

## Izvleček

Elektrokemijski senzori so v zadnjih letih pritegnili veliko pozornosti v analizni kemiji, saj ponujajo primerno izhodišče za zaznavanje različnih tarčnih analitov. Na splošno elektrokemijske senzore odlikujejo visoki selektivnost in občutljivost, nizka meja zaznave, relativno nizka cena, enostavna prilagoditev za meritve v kompleksnih vzorcih in enostavno delovanje. Njihova uporaba na različnih področjih kaže, da so pridobili pomemben položaj tako v znanosti kot v vsakdanjem življenju. Z razvojem različnih nanomaterialov pa je z elektrokemijskimi senzori mogoče doseči še nižje meje zaznave in višjo občutljivost.

Tekom raziskovalnega dela so bili po izboljšani Hummerjevi metodi sintetizirani in nato okarakterizirani različni grafenski nanomateriali. Nato so bili kot modifikacije elektrodne površine vključeni v razvoj senzorjev za  $\text{H}_2\text{O}_2$ , glukozo in folatni receptor (FOLR-1). Izkazalo se je, da je z uporabo tovrstnih materialov za modifikacijo elektrodne površine možno doseči izboljšano občutljivost, in sicer zaradi povečanja specifične površine elektrode in pospešenega prenosa naboja.

Elektrokemijski senzor za  $\text{H}_2\text{O}_2$ , razvit v okviru te študije, je temeljil na elektrodi iz ogljikove paste (CPE), modificirani z 1:1  $\text{MnO}_2$  in z *N*-dopiranimi piroliziranimi nanotrakovi grafen oksida (N-htGONR). Senzor se je izkazal s širokim linearnim območjem (1 - 300  $\mu\text{M}$ ), nizko mejo zaznave (0,08  $\mu\text{M}$ ), odlično ponovljivostjo, visoko občutljivostjo in dovolj dolgo življenjsko dobo. Izvedena je bila tudi interferenčna študija, ki je pokazala, da je senzor primeren za uporabo na realnih vzorcih. Uporaba senzorja je bila nato uspešno demonstrirana na realnih farmacevtskih in bioloških vzorcih. Sledila je še miniaturizacija senzorja za potrebe nadaljnjih aplikacij, in sicer z uporabo ogljikovih sitotiskanih elektrod.

Razvit je bil tudi encimski senzor za glukozo, ki je temeljil na modificirani ogljikovi sitotiskani elektrodi. Za določanje glukoze je služila encimska oksidacija glukoze z glukozo oksidazo (GOX), katere stranski produkt je  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ki je nato reagiral na elektrodi. Delovna elektroda senzorja je bila torej modificirana z N-htGONR,  $\text{MnO}_2$  ter GOX. Senzor se je izkazal s širokim linearnim območjem (0,05 - 5,0 mM), nizko mejo zaznave (0,008 mM) ter ugodno življenjsko dobo in ponovljivostjo. Interferenčna študija je tudi v tem primeru pokazala, da je senzor primeren za uporabo v realnih matricah. Tako je bil testiran njegov odziv na vzorcih piva s standardnimi dodatki glukoze in izkazalo se je, da matrica piva na detekcijo glukoze ne vpliva bistveno (točnost je bila 93.5 - 103.5 %). Senzor je torej primeren za nadaljnje aplikacije na realnih vzorcih.

Senzor za FOLR-1 je bil razvit s pomočjo imobilizacije derivata folne kisline na površini zlate sitotiskane elektrode, modificirane s htGONR. Sintetizirani so bili trije derivati folne kisline in uporabljeni za modifikacijo elektrodnih površin. Elektrode, modificirane z derivatom folne kisline FAd3, so se izkazale z najvišjo občutljivostjo na tarčni analit izmed vseh preučevanih derivatov. Delovanje senzorja temelji na adsorpciji FOLR-1 na površino elektrode (vezava na substrat), s čimer blokira mesta za elektrokemijsko reakcijo  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ . Razviti senzor je nadalje pokazal nizko mejo zaznave (53 pM) ter linearno območje (do 1 nM), primerno za ciljne študije na realnih vzorcih človeške krvi ali seruma.

V okviru raziskovalnega dela za doktorsko disertacijo sem pokazala, da modifikacije elektrodnih površin z grafenskimi nanomateriali pripomorejo k izboljšanju elektrokemijskih karakteristik elektrod, kar je bistvenega pomena pri razvoju elektrokemijskih senzorjev. Senzorja za  $\text{H}_2\text{O}_2$  in glukozo sta z uporabo specifične kombinacije materialov izkazovala bistveno izboljšavo parametrov v primerjavi s primerljivimi senzorji iz literature. Pri razvoju senzorja za FOLR-1 pa sem uspešno uporabila nov pristop s sintezo ter uporabo derivatov folne kisline kot elektrodnih modifikacij.