

Naziv Projekta

Oznaka in naziv projekta

J2-70075 Prenosni elektrokemijski biosensor za hitro in občutljivo spremljanje poliaminov (BIOCHECK)

J2-70075 Portable Electrochemical Biosensor for Rapid and Sensitive Polyamines Monitoring (BIOCHECK)

Logotipi ARIS in drugih sofinancerjev



Javna agencija za znanstvenoraziskovalno
in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije

Projektna skupina

Vodja projekta: dr. Jelena Vujančević

Sodelujoče raziskovalne organizacije: [Povezava na SICRIS](#)

Sestava projektne skupine: [Povezava na SICRIS](#)

Raziskovalec (Researcher) (Ime in priimek/Številka raziskovalca)(Name and Surname/Researcher number)	Vloga (Role)
56791 - Jelena Vujančević	V
28491 - Kristina Žagar Soderžnik	R
19201 - David John Heath	R
35589 - Nina Kostevšek	R
15597 - Zoran Samardžija	R
12315 - Ester Heath	R
58614 - Neža Sodnik	MR
55805 - Anja Vehar	MR

Vsebinski opis projekta

Vsebinski opis projekta

Temeljni cilj projekta je izvesti inovativne raziskave za ustvarjanje prenosnega elektrokemijskega biosenzorja, ki je občutljiv, selektiven in stabilen za detekcijo poliaminov (PA) v bioloških vzorcih. Senzorska komponenta bo vzpostavljena na komercialno dostopnih sitotiskanih elektrodah, izboljšanih s kompozitnimi redoks sklopljenimi Ni(OH)₂-Ni nanožicami (NW) v kombinaciji s prusko modrim za povečanje občutljivosti in encimi za povečanje selektivnosti elektrode. Elektrokemijski biosenzorji temeljijo na imobiliziranih encimih, ki omogočajo biokatalitsko oksidacijo – pri encimski reakciji nastane vodikov peroksid, ki ga je mogoče zaznati na delovni elektrodi. Ključni izziv

je doseči prenosen, hiter in stabilen senzor, sposoben zaznati nmol/L koncentracije PA v kompleksnih bioloških vzorcih, polnih motenj, kar predstavlja predvsem izziv znanosti o materialih. Hipoteza raziskave temelji na razvoju novih tipov receptorskih elementov za detekcijo H_2O_2 , pri čemer bo občutljivost sitotiskanih elektrod izboljšana s postopkom katalitske redukcije ali oksidacije z uvedbo mediatorjev iz materiala na osnovi niklja in nanodelcev prusko modrega. Ti receptorski elementi bodo nato funkcionalizirani s poliamin oksidazo (PAO) in spermin oksidazo (SMO) za zagotovitev selektivnosti do spermina in spermidina, minimiziranje motenj in omogočanje zahtevane funkcionalnosti biosenzorja. Trenutna omejitev uporabe nanodelcev prusko modrega je visoka meja zaznave v mikromolarnem območju, vendar predvidevam, da bo z uvedbo dodatnega elektrokatalizatorja to mogoče preseči. Znano je, da strukturno neurejeni elektrokatalizatorji na osnovi β -NiOOH/ β -Ni(OH) $_2$ -Ni s popačeno mrežo ali površinskimi napakami povečajo katalitsko hitrost in zmanjšajo energijo, potrebno za prenos 1 elektrona. Poleg tega bo redoks prehod med Ni(OH) $_2$ /NiOOH prispeval k elektrokemijskim katalitskim reakcijam, pasivizacija površine materialov na osnovi Ni pa bo omogočila prilagajanje kristaliničnosti in električnih lastnosti materiala. Projekt se bo začel s prilagajanjem sestave in količine Ni, NiO in strukturno neurejenih vrst β -NiOOH/ β -Ni(OH) $_2$ na elektrodeponiranih elektrodah na osnovi Ni-nanožic med potencialnim kroženjem v KOH. Nato bodo dodani nanodelci prusko modrega ter polimer za stabilizacijo H_2O_2 receptorskih elementov in pripravo površine za imobilizacijo PAO in SMO. Novi senzor bo nato karakteriziran in testiran glede učinkovitosti in selektivnosti za morebitne prihodnje biomedicinske naprave. Razvoj visoko selektivnega biosenzorja te vrste bo pomemben napredek v znanosti o materialih, hkrati pa bo izboljšal možnosti za neinvazivne medicinske diagnostične metode.

Osnovni podatki sofinanciranja so dostopni na spletni strani [SICRIS](#).

Faze projekta in opis njihove realizacije

Faza 1: Creating New Material for H_2O_2 Detection

Faza 2. Creating Novel Electrochemical biosensors

Faza 3: Validation and calibration of electrochemical biosensor

Bibliografske reference

1. Verma, N., Hooda, V., Gahlaut, A., Gothwal, A. & Hooda, V. Enzymatic biosensors for the quantification of biogenic amines: a literature update. *Critical Reviews in Biotechnology* **40**, 1–14 (2020).
2. Singh, R., Gupta, R., Bansal, D., Bhateria, R. & Sharma, M. A Review on Recent Trends and Future Developments in Electrochemical Sensing. *ACS Omega* **9**, 7336–7356 (2024).
3. Ramani, D., De Bandt, J. P. & Cynober, L. Aliphatic polyamines in physiology and diseases. *Clinical Nutrition* **33**, 14–22 (2014).
4. Peng, Q. *et al.* The Emerging Clinical Role of Spermine in Prostate Cancer. *IJMS* **22**, 4382 (2021).
5. Pegg, A. E. The function of spermine: Function of Spermine. *IUBMB Life* **66**, 8–18 (2014).
6. Alonso-Lomillo, M. A., Domínguez-Renedo, O., Matos, P. & Arcos-Martínez, M. J. Disposable biosensors for determination of biogenic amines. *Analytica Chimica Acta* **665**, 26–31 (2010).
7. Baratella, D. *et al.* Endogenous and food-derived polyamines: determination by electrochemical sensing. *Amino Acids* **50**, 1187–1203 (2018).
8. Ricci, F. & Palleschi, G. Sensor and biosensor preparation, optimisation and applications of Prussian Blue modified electrodes. *Biosensors and Bioelectronics* **21**, 389–407 (2005).
9. Bernard, M. C. *et al.* Structural defects and electrochemical reactivity of β -Ni(OH)₂. *Journal of Power Sources* **63**, 247–254 (1996).
10. Hall, D. S., Lockwood, D. J., Bock, C. & MacDougall, B. R. Nickel hydroxides and related materials: a review of their structures, synthesis and properties. *Proc. R. Soc. A* **471**, 20140792 (2015).
11. Wang, X. *et al.* An electron injection promoted highly efficient electrocatalyst of FeNi₃@GR@Fe-NiOOH for oxygen evolution and rechargeable metal–air batteries. *J. Mater. Chem. A* **4**, 7762–7771 (2016).
12. *Electrochemical Sensors Market Trends*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/electrochemical-sensors-market-report>.
13. Turner, A.F.P. Biosensors: realities and aspirations. *Annali. Chim.* **87**, 244–260 (1997).
14. Zhang, S. Materials and techniques for electrochemical biosensor design and construction. *Biosensors and Bioelectronics* **15**, 273–282 (2000).
15. Vujančević, J. *et al.* Rapid and reliable electrochemical detection of bisphenol S in thermal paper. *Sensing and Bio-Sensing Research* **44**, 100662 (2024).
16. Korent, A. *et al.* Au-decorated electrochemically synthesised polyaniline-based sensory platform for amperometric detection of aqueous ammonia in biological fluids. *Electrochimica Acta* **430**, 141034 (2022).
17. Trafela, Š., Šturm, S. & Žužek Rožman, K. Surface modification for the enhanced electrocatalytic HCHO oxidation performance of Ni-thin-film-based catalysts. *Applied Surface Science* **537**, 147822 (2021).
18. Monkrathok, J. *et al.* Enhancing Glucose Biosensing with Graphene Oxide and Ferrocene-Modified Linear Poly(ethylenimine). *Biosensors* **14**, 161 (2024).
19. Quan, C. *et al.* Electrochemical Glucose Sensor Based on Dual Redox Mediators. *Biosensors* **15**, 9 (2024).
20. Sassolas, A., Blum, L. J. & Leca-Bouvier, B. D. Immobilization strategies to develop enzymatic biosensors. *Biotechnology Advances* **30**, 489–511 (2012).
21. Shrivastava, S., Bairagi, P. K. & Verma, N. Spermine biomarker of cancerous cells voltammetrically detected on a poly(β -cyclodextrin) - electropolymerized carbon film dispersed with Cu - CNFs. *Sensors and Actuators B: Chemical* **313**, 128055 (2020).
22. Stojanović, Z. S., Đurović, A. D., Kravić, S. Ž., Ashrafi, A. M. & Richtera, L. Electrochemical sensing platform based on the use of ZnONPs and MWCNTs as CPE modifiers for a selective and sensitive determination of polyamine spermine in the urine sample. *Electroanalysis* **35**, e202200446 (2023).
23. Huang, Y.-J., Chang, R. & Zhu, Q.-J. Self-assembled Imprinted Polymer Film-Based Sensor System for Spermidine on Screen Printed Electrodes. *J Food Chem Nanotechnol* **6**, 174–181 (2020).
24. Boffi, A. *et al.* Amine oxidase-based biosensors for spermine and spermidine determination. *Anal Bioanal Chem* **407**, 1131–1137 (2015).