici.

Nitroderivații aromatici sunt materii prime sau intermediari în industria coloranților, industria pielăriei, industria farmaceutică sau industria agrochimică. Utilizarea nitroderivaților aromatici pe scara largă în industrie poate conduce la poluarea mediului înconjurător cu acești compusi cu toxicitate ridicată pentru floră, faună și oameni [9, 10]. În plus, polinitroderivații aromatici sunt materiale utilizate ca explozibili în aplicații militare sau tehnico-industriale. De aceea, detectarea și monitorizarea rapidă, selectivă și cu sensibilitate ridicată a prezenței nitroderivaților aromatici în mediul înconjurător sau pentru utilizări ce includ operații antiterorism, deminări tactice sau umanitare, investigații criminalistice, securitatea națională, etc., constituie un interes actual major. Detectarea optică este una dintre modalitățile de identificare a prezenței nitroderivaților aromatici folosită pe scară largă [11], și aceasta se bazează pe modificări de culoare sau pe stingerea sau apariția fluorescenței unui material [12].

Metoda de detectare a prezenței nitroderivaților aromatici prin stingerea fluorescenței a fost utilizată și în cazul folosirii polimerilor de coordinare luminescenți ca detectori [13].

Ligandul fluorescent derivat de 1,2,3-triazol, utilizat pentru obținerea produsului polimer de coordinare conform invenției, constă dintr-un compus chimic ce prezintă în structura lui ca unitate centrală un inel de 1,2,3-triazol, care este substituit în poziția 4 cu o grupare carboxilice și în poziția 1 cu un radical (marcat cu **A**) de hidrocarbură aromatică (arenă) sau de heterociclu aromatic (heteroarenă) pe care sunt grefate două grupări carboxilice, după cum este prezentat în Figura 1.

Triazolii sunt compuși organici din clasa heterociclorilor cu inel de cinci atomi, dintre care trei sunt atomi de azot. În funcție de poziția relativă a celor trei atomi de azot în inelul de cinci atomi, se cunosc doi izomeri ai triazolului, și anume 1,2,3-triazolul și 1,2,4-triazolul. 1,2,3-Triazolii, cum este și ligandul derivat de triazol descris în această invenție, pot fi sintetizați prin cicloadiția 1,3-dipolară a azidelor la alchine (în principal la alchinele terminale), reacție care poate decurge în absența vreunui catalizator, dar este preferabil condusă în prezența sărurilor de Cu(I) pentru a asigura o bună regioselectivitate [14, 15]. În cazul sintezei unui acid 1,2,3-triazolil-4-carboxilic prin aceasta metodă, în vederea asigurării instalării nemijlocite a grupării carboxilice în poziția 4 a inelului 1,2,3-triazolic, ar trebui utilizat ca dipolarofil fie acidul propiolic, fie un derivat convenabil al acestuia (cum este esterul metilic sau esterul etilic). Acești dipolarofili prezintă dezavantajul unor costuri ridicate ale preparării, păstrării și manipulării, în special în cazul efectuării acestei sinteze la scara industrială. În vederea obținerii acizilor 1,2,3-triazol-4-carboxilici, o alternativă viabilă la reacția “click” dintre azide și alchine terminale o constituie cicloadiția Dimroth a azidelor la β -ceto esteri în

prezența unei baze [16-18]. Cel mai comun β -ceto ester care poate fi utilizat în cicloadiția Dimroth este 3-oxobutanoatul de etil (acetoacetatul de etil), un produs industrial de mare tonaj, mai ieftin și mai ușor de manipulat și de păstrat decât acidul propiolic și esterii acestuia. Pentru ca sistemul (hetero)aromatic din poziția 1 a inelului 1,2,3-triazolic să prezinte ca substituenți cele două grupări carboxilice prevăzute, conform invenției, pentru ligandul derivat de 1,2,3-triazol, partenerul de reacție al esterului β -cetonc în cicloadiția Dimroth trebuie să fie un acid azido-aren/heteroaren-dicarboxilic sau un derivat convenabil al acestuia (cum este esterul dimetilic sau esterul dietilic). Modalitatea de obținere a ligandului derivat de 1,2,3-triazol util pentru obținerea produsului polimer de coordinare conform invenției este redată în Figura 2.

Acizii azido-aren/heteroaren-dicarboxilici (sau esterii dimetilici sau esterii dietilici ai acestora) se obțin cel mai convenabil prin diazotarea aminelor corespunzătoare, urmată de substituția grupării diazo cu azido [19-21]. Exemplele de radicali preferați de hidrocarbură aromatică (arenă) sau de heterociclu aromatic (heteroarenă) din structura acizilor azido-aren/heteroaren-dicarboxilici includ radicali derivați din benzen, naftalen, antracen, fenantren, fluoren, acenaften, bifenil, terfenil, pirol, tiofen, indol, benzotiofen, benzofuran, pirazol, imidazol, izoxazol, tiazol, indazol, benzimidazol, benzoxazol, benzotiazol, piridina, chinolina, izochinolina, bipyridina, pirazina, pirimidina, piridazina, cinolina, chinoxalina, chinazolina, indolizina, carbazol, acridina, fenazina, benzochinolina, fenoxazina, fenotiazina, fără să fie însă limitate la acestea. Exemplele de radical R preferate din structura esterului β -cetonc includ metil, etil, izopropil, metoximetil, metilmercaptometil, dimetilaminometil, fenil, fără să fie însă limitate la acestea. Exemplele de radical R¹ preferate includ hidrogen, metil sau etil, iar exemplele

de radical R^2 preferate includ metil sau etil.

Este cunoscut că liganzii tridentați de tip carboxilat, cum sunt de exemplu acidul benzen-1,3,5-tricarboxilic (acid trimesic), acidul benzen-1,2,4-tricarboxilic (acid trimelitic), sau acidul bifenil-3,4',5-tricarboxilic, pot fi utilizați pentru obținerea de polimeri de coordinare, iar acești liganzi tricarboxilici care prezintă un radical de hidrocarbură aromatică drept unitate centrală conduc la rețele metal-organice care manifestă luminescență ca urmare a transferului de sarcina între ligand și metal [3]. Liganzi tridentați de tip carboxilat cu o unitate centrală aromatică sunt frecvent obținuți prin cuplare Suzuki-Miyaura între un derivat tribromurat sau triiodurat și acid 4-carboxifenilboronic (sau esterul său metilic) [22]. Aceasta modalitate de obținere a liganzilor de tip tricarboxilat are ca dezavantaj utilizarea de materii prime costisitoare (derivații halogenați, esterul metilic al acidului 4-carboxifenilboronic, catalizatori pe bază de paladiu), utilizarea unor condiții stricte de reacție (atmosferă inertă), sau utilizarea mai multor etape de reacție până la obținerea produsului final (asamblarea unității centrale, obținerea derivatului trihalogenat, cuplarea Suzuki-Miyaura, hidroliza alcalină a esterului).

Este de asemenea bine-cunoscută fluorescența 1,2,3-triazolilor [23], de aceea încorporarea unui fragment de 1,2,3-triazol în unitatea centrală a unui ligand, conform invenției, ar avea ca efect creșterea intensității fluorescenței acestuia față de fluorescența liganzilor care au doar radicali de arenă în unitatea centrală.

Scopul invenției este acela de a obține un polimer de coordinare care să reunească în structura lui:

a. un ligand care să prezinte în structura lui un inel de 1,2,3-triazol care să contribuie

semnificativ la fluorescența ligandului;

b. ligandul de mai sus să conțină de asemenea trei grupări carboxilice care, prin posibilitățile crescute de coordinare, pot avea ca efect obținerea de rețele bidimensionale și chiar tridimensionale stabile, formate prin legături covalente și covalent-coordinative între ligand și ionii metalici;

c. ioni metalici divalenți de zinc.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este obținerea unui nou polimer de coordinare, puternic luminescent, care este utilizat ca senzor pentru detectarea nitroderivaților aromatici. Soluția tehnică a invenției constă în utilizarea unui ligand fluorescent de tip tricarboxilat cu inel de 1,2,3-triazol în unitatea centrală și a zincului ca centru metalic în vederea obținerii polimerului de coordinare util în detectarea nitroderivaților aromatici.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- obținerea unui ligand de tip tricarboxilat fără utilizarea de materiale costisitoare și fără aplicarea unor condiții stricte de reacție;
- sinteza într-o singură etapă a unui ligand derivat de 1,2,3-triazol din materii prime disponibile comercial;
- fluorescența ridicată a ligandului derivat de 1,2,3-triazol față de cea a compușilor similari cu arene în unitatea centrală a ligandului de tip tricarboxilat;
- prezența în structura ligandului derivat de 1,2,3-triazol a multiple posibilități de coordinare (trei grupări carboxilice și atomi de azot din inelul 1,2,3-triazolic);
- polimerul de coordinare se obține fără utilizarea de materiale costisitoare sau a unor condiții severe de reacție;

- polimerul de coordinare tridimensional este sintetizat pe baza unui ligand derivat de 1,2,3-triazol fluorescent;
- polimerul de coordinare derivat de la ligandul cu 1,2,3-triazol în unitatea centrală și zinc se obține cu randament ridicat;
- polimerul de coordinare derivat de la ligandul cu 1,2,3-triazol în unitatea centrală și zinc prezintă capacitate de detectare a nitroderivaților aromatici.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu Figurile 3-13, care prezintă:

- Figura 3, schema de reacție pentru obținerea acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic;
- Figura 4, spectrul RMN de proton al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic;
- Figura 5, spectrul RMN de carbon al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic;
- Figura 6, spectrul IR al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic;
- Figura 7, spectrul IR al polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc;
- Figura 8, fragment al structurii cristaline a polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc, care arată funcția structurală a ligandului derivat de 1,2,3-triazol și a fragmentului tetranuclear de zinc $\{Zn_4\{(OH)_2\}$;
- Figura 9, proiecția structurii cristaline a polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc de-a lungul axei *c*;
- Figura 10, termograma obținută pentru polimerul de coordinare al acidului 5-(4-

carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc;

- Figura 11, difractograma de raze X în pulbere a polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc (albastru: experimental; roșu: simulat din datele experimentului de difracție de raze X pe monocristal);
- Figura 12, spectrul de emisie al polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc în suspensie în DMF ($c = 1 \text{ mg/ml}$), $\lambda_{\text{ex}} = 297 \text{ nm}$;
- Figura 13, spectrele de fluorescență pentru polimerul de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc, în suspensie în DMF, la diferite concentrații de *o*-nitrofenol (a) sau *p*-nitrotoluen (b), și diagramele Stern-Volmer pentru interacțiunile dintre acest polimer de coordinare și nitrobenzen, *o*-nitrofenol și *p*-nitrotoluen (c).

Exemplu:

Obținerea acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic

Sodiu metalic (0,46 g, 20 mmoli) este agitat în etanol absolut (60 ml) la 40 °C până la transformarea completă în etoxid de sodiu, apoi soluția se răcește la temperatura camerei. În această soluție se adaugă acetoacetat de etil (3,12 g, 24 mmoli), iar amestecul se agită la temperatura camerei timp de 15 minute. Se adaugă apoi 5-azidoizoftalat de dimetil (4,7 g, 20 mmoli), obținut în prealabil conform [24], iar amestecul de reacție obținut se încălzește la reflux timp de 2 ore. Se îndepărtează solventul la presiune redusă, iar materialului semi-solid rezultat i se adaugă o soluție 2 N de hidroxid de sodiu (50 ml). Amestecul de reacție se încălzește la reflux timp de 7 ore, apoi se răcește la temperatura camerei și se filtrează. Soluția rezultată se diluează

cu apă distilată (200 ml), apoi se acidulează prin adăugarea treptată a unei soluții de acid clorhidric 0,5 N până la pH 1-2. Suspensia se agită la temperatura camerei încă o oră, apoi se filtrează la vid, solidul se spală cu apă distilată (5 × 50 ml) pe filtru și se usucă în atmosferă, la temperatura camerei, timp de 2 zile, apoi în etuva de vid la 60 °C timp de 12 ore. Se obțin 5.2 g (90%) produs de culoare crem, cu punct de topire necorectat de 295–297 °C (cu înnegrire și descompunere). Structura produsului a fost stabilită prin spectroscopie RMN (Figurile 4 și 5). ¹H-RMN (400,1 MHz, CDCl₃, δ, ppm): 2,58 (s, 3H), 8,35 (d, *J* = 1,2 Hz, 2H), 8,63 (s, 1H), 13.53 (s larg, 3H); ¹³C-RMN (100,6 MHz, CDCl₃, δ, ppm): 9,8, 129,8, 130,8, 133,0, 136,0, 136,7, 139,6, 162,5, 165,5. Compusul a fost de asemenea caracterizat prin spectroscopie IR (Figura 6). FTIR (ν, cm⁻¹): 1676 și 1726 (ν_{C=O}).

Obținerea polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc

O soluție a ligandului acid 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic (H₃L, 43,6 mg, 0,15 mmoli) în *N,N*-dimetilformamidă (DMF, 3 ml) a fost introdusă într-o fiolă de sticlă termorezistentă cu capacitate de 8 ml. Separat, azotat de zinc hexahidrat (267,7 mg, 0,9 mmoli) a fost dizolvat în apă (2 ml). Soluția sării metalice a fost plasată deasupra soluției ligandului, evitând pe cât este posibil amestecarea straturilor. Fiola de sticlă a fost păstrată într-o etuvă încălzită la temperatura de 95 °C timp de 72 de ore, apoi temperatura în etuvă a fost redusă până la temperatura camerei cu o viteză de răcire de 10 °C/oră. Cristalele incolore rezultate au fost filtrate, spălate succesiv cu DMF (3 × 3 ml), apă (3 × 3 ml) și metanol (3 × 3 ml), și uscate în atmosferă timp de 24 de ore. Randament 145 mg. Compusul a fost caracterizat prin spectroscopie IR (Figura 7).

FTIR (ν , cm^{-1}): 3358(s), 3279(s), 3211(s), 2897(s), 1570(s), 1377(s), 764(s). Structura cristalină a polimerului de coordinare a fost stabilită prin difracție de raze X pe monocristal (Figurile 8 și 9). Comportarea la încălzire a compusului a fost determinată prin analiză termogravimetrică (Figura 10), polimerul fiind stabil până la aproximativ 250 °C, când începe degradarea rețelei metal-organice. Rezultatul analizei prin difracție de raze X în pulbere (Figura 11) demonstrează că polimerul izolat reprezintă o fază pură.

Determinarea capacității de detectare a nitroderivaților aromatici de polimerul de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc

O suspensie a polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc în DMF ($c = 1 \text{ mg/ml}$) a fost excitată cu lungimea de undă de 297 nm. Compusul prezintă o emisie fluorescentă foarte puternică, spectrul de emisie conținând două benzi de emisie intense la 331 nm și la 348 nm, împreună cu un umăr mic la 369 nm (Figura 12).

În suspensia polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc ($c = 1 \text{ mg/ml}$ în DMF) s-au adăugat progresiv diferiți derivați mono-nitroaromatici, și anume nitrobenzen, *o*-nitrofenol și *p*-nitrotoluen. Se observă în toate cazurile o scădere a intensității fluorescenței polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc (Figura 13a și Figura 13b). Valorile minime detectate pentru acești analiți de tip mono-nitroderivat sunt de $0,4 \times 10^{-6} \text{ M}$. Gradul de stingere a fluorescenței suspensiei de polimer de coordinare pentru o concentrație a stingătorului de $25,8 \times 10^{-5} \text{ M}$ sunt 52,4% pentru nitrobenzen, 78,6% pentru *o*-nitrofenol, și 72,1% în cazul utilizării *p*-nitrotoluenului. Constantele Stern-Volmer (K_{sv}) pentru stingătorii nitroaromatici, determinate pentru concentrații mici de

stingător (între 0 și $2,8 \times 10^{-5}$ M) în diagramele corespunzătoare (Figura 13c) indică o sensibilitate ușor mai ridicată a polimerului de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc pentru *p*-nitrotoluen ($K_{SV} = 16,56 \times 10^3 \text{ M}^{-1}$) față de *o*-nitrofenol ($K_{SV} = 15,39 \times 10^3 \text{ M}^{-1}$), și o sensibilitate ceva mai redusă pentru nitrobenzen ($K_{SV} = 8,26 \times 10^3 \text{ M}^{-1}$).

REVENDICĂRI

Revendicare 1:

Produsul ligand fluorescent derivat de 1,2,3-triazol care, conform invenției, are în structura lui trei grupări carboxilice, una în poziția 4 a inelului triazolic iar celelalte două substituind un radical **A** de arenă sau heteroarenă care poate fi benzen, naftalen, antracen, fenantren, fluoren, acenaften, bifenil, terfenil, pirol, tiofen, indol, benzotiofen, benzofuran, pirazol, imidazol, izoxazol, tiazol, indazol, benzimidazol, benzoxazol, benzotiazol, piridina, chinolina, izochinolina, bipyridina, pirazina, pirimidina, piridazina, cinolina, chinoxalina, chinazolina, indolizina, carbazol, acridina, fenazina, benzochinolina, fenoxazina, fenotiazina, fără să fie însă limitat la acestea, și al cărui substituent **R** poate fi metil, etil, izopropil, metoximetil, metilmercaptometil, dimetilaminometil, fenil, fără să fie însă limitat la aceste exemple, **caracterizat prin aceea că are structura chimică conform formulei generale din Figura 1, și care poate funcționa ca ligand polidentat în obținerea de polimeri de coordinare luminescenți.**

Revendicare 2:

Produsul ligand fluorescent derivat de 1,2,3-triazol, **caracterizat prin aceea că acesta este acidul 5-(4-carboxi-5-metil-1H-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic.**

Revendicare 3:

Produsul polimer de coordinare, **caracterizat prin aceea că el rezultă din complexarea unui ligand fluorescent derivat de 1,2,3-triazol din Revendicarea 1 cu zinc, și care este util ca senzor luminescent.**

Revendicare 4:

Produsul polimer de coordinare al acidului 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic cu zinc, **caracterizat prin aceea că** are formula moleculară $\{[(Zn_4(OH)_2L_2(H_2O)_2)DMF]_n$ și o structură cristalină în care fragmentul tetranuclear de zinc $\{Zn_4(OH)_2\}$ și acidul 5-(4-carboxi-5-metil-1*H*-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic deprotonat sunt legate unul de celălalt conform **Figurilor 8 și 9**, și care este util la detectarea derivaților nitroaromatici.

DESENE EXPLICATIVE

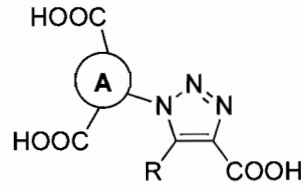


Figura 1

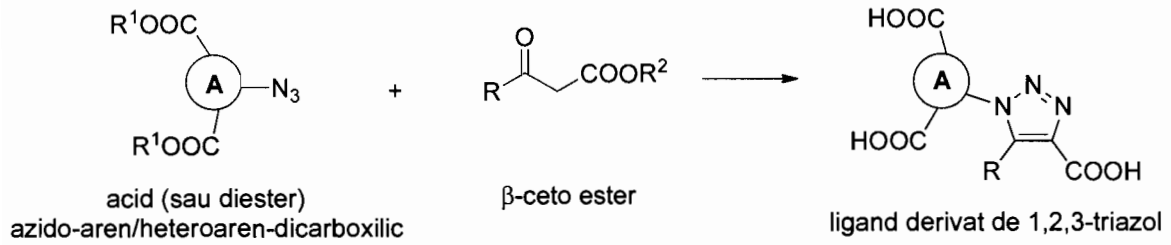
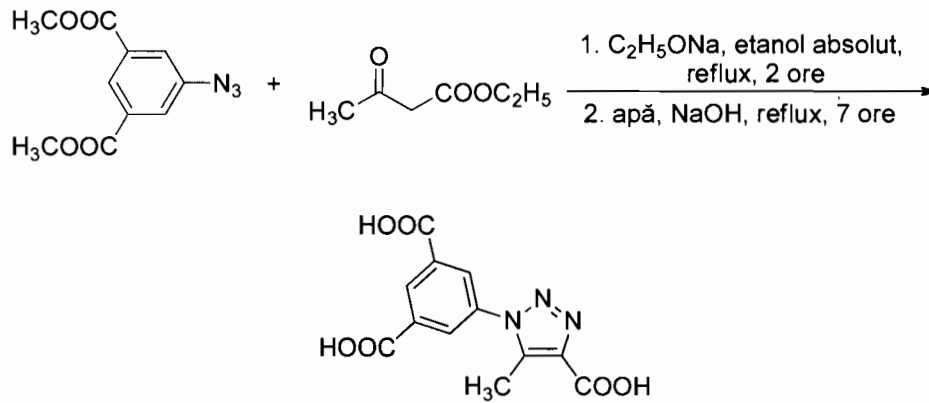


Figura 2



acid 5-(4-carboxi-5-metil-1H-1,2,3-triazol-1-il)izoftalic

Figura 3

18

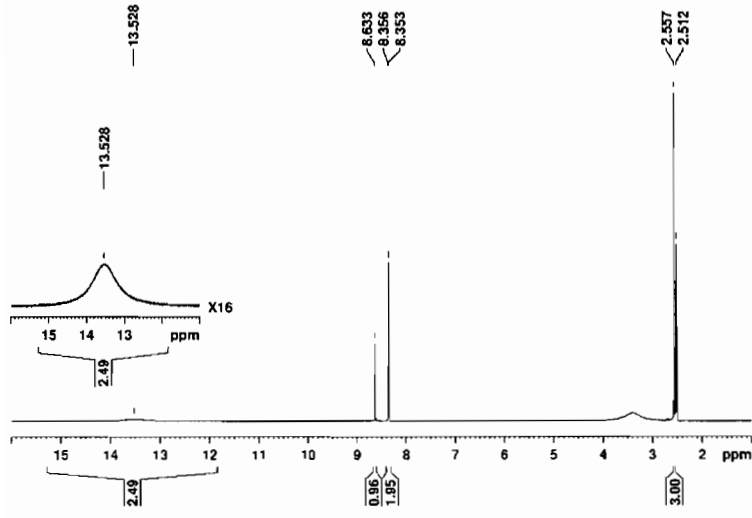


Figura 4

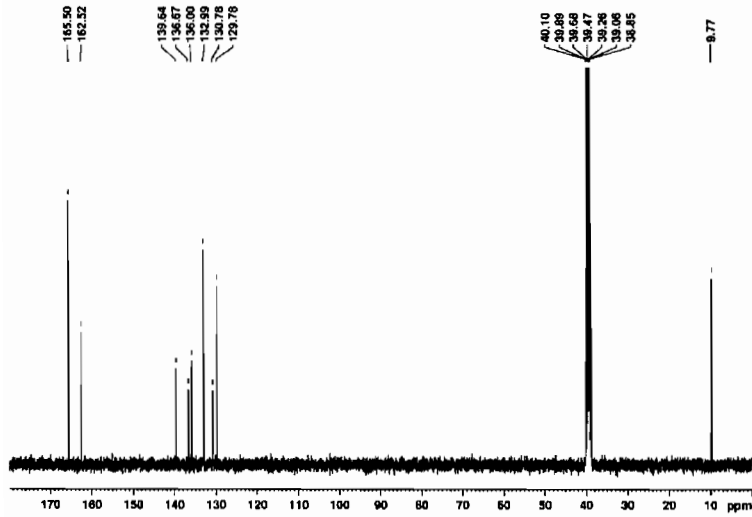


Figura 5

19

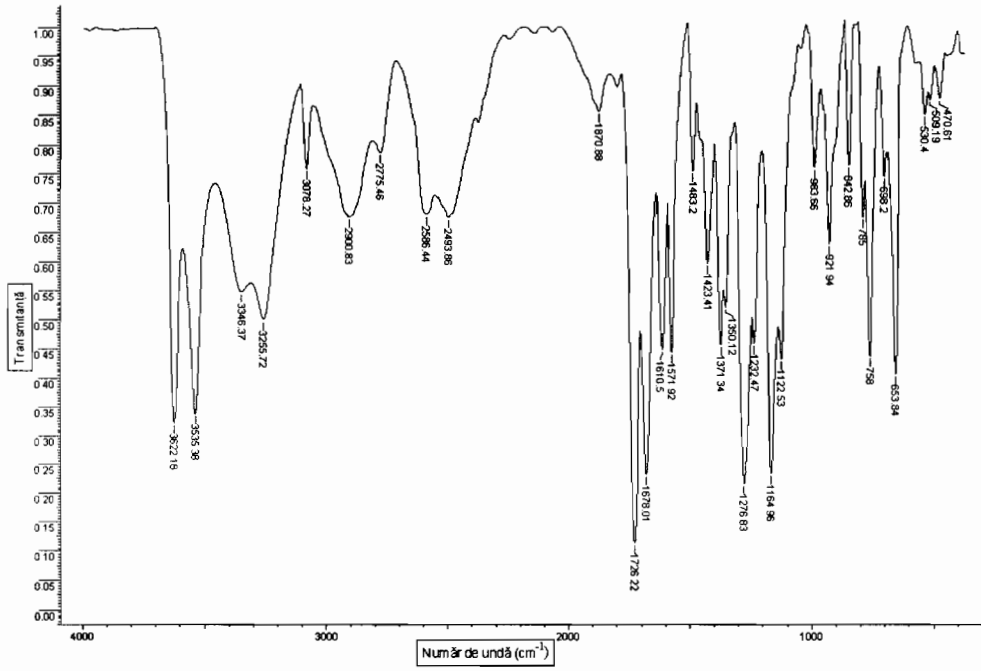


Figura 6

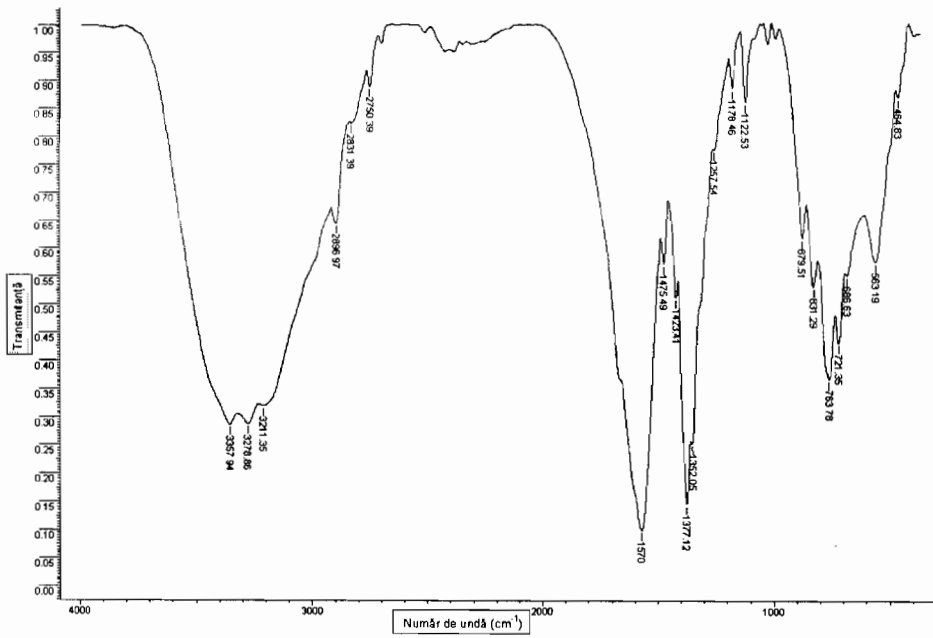


Figura 7

20

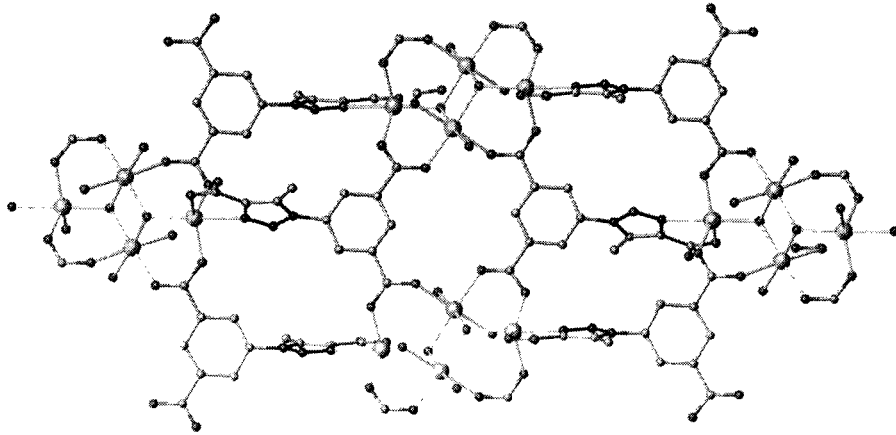


Figura 8

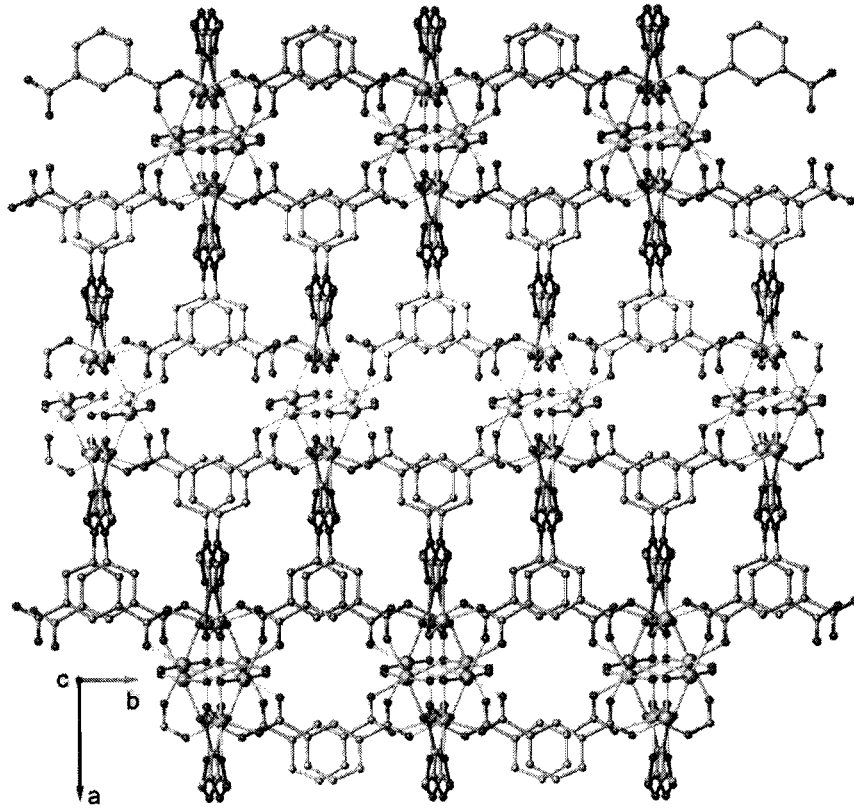


Figura 9

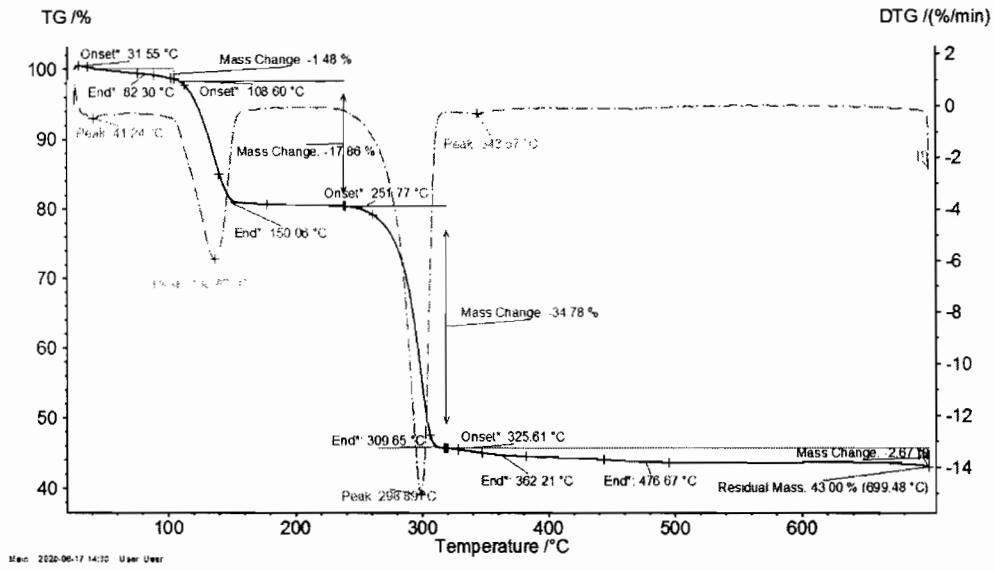


Figura 10

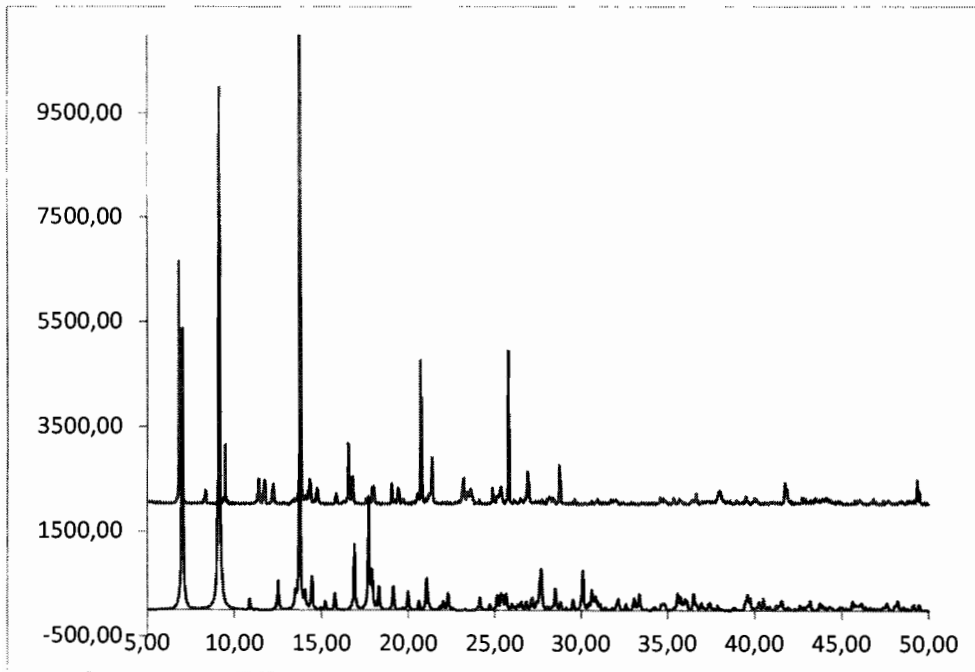


Figura 11

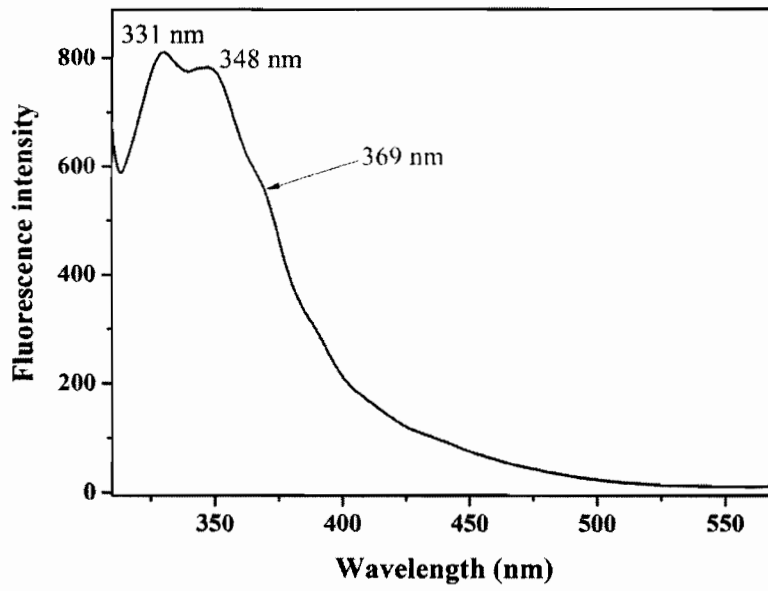


Figura 12

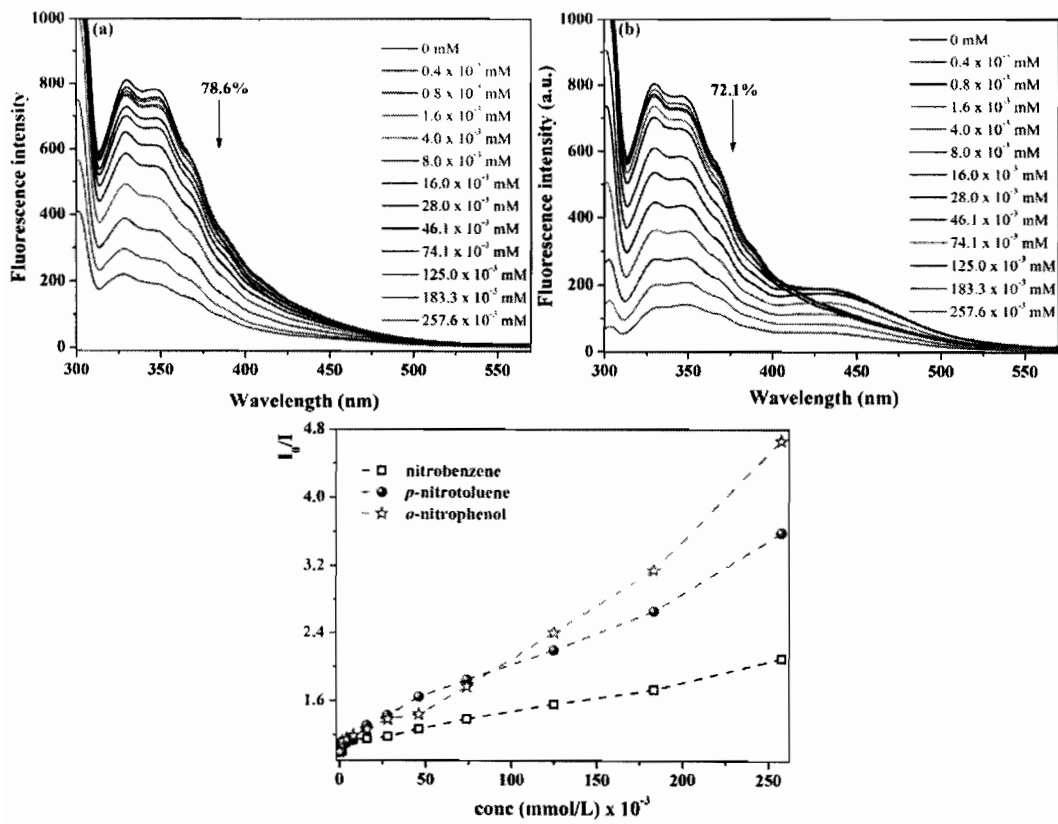


Figura 13