

## Oponentský posudek disertační práce

Mgr. Anety Kovářové s názvem: **Miniaturizované elektrochemické imunosenzory pro detekci a kvantifikaci proteinových biomarkerů**

### *a) Aktuálnost tématu*

Disertační práce se věnuje otázce konstrukce elektrochemických biosenzorů využívajících moderní nanomateriály. Práce se dotýká několika vysoce aktuálních problematik (nanomateriály, biosenzory a jejich posun směrem k „POC“ (point of care) diagnostice).

### *b) Cíle práce a jejich splnění*

Cíle práce jsou explicitně uvedeny na str. 59, bezprostředně před experimentální částí, která je pojata jako komentovaný soubor publikovaných prací (celkem 5, z toho 4 v impaktovaných časopisech). Tyto práce jistě prošly standardním recenzním řízením. Dále je přiložen prvoautorský rukopis, který je připraven k odeslání do recenzního řízení. V této práci se autorka věnovala simultánnímu stanovení tří biomarkerů spojených s incidencí ovariálního karcinomu. Biosenzor je založen na sendvičové imunoeseji, kdy sekundární protilátky pro jednotlivé antigeny byly označeny PbS resp. CdS kvantovými tečkami a nanočásticemi zlata. Nanočástice po rozpuštění poskytly příslušné kovové kationty, jejichž stanovení bylo prováděno elektrochemicky.

### *c) Použité metody*

Konstrukce biosenzorů vyžaduje zvládnutí řady postupů a metod. Přiložené publikace se věnují různým aspektům, jako je značení protilátek nanočásticemi, na které je navázán systém poskytující měřitelný signál (v první práci jde o poly(glycidylmethakrylátové) nanosféry modifikované HRP a thioninem, elektrochemický signál je generován přidavkem peroxidu vodíku), popřípadě signál mohou generovat samotné nanočástice po rozpuštění (např. kvantové tečky na bázi CdS jsou schopny rozpuštěním v kyselině poskytovat  $\text{Cd}^{2+}$  ionty, snadno měřitelné stripping voltametrií). Pro charakterizaci nanomateriálů, konjugátů a vrstev na elektrodách byly aplikovány vhodné techniky (např. dynamický rozptyl světla, elektronová mikroskopie apod.). V neposlední řadě musela autorka zvládnout celé spektrum elektroanalytických technik.

### *d) Formální úroveň disertačního spisu*

Formální a jazyková úprava je na velmi dobré úrovni, práce je téměř prostá překlepů a jazykových nedostatků. Sporadické drobné chyby lze nalézt v anglických výrazech (microelectrodes array, receiver operating characteristic apod.), sporný je i triviální název tetrathiofulvalen.

### *e) Výsledky disertační práce, nové poznatky a přínos k současnému vědeckému poznání*

Disertační práce přináší řadu nových poznatků, které již byly komunikovány ve čtyřech impaktovaných člancích - v časopisech ACS Applied Materials and Interfaces, Monatshefte für Chemie, Talanta a J. Electroanal. Chem. Výzkum dále doplňuje článek v univerzitních

aktech. Žádná z uvedených prací není prvoautorská, nicméně autorka deklaruje svůj podíl na experimentech a sepisování práce. Autorské podíly se bezprostředně týkají tématu disertace. Kromě toho je přiložen i rukopis prvoautorské práce. Publikační aktivita je tedy adekvátní kritériím kladeným na postgraduální studium.

### Otázky a připomínky:


1. Str. 34: Popis grafenu (nanomateriál je uspořádán do tvaru šestiúhelníků, přičemž jeden elektron je volný) není příliš zdařilý.
2. Str. 37: Tištěné elektrody dle mého názoru nelze považovat za miniaturizovanou alternativu konvenčních elektrod (průměr aktivní plochy tištěné pracovní elektrody DS 102 je stejný jako u většiny konvenčních elektrod).
3. Str. 39: Podobně sporné je tvrzení, že „konvenční elektrody svým velkým povrchem stále zaručují citlivou analýzu“.
4. Str. 39 co je míněno tvrzením, že mikroelektrody ... vykazují též nízký ohmický odpor?
5. Byl již rukopis zaslán do recenzního řízení, eventuálně jaký je výsledek?
6. V rukopise je zmíněno, že stripping analýza je na použitých bismutem modifikovaných tištěných elektrodách je limitována vylučováním vodíku, což zamezuje možnost použití kv. teček na bázi ZnS a oxidací bismutu, což znemožňuje využít nanomateriály na bázi mědi ( $Zn^{2+}$  a  $Cu^{2+}$  jsou ionty dobře stanovitelné stripping analýzou). Bylo by možné využít nanomateriály na bázi cínu (např. SnS či  $SnO_2$  kvantové tečky), případně nanomateriály odvozené od niklu (stripping Ni probíhá při méně záporných potenciálech ve srovnání se Zn, zatímco stripping Sn probíhá při potenciálech zápornějších než je stripping Cu)?

### Závěr:

Závěrem lze konstatovat, že studentka prokázala tvůrčí vědecké schopnosti v dané oblasti výzkumu. Práce splňuje požadavky kladené na disertační práce v oboru jak po stránce odborné úrovně, tak i svým rozsahem.

**Proto doporučuji, aby se předložená disertační práce stala podkladem pro řízení ve věci získání titulu Ph.D. pro Mgr. Anetu Kovářovou**

V Olomouci dne 23. 9. 2020



Prof. RNDr. Jan Hrbáč, Ph.D.