



MD



**10. MEMORIJALNI NAUČNI SKUP IZ ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**  
**„DOCENT DR MILENA DALMACIJA“**  
**30. - 31.03.2023.**

# KNJIGA RADOVA



# Organizatori



Univerzitet u Novom Sadu

Prirodno-matematički fakultet



Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu  
životne sredine

Департман за  
ХЕМИЈУ, БИОХЕМИЈУ И  
ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Fondacija "Docent dr Milena Dalmacija"



**KNJIGA RADOVA**

**IZDAVAČ  
GLAVNI UREDNIK**

**10. Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine  
„Docent dr Milena Dalmacija“  
Prirodno-matematički fakultet, UNS  
dr Đurđa Kerkez, dr Dunja Rađenović,  
dr Dragana Tomašević Pilipović**

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Biblioteke Mатице српске, Нови Сад

502.17(082)

МЕМОРИЈАЛНИ научни skup из заштите животне средине "Доцент др Милена Далмација" (10 ; 2023 ; Нови Сад)

Knjiga radova [Elektronski izvor] / 10. Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine "Docent dr Milena Dalmacija", 30. - 31.03.2023, Novi Sad ; [glavni urednik Đurđa Kerkez, Dunja Rađenović, Dragana Tomašević Pilipović]. - Novi Sad : Prirodno-matematički fakultet, 2023. - 1 elektronski optički disk (CD ROM) ; 12 cm

Nasl. sa naslovnog ekrana. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7031-623-2

а) Животна средина -- Заштита -- Зборници

COBISS.SR-ID 112515593



## Naučni odbor:

- dr Miladin Gligorić, redovni profesor u penziji, Tehnološki fakultet Zvornik, Univerzitet u Istočnom Sarajevu
- dr Olga Petrović, redovna profesorka PMF u penziji, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Jasmina Agbaba, redovna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Srđan Rončević, redovni profesor, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Dragan Radnović, redovni profesor, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Dušan Mrđa, redovni profesor PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Milena Bečelić-Tomin, redovna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Miljana Prica, redovna profesorka, FTN, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Snežana Maletić, redovna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Dejan Krčmar, redovni profesor PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Aleksandra Tubić, redovna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu

## Organizacioni odbor:

- dr Đurđa Kerkez, vanredna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Dragana Tomašević Pilipović, vanredna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Anita Leovac Mačerak, docentkinja, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Jelena Beljin, vanredna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Marijana Kragulj Isakovski, vanredna profesorka, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Vesna Pešić, docentkinja, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Dunja Rađenović, naučna saradnica, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- dr Aleksandra Kulić Mandić, istraživač-saradnica, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- MSc Marija Maletin, istraživač-saradnica, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- MSc Tijana Marijanović, istraživač-pripravnica, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- Nada Popsavin, stručna saradnica za odnose sa javnošću, PMF, Univerzitet u Novom Sadu

# Sadržaj



## Sekcija: Održivi razvoj (OR)

**OR-1.** Biljana Basarin, Igor Leščešen, Miroslav Vujičić, Dušanka Cvijanović, Snežana Radulović: *Linking for excellence, building competencies, and supporting climate change resilience and mitigation – ExtremeClimTwin, GreenSCENT and Restore4Life*

**OR-2.** Sandra Stamenković Stojanović: *Formulisanje i optimizacija mikrobiološkog preparata sa fitostimulativnim i biopesticidnim dejstvom*

**OR-3.** Dušan Rakić, Zita Šereš, Igor Antić, Maja Buljovčić, Jelena Živančev, Nataša Đurišić-Mladenović: *Mikroplastika i nanoplastika u životnoj sredini i metode njihove karakterizacije*

**OR-4.** Milan Bićanin: *Ekološko - tipološka pripadnost veštački podignutih sastojina crnog bora i američkog jasena u „Lipovačkoj šumi“ i ocena ekološke funkcionalnosti*

**OR-5.** Dragan Z. Troter, Dušica R. Đokić-Stojanović, Aleksandra B. Cvejić, Tatjana R. Veličković, Zoran B. Todorović, Olivera S. Stamenković, Vlada B. Veljković: *Ekološki-prihvatljiva katalitička kombinacija CaO/trietanolamin u sintezi etil-estara masnih kiselina iz otpadnih ulja suncokreta*

**OR-6.** Nataša B. Sarap, Jelena D. Krneta Nikolić, Milica M. Rajačić, Ivana S. Vukanac, Marija M. Janković, Goran Češljari, Ilija Đorđević: *Procena radioekološke situacije u životnoj sredini Mokre Gore*

## Sekcija: Voda (V)

**V-1.** Milica Svetozarević, Nataša Šekuljica, Ana Dajić, Marina Mihajlović, Zorica Knežević-Jugović, Dušan Mijin: *Continuous flow for degradation of dyes. Value added utilization of potato peel*

**V-2.** Aleksandar Jovanović, Mladen Bugarčić, Nataša Knežević, Miroslav Sokić, Vladimir Pavićević, Aleksandar Marinković: *Prečišćavanje otpadnih voda primenom MBBR Sistema*

**V-3.** Jelena Šurlan, Nikola Maravić, Zita Šereš, Nataša Đurišić-Mladenović, Biljana Pajin, Dragana Šoronja-Simović: *Uklanjanje ibuprofena, diklofenaka i karbamazepina iz otpadnih voda primenom nanofiltracije*

**V-4.** Katarina Tošić, Sara Mijaković, Sanja Milošević Govedarović, Ana Vujačić Nikezić, Anđela Mitrović Rajić, Jasmina Grbović Novaković, Bojana Paskaš Mamula: *Prirodna ruda pirofilit kao potencijalni materijal za prečišćavanje otpadnih voda*

**V-5.** Anđela Mitrović Rajić, Katarina Tošić, Sara Mijaković, Sanja Milošević Govedarović, Ana Vujačić Nikezić, Bojana Paskaš Mamula, Jasmina Grbović Novaković: *Detekcija fungicida karbendazima u vodi primenom elektrode od ugljenične paste modifikovane pirofilitom*

**V-6.** Petar Vojnović: *Hidrogeološke karakteristike područja Cerničkog polja (Istočna Hercegovina) sa posebnim osvrtom na rizik od zagađenja podzemnih vodnih resursa*

**V-7.** Marija Janković, Nataša Sarap, Vojislav Stanić, Jelena Krneta Nikolić, Milica Rajačić, Ivana Vukanac, Marija Šljivić-Ivanović: *Kontrola kvaliteta gasnog proporcionalnog brojača - radioaktivnost u vodama*

**V-8.** Aleksandra Adamović, Mirjana Petronijević, Sanja Panić, Dragan Cvetković: *Primena biougla kao adsorbenta za uklanjanje industrijskih boja iz otpadne vode*

**V-9.** Senka Ždero, Milica Ilić, Bojan Srđević, Zorica Srđević: *Analiza uticaja različitih strategija alokacije vodnih resursa na kvalitet pružanja ekosistemskih usluga*

## Sekcija: Vazduh (Va)

**Va-1.** Filip Arnaut, Vesna Cvetkov, Dragana Đurić: *Prognoziranje iznadprosečnih vrednosti kvaliteta vazduha u Novom Sadu korišćenjem Random Forest modela*

**Va-2.** Radmila Lišanin, Čedo Lalović: *Modelovanje atmosferske disperzije mikropolutanata*

## Sekcija: Sediment (S)

**S-1.** Miloš Dubovina, Dejan Krčmar, Božo Dalmacija, Đurđa Kerkez, Jasmina Nikić, Nataša Dudaković, Jasmina Agbaba: *Procena rizika tokom izmuljivanja i deponovanja sedimenta u AP Vojvodini*

**S-2.** Nina Đukanović, Jelena Beljin, Tijana Zeremski, Jelena Tričković, Srđan Rončević, Nadežda Stojanov, Snežana Maletić: *Ispitivanje potencijala biljaka za fitoremedijaciju zagađenog sedimenta*

**S-3.** Dunja Rađenović, Nataša Slijepčević, Jelena Beljin, Slaven Tenodi, Dejan Krčmar, Đorđe Pejcin, Dragana Tomašević Pilipović: *Procena rizika sedimenta iz Kanala Begej zagađenog teškim metalima*

## Sekcija: Upravljanje otpadom (UO)

**UO-1.** Tatjana Dujković, Ivana Pajčin, Vanja Vlajkov, Marta Loc, Mila Grahovac, Jovana Grahovac: *Rafinat iz proizvodnje šećera kao osnova medijuma za proizvodnju biokontrolnih agenasa na bazi *Bacillus velezensis**

**UO-2.** Ida Zahović, Jelena Dodić, Zorana Trivunović: *Karakterizacija otpadnog glicerola iz proizvodnje biodizela*

## Sekcija: Zemljište (Z)

**Z-1.** Marina Vukin, Radomir Mandić, Goran Knežević, Mladen Antić: *Istraživanje edafskih karakteristika pošumljenih površina u cilju tipološke klasifikacije staništa i ocene stanja životne sredine kompleksa 'Stepin lug' – Beograd*

## DETEKCIJA FUNGICIDA KARBENDAZIMA U VODI PRIMENOM ELEKTRODE OD UGLJENIČNE PASTE MODIFIKOVANE PIROFILITOM

Anđela Mitrović Rajić, Katarina Tošić, Sara Mijaković, Sanja Milošević Govedarović, Ana Vujačić Nikezić, Bojana Paskaš Mamula, Jasmina Grbović Novaković

*Centar izuzetnih vrednosti za vodoničnu energetiku i obnovljive izvore energije, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, POB 522, Beograd, Srbija, andjela.mitrovic@vin.bg.ac.rs*

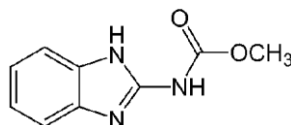
### Izvod

Ovaj rad ima za cilj da dizajnira elektrodu od ugljenične paste modifikovanu pirofilitom za potencijalnu upotrebu za detekciju pesticida u vodenim rastvorima. Strukturna i morfološka karakterizacija prirodne gline pirofilit i mehanički modifikovanog pirofilita urađena je rendgenostrukturnom analizom i skenirajućom elektronskom mikroskopijom. Elektrohemijske karakteristike ove elektrode ispitivane su cikličnom voltametrijom u 1 mM  $K_4Fe(CN)_6$  u 0,1 M KCl i 0,5 M  $H_2SO_4$  i diferencijalnom pulsnom „striping“ voltametrijom u Briton-Robinsonovom puferu na pH 4. Pokazano je da maksimum na + 0,96 V u odnosu na Ag/AgCl elektrodu potiče od oksidacije karbendazima na pH 4 u Briton-Robinsonovom puferu. Dobru stabilnost i osetljivost pokazala je elektroda koja je sadržala 50% ugljenične paste i 50% pirofilita mehanički modifikovanog 15 minuta u mlinu sa kuglama. Razvijena metoda je linearna u opsegu od 1 ppm do 10 ppm sa  $r = 0,999$  i granicom detekcije od 0,3 ppm.

**Ključne reči:** glina, mikrostruktura, elektroda, pesticid, senzor, voltometrija

### Uvod

Pesticidi su supstance prirodnog ili sintetičkog porekla koje se koriste za suzbijanje štetočina koje šire bolesti, uništavaju imovinu i useve. Ova jedinjenja lako dospevaju u životnu sredinu. Fungicidi se koriste za suzbijanje različitih biljnih bolesti. Karbendazim (metil 1H-1,3 benzimidazole-2-il karbamat) (slika 1.) je benzimidiazol fungicid koji se široko koristi za suzbijanje biljnih bolesti [1].



Slika 1. Karbendazim – strukturna formula

Karbendazim ima toksičan efekat na sisare. Zbog toga je njegova kontrola i detekcija jako važna. U dosadašnjoj detekciji, najčešće su korišćene hromatografske tehnike, UV-Vis, spektroskopija, fluorometrija, ramanska spektroskopija, a takođe su korišćeni različiti materijali za pravljenje elektroda za voltometrijsko određivanje karbendazima [2-6]. U novije vreme, elektrode od ugljenične paste modifikovane različitim glinama se koriste za kvantitativnu i kvalitativnu detekciju različitih materijala rastvorenih u vodenim rastvorima [7, 8]. Pirofilit je mineral iz glupe filosilikata hemijske formule  $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$ . Kristalna rešetka pirofilita se sastoji od dve  $SiO_4$  ploče između kojih se nalazi oktaedar  $AlO_4(OH)_2$ , pa on ima 2:1 strukturu [9].



Ova glina pokazuje jako dobre fizičke i hemijske osobine kao što su inertnost, mekoća, niska električna provodljivost, visoka toplotna provodljivost i visoka tačka topljenja. Zbog svih ovih karakteristika, pirofilit je našao veliku primenu kao adsorbens zagađivača životne sredine, keramici [10-12]. Pirofilit ima slojevitú strukturu, a veze između slojeva su slabe van der Waalove i mogu se lako raskinuti, pa slojevi klize jedan preko drugog. Ovo svojstvo pirofilita je jako važno za njegovu modifikaciju. Mehanohemijaska modifikacija pirofilita dovodi do značajnih promena u njegovoj strukturi, do smanjenja veličine čestica, promene morfologije i povećanja specifične površine. Ovaj način modifikacije predstavlja zelenu metodu modifikacije jer ne koristi rastvarače.

U ovom radu je za kvalitativno i kvantitativno određivanje karbendazima kao radna elektroda korišćena elektroda od ugljenične paste modifikovana pirofilitom. Pirofilit je prethodno mehanohemijski aktiviran kako bi se povećala osetljivost elektrode.

### Eksperimentalni deo

Rastvor karbendazima koncentracije 2000 ppm (97%, Sigma-Aldrich) je dobijen rastvaranjem ovog pesticida u metanolu. Briton-Robinsonov pufer je dobijen mešanjem 0,04 M  $H_3BO_3$ , 0,04 M  $CH_3COOH$ , 0,04 M  $H_3PO_4$  i 0,2 M NaOH. Sve hemikalije su nabavljene od Sigma-Aldrich. Glina pirofilit je iz rudnika Parsović, Bosna i Hercegovina. Mehanohemijaska modifikacija pirofilita urađena je u SPEX Mixer mlinu 5100 sa kuglama. Vreme mlevenja je bilo između 0 i 120 minuta. U tabeli 1. date su oznake uzoraka i vremena mlevenja. Ispitivanja kristalne strukture su urađena na difraktometru Rigaku Ultima IV, Japan. Korišćeni rendgenski snop je bio niki-filtriran  $Cu\alpha_1$ , talasne dužine  $\lambda=0,1540$  nm, koji radi na 40 kV u 40 mA. Merenja su rađena od 5 do 80° (2 $\theta$ ), dok je brzina skeniranja bila 5°/min sa korakom od 2°. Morfologija uzoraka ispitivana je SEM-EDS korišćenjem JEOL JSM6610LV. Sva elektrohemijaska merenja urađena su na Gamry potentiostat Interface 1010E (Gamry Instruments, Warminster, PA, USA) u troelektrodnom sistemu.

Tabela 1. Oznaka uzorka i vreme mlevenja pirofilita

Oznaka uzorka	Vreme mlevenja (min)
P-0	0
P-15	15
P-30	30
P-120	120

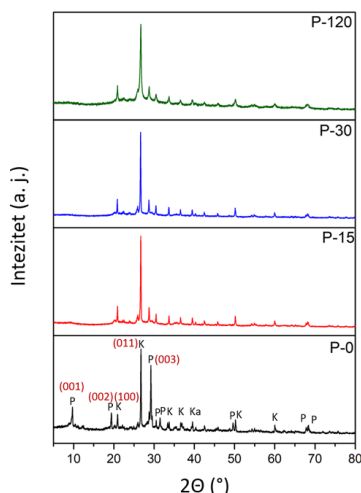
Kao referentna elektroda je korišćena Ag/AgCl elektroda, kao pomoćna platinska žica, dok je kao radna elektroda korišćena konstruisana elektroda od ugljenične paste modifikovana pirofilitom. Ova elektroda se sastoji od bakarne žice koja je provodnik i poliacetilena kao kućišta koje se puni pastom koja se pravi od pirofilita i ugljenika, a kao vezujuća tečnost korišćeno je parafinsko ulje. Kod ciklične voltometrije kao elektroliti su korišćeni 0,5 M  $H_2SO_4$  i 0,1 M KCl kome je dodat 1 mM  $K_4Fe(CN)_6$ . Merenja su vršena u opsegu potencijala od - 0,5 V do + 1,1 V, dok je brzina skeniranja u oba slučaja iznosila 50 mV/s. Diferencijalna pulsna striping voltometrija rađena je u Briton-Robinsonovom puferu na različitim pH vrednostima od 4-8.

Merenja su vršena u opsegu potencijala od +0,2 V do +1,2 V, akumulacioni potencijal je iznosio -0,15 V, akumulaciono vreme bilo 60 s i brzina skeniranja 50 mV/s, a kroz rastvor je sve vreme prodivavan azot. Opseg koncentracije karbendazima u kome je rađeno merenje bio je od 1 ppm do 10 ppm.

## Rezultati i diskusija

### Rendegonastrukturna analiza

Strukturne promene izazvane različitim trajanjem mehaničkog mlevenja od 0 i 120 minuta date su na slici 2.

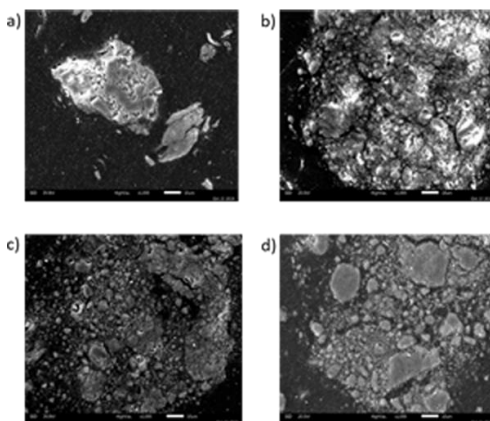


Slika 2. Difraktogrami uzorka koji su mleveni 0 (P-0), 15 (P-15), 20 (P-20) i 120 (P-120) minuta

Dve osnovne faze pisutne u rudi pirofilita iz rudnika Parsović sa karakterističnim refleksijama na uglovima  $2\theta$  su: pirofilit na  $9,68^\circ$  (odgovara (001) refleksiji) i  $29,21^\circ$  (003) i kvarc na  $20,94^\circ$  (100) i  $26,72^\circ$  (001). Karakteristična  $d$  vrednost za pirofilit za (001) refleksiju je  $9,13 \text{ \AA}$ , za (003)  $3,06 \text{ \AA}$ , dok za kvarc ona iznosi  $4,24 \text{ \AA}$  (refleksija (100)) i  $3,31 \text{ \AA}$  (refleksija (011)). U toku mehanohemijske modifikacije, dolazi do promene u kristalnoj strukturi pirofilita, što se u difraktogramu može videti kao širenje tipičnih refleksija koje pripadaju pirofilitu ili potpunom nestanku istih. Nakon 15 minuta mlevenja, intezitet refleksija se smanjuje, dok nakon 30 minuta refleksije (001), (002), (003) i (005) skoro da nestaju [13]. Refleksije koje pripadaju kvarcu su i dalje uočljive na difraktogramu zato što kvarc ima tvrđu strukturu od pirofilita, pa je potrebno i veće vreme mlevenja da bi se njegova stuktura promenila.

### Skenirajuća elektronska mikroskopija

Morfologija uzoraka koji su mleveni 0, 15, 30 i 120 minuta ispitivane su skenirajućom elektronskom mikroskopijom (slika 3.)

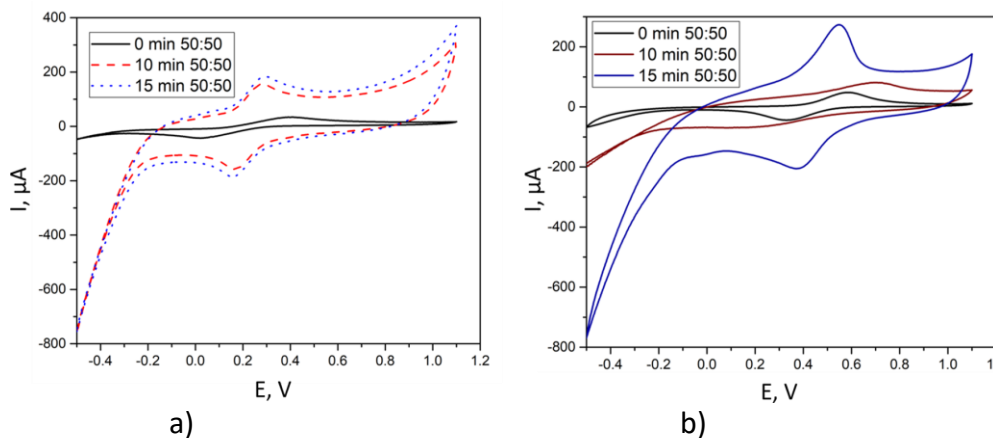


Slika 3. SEM mikografije uzoraka mlevenih a) 0 (P-0) b) 15 (P-15) c) 30 (P-30) i d) 120 minuta (P-120)

Sa slike 3. uočava se da čestice pirofilita imaju laminarnu strukturu, hrapave su površine i različite su veličine. Mehanohemijska modifikacija dovodi do smanjenja veličine čestica, a samim tim i do promena u morfologiji. Čestice više nemaju slojevitú strukturu, već postaju zaobljene sa hrapavom površinom. Nakon 15 minuta mlevenja, dolazi do smanjenja veličine čestica i povećanja specifične površine, a nakon 30 minuta mlevenja, dolazi do aglomeracije. Aglomeracija je izraženija kako raste vreme mlevenja. Ovi aglomerati se sastoje od velikog broja splepljenih čestica, pa je zbog toga specifična površina značajno smanjena kako raste vreme mlevenja i smanjuju se veličine čestica [14].

### Ciklična voltametrij

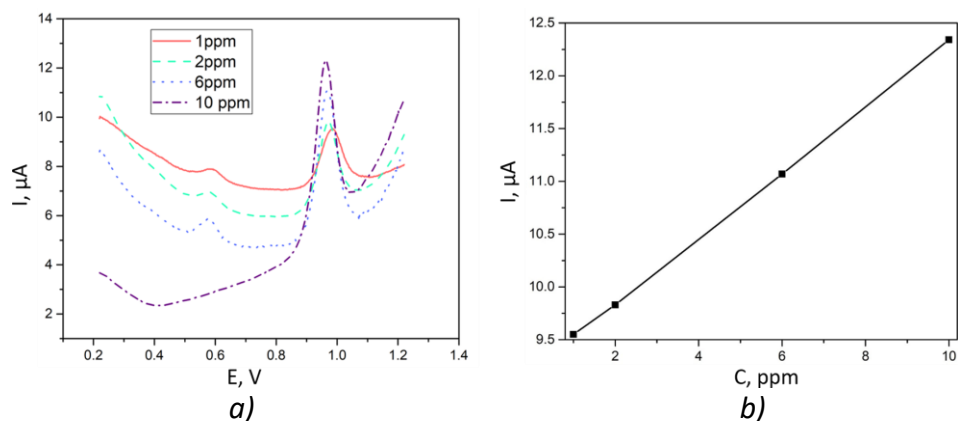
Na slici 4. dati su voltamogrami dobijeni u 1 mM  $K_4Fe(CN)_6$  u 0,1 M KCl (slika 4a) i u 0,5 M  $H_2SO_4$  (slika 4b) na elektrodi od ugljenične paste modifikovane pirofilitom sa parafinskim uljem kao vezujućom tečnošću gde je odnos ugljenika i pirofilita bio 50P:50C za mehanohemijski tretiran pirofilit u vremenu od 0 do 15 minuta. Sve tri elektrode su stabilne, a procesi koji se odigravaju na elektrodama su reverzibilni. Odvajanje od vrha maksimuma do vrha maksimuma je u vezi sa kinetikom prenosa elektrona i na osnovu slike se može zaključiti da su najreverzibilnije i najbrže elektrohemijske reakcije prenosa elektrona kada se koristi elektroda kod koje je pirofilit mehanohemijski tretiran 15 minuta. Ovo je posledica povećanja specifične površine pirofilita.



Slika 4. Voltamogrami dobijeni: a) u 1 mM  $K_4Fe(CN)_6$  u 0,1 M KCl i b) 0,5 M  $H_2SO_4$

## Diferencijalna pulsna “striping” voltometrija

Na slici 5. dati su diferencijalno pulsni voltamogrami za određivanje karbendazima u Briton-Robinsonovom puferu na pH 4 (a) i kalibraciona kriva (b).



Slika 5. a) Diferencijalno pulsni voltamogrami za određivanje karbendazima u Briton-Robinsonovom puferu na pH 4 i b) kalibraciona kriva

Maksimum na +0,96 V odgovara oksidaciji karbendazima i raste sa porastom koncentracije ovog pesticida. Detekcija karbendazima rađena je u koncentracionom opsegu od 1 ppm do 10 ppm. U ovom koncentracionom intervalu moguće je izvršiti detekciju sa  $r = 0,999$ . Granica kvantifikacije je iznosila 1,03 ppm, limit detekcije 0,3 ppm, a relativna standardna devijacija 2,3 %.

## Zaključak

Mikrostrukturalna i morfološka analiza dobijena rengenostrukturalnom analizom i skenirajućom elektronskom mikroskopijom pokazuje da mehanohemijaska modifikacija pirofilita dovodi do poboljšanja njegovih sorpcionih svojstva. Ovaj materijal je pokazao odličnu elektrohemijasku aktivnost, pa se može koristiti kao komponenta u konstrukciji elektrohemijaskih senzora za detekciju karbendazima. Rezultati dobijeni cikličnom voltametrijom pokazuju da je elektroda konstruisana na ovaj način stabilna, jednostavna za konstrukciju i visoko osjetljiva. Ovaj senzor je u Briton-Robinsonovom puferu na pH 4 pokazao najveću osjetljivost u opsegu od 1 ppm do 10 ppm sa granicom detekcije od 0,3 ppm.

## Literatura

- [1] Margarita Stoytcheva (Ed.). (2011). *Pesticides in the Modern World: Trends in Pesticides Analysis*. Rijeka, Croatia: InTech.
- [2] Del Pozo, M., Hernández, L., Quintana C. (2010). A selective spectrofluorimetric method for carbendazim determination in oranges involving inclusion-complex formation with cucurbit[7]uril, *Talanta*, 81(4-5), 1542–1546.

- [3] Trtić-Petrović, T., Đorđević, J., Dujaković, N., Kumrić, K., Vasiljević, T., Laušević, M. (2010). Determination of selected pesticides in environmental water by employing liquid-phase microextraction and liquid chromatography–tandem mass spectrometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397(6), 2233–2243.
- [4] Strickland, A. D., Batt, C. A. (2009). Detection of Carbendazim by Surface-Enhanced Raman Scattering Using Cyclodextrin Inclusion Complexes on Gold Nanorods. *Analytical Chemistry*, 81(8), 2895–2903.
- [5] Kalijadis, A., Đorđević, J., Papp, Z., Jokić, B., Spasojević, V., Babić, B., Trtić Petrović, T. (2017). A novel paste electrode based on nitrogen-doped hydrothermal carbon for electrochemical determination of carbendazim. *Journal Serbian Chemical Society* 82(11), 1259- 1272.
- [6] Khare, N. G., Dar, R. A., Srivastava, A. K. (2015). Determination of Carbendazim by Adsorptive Stripping Differential Pulse Voltammetry Employing Glassy Carbon Paste Electrode Modified with Graphene and Amberlite XAD 2 Resin. *Electroanalysis* 27(8), 1915–1924.
- [7] Pekin, M., Bayraktepe, D. E., Yazan, Z. (2017). Electrochemical Sensor Based on a Sepiolite Clay Nanoparticle-Based Electrochemical Sensor for Ascorbic Acid Detection in Real-Life Samples. *Ionics*, 23(12), 3487–3495.
- [8] Momčilović, M. Z., Randelović, M. S., Purenović, M. M., Đorđević, J. S., Onjia, A., Matović, B. (2016). Morpho-Structural, Adsorption and Electrochemical Characteristics of Serpentine. *Separation and Purification Technology*, 163, 72–78.
- [9] Qin, X., Zhao, J., Wang, J., He, M. (2020). Atomic Structure, Electronic and Mechanical Properties of Pyrophyllite under Pressure: A First-Principles Study, *Minerals* 10(9), 778.
- [10] Sayilkan, H., Erdemoğlu, S., Şener, Ş., Sayilkan, F., Akarsu, M., Erdemoğlu, M. (2004). Surface modification of pyrophyllite with amino silane coupling agent for the removal of 4-nitrophenol from aqueous solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 275(2), 530–538.
- [11] Mohammadnejad, S., Provis, J. L., van Deventer, J. S. J. (2014). Effects of grinding on the preg-robbing behaviour of pyrophyllite. *Hydrometallurgy*, 146, 154–163.
- [12] Mukhopadhyay, T. K., Ghatak, S., Maiti, H. S. (2010). Pyrophyllite as raw material for ceramic applications in the perspective of its pyro-chemical properties, *Ceramics International* 36(3), 909–916.
- [13] Mitrović Rajić, A. I., Milićević, J. S., Grbović Novaković, J. D. (2022). Development of modified pyrophyllite carbon paste electrode for carbendazim detection. *Materials and Manufacturing Processes*, 1-7.
- [14] Sánchez-Soto, P. J., Pérez-Rodríguez, J. L. (1989). Thermal analysis of pyrophyllite transformations. *Thermochimica Acta*, 138(2), 267–276.



**ISBN: 978-86-7031-623-2**