

OPONENTNÍ POSUDEK

dizertační práce

„Nanostrukturované povrchy pro biolékařské aplikace“

RNDr. Jiří Kratochvíl

Katedra makromolekulární fyziky

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova

Dizertační práce je zaměřena na studium antibakteriálních povlaků na bázi plazmových polymerů a kovových nanočástic připravených ve vakuu za použití nízkoteplotního plazmatu. Práce se rovněž zabývá gradientním rozložením nanočástic v ploše depozitu a jejich využitím pro detekci biomolekul. Tato studie patří mezi aktuální a prestižní témata základního výzkumu s vysokým aplikačním potenciálem pro biolékařské účely v rámci biomedicíny a biodetekce. Řešená problematika je předmětem současného mezinárodního výzkumu a je významným přínosem pro rozvoj materiálového výzkumu v oblasti antibakteriálních povlaků, ale také rozvoj analytické techniky (laserová desorpce/ionizace pomocí nanočástic) pro biodetekci.

Dizertační práce je rozdělena do šesti hlavních kapitol. Úvodní část velice srozumitelným způsobem uvádí čtenáře do problematiky tenkých vrstev plazmových polymerů a generace nanočástic, využití antibiotik a nanočástic pro antibakteriální povrchy, problematiky smáčivosti povrchů a její souvislosti s biodetekcí. Velice oceňuji, že si autor dal práci s přípravou přehledných a ilustrativních obrázků, kterými dokresluje vysvětlovanou problematiku. To platí i o ostatních částech práce. Druhá kapitola je zaměřena na experimenty v souvislosti s přípravou vrstev jak plazmových polymerů, tak nanočástic a jejich charakterizací s využitím spektroskopických a mikroskopických technik. Dále je zde popsán způsob impregnace vrstev antibiotiky, analýza uvolňovaných antibiotik a princip biotestů. Třetí část obsahuje výsledky práce spolu s jejich diskuzí. Přibližně polovina této části se věnuje vrstvám plazmových polymerů impregnovaných antibiotiky, antibakteriálním vrstvám s kovovými nanočásticemi a jejich kombinaci s impregnací antibiotiky. Za zajímavé zjištění považuji již možnost impregnovat vrstvu plazmového polymeru antibiotiky. Tato vlastnost vrstvy zřejmě souvisí s mírou zesítnění plazmového polymeru a tedy jeho mechanickými vlastnostmi (modul pružnosti) a dále případně s porézní strukturou vrstvy (nanopóry, voidy). Tyto charakterizace by mohly být námětem pro další studium. Druhá polovina výsledkové části je zaměřena na vytváření 1D a 2D gradientního depozitu nanočástic mědi a stříbra, včetně nalezení analytického modelu, který dobře koresponduje s experimentálními daty. Tato část obsahuje také výsledky biodetekce s návrhem přípravy vzorků pro detekci biomolekul (riboflavin) modifikací techniky MALDI s využitím nanočástic stříbra. Získané výsledky a detekční limit modifikované metody jsou velice příznivé. Každá z těchto částí obsahuje shrnutí výsledků, takže čtvrtá část obsahující závěr je již poměrně krátká. Pátá část obsahuje seznam použité literatury a šestá část seznamuje s použitými zkratkami.

Práci jsem si se zájmem přečetl a velice se mi líbila. Jde o pečlivou a systematickou studii, kde autor postupuje od jednodušších vzorků ve formě jedné vrstvy na substrátu k výrazně složitějším nanostrukturovaným vrstvám se zajištěním dobře definovaných a reprodukovatelných vlastností připravených struktur. V práci byly použity správné postupy a metody. Výsledky práce navazují na předchozí výsledky pracoviště, dále je rozšiřují a prohlubují a mají tak podstatný vliv na rozvoj makromolekulární fyziky jako vědního oboru. Za nové a vysoce přínosné považuji poznatky v oblasti antibakteriálních povrchů kombinujících nanočástice a antibiotika. Výrazný je také pokrok v řízené depozici gradientních distribucí nanočástic a jejich využití pro zvýšenou odezvu při detekci biomolekul. V části věnované poděkování jsem se dočetl o řadě spolupracovníků, a tedy během

obhajoby musí být upřesněno, které experimenty, měření a analýzy vykonal sám autor a na kterých a v jakém rozsahu se pouze podílel.

Dizertační práce má přiměřený počet stran, tj. 142, obsahuje celkem 65 obrázků, 9 tabulek a využívá 243 odkazů, což dokládá dobrou přípravu autora. Práce je přehledná, dobře graficky zpracovaná s velice názornými obrázky a bez vážnějších formálních chyb. Výsledky byly prezentovány v neobvykle vysokém počtu 27 článků v impaktovaných časopisech a jednom českém patentu.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- Str. 11, 2.řádek: Odkazy 55 až 65 lze zapsat úspornou formou jako [55-65].
- Str. 14, obr. 6: Popis obrázku neobsahuje citaci. Obrázek tedy nebyl převzat z literatury?
- Str. 14, poslední odst.: Při jakých podmínkách dochází k autoionizaci vody?
- Str. 24, 3.odst.: „... kontaminacemi surfaktanty,“ Co jsou surfaktanty? Existuje český ekvivalent tohoto termínu?
- Str. 31, kap. 2.1.2 Depozice indium cín oxidu: Dle chemické terminologie se jedná o cínem dopovaný oxid inditý (ITO). Zůstává stechiometrie ITO terče zachována pro depozit? Je obsah kyslíku v depozitu menší než v terči?
- Str. 54-56, kap. 3.1.1.7: „Impregnace musí být tedy kombinovaným procesem difúze a fyzikálně-chemické vazby.“ Antibiotikum (ampicilin, 349 amu) je poměrně velká molekula. Jaká je vaše prostorová představa o jejím umístění/rozložení v polymerní matrici? Je třeba uvažovat ve vrstvě o prázdném prostoru (nanopór, „void“)? Naznačila tuto možnost (nanopór, void) analýza elipsometrických spekter, která umožňuje stanovit i objemový podíl „prázdného prostoru“?
- Str. 55, 4.odst.: „... vlivem teplotního pohybu molekul vody.“ Správně má být „tepelného pohybu“.
- Str. 70, obr. 39: Z jakého materiálu byl substrát uvedený v obr. 39? Byla to skleněná podložka?
- Str. 73, obr. 42: Překryvová vrstva deponovaná z nylonového terče není vhodná?
- Str. 84-85, obr. 49, 50: K výsledkům měření na obr. 49 (50) nejsou uvedeny experimentální parametry jako je velikost světelné stopy na vzorku pro elipsometrická a UV-VIS měření a měřítko SEM snímků. Jaký byl stupeň pokrytí podložky gradientní vrstvou Cu (Ag) nanočástic? O čem vypovídá mapa poměru Cu/void na obr. 49a (Ag/void na obr. 50a)?
- Str.114, 2.odst. uprostřed: „Detekční limit vyvíjené metody byl 3×10^{-8} g.L⁻¹.“ Typograficky je vhodné použít matematický symbol násobení namísto písmena „x“. Jaký je detekční limit při použití konvenční organické matrice (MALDI)?

Závěrem konstatuji, že předložená práce splnila stanovené cíle, splňuje kritéria kladená na dizertaci, prokazuje předpoklady autora k samostatné tvůrčí práci, a proto ji doporučuji k obhajobě. Za předpokladu správného zodpovězení dotazů a úspěšného průběhu oponentního řízení, doporučuji udělit RNDr. Jiřímu Kratochvílovi akademický titul Ph.D.

V Brně dne 26. února 2020

prof. RNDr. Vladimír Čech, Ph.D.
Ústav chemie materiálů FCH
Vysoké učení technické v Brně