



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00664

(22) Data de depozit: 20/10/2022

(41) Data publicării cererii:
30/04/2024 BOPI nr. 4/2024

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

• GHEGOIU LILIANA, STR.ROȘIORI DE
VEDE, SAT ULMENI, COMUNA BOGDANA,
TR, RO;
• BADEA MONICA LUMINIȚA,
STR.FABRICA DE CHIBRITURI, NR.41,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• RAITA ȘTEFANIA MARIANA,
STR.DEZROBIRII, NR.40, BL.08, AC.1,
ET.2, AP.18, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• CÎMPEANU CARMEN LAURA,
ALEEA CONSTANTIN SANDU ALDEA NR. 8,
BL. 4, AP. 11, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• FURNARIS CIPRIAN FLORIN, STR.ION
HELIADE RĂDULESCU, NR.27, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• PREDOI GABRIEL, ALEEA ALEȘD NR. 8,
BL. N22, SC. 1, ET. 3, AP. 14, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ PRIVIND FOLOSIREA NANOPULBERILOR
DE MAGHEMITĂ FUNCȚIONALIZATĂ CU CTAB
ÎN REMEDIEREA MEDIULUI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de decontaminare a apelor poluate cu ioni de arsenic, utilizând nanopulberi de maghemită funcționalizată cu bromură de cetiltrimetilamoniu (CTAB). Metoda, conform invenției, constă în caracterizarea nanopulberilor de maghemită prin microscopie electronică de baleiaj (MEB) și microscopie electronică în transmisie (MET), evidențiindu-se morfologia sferică a nanoparticulelor de maghemită funcționalizată cu CTAB, analiza capacității de adsorbție a ionilor de As^{3+} , studiul cineticii de adsorbție a ionilor de arsenic și evaluarea eficienței de îndepărtare folosind izoterme de adsorbție.

Revendicări: 4
Figuri: 3

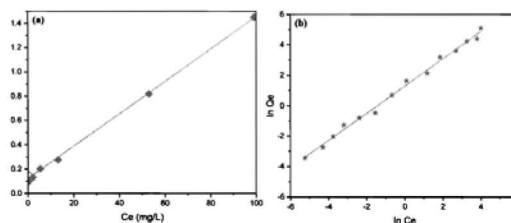


Fig. 3

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2022 00 664
Data de depozit	20-10-2022

65

METODA PRIVIND FOLOSIREA NANOPULBERILOR DE MAGHEMITA FUNCTIONALIZATA CU CTAB IN REMEDIEREA MEDIULUI

Prezentul brevet se refera la o metoda privind utilizarea nanopulberilor de maghemita functionalizate cu CTAB (Bromura de cetiltrimetilamoniu) pentru decontaminarea apelor poluate cu ioni de arsenic.

La nivel mondial o directie importanta de cercetare este reprezentata de studiul remedierii apei de contaminanți precum metalele grele toxice – aceasta reprezentand una dintre cele mai importante probleme de mediu. Nanoparticulele magnetice de maghemita au proprietăți magnetice unice, cum ar fi superparamagnetismul, coercivitate ridicată, raport suprafață-volum mare etc. [1]. O metoda utilizata in tratarea si depoluarea apelor (mediului) este cea bazata pe adsorbție si separarea magnetică. Aceasta metoda are avantaje majore în ceea ce privește separarea rapidă a adsorbantului (prin aplicarea unui câmp magnetic extern intens) și costuri reduse pentru decontaminarea apei uzate fără centrifugare sau tratament de filtrare (comparativ cu materialele nemagnetice) [2]. Pentru a imbunatati performanțele nanoparticulelor de maghemita, au fost raportate modificări ale suprafeței magnetitei cu diverse matrici anorganice sau cu molecule organice [3]. Functionalizarea suprafeței este utilizata pe de o parte pentru a stabili nanoparticulele (prevenind astfel oxidarea acestora) si pe de alta parte pentru a spori capacitatea selectivă de adsorbție a contaminanților din apele poluate. Bromura de cetiltrimetilamoniu (CTAB) este un surfactant cationic ce poate fi utilizat pentru îndepărtarea metalelor grele din apele uzate [4]. Conform datelor ce se regasesc pe situl OMS (Arsenic (who.int)), Arsenicul in forma sa anorganica este foarte toxic pentru organismele vii, iar apa contaminata cu arsenic utilizata pentru consumul uman si pentru irigatii reprezintă una dintre cele mai importante probleme de sănătate publică. Mai mult, expunerea pe termen lung la arsenicul ce se regasesc fie in apa de băut fie in alimente poate provoca cancer și unele leziuni ale pielii. De asemenea, arsenicul a fost asociat cu declansarea unor boli cardiovasculare și cu diabet. Expunerea in utero și copilăria timpurie a fost legată de efecte negative asupra dezvoltării cognitive (Arsenic (who.int)). Asadar, dezvoltarea de noi nanoparticule functionalizate pe baza de maghemita sunt de un real interes datorita potentialelor lor proprietati fizico-chimice, de adsorbție si biologice superioare.

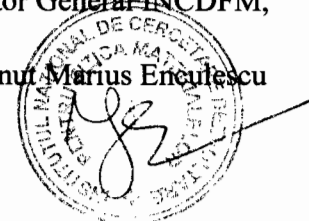
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Ciocan



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



46

Capacitatea de adsorbție a ionilor de As^{3+} utilizând nanopulberile de maghemita funcționalizate cu CTAB a fost studiată prin realizarea de experimente de lot și prin cuantificarea concentrației de As^{3+} din soluțiile apoase decontaminate [5]. Experimentele s-au realizat cu soluții apoase contaminate cu diferite concentrații de As^{3+} . Astfel, prin diluarea cu apă deionizată a soluțiilor stoc de As^{3+} (concentrație inițială a ionilor de As^{3+} de 1000 ppm) s-au realizat soluțiile apoase contaminate cu ioni de arsen, cu concentrații de As^{3+} ce au variat între 0.1 și 100 mg/l. Studiile de adsorbție s-au realizat utilizând 0.2 g de nanopulberi de maghemita funcționalizate cu CTAB într-un volum de 30 ml de apă deionizată iar ajustarea pH-ului soluției la 5 s-a făcut utilizând acid clorhidric 0.1 M. Amestecul rezultat a fost lăsat să interacționeze sub agitare timp de 48 h. Amestecul obținut a fost centrifugat timp de 35 minute la 9000 rpm în condiții ambientale. Nanopulberile de maghemita funcționalizată cu CTAB (înainte și după experimentele de decontaminare) au fost caracterizate din punct de vedere fizico-chimic prin microscopie electronică în transmisie (MET) iar rezultatele sunt prezentate în Figura 1. În micrografiile MET obținute pe pulberile analizate se poate observa că pulberile sunt formate din nanoparticule cu morfologie sferică. De asemenea, în urma studiilor MET a fost estimată și dimensiunea medie a particulelor. Astfel pentru nanopulberile de maghemita funcționalizate cu CTAB s-a obținut o dimensiune medie de aproximativ 13 nm. Pentru nanopulberile de maghemita funcționalizate cu CTAB recuperate după experimentele de decontaminare s-a obținut o dimensiune medie a particulelor de aproximativ 11 nm.

Microscopia electronică de baleiaj (MEB) împreună cu spectroscopia de raze X cu dispersie de energie (EDX) au fost utilizate pentru a investiga compoziția și morfologia nanopulberilor de maghemita funcționalizată cu CTAB (înainte și după experimentele de decontaminare). Rezultatele studiilor MEB și EDX sunt prezentate în Figura 2. În micrografiile MEB se poate observa faptul că pulberile sunt formate din particule cu dimensiuni nanometrice și cu o morfologie sferică. De asemenea, spectrele EDX prezentate în Figura 2 confirmă prezența în pulberi a principalelor elemente chimice constitutive, și anume: O, N, Br și Fe (pentru nanopulberile de maghemita funcționalizată cu CTAB) O, N, Br, Fe și As (pentru nanopulberile de maghemita funcționalizate cu CTAB recuperate după experimentele de decontaminare).

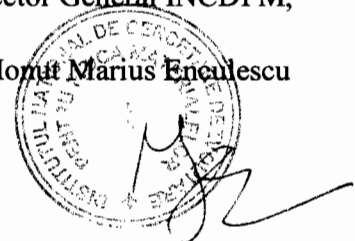
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihaela Ciampăaru



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



Astfel, spectrele EDX confirma puritatea nanopulberilor iar in cazul nanopulberilor de maghemita functionalizate cu CTAB recuperate dupa experimentele de decontaminare este confirmata adsorbția As de catre pulberile de maghemita functionalizate cu CTAB.

Experimentele de adsorbție s-au realizat cu soluții apoase contaminate cu diferite concentrații de As^{3+} . Astfel, prin diluarea cu apa deionizata a soluțiilor stoc de As^{3+} (concentrație initiala a ionilor a fost de As^{3+} de 1000 ppm) s-au realizat soluțiile apoase contaminate cu ioni de arsenic, cu concentrații de As^{3+} ce au variat între 0.1 și 100 mg/l. Studiile de adsorbție s-au realizat utilizand 0.2 g de nanopulberi de maghemita functionalizate cu CTAB într-un volum de 30 ml de apa deionizata iar ajustarea pH-ului soluției la 5 s-a facut utilizand o solutie de acid clorhidric 0.1 M. Amestecul rezultat a fost lasat sa interactioneze sub agitare timp de 48 h. Amestecul astfel obtinut a fost centrifugat timp de 35 minute la 9000 rpm in conditii ambientale.

In general, procesele de adsorbție a ionilor metalici pe diferite materiale au fost descrise folosind mai multe modele teoretice dintre care amintim : Langmuir, Freundlich, Temkin, Toth, Hill, Flory-Huggins și Radke-Prausnitz, etc. [6]. Modelele mentionate anterior, iau în considerare parametrii fizico-chimici împreună cu ipotezele termodinamice de bază și ar putea oferi informații despre mecanismele de adsorbție, proprietățile suprafeței și capacitatea adsorbantului [7]. Procesul de adsorbție a ionilor de arsenic (III) pe nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB din experimentele de adsorbție au fost descris folosind modelele de adsorbție Langmuir și Freundlich [8].

Izotermele de adsorbție pentru îndepărtarea arsenicului de către nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB au fost obținute prin amestecarea soluțiilor care conțin diferite concentrații de As (III) cu 0,2 g de nanopulberi de maghemita functionalizata cu CTAB până a fost atins echilibrul termodinamic la temperatura ambientă ($T = 25^{\circ}C$). In Figura 3 sunt prezentate datele experimentale și modelul teoretic Langmuir (Figura 3a) impreuna cu datele experimentale și modelul teoretic Freundlich (Figura 3b).

Modelul Langmuir empiric se referă doar la adsorbția monostrat (în acest caz, stratul adsorbit are grosimea unei molecule). Pentru nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB, izoterma a fost egală cu 0,996. În acord cu studiile anterioare [9-11], transformarea ecuației izoterme neliniare în formă liniară printr-o metodă neliniară nu a ridicat probleme.

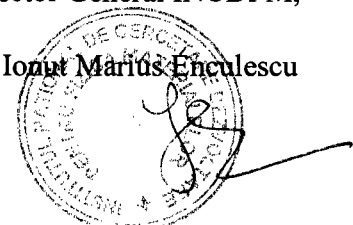
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Cîmpoșanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



Constantele Langmuir, q_m și K_L au fost calculate folosind reprezentarea grafica a (C_e/Q_e) funcție de (C_e) (Figura 3a).

Rezultatele obținute din experimentele de adsorbție pe lot pentru a îndepărta ionii de arsenic (III) din soluții apoase folosind nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB au arătat că acestea au fost foarte eficiente în îndepărtarea ionilor As(III) din soluțiile apoase contaminate. Valoarea coeficientului K_L obtinuta pentru nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB a fost de 0,13 L/mg, in timp ce pentru acelasi material s-a obținut o capacitate de adsorbție de 99.759 mg (As)/g.

Pentru o mai buna intelegere a mecanismelor implicate în adsorbția ionilor de arsenic din soluțiile apoase utilizand nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB, a fost folosit și modelul Freundlich in modelarea datelor experimentale. Izoterma de adsorbție Freundlich [12] a fost prima relație care a descris un mecanism de adsorbție neideal și reversibil, având capacitatea de a nu se limita la adsorbția in monostrat. In Figura 3b sunt redate reprezentările grafice ale $(\ln Q_e)$ funcție de $(\ln C_e)$ pentru experimentele de adsorbție ale ionilor As(III) pe nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB. Valoarea constantei Freundlich k_f , ne arata capacitatea de adsorbție a materialelor utilizate ca adsorbant, iar $1/n$ este o funcție a puterii de adsorbție din proces [13-14]. Modelul Freundlich spune ca dacă constanta Freundlich n este egală cu 1, atunci separarea dintre cele două faze este independentă de concentrație. Dacă valoarea lui $1/n$ este sub 1, aceasta este caracteristică unui proces normal de adsorbție. Iar dacă valoarea lui $1/n$ este mai mică decât 1, aceasta indică un proces de adsorbție cooperant [15]. Conform studiilor raportate anterior, dacă valoarea lui n este între 1 și 10, aceasta este specifica unui proces de adsorbție favorabil [16]. Valorile obținute pentru n din forma liniarizată a ecuației Freundlich pentru experimentele de adsorbție a ionilor de As(III) pe nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB au fost mai mari decât 1, conducând la o valoare a lui $1/n$ mai mică decât 1, valoare ce este specifica unui proces normal de adsorbție. Pentru factorul de separare R_L s-a obtinut o valoare de 0.35 ceea ce arata o adsorbție favorabilă a As(III) pe nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB. Asadar, putem concluziona, prin a spune ca, modelul care descrie cel mai bine procesul de adsorbție favorabil a ionilor de arsenic (III) din solutii apoase de catre nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB este modelul Langmuir.

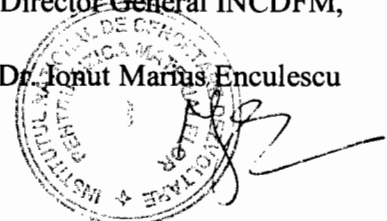
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Ciampău



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



Pentru experimentele *in vivo* s-au folosit 15 șobolani masculi (Brown Norway) care au fost găzduiți în cuști din oțel inoxidabil (5 șobolani în fiecare cușcă), cu acces liber la hrană și apă *ad libitum*. Șobolanii au fost aclimatizați în condiții de mediu controlate, cu temperatură prestabilită ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), cicluri lumină/întuneric de 12 ore și umiditate de $60 \pm 10\%$. Animalele au fost ținute în condiții specifice fără agenți patogeni, în conformitate cu legislația în vigoare privind îngrijirea și utilizarea animalelor de laborator. În grupa I (etalon), șobolanii etalon au primit apă bidistilată și hrană normală timp de 28 de zile. În cea de-a doua grupă, șobolanilor li s-a administrat apă bidistilată contaminată cu arsenic și au primit hrană normală. În cea de-a treia grupă, șobolanilor li s-a administrat apă bidistilată decontaminată utilizând nanopulberi de maghemita funcționalizate cu CTAB și hrană normală. Nu s-au înregistrat decese în nici unul dintre grupurile incluse în studiul de față. Evaluarea stării generale de sănătate a șobolanilor după administrarea orală a apei contaminate cu arsenic s-a realizat prin analize hematologice și biochimice ale sangelui.

Analizele hematologice și biochimice ale sangelui s-au realizat utilizând sânge recoltat de la șobolani din vena cozii în tuburi microtainer EDTA. Probele biologice au fost analizate în maximum 2 ore de la colectare, timp în care au fost depozitate la temperaturi cuprinse între 2 și 8°C . Astfel, parametri hematologici precum eritrocite (RBC), leucocite (WBC), trombocite (PLT), hematocrit (Hct) și hemoglobina (Hgb) au fost determinați. Mai mult, s-a analizat și funcția hepatică prin determinarea aspartataminotransferazei (AST). Mai mult, prin analiza creatininei serice (CRE), a fost determinată nefrotoxicitatea rezultată în urma administrării de apă contaminată cu arsenic. Toți parametrii biologici amintiți mai sus au fost evaluați săptămânal (timp de o lună) folosind un analizor hematologic IDEXX VetAutoread iar rezultatele studiilor (înainte și după experimentele de decontaminare) sunt prezentate în **Tabelul 1** și **Tabelul 2**.

În Tabelul 1 sunt prezentate rezultatele analizelor hematologice împreună cu cele ale funcției hepatice și renale realizate pe cele două grupuri de interes (Grupul I –de control și respectiv Grupul II- șobolanii cărora li s-a administrat apă contaminată cu arsenic) realizate la diferite intervale de timp. Se poate observa că expunerea șobolanilor la arsenic duce la o modificare importantă atât a parametrilor hemoleucogramei cât și a funcției hepatice și respectiv a celei renale. Se poate observa că, rezultatele obținute pentru parametrii funcției hepatice și a celei

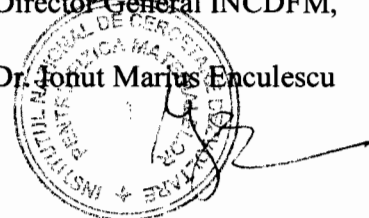
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihail Ciampășanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



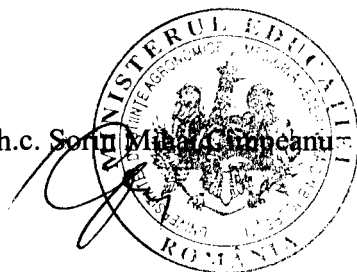
renale, după cele 28 de zile de tratament subcronic cu apa contaminata cu arsenic sunt mult mai mari comparativ cu cele obținute in cazul șobolanilor din lotul martor. De asemenea, in cazul parametrilor hematologici (eritrocite (RBC), leucocite (WBC), trombocite (PLT), hematocrit (Hct) si hemoglobina (Hgb)) se observa o scadere a valorilor o data cu cresterea perioadei de expunere a șobolanilor la apa contaminata cu arsenic (30 ppm).

In **Tabelul 2** sunt prezentate rezultatele analizelor hematologice impreuna cu cele ale functiei hepatice si renale realizate pe cele doua grupuri de interes (Grupul I –de control si respectiv Grupul III- șobolanii carora li s-a administrat apa decontaminata) realizate la diferite intervale de timp. Se poate observa ca expunerea șobolanilor la apa decontaminata nu produce modificari importante ale parametrilor hemoleucogramei, a functiei hepatice sau a celei renale. Rezultatele obtinute fiind, pentru toate intervalele de timp, in limitele admise pentru fiecare parametru studiat. Mai mult, rezultatele obținute după cele 28 de zile de tratament subcronic sunt comparabile cu cele obținute in cazul șobolanilor din lotul martor.

Rezultatele studiilor fizico-chimice si hematologice realizate indica faptul ca nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB sunt candidații potriviți pentru dezvoltarea de noi tehnologii de remediere a apelor poluate iar prezentul brevet demonstreaza eficienta lor.

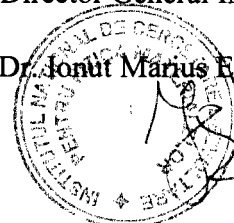
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihail Ciupreanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



TABELE

Tabelul 1. Efectul arsenicului asupra: parametrilor hematologici, funcției hepatice și a funcției renale, la șobolanii Brown Norway în timpul tratamentului subcronic (28 de zile) cu apă contaminată cu arsenic.

	<i>RBC</i> ($10^{12}/l$)	<i>WBC</i> ($10^9/l$)	<i>PLT</i> ($10^9/l$)	<i>Hct (%)</i>	<i>Hgb</i> (g/dl)	<i>AST</i> (U/l)	<i>CRE</i> ($\mu\text{mol/l}$)
<i>Etalon</i>	8.2±0.05	4.45±0.02	826±1	43±0.3	15±0.4	51±2	24±0.1
<i>Ziua 1</i>	7.6±0.05	2.9±0.02	751±1	41±0.3	13.4±0.4	86±2	33±0.1
<i>Ziua 7</i>	7.1±0.05	2.6±0.02	696±1	40±0.3	12.5±0.4	106±2	40±0.1
<i>Ziua 14</i>	6.9±0.05	2.1±0.02	649±1	38±0.3	12.2±0.4	123±2	44±0.1
<i>Ziua 21</i>	6.1±0.05	1.3±0.02	531±1	38±0.3	11.3±0.4	129±2	49±0.1
<i>Ziua 28</i>	5.9±0.05	1.1±0.02	491±1	36±0.3	11.1±0.4	131±2	51±0.1
<i>Interval de referinta</i>	7.57–9.05	1.76–5.62	707– 1028	40.9– 46.1	13.6– 16.6	45–82	20–26.7

Rector USAMVB

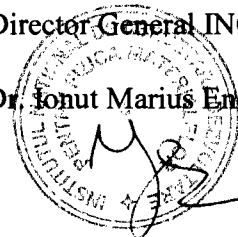
Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Cîmpeanu



[Handwritten signature]

Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



[Handwritten signature]

Tabelul 2. Efectul apei decontaminate asupra parametrilor hematologici, funcției hepatice și a funcției renale, la șobolanii Brown Norway în timpul tratamentului subcronic (28 de zile) cu apa decontaminată (utilizând nanopulberi de maghemita funcționalizate cu CTAB).

	<i>RBC</i> ($10^{12}/l$)	<i>WBC</i> ($10^9/l$)	<i>PLT</i> ($10^9/l$)	<i>Hct (%)</i>	<i>Hgb</i> (g/dl)	<i>AST</i> (U/l)	<i>CRE</i> ($\mu\text{mol/l}$)
<i>Etalon</i>	8.2±0.05	4±0.02	826±1	43±0.3	14±0.4	78±2	26±0.1
<i>Ziua 1</i>	9.1±0.05	5.7±0.02	1035±1	44±0.3	16.4±0.4	80±2	27±0.1
<i>Ziua 7</i>	8.8±0.05	5.5±0.02	1001±1	45±0.3	15.5±0.4	80±2	25±0.1
<i>Ziua 14</i>	8.6±0.05	5.3±0.02	986±1	45±0.3	14.9±0.4	64±2	23±0.1
<i>Ziua 21</i>	8.3±0.05	5±0.02	851±1	42±0.3	14.3±0.4	66±2	22±0.1
<i>Ziua 28</i>	8.1±0.05	4.3±0.02	846	42±0.3	14±0.4	66±2	22±0.1
<i>Interval de referință</i>	7.57–9.05	1.76–5.62	707– 1028	40.9– 46.1	13.6– 16.6	45–82	20–26.7

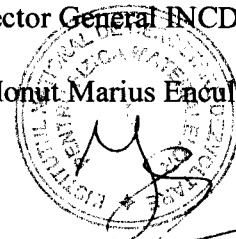


Rector USAMV B

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Cîmpeanu

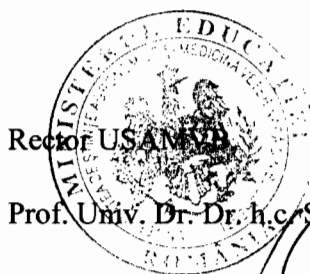
Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu



BIBLIOGRAFIE

1. Ayangbenro A S., Babalola O O. A New strategy for heavy metal polluted environments: A review of microbial biosorbents. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017; 14, 94
doi:10.3390/ijerph14010094.
2. Ambashta R.D and Sillanpää M 2012 *J. Haz. Mater.* 180 38–49
3. Xu P, Zeng G M, Huang D L, Feng C L, Hu S, Zhao M H, Lai C, Wei Z, Huang C, Xie G X, Liu Z F 2012 *Sci.Tot. Environ.* 424 1-10
4. Schachter D. The source of toxicity in CTAB and CTAB-stabilized gold nanorods. M. Sc. University of New Jersey, 2013.
5. Simona Liliana Iconaru, Cristina Liana Popaa, Mikael Motelica-Heino, Régis Guégan, Carmen Steluta Ciobanu, Daniela Predoi, Removal of As and Cu using magnetite nanoparticles, *Applied Clay Science*- 2016, DOI: 10.1016/j.clay.2016.08.019.
6. Malek, A.; Farooq, S. Comparison of isotherm models for hydrocarbon adsorption on activated carbon. *AIChE J.* 1996, 42, 3191–3201.
7. Bulut, E.; Ozacar, M.; Sengil, I.A. Adsorption of malachite green onto bentonite: Equilibrium and kinetic studies and process design. *Microporous Mesoporous Mater.* 2008, 115, 234–246.
8. Ncibi, M.C. Applicability of some statistical tools to predict optimum adsorption isotherm after linear and non-linear regression analysis. *J. Hazard. Mater.* 2008, 153, 207–212.
9. Elfeky, S.A.; Mahmoud, S.E.; Youssef, A.F. Applications of CTAB modified magnetic nanoparticles for removal of chromium (VI) from contaminated water. *J. Adv. Res.* 2017, 8, 435–443.
10. Ho, Y.S. Selection of optimum sorption isotherm. *Carbon* 2004, 42, 2115–2116.
11. He, J.; Hong, S.; Zhang, L.; Gan, F.; Ho, Y.-S. Equilibrium and thermodynamic parameters of adsorption of merhylene blue onto rectorite. *Fresenius Environ. Bull.* 2010, 19, 2651–2656.
12. Freundlich, H.M.F. Over the adsorption in solution. *J. Phys. Chem.* 1906, 57, 385–471.
13. Zeldowitsch, J. Adsorption site energy distribution. *Acta Phys. Chem. URSS* 1934, 1, 961–973.
14. Voudrias, E.; ytianos, F.; Bozani, E. Sorption description isotherms of dyes from aqueous solutions and waste waters with diferent sorbent materials. *Global Nest. Int. J.* 2002, 4, 75–83.
15. Mohan, S.; Karthikeyan, J. Removal of lignin and tannin color from aqueous solution by adsorption on to activated carbon solution by adsorption on to activated charcoal. *Environ. Pollut.* 1997, 97, 183–187.
16. Goldberg, S. Equations and models describing adsorption processes in soils. In *Chemical Processes in Soils*; Soil Science Society of America: Madison, WI, USA, 2005; p. 489.



Rector USAMM

Prof. Univ. Dr.-Dr. h.c. Sorin Mihai Cîmpeanu

Director General INCDEM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



REVENDICARI

1. Metoda privind folosirea nanopulberilor de maghemita functionalizata cu CTAB in remedierea mediului caracterizata prin aceea ca indepartarea ionilor de As^{3+} din solutiile apoase cu concentratii cuprinse intre 0.1 si 100 mg/l se realizeaza prin utilizarea nanopulberilor de maghemita functionalizate cu CTAB. Studiile de adsorbție s-au realizat utilizand 0.2 g de nanopulberi functionalizate cu CTAB intr-un volum de 30 ml de apa deionizata. Amestecul astfel obtinut este lasat sa interactioneze timp de 48h sub agitare continua. Separarea amestecului se obtine prin centrifugare timp de 35 minute in conditii ambientale. Nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB obtinute inainte si dupa experimentele de adsorbție se studiaza prin microscopie electronica de transmisie (MET), microscopie electronica de baleiaj (MEB) si spectroscopie de raze X cu dispersie de energie (EDX).
2. Studiul cineticii de adsorbție a ionilor de arsenic de catre nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB se caracterizeaza prin aceea ca eficienta de indepartare a nanopulberilor de maghemita functionalizate cu CTAB se evalueaza din izotermele de adsorbție Langmuir si Freundlich. Pentru nanopulberile de maghemita functionalizata cu CTAB, valoarea izotermei Langmuir a fost 0,996. Valoarea coeficientului K_L obtinuta pentru nanopulberile de maghemita functionalizate cu CTAB a fost de 0,13 L/mg, iar capacitatea de adsorbție a fost de 99.759 mg (As)/g.
3. Evaluarea efectului ionilor de arsen asupra parametrilor hematologici, funcției hepatice si a functiei renale, la șobolanii Brown Norway în timpul tratamentului subcronic (28 de zile) cu apa contaminata cu arsenic se caracterizeaza prin aceea ca expunerea șobolanilor la arsenic duce la o modificare importanta atat a parametrilor hemoleucogramei cat si a functiei hepatice si respectiv a celei renale comparativ cu rezultatele obținute in cazul șobolanilor din lotul martor.
4. Evaluarea eficientei indepartarii ionilor de arsenic din apa contaminata caracterizata prin aceea ca valorile analizelor hematologice impreuna cu cele ale functiei hepatice si renale obtinute pe cele doua grupuri de interes (Grupul I –de control si respectiv Grupul III- șobolanii carora li s-a administrat apa decontaminata) realizate la diferite intervale de timp indica faptul ca expunerea șobolanilor la apa decontaminata se obtin valori comparabile cu cele obținute in cazul șobolanilor din lotul martor.

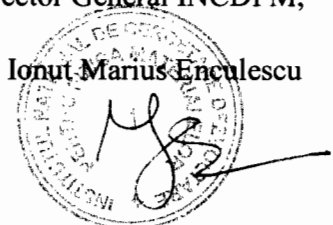
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. D. Ec. Sorin Mihai Cimpeanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



FIGURI

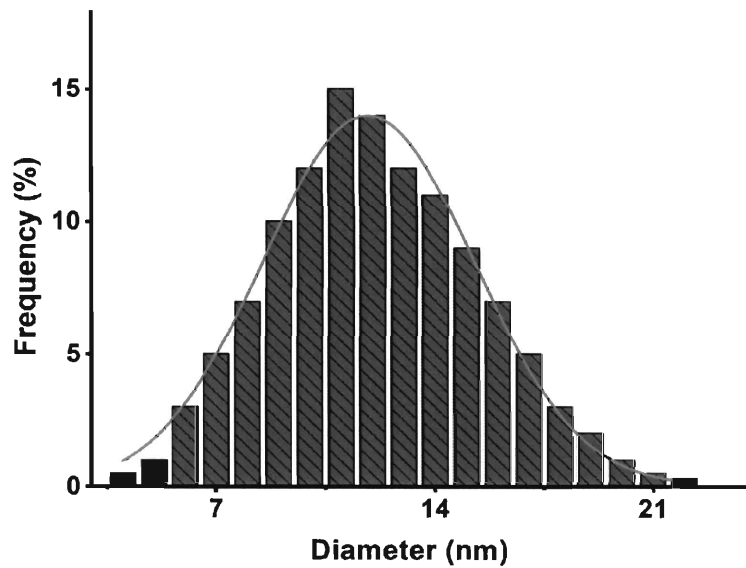
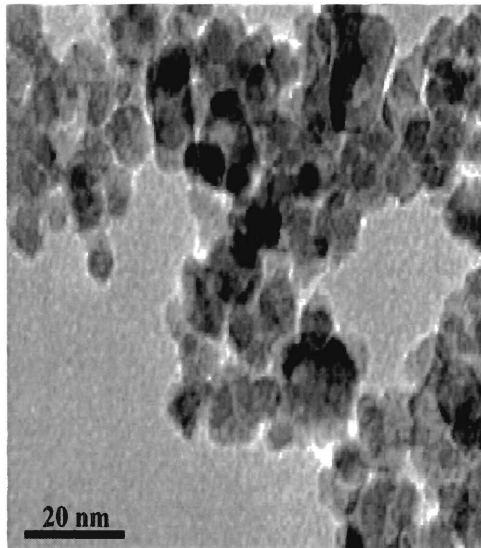
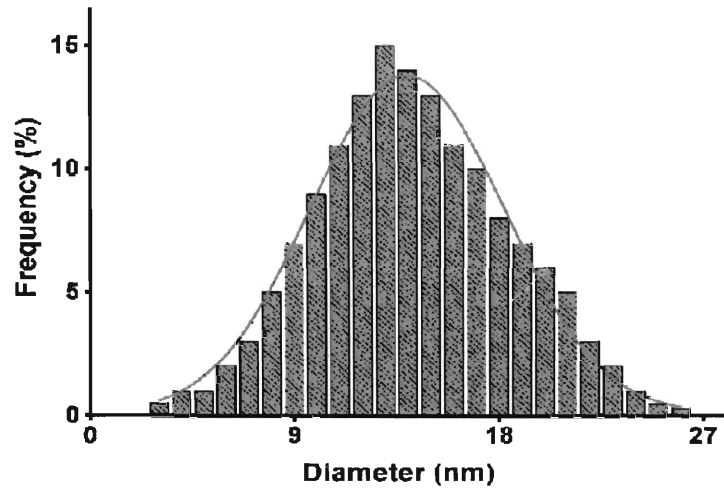
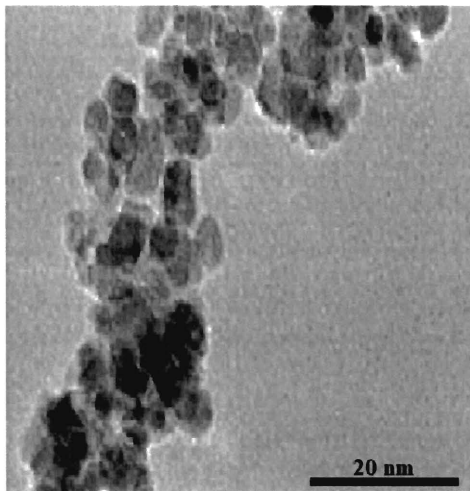


Figura 1. Micrografiile MET ale nanopulberilor de maghemita functionalizata cu CTAB inainte de experimentele de decontaminare (sus) si ale nanopulberilor de maghemita functionalizata cu CTAB dupa experimentele de decontaminare (jos).

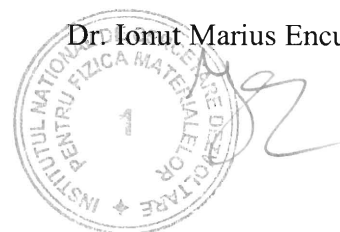
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Cimpeanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



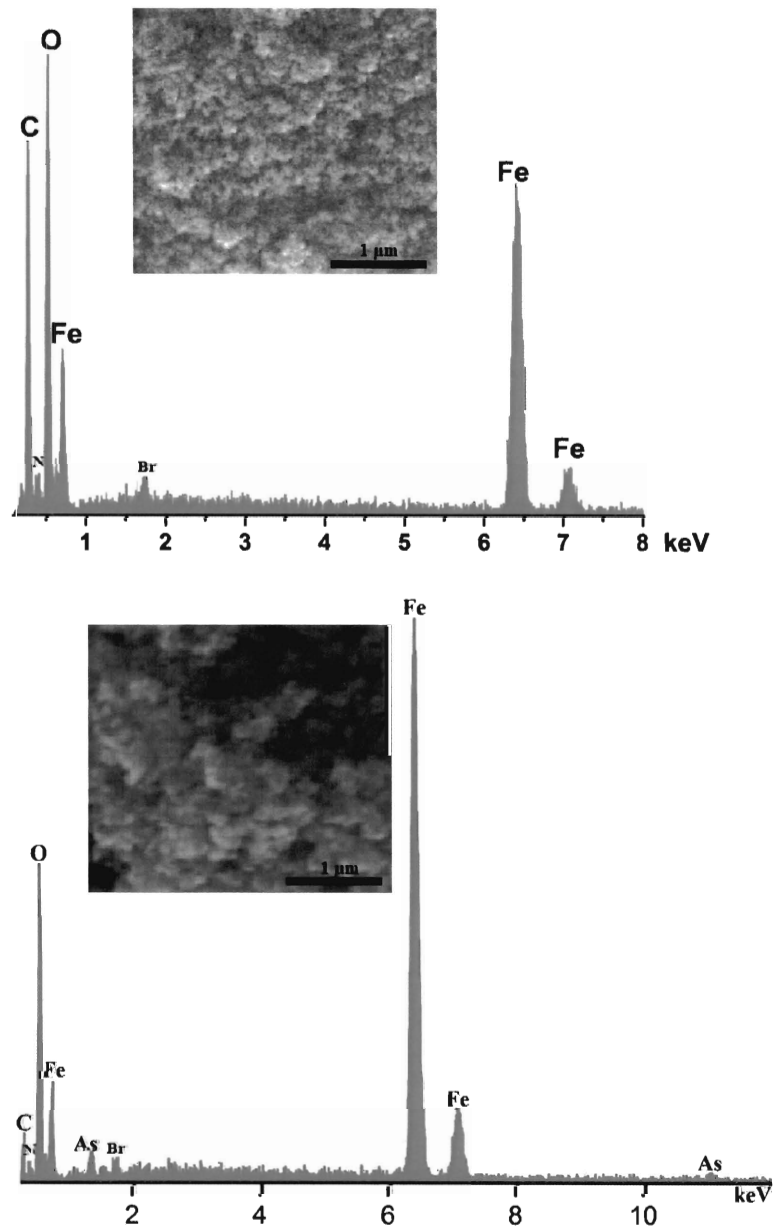


Figura 2. Micrografiile MEB ale nanopulberilor de maghemita functionalizata cu CTAB inainte de experimentele de decontaminare (sus) si ale nanopulberilor de maghemita functionalizata cu CTAB dupa experimentele de decontaminare (jos). 1 μm

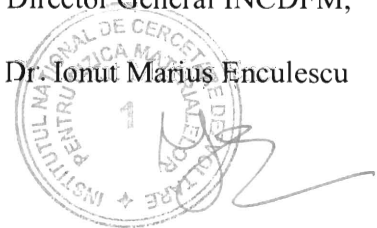
Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Ciupeanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionut Marius Enculescu



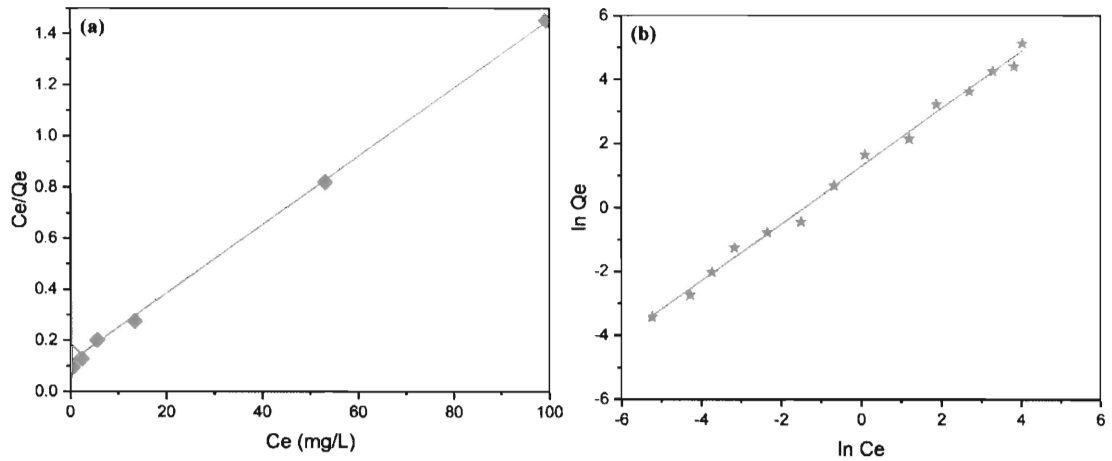


Figura 3. Fitul linear al izotermei Langmuir (a); fitul linear al izotermei Freundlich (b) in cazul adsorbției As^{3+} de către nanopulberilor de maghemita funcționalizate cu CTAB.

Rector USAMVB,

Prof. Univ. Dr. Dr. h.c. Sorin Mihai Cimpeanu



Director General INCDFM,

Dr. Ionuț Marius Enculescu

