



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00376

(22) Data de depozit: 29/06/2021

(41) Data publicării cererii:  
30/12/2022 BOPI nr. 12/2022

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA MATERIALELOR,  
STR. ATOMIȘTILOR NR. 405A,  
MĂGURELE, IF, RO;  
• UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE  
AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ  
DIN BUCUREȘTI, BD.MĂRĂȘTI NR.59,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• PREDOI DANIELA, CALEA PLEVNEI  
NR.94, BL.10D2, SC.1, ET.4, AP.12,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• ICONARU SIMONA-LILIANA,  
STR.MAJOR ION PORUMBARU, NR.52,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;  
• CIOBANU STELUȚA CARMEN,  
DRUMUL VALEA CRICOVULUI, NR.13-19,  
BL.A, SC.1, ET.P, AP.3, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• PREDOI GABRIEL, ALEEA ALEȘD NR. 8,  
BL. N22, SC. 1, ET. 3, AP. 14, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) OBȚINEREA ÎN LABORATOR A NANOPARTICULELOR  
DE FIER CU VALENȚA ZERO CU APLICAȚII ÎN  
DECONTAMINAREA APELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a pulberilor de fier de valență zero  $Fe^0$  cu dimensiuni nanometrice cu aplicații în decontaminarea apelor. Procedeul conform invenției constă în sinteza particulelor de Fe la temperatura ambiantă, în atmosferă controlată cu un timp de agitare cuprins între 30 minute și 1 oră, prin realizarea reacției de coprecipitare utilizând soluția de  $FeCl_3$  care a fost precipitată în soluția de  $NaBH_4$  timp de 1 oră, după terminarea precipitării soluția fiind agitată timp de 30 minute cu viteza de rotație de 300 rpm la temperatura camerei în atmosferă controlată, iar după cele 30 minute precipitatul a fost spălat cu etanol și centrifugat la o viteză de 1000 rpm timp de 1 oră și apoi lăsat la uscat în atmosferă controlată, eficiența de reținere a ionilor metalici din apele contaminate de către pulberile nanometrice de  $Fe^0$  fiind de peste 90%.

Revendicări: 4  
Figuri: 10

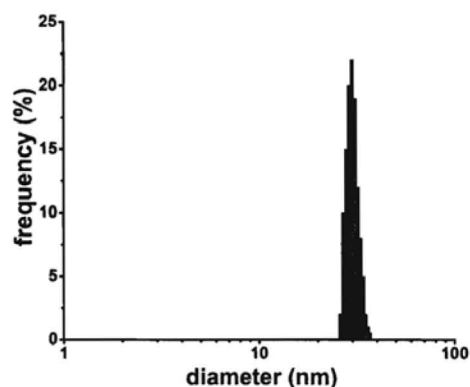
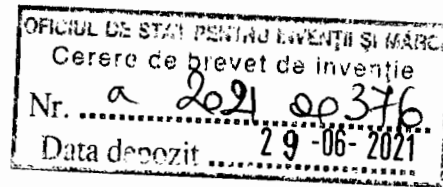


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## OBTINEREA IN LABORATOR A NANOPARTICULELOR DE FIER CU VALENTA ZERO CU APLICATII IN DECONTAMINAREA APELOR

Prezenta inventie se refera la dezvoltarea unei metodologii de laborator de obtinere a nanoparticulelor de fier cu valenta zero avand eficienta in depoluarea apelor contaminate. Se stie ca dezvoltarea tehnologica din ultimii ani a condus la aparitia de deseuri periculoase care contribuie la contaminarea extinsa a solului si a panzei de apa freatica, ceea ce constituie o problema majora de mediu. Principalii poluanti care se afla in zonele miniere sau gropi de gunoi sunt metalele grele care nu sunt biodegradabile si care au tendinta de a se acumula in organismele vii cauzand probleme grave de sanatate [1, 2]. Tehnicile conventionale utilizate in prezent in decontaminarea apelor si a solului precum metodele de tratare sau aerare a solului, de extragere a vaporilor din sol sau arderea unor reziduuri industriale conduc la riscuri privind sanatatea organismelor vii, iar costurile de realizare ale acestora sunt ridicate [3-5]. In ultima vreme, o atentie deosebita a fost acordata nanomaterialelor pentru dezvoltarea de noi tehnici de tratare si conservare a mediului inconjurator. Studii recente au fost efectuate pe materiale oxidice si compozite ceramice cu scopul de a fi utilizate pentru decontaminarea solurilor, apelor oceanice si/sau continentale. Unul dintre cele mai toxice elemente reglementate de Organizatia Mondiala a Sanatatii care conduce la contaminarea mediului, este arsenul care poate cauza in organism diferite forme de cancer. In acest context, dezvoltarea unor noi materiale care sa permita inlaturarea arsenicului din panza freatica reprezinta un domeniu major de interes la nivel mondial. Unele dintre materialele cele mai studiate in ultimii ani pentru indepartarea ionilor de arsen din solutii contaminate au fost materiale pe baza de oxid de fier si cu precadere nanoparticulele de fier cu valenta zero. Prezenta procedura de obtinere in laborator a nanoparticulelor de fier cu valenta zero se refera la o metoda de coprecipitare adaptata printr-un control strict al parametrilor implicati in procesul de sinteza, ceea ce permite obtinerea de nanoparticule de fier cu valenta zero cu dimensiuni, morfologii si distributii de dimensiuni controlabile. Obiectivul principal a fost de a investiga eficienta nanoparticulelor de fier cu valenta zero in retinerea ionilor metalici din ape contaminate prin analize de absorbtie atomica in flacara (AAS). Proprietatile optice ale nanoparticulelor de fier cu valenta zero sunt investigate

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

Director General INCDFM,

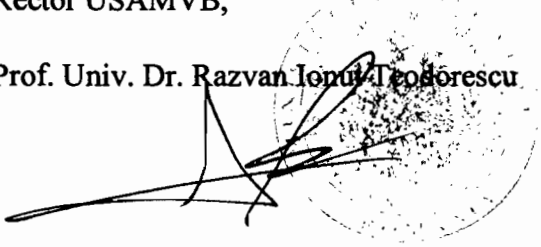
Dr. Ionut Marius Enculescu



prin spectroscopia in infrarosu cu transformata Fourier (FTIR). Caracterizarea citotoxicitatii pulberilor rezultate se realizeaza prin experimente *in vitro* determinand astfel impactul ionilor metalici adsorbiti din apele contaminate asupra efectului toxicologic al nanoparticulelor de fier cu valenta zero. Pentru determinarea conditiilor experimentale optime pentru obtinerea pulberilor de fier cu valenta zero ( $Fe^0$ ) cu dimensiuni nanometrice s-au realizat sinteze printr-o metoda de coprecipitare adaptata variind diferiti parametrii experimentali. Astfel, experimentele de realizare a protocoalelor de sinteza au fost efectuate la temperatura ambianta, in atmosfera controlata cu un timp de agitare cuprins intre 30 minute si 1 ora. Alegerea conditiilor optime de sinteza pentru pulberile de fier cu valenta zero s-a realizat in urma experimentelor. Pentru obtinerea pulberilor de fier cu valenta zero la scara nanometrica au fost utilizati ca si precursori borohidrua de sodiu  $NaBH_4$  si clorura ferica  $FeCl_3$ , cu un raport volumic al solutiilor 1:1. Pentru realizarea reactiei de coprecipitare, borohidrua de sodiu a fost dizolvata in apa deionizata. Apoi solutia de  $FeCl_3$  a fost precipitata in solutia de borohidrua de sodiu timp de 1 ora. Dupa terminarea precipitarii solutiei de  $NaBH_4$  in  $FeCl_3$  solutia a fost agitata timp de 30 minute la viteza de rotatie de 300 rpm la temperatura camerei in atmosfera controlata. Dupa cele 30 minute, precipitatul a fost spalut cu etanol, si centrifugat la o viteza de 10000 rpm timp de 1 ora si apoi lasat la uscat in atmosfera controlata. Materialele obtinute au fost depozitate in desicatoare cu atmosfera controlata de azot ( $N_2$ ). Nanoparticulele de fier cu valenta zero obtinute sunt caracterizate din punctul de vedere al stabilitatii cu ajutorul analizorului de nanoparticule SZ-100 (Horiba) folosind imprastierea dinamica a luminii, rezultatele fiind prezentate in Figura 1. Distributia hidrodinamica medie a nanoparticulelor de fier cu valenta zero deduse din histograma de distributie a marimii a fost de  $30 \pm 1.25$  nm. Nanoparticulele de fier cu valenta zero au fost caracterizate din punct de vedere structural prin masuratori de difractie de raze X (DRX) iar rezultatele sunt prezentate in Figura 2. Maximele de difractie prezente in spectrul de difractie sunt caracteristice structurii fierului metalic (JCPDS nr.06-0696) si corespund planurilor (110), (200) si (211). Mai mult decat atat, in spectrul de difractie nu au fost observate maxime suplimentare ceea ce indica puritatea finala a produsului rezultat. Aspectul morfologic al pulberilor de  $Fe^0$  a fost analizat prin microscopie electronica de transmisie (MET) si microscopie electronica de baleiaj (MEB) rezultatele fiind prezentate in Figura 3 si respectiv in Figura 4.

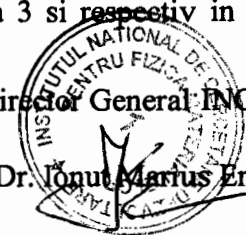
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionu Teodorescu



Director General INCDFM,

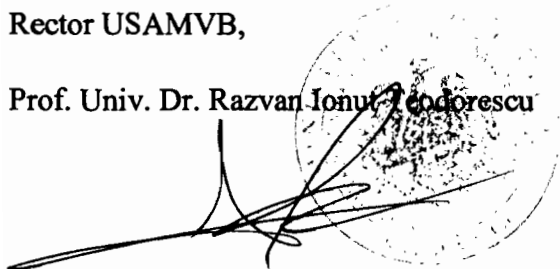
Dr. Ionu Marius Enculescu



Dupa cum se poate observa particulele de  $Fe^0$  cu dimensiuni nanometrice, sunt relativ bine dispersate cu o distributie de dimensiuni de aproximativ  $27.75\text{nm} \pm 2.3 \text{ nm}$ , si o forma sferica aproape perfecta dupa cum indica imaginea MET. Este importanta evaluarea toxicitatii pulberilor de fier cu valenta zero, care s-a realizat pe una dintre cele mai cunoscute linii celulare existente, respectiv linia de celule HeLa. Datorita proprietatilor lor de a se diviza la nesfarsit cat timp le sunt asigurate conditii propice de supravietuire, aceasta linie de celule este considerata "nemuritoare". Viabilitatea celulara a culturii de celule HeLa a fost pusa in evidenta prin expunerea timp de 24 ore la o suspensie de nanoparticule de fier cu valenta zero obtinuta dupa procedura descrisa. Rezultatul testului de citotoxicitate este prezentat in Figura 5 (a, b). In Figura 5 sunt prezentate atat imaginea de fluorescenta a celulelor HeLa cultivate intr-o suspensie de nanoparticule de fier cu valenta zero ( $100 \mu\text{g/ml}$ ) (Fig. 5 b) timp de 24 ore, cat si imaginea culturii de celule HeLa netratate, utilizata ca si proba martor (Fig. 5a- control). Din imaginile de fluorescenta se poate observa ca nanoparticulele de fier cu valenta zero nu prezinta toxicitate asupra celulelor HeLa dupa 24 ore de incubatie. Mai mult decat atat, imaginile de microscopie au aratat ca nu exista modificari morfologice semnificative comparativ cu proba martor. Lipsa de toxicitate a nanoparticulelor de fier cu valenta zero indica faptul ca acestea pot fi utilizate in aplicatii de decontaminare fara a prezenta riscuri fata de organismele vii. Natura legaturilor de suprafata a nanoparticulelor de fier este pusa in evidenta prin spectroscopia FTIR, dupa cum se prezinta in Figura 6. Spectrul inregistrat pe domeniul  $2000\text{-}400 \text{ cm}^{-1}$  aduce informatii privind benzile vibrationale astfel, in jurul valorii de  $900 \text{ cm}^{-1}$  ele sunt atribuite in parte oxizilor de fier de pe suprafata ceea ce indica o oxidare a particulelor de fier cu valenta zero la suprafata. Proprietatea de decontaminare a pulberilor de fier cu valenta zero, asupra ionilor de arsen, a fost investigata prin determinarea capacitatii de indepartare a ionilor de  $As^{3+}$  din solutiile apoase de catre pulberile de fier cu valenta zero. Studiile izotermelor de adsorbtie la echilibru s-au realizat la diferite concentratii de  $As^{3+}$  respectiv in intervalul  $(0.01\text{-}120) \text{ mgL}^{-1}$ . Experimentele de adsorbtie au fost efectuate utilizand tuburi de silicon de 40 ml, cantitatea de adsorbant utilizata a fost 0.2 g si pH-ul solutiei a fost mentinut la 5 prin adaugarea unei solutii de acid clorhidric (HCl) 1 M, experimentele avand loc la temperatura camerei. Rezultatele experimentelor de adsorbtie a ionilor de  $As^{3+}$  de catre pulberile de  $Fe^0$  in functie de concentratia initiala de  $As^{3+}$

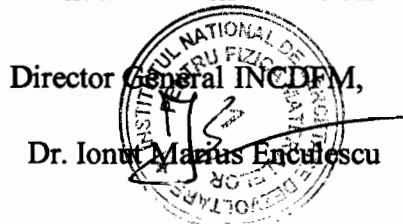
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



este prezentata in Figura 7. Dupa cum se poate observa din imagine, eficienta de indepartare a ionilor de  $As^{3+}$  este corelata cu concentratia initiala a ionilor de  $As^{3+}$  din solutiile contaminate. Pentru o concentratie de arsenic de  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , eficienta de indepartare a fost de aproximativ 98 % demonstrand astfel ca materialul adsorbant ( $Fe^0$ ) are o afinitate puternica pentru ionii de  $As^{3+}$ . Pentru concentratii initiale de arsen in intervalul  $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1} - 120 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  eficienta de indepartare a ionilor de  $As^{3+}$ , a pulberilor de fier cu valenta zero a ramas constanta la o valoare de aproximativ 90%. Procesul de adsorbție a ionilor de arsen pe pulberile de fier cu valenta zero ( $Fe^0$ ) se descrie cu ajutorul modelelor de adsorbție Langmuir si Freundlich. Capacitatea de adsorbție a ionilor de arsen de catre pulberile de  $Fe^0$  se defineste ca fiind cantitatea de metal retinuta pe unitatea de masa, iar cantitatea de material adsorbit la echilibru  $q_e$ , se determina din relatia :

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \cdot V \quad (1)$$

unde  $C_0$ - concentratia initiala de ioni metalici (mg/L);  $C_e$ - concentratia ionilor metalici la echilibru (mg/L);  $V$ - volumul solutiei,  $m$ - cantitatea de adsorbant utilizata in experiment (g).

In cadrul modelului teoretic Langmuir se presupune ca stratul adsorbit are grosimea unei molecule iar adsorbția poate avea loc doar pentru un numar finit de zone localizate si definite care sunt identice si echivalente. Valorile constantelor Langmuir,  $q_m$  si  $K_L$  calculate in cazul adsorbției ionilor  $As^{3+}$  pe pulberi de fier cu valenta zero ( $Fe^0$ ) au fost de  $84.25 \text{ mg(As)/g}$  si respectiv  $0.05 \text{ L/mg}$ . Rezultatele obtinute pentru constantele Freundlich din reprezentarile grafice ( $\ln Q_e$ ) in functie de ( $\ln C_e$ ) pentru experimentele de adsorbție de ioni de plumb pe pulberi de fier cu valenta zero ( $Fe^0$ ) au demonstrat ca valorile obtinute pentru  $n$  au fost mai mari decat 1 ceea ce conduce la o valoare a  $1/n < 1$ , corespunzator unui proces de adsorbție normal. Rezultatele obtinute pentru valorile constantelor Langmuir si Freundlich, au evidentiat ca toate procesele de adsorbție au fost favorabile, iar pulberile de fier cu valenta zero ( $Fe^0$ ) ar putea fi folosite cu succes, in viitor in dezvoltarea de noi tehnologii pentru depoluarea apelor contaminate cu ioni de arsen. Citotoxicitatea nanoparticulelor de  $Fe^0$  inainte si dupa experimentele de inlaturarea a ionilor de arsen din solutiile contaminate a fost evaluata prin studii *in vitro* prin testul de viabilitate MTT, in raport cu liniile celulare HeLa. In Figura 8 sunt prezentate rezultatele testului

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionu Teodorescu

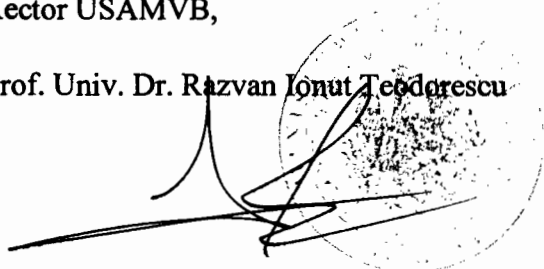
Director General INCDFM,

Dr. Ionu Marius Enculescu

MTT realizat pe nanoparticulele de  $Fe^0$  înainte și după adsorbția ionilor de arsen ( $10\text{mgL}^{-1}$  și  $120\text{mgL}^{-1}$ ) pentru 24 ore de incubare la  $37^\circ\text{C}$ . După cum se poate observa pulberile de  $Fe^0$  nu au prezentat o toxicitate ridicată prezentând un comportament similar cu cel al culturii de control după 24 ore de incubare, indicând o biocompatibilitate bună a materialului. Se constată că probele de  $Fe^0$  recuperate după experimentele de îndepărtare a ionilor de  $As^{3+}$  din soluții contaminate cu concentrații de  $10\text{mgL}^{-1}$  și  $120\text{mgL}^{-1}$  prezintă o toxicitate corelată cu concentrația de arsen din soluțiile contaminate. Testul de viabilitate celulară a evidențiat că citotoxicitatea este dependentă de cantitatea de ioni de  $As^{3+}$  din soluțiile contaminate, fapt valabil și în cazul nanoparticulelor de  $Fe^0$  recuperate după experimentele de îndepărtare a ionilor de  $As^{3+}$  din soluții contaminate. Rezultatele privind viabilitatea celulară a culturilor HeLa incubate 24 ore cu soluții contaminate cu ioni de arsen au arătat că acestea au prezentat o toxicitate ridicată față de culturile celulare HeLa după 24 ore de incubare, cu o scădere a ratei de supraviețuire a celulelor corelată cu creșterea concentrației de  $As^{3+}$ . După cum se poate observa în Figura 9, pentru concentrații de  $10\text{mgL}^{-1}$  s-a obținut o viabilitate a culturii HeLa de 9 % iar pentru concentrația  $120\text{mgL}^{-1}$  toate celulele au fost distruse, rata de supraviețuire fiind 0%, comparativ cu cultura de control. Viabilitatea celulară a culturilor HeLa incubate 24 ore cu soluții contaminate cu diferite concentrații de  $As^{3+}$  și decontaminate folosind nanoparticule de  $Fe^0$  este prezentată în Figura 10 și arată că studiile *in vitro* au evidențiat că viabilitatea celulară a culturilor HeLa este de peste 85% indicând că pulberile de  $Fe^0$  sunt eficiente în decontaminare ionilor de  $As^{3+}$  și nu au indus o toxicitate notabilă soluțiilor după decontaminare, reprezentând o soluție viabilă pentru decontaminarea apelor poluate de ioni de arsen.

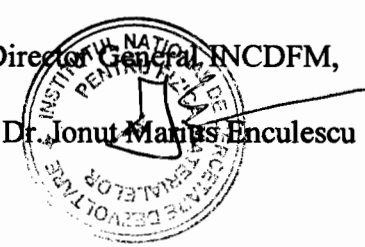
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Răzvan Ionuț Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marin Enculescu

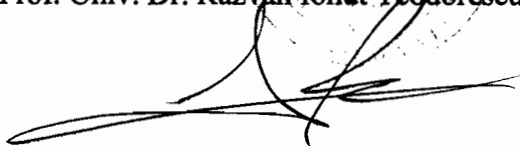


**BIBLIOGRAFIE**

- [1] D. Liao, W.Zheng, X.Li, Q.Yang, X. Yue, L.Guo, G.Zeng , Journal of Hazordous Materials, **177**, pg. 126-130 (2010).
- [2] S.H.Jang, B.G.Min, J.G.Jeong, W.S.Lyoo, S.C.Lee, Journal of Hazordous Materials, **152**, pg.1285-1292 (2008).
- [3] R.W. Gillham, R.S. O'Hannesin, Ground Water, **32**, pg.958-967 (1994)
- [4] P.Biswas, C.Y.Wu, J.Air Waste Manage Assoc , **55** , pg.708-746 (2005)
- [5] D.W.Elliot, W.X Zhang , Environ. Sci. Technol. **35** (24), pg.4922-4926 (2000).

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



**REVENDICARI**

1. Procedeu de obtinere in laborator a pulberilor de fier de valenta zero ( $\text{Fe}^0$ ) cu dimensiuni nanometrice prin metoda de coprecipitare adaptata caracterizata prin aceea ca sinteza a fost efectuata la temperatura ambianta, in atmosfera controlata cu un timp de agitare cuprins intre 30 minute si 1 ora. Iar pentru realizarea reactiei de coprecipitare, solutia de  $\text{FeCl}_3$  a fost precipitata in solutia de borohidrua de sodiu timp de 1 ora, si dupa terminarea precipitarii solutiei de  $\text{NaBH}_4$  in  $\text{FeCl}_3$  solutia a fost agitata timp de 30 minute la viteza de rotatie de 300 rpm la temperatura camerei in atmosfera controlata. Dupa cele 30 minute, precipitatul a fost spalut cu etanol, si centrifugat la o viteza de 1000 rpm timp de 1 ora si apoi lasat la uscat in atmosfera controlata.
2. Caracterizarea nanoparticulelor de  $\text{Fe}^0$  obtinute dupa procedura descrisa prin masuratori de imprastiere dinamica a luminii (DLS) si de viabilitate a culturilor de celule HeLa in suspensie pentru punerea in evidenta a citotoxicitatii.
3. Eficienta de retinere a ionilor metalici din apele contaminate de catre pulberile nanometrice de  $\text{Fe}^0$  prin caracterizarea data de studiile de absorbtie atomica, indicand o eficienta de indepartare de peste 90%.
4. Citotoxicitatea nanoparticulelor de  $\text{Fe}^0$  inainte si dupa experimentele de inlaturarea a ionilor de arsen din solutiile contaminate prin evaluarea *in vitro* prin testul de viabilitate MTT, in raport cu liniile celulare HeLa, indicand ca citotoxicitatea este dependenta de cantitatea de ioni de  $\text{As}^{3+}$  din solutiile contaminate, fapt valabil si in cazul solutiilor de nanoparticule de  $\text{Fe}^0$  recuperate dupa experimentele de indepartare a ionilor de  $\text{As}^{3+}$  din solutii contaminate. Viabilitatea celulara a culturilor HeLa este de peste 85% indicand ca pulberile de  $\text{Fe}^0$  sunt eficiente in decontaminarea apelor poluate cu ioni de arsen fara a prezenta o toxicitate ridicata.

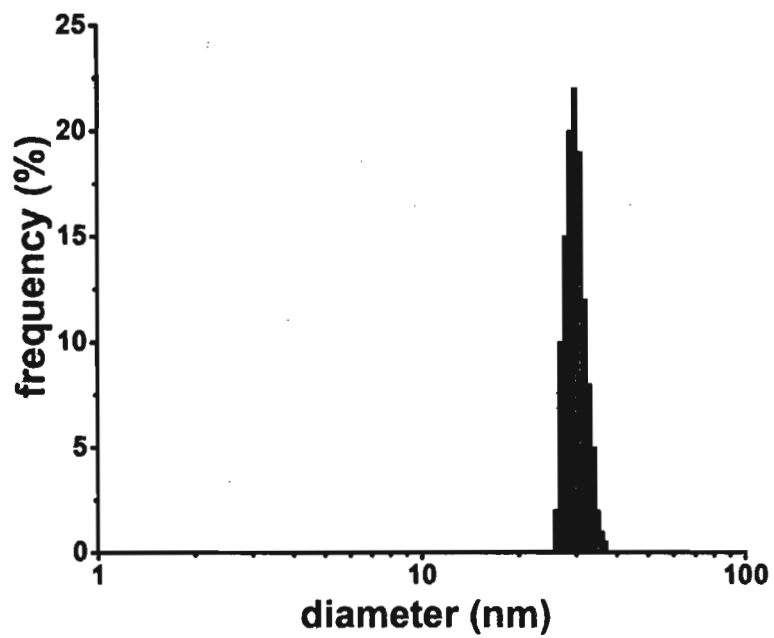
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Ericulescu





**Figura 1.** Dimensiunea hidrodinamica medie dedusa din studiile DLS pentru nanoparticulele de fier de valenta zero (Fe<sup>0</sup>)

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Erculescu

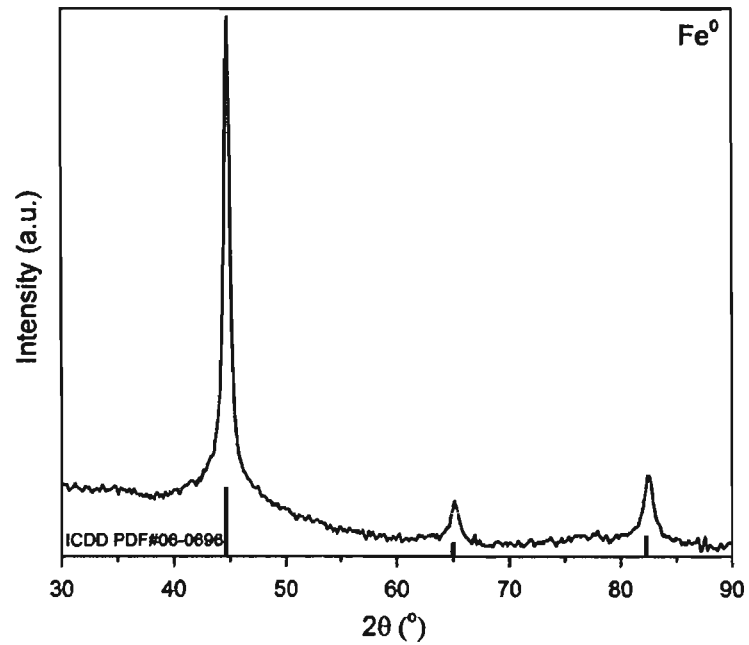


Figura 2. Spectrul de difracție de raze X al pulberilor de fier de valenta zero (Fe<sup>0</sup>)

Rector USAMVB,

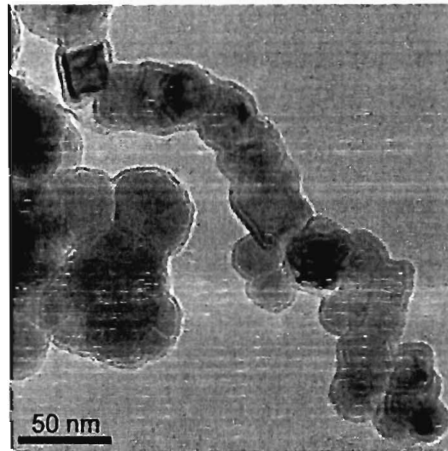
Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu





**Figura 3.** Imaginea de microscopie MET pentru nanoparticulele de  $\text{Fe}^0$  evidențiind o forma sferică

Rector USAMVB,

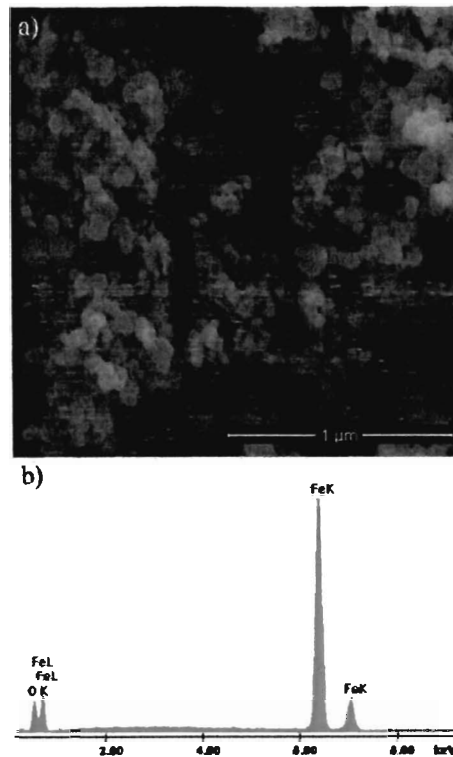
Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

A handwritten signature in black ink, written over a circular official stamp. The stamp contains the text "MINISTERUL EDUCATIEI" and "ROMANIA" around a central emblem.

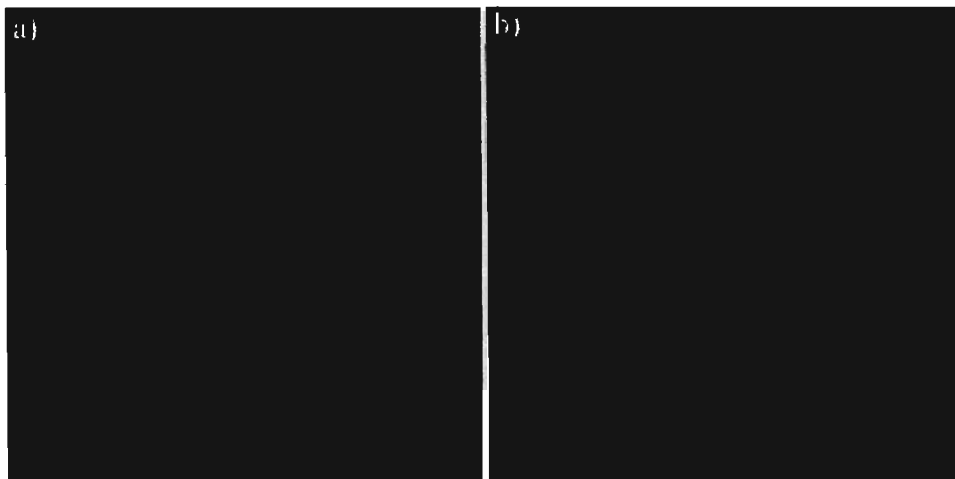
Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu

A handwritten signature in black ink, written over a circular official stamp. The stamp contains the text "INSTITUTUL NATIONAL DE REZERVATARE" and "MATERIE DE CURS" around a central emblem.



**Figura 4.** Micrografia MEB a pulberilor de  $\text{Fe}^0$  obtinute prin coprecipitare (a) si spectrul EDS (b)



**Figura 5.** Imagini de microscopie de fluorescenta ale celulelor HeLa cultivate intr-o suspensie de nanoparticule de  $\text{Fe}^0$  (100 μg/ml) (b) timp de 24 ore (a-control)

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Icaut Marius Enculescu



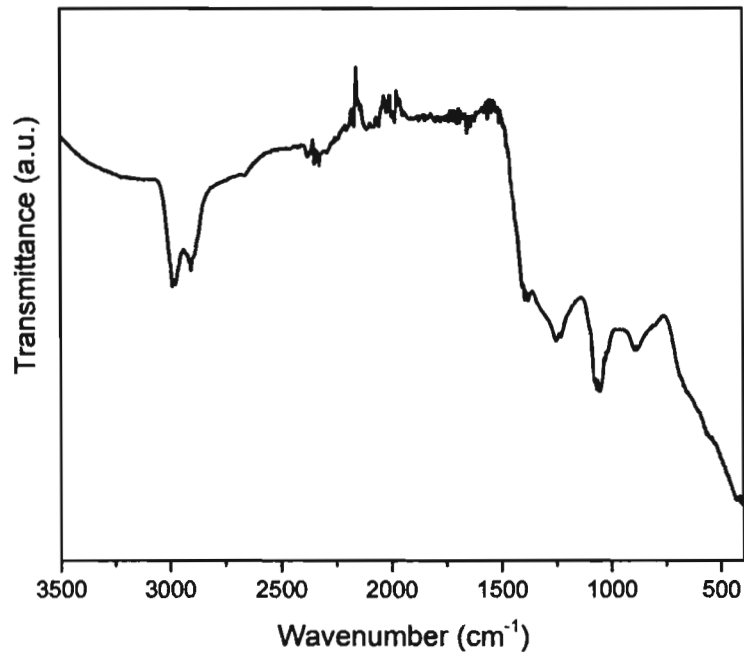


Figura 6. Spectrul FTIR al nanoparticulelor de  $\text{Fe}^0$

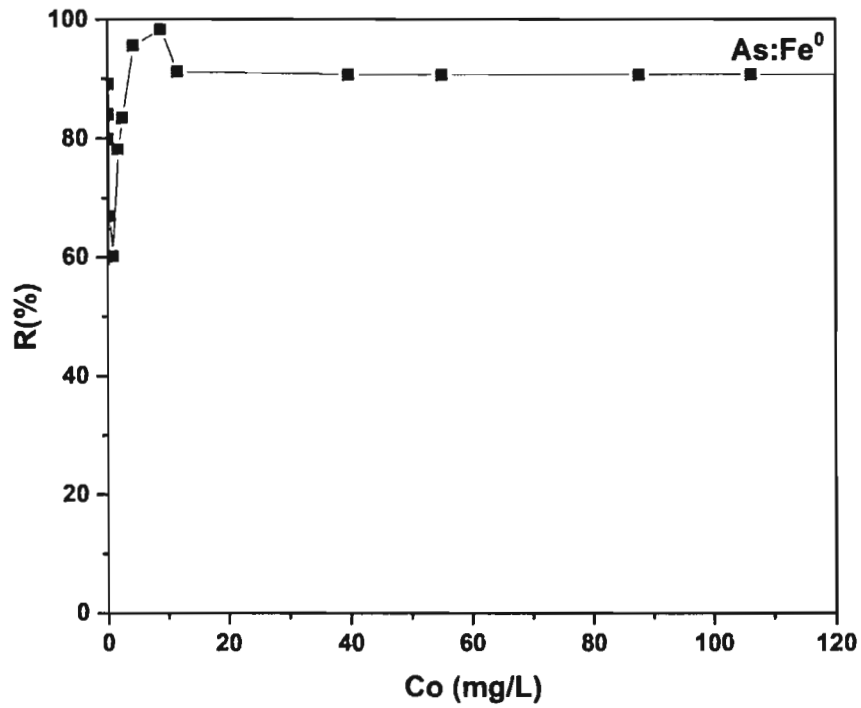


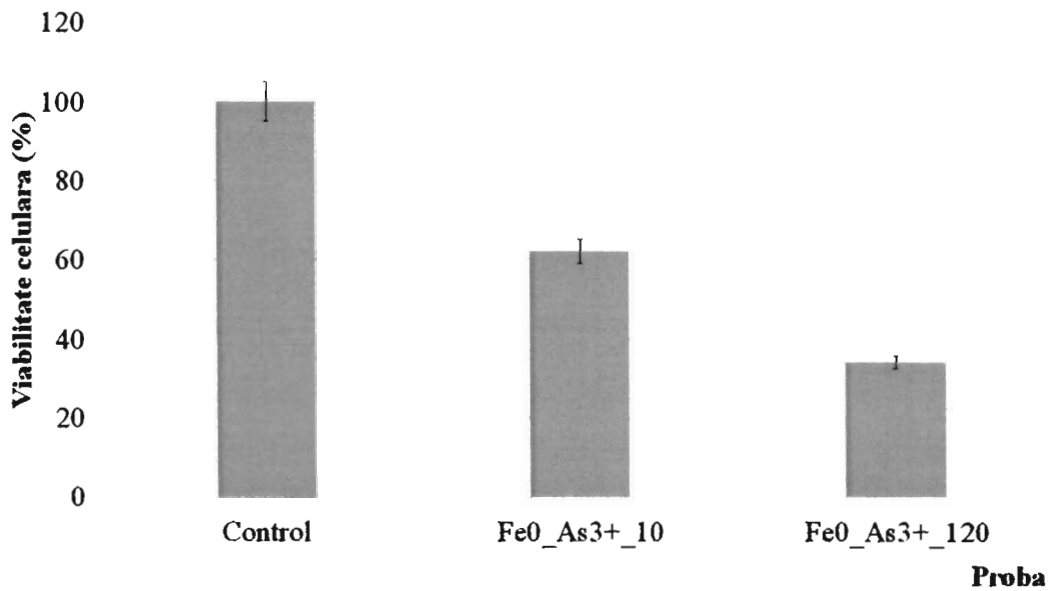
Figura 7. Efectul concentrației inițiale de  $\text{As}^{3+}$  asupra procesului de îndepărtare a  $\text{As}^{3+}$  cu ajutorul pulberilor de fier cu valența zero ( $\text{Fe}^0$ )

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

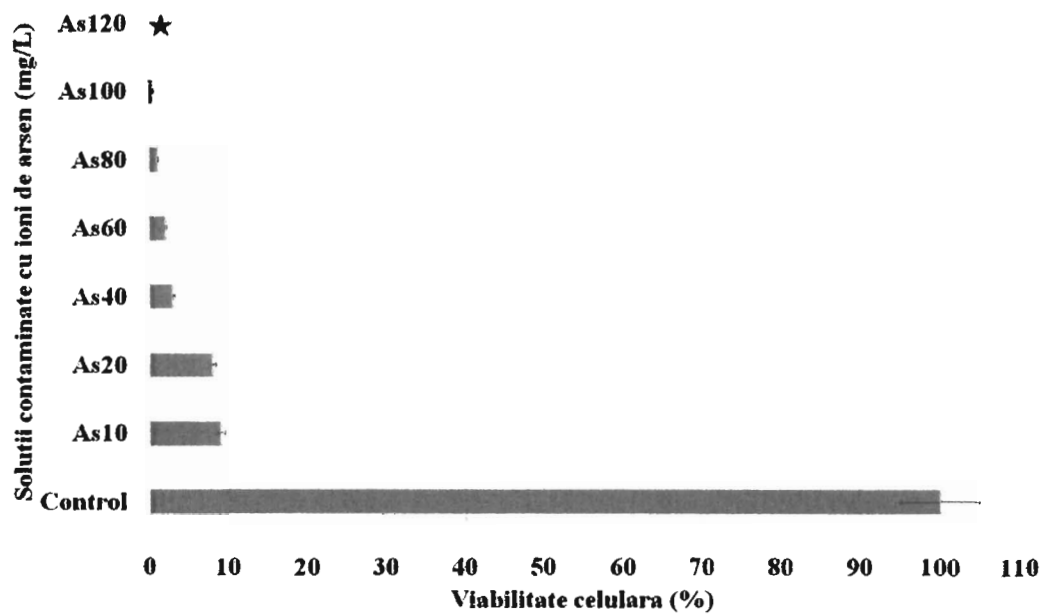
Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



**Figura 8.** Test MTT de viabilitate celulara pentru nanoparticulele de  $Fe^0$  inainte si dupa adsorbția ionilor de arsen ( $10\text{mgL}^{-1}$  si  $120\text{mgL}^{-1}$ ) pentru 24 h de incubare la  $37^{\circ}\text{C}$

#### HeLa



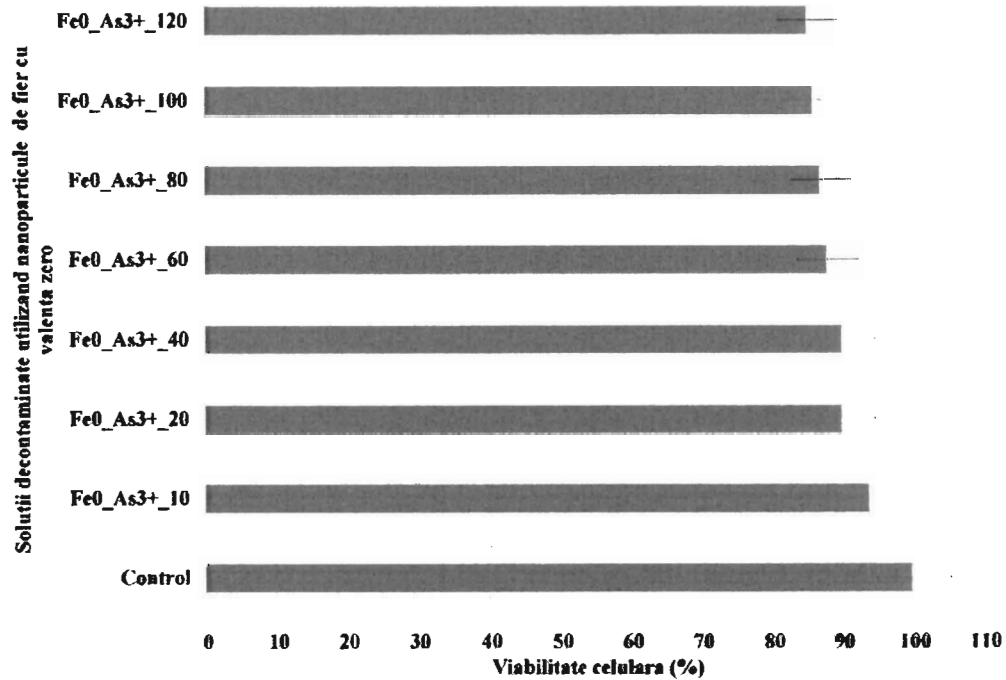
**Figura 9.** Viabilitatea celulara a culturilor HeLa incubate timp de 24 h cu solutii contaminate cu diferite concentratii de ioni de arsen in functie de cultura de control

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu

Director General INCDFM,



Dr. Ionut Marius Enculescu



**Figura 10** Viabilitatea celulara a culturilor HeLa incubate timp 24 h cu solutii contaminate cu diferite concentratii de ioni de  $As^{3+}$  si decontaminate utilizand nanoparticule de  $Fe^0$  in raport cu cultura de control.

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Razvan Ionut Teodorescu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu

