

Oponentní posudek disertační práce

Ústav: Středoevropský technologický institut VUT

Akademický rok: **2020/2021**

Studenta: **Ing. Eva Šťastná**

Doktorský studijní program: **Pokročilé materiály a nanovědy**

Studijní odbor: **Pokročilé materiály**

Vedoucí disertační práce: **doc. Ing. Klára Částková, Ph.D.**

Oponent disertační práce: **doc. Ing. Lenka Martinová, CSc.**

Název disertační práce: **Pokročilé přípravy anorganických (keramických) nanočástic a nanostruktur**

Aktuálnost tématu disertační práce:

Předložená disertační práce Ing. Evy Šťastné (dále jen disertantka) se zabývá přípravou a charakterizací kompozitních polykaprolaktonových (PCL) nanovláken s obsahem hydroxyapatitových (HA) nanočástic, připravených pomocí elektrostatického zvlákňování (electrospinningu), určených pro aplikace v tkáňovém inženýrství. Povrchové vlastnosti kompozitních vláken byly modifikovány plazmatem. Výsledný produkt byl testován na biokompatibilitu a bioaktivitu s dobrým výsledkem.

Téma samo o sobě je velmi aktuální, o čemž svědčí i skutečnost, že v literatuře lze dohledat v posledních 10 letech řadu prací s podobnou tematikou, např. LH Chong, MI Hassan, N Sultana – 2015, Electrospun polycaprolactone (PCL) and PCL/nanohydroxyapatite (PCL/nHA)-based nanofibers for bone tissue engineering application nebo NT Ba Linh, YK Min, BT Lee - 2013, Hybrid hydroxyapatite nanoparticles-loaded PCL/GE blend fibers for bone tissue engineering - Journal of Biomaterials Science.

Příprava anorganicky modifikovaných nanovláken z biodegradabilního polymeru je velmi aktuální a skýtá dobrý podklad pro řadu aplikací v tkáňovém inženýrství pro rekonstrukci kostí. Práce je dobrým kaménkem do mozaiky biodegradabilních materiálů pro tkáňové inženýrství.

Splnění stanovených cílů:

Cíle disertační práce jsou v textu explicitně vyjádřeny na str. 30 a mohu konstatovat, že byly splněny. Podle mého názoru se náplň práce poněkud odchyluje od uvedeného názvu práce „Pokročilé přípravy anorganických (keramických) nanočástic a nanostruktur“. Práce je logicky členěna na (i) rešerši, která vychází ze 112 odkazů, potom následuje (ii) vlastní experiment, kde jsou stručně popsány použité metody a techniky. Kapitola Výsledky a diskuse (iii) je překvapivě věnována pouze přípravě a charakterizaci nanovláken (PCL, PCL/HA, porézních, keramických a dutých) a biologickým testům. Povrchovým úpravám plazmatem není věnována samostatná číslovaná podkapitola, stejně tak jako „Mechanickým

testům“ a „Smáčivosti“, které jsou pouze začleněny do odstavce 5.1.1. s názvem Polycaprolactone and polycaprolactone/hydroxyapatite nanofibres, což poněkud snižuje přehlednost práce.

Z práce nevyplývá, zdali uvedené testy biokompatibility a bioaktivity na specializovaných pracovištích (Friedrich Alexander University of Erlangen-Nuremberg, Faculty of Engineering, Institute of Biomaterials, Germany a Jihočeská univerzita) vykonávala disertantka sama v rámci stáže, nebo zdali byly zadány specializovaným pracovištím.

Postup řešení problému a výsledky disertace:

Zvolené metody práce byly silně odvislé od stanovených cílů. Metody se týkaly především rozsáhlého záběru z hlediska experimentálních technik a přístrojového vybavení. Z toho vyplývá, že disertantka musela zvládnout práci po metodické stránce na vysoké úrovni. Dosažené výsledky byly dostatečně a vhodným způsobem prezentovány. Připravená čistá i kompozitní PCL i PCL/HA nanovláknena byly testovány na mechanické vlastnosti, zejména pevnost a elastický modul a vztah mezi orientací vláken a těmito parametry. Pro zvýšení smáčivosti těchto nanovláknenných vrstev byla využita nízkoteplotní argonová plazmatická úprava, jejíž pozitivní efekt byl experimentálně prokázán. Autorka prokázala vliv rotační rychlosti kolektoru na průměry připravovaných nanovláken. Přípravy porézních, keramických a dutých vláken byly komentovány jen velmi stručně a nebyly podrobeny dalším testům. Příčinou je pravděpodobně skutečnost, že tyto experimenty nesplnily zcela očekávání autorky. Disertantka se proto zaměřila ve své práci jen na čistá PCL a PCL/HA nanovláknena. U těchto vláken prokázala pozitivní vliv obsažených HA nanočástic na studované biologické vlastnosti.

Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru:

Elektrostatické zvlákňování je perspektivní metoda, kterou lze připravit nanovláknenné nosiče pro aplikace tkáňového inženýrství. Nevratné poškození různých životně důležitých tkání a orgánů, je v současné době častým a závažným důsledkem životního stylu civilizované společnosti a z něho plynoucích civilizačních onemocnění, dopravních a pracovních úrazů. Stále více dostávají do popředí materiály umělé, na jejichž podkladě lze poškozenou tkáň rekonstruovat. Stávající umělé tkáňové náhrady lze modifikovat vestavěním speciálních komponent do těchto náhrad, ale i úpravou povrchových vlastností. Příprava tkáňových náhrad zahrnuje také studium molekulárních mechanismů chování buněk na umělých materiálech, jako je adheze, růst, diferenciacce, životaschopnost i případné poškození a imunitní aktivace buněk na umělém materiálu.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň:

Disertační práce má rozsah 78 stran, je psaná v angličtině a má vcelku dobrou grafickou i jazykovou úpravu. Vyjma nevhodného nadužívání slova „neat“.

Po stránce formální je celý text napsán mírně nepřehledně s řadou nedbalostí, postrádám členění s označením čtyř čísel odstavce. Neznám použitou citační normu, ale je velmi neobvyklé použít tečku před citací. Má být za odkazem. V citacích je řada chyb, což naznačuje jistou nedbalost. Např. citace č. 69, 71 - místo stránky uvádí n/a-n/a, v řadě citací (1, 2, 8, 9, 21, 22, 49, 59, 61, 66, 108) nejsou stránky uvedené vůbec, nebo pouze „p.“ Nedbale působí nestejně fonty jmen autorů.

V práci nacházím drobné nepřesnosti a pochybení:

- Nadbytečné množství textu je v závorkách, což snižuje přehlednost práce.
- V některých podkapitolách označených čísly postrádám text, např. 4.2; 4.3; 5.1
- Tab.5 – chaotická směs názvů a vzorců, bylo by vhodné označování chemikálií minimálně sjednotit,, ale za vhodnější považuji použití slovního označení.
- s. 33 – the titanium oxide nanofibres, titanium propoxide was mixed...– není uvedena koncentrace
- s. 37 – jednotka „sccm“ – není v seznamu zkratk
- s. 38 – DCSBD, PET - není v seznamu zkratk

Za výtku stojí chybná označení používaných polymerů (str. 9), kde autorka zcela opomíjí používání závorek, má být: *poly(vinyl alkohol)*, s.17 – je závorka naopak nadbytečná- *poly(vinyl) pyrrolidone*, má být polyvinylpyrrolidone, označení polymerů by mělo být v textu jednotné.

Zda dizertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona:

(4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.¹⁾

Disertační práce Ing. Evy Šťastné splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona:

Ing. Šťastná je spoluautorkou v publikacích ve třech impaktovaných časopisech, v jednom případě je první autorkou, podíl na ostatních publikacích není uveden.

Připomínky a dotazy:

- 1/ Jak jsou mechanické vlastnosti nanovláken a jejich pevnost v tahu důležité pro využití v tkáňovém inženýrství?
- 2/ Jaká je stabilita plazmatické úpravy PCL nanovláken v čase řádově týdnů až měsíců?
- 3/ Jaké bylo zastoupení dutých nanovláken při jejich přípravě uvedené v disertační práci a jaký byl způsob prokázání jejich existence?

¹⁾ § 10 zákona č. 35/1965 Sb., o dílech literárních, vědeckých a uměleckých (autorský zákon).

- 4/ Lze předpokládat, že by studované prekurzory z PCL/HA by byly zvláknitelné z volné hladiny na Nanospideru v kontinuálním provedení?
- 5/ Plánují se v dalším výzkumu se studovanými materiály také testy in vivo?
- 6/ Může se autorka vyjádřit k době degradace modifikovaných PCL/HA nanovláknenných vrstev?
- 7/ Jaký průměr nanovláken považuje autorka pro zamýšlenou aplikaci ve tkáňovém inženýrství za optimální a jakým způsobem (kromě rychlosti kolektoru) by jej mohla ovlivnit?

Celkové zhodnocení disertační práce:

Předloženou disertační práci považuji spíše za průměrnou, ale nemám k ní zásadní připomínky, drobné výhrady byly uvedeny výše. Konstatuji, že předložená disertační práce splňuje požadavky kladené na disertační práci, a to po stránce formální, tak i obsahové. Disertantka prokázala schopnost dobře uchopit i analyzovat daný problém v kategorii základního výzkumu. Na závěr práce bylo vhodné uvést možné konkrétní praktické aplikace dosažených výsledků a nastínit další výzkum.

Disertantka prokázala tvůrčí schopnost v oblasti přípravy a modifikace nanokompozitních vrstev a materiálů, zejména nanovláken. Práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práci v daném oboru.

Doporučuji proto, aby předložená práce Ing. Evy Šťastné

byla přijata k obhajobě a byla posouzena kladně.

Disertační práci Ing. Evy Šťastné doporučuji k obhajobě pro udělení akademického titulu "doktor" (Ph.D.).

V Liberci, dne 24. srpna 2021

.....

doc. Ing. Lenka Martinová, CSc.



CEITEC

VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

