

Biosensora izveide karboanhidrāzes IX noteikšanai

Edmunds Zutis¹, Gunita Paidere¹, Jānis Čipa¹, Roberts Rimša¹, Rihards Ruska¹, Kaspars Tārs², Raivis Žalubovskis³, Anatolijs Šarakovskis¹, Gatis Mozoļevskis¹, Andris Anspoks¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs*

³*Latvijas Organiskās sintēzes institūts*

Karboanhidrāze IX (CA IX) ir proteīns, ko var izmantot kā biomarķieri ļaundabīgu audzēju diagnostikā plašam audzēju klāstam, piemēram, plaušu, resnās zarnas, krūts, urīnpūšļa, olnīcu, smadzeņu u.c. audzēju.

Šis pētījums apraksta jauna, īpaši jūtīga elektroķīmiska biosensora izstrādes procesu, lai noteiktu CA IX. Lai pārbaudītu biosensora darbības principus, tika izstrādāta trīs elektrodu sistēma ar plakānu divdimensionālu un telpisku trīsdimensionālu zelta darba elektrodu, kā arī ieviesta iekšēja kontroles procedūra, izmantojot luminola/ūdeņraža peroksīda fotoluminiscences intensitātes mērījumus reakcijā ar enzīmu - redīsu peroksīdāzi. Izmantojot cikliskās voltametrijas metodi tika pētīta CA IX signāla izmaiņas atkarībā no koncentrācijas, izmantojot potenciālu -0.2V...0.7V un skenēšanas ātrumu 0.05 V/s. CA IX koncentrācijas noteikšanai izmantota standartšķīdumu kalibrācijas taisne. Signālu var apstiprināt izmantojot optisko sensoru, kas detektē luminiscences signāla intensitāti atkarībā no CA IX koncentrācijas.

Līdzšinējie 3-dimensiju elektrodu sistēmas pētījumi ir parādījuši, ka sistēmas detekcijas robeža var tikt palielināta vairāk nekā 230000 reizes (salīdzinot ar 2D elektrodu), parādot augstu potenciālu audzēju diagnostikas iekārtu izstādei, kā arī citu patogēnu augstas detektēšanas jutības sensoru izgatavošanai.

Development of a biosensor for the detection of carbonic anhydrase IX

Edmunds Zutis¹, Gunita Paidere¹, Janis Cipa¹, Roberts Rimsa¹, Rihards Ruska¹, Kaspars Tars², Raivis Žalubovskis³, Anatolijs Sarakovskis¹, Gatis Mozolevskis¹, Andris Anspoks¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Latvian Biomedical Research and Study Centre*

³*Latvian Institute of Organic Synthesis*

Carbonic anhydrase IX (CA IX) is a protein that can be used to indicate the presence of a large set of malignant tumours (like the lung, colon, breast, bladder, ovaries, brain tumours etc.). For this reason, it is a promising bio market for early malignant tumour diagnostics.

This research investigates the process of development of a novel high-sensitive electrochemical biosensor based on CA IX detection. To show a proof of principle, we developed a three-electrode system with a planar 2-dimensional and truly 3-dimensional gold-plated working electrodes and introduced an internal process control via photoluminescence intensity measurements, based on luminol/hydrogen peroxide generated redox process catalysed by an enzyme - horseradish peroxidase. By using cyclic voltammetry, we studied signal changes depending on CA IX concentrations by using a potential range of -0.2/0.7V and a scan rate of 0.05 V/s, which resulted in a signal peak generated by the system. A standard solution scale was used to calculate the CA IX concentration. Furthermore, this signal detection can be confirmed via the optical sensor by measuring the intensity of the luminol-induced photoluminescence reaction.

Finally, the concept of a 3D electrode system has been shown to increase the limit of detection in a test system more than 230 000 times compared to a planar 2D electrode, showing high potential for use in early cancer diagnostics and other high-sensitivity pathogen detection sensor development.

The project is funded by the Latvian Council of Science (LCS) lzp-2021/1-0584.