



HODNOCENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE – POSUDEK OPONENTA

Autor (autorka) práce: Maxim Lisnenko

Název práce: Vliv degradace na mechanické vlastnosti nanovláknenných polyesterových materiálů

Vedoucí práce: Ing. Věra Jenčová, Ph.D.

Hodnocení obsahu práce

K práci souhrnně. Předložená bakalářská práce se zabývá degradačním chováním polymerních materiálů na bázi polykaprolaktonu, kopolymeru polylaktid-kaprolaktonu a tří jejich směsí, které jsou připravovány elektrostatickým zvlákňováním do sub-mikronové vláknenné formy. Autor se v práci zabývá experimentálním stanovením vlivu enzymatického prostředí na morfologii vrstev, jejich mechanické vlastnosti, molekulovou hmotnost, krystalinitu a na hmotnostní úbytky. Závěrem práce je zhodnocení vlivu dvou použitých enzymů na sledované vlastnosti.

K formě práce. Práce má 64 stran členěných do 7 kapitol, obsahuje 4 tištěné přílohy. Členění do jednotlivých kapitol a podkapitol je poměrně přehledné, ale vykazuje některé nedostatky. Mezi hlavní patří především nepřehledné pojetí popisu použité metodiky, zejména pak popis přípravy elektrostaticky zvlákňovaných materiálů, který se objevuje až v části Výsledky a diskuze. V této části se také nadbytečně opakuje vysvětlení již dříve zavedených zkratk (PCL, PLCL apod.), uvádění podmínek použitých testů, výčet použitých zařízení a jejich výrobců, dále je nejednotný systém značení testovaných materiálů a podmínek (PCL_L, PCL_Lp, PCL_LP, PCL s LP, PCL_Lipáza apod.). Z textu není zcela zřejmé, co představuje negativní kontrola použitá při různých typech testů. U jednotlivých typů testů pak není jasné, kolik autor použil vzorků, resp. jak velké soubory dat analyzoval. Některé zkratky nejsou v jejich seznamu vysvětlené (např. PTFE, THF a některé použité chemické sloučeniny, mj. z Tab. 4 popsané v Tab. 3).

K obsahu práce a ke zpracování experimentální části. V teoretické části se autor přehledně věnuje popisu nanovláknenných materiálů používaných v medicíně (pozn. obecně uznávanou definici nanomateriálu není rozměr pod 1 μm, ale 100 nm) a způsobům jejich přípravy (pozn. elektrospinning není elektrické zvlákňování), zmiňuje biodegradaci polymerů a v části vlastností požadovaných pro nanovláknenné materiály se vhodně zaměřuje pouze na ty, kterými se v práci zabývá (pozn. vzorky pro SEM se obecně nepokrývají těžkými kovy, ale vodivou vrstvou, mikroskop nevytváří 3D obrazy). V případě degradace by bylo vhodné zmínit se o použité proteáze a lipáze (např. jaké fyziologické podmínky jejich aplikací simulují, tedy proč jsou použité), v případě mechanických vlastností pak o kombinovaném namáhání nebo viskoelasticitě. **Experimentální část** autor v Závěru uzavírá doporučením analyzovat větší počet vzorků pro lepší statistické hodnocení. To práci skutečně bohužel chybí a určitě by jí prospělo alespoň lepší zvládnutí používání charakteristik polohy a rozptýlení – v práci se někde objevuje pouze obecně popsaná „střední hodnota“ (o jakou střední hodnotu jde?) nebo „střední průměr“ (?), v některých tabulkách a grafech pak autor uvádí pouze absolutní čísla bez rozptylu (plošná hmotnost, změna krystalinity, hmotnostní úbytky). To je škoda, protože to spolu s nepřesným uvedením počtu měřených vzorků bere čtenáři možnost představy o chování materiálů nebo přesnosti stanovení, a bez dalšího alespoň základního statistického zpracování pak práci ubírá možnost zobecnění. Jednoduchým řešením by mohlo být například použití alespoň intervalu spolehlivosti, který je uveden v seznamu zkratk, ale v práci se nikde neobjeví.

K absenci statistické analýzy a k designu experimentu se vztahují hlavní výtky. Některé experimentální podmínky nejsou dobře popsány, není například zřejmé, jak byly vzorky hydratovány pro stanovení mechanických vlastností „za mokra“. Mimo to, je ale zhodnocení možného vlivu orientace vláken a samotné hydratace velmi užitečné a je pozitivní, že jej autor do experimentu zařadil. Zarážející jsou rozdíly ve stanovených mechanických vlastnostech v suchém i hydratovaném stavu nedegradovaných materiálů z první a druhé sady (Tab. 8 a Tab. 12), ty jsou mezi oběma sadami např. v případě meze pevnosti dvounásobné (blend 1:1) až více než čtyřnásobné (PCL). Tento zásadní rozdíl není v práci nikde zmíněn ani diskutován. Materiály jsou připravené za stejných podmínek procesu a ze stejných polymerních roztoků, vykazují přibližně stejné rozměry vláken, ale jinou plošnou hustotu, to by mělo být v práci diskutováno. Zvláštní je také rozdíl v chování PCL v prostředí lipázy, kde materiál z prvního testování (Graf 1) vykazuje degradaci přibližně na 60% a z druhého jen na 85% původní hmotnosti (Graf 4). Autor tento fakt vysvětluje možnou změnou aktivitou lipázy, ale při stanovení dalších vlastností nižší aktivitu enzymu již nediskutuje. Ovlivnila nižší aktivita lipázy mechanické vlastnosti při druhém testování? Dále v práci nejsou diskutovány další výsledky, například nárůst meze pevnosti u blendu 1:1 z prvního testování z cca 1 MPa (přibližně ze všech 2 hodnot stavů i směrů z Tab. 8) na 1,74 MPa po jednom dni v prostředí lipázy (Tab. 10) – zde se projevuje nehomogenita vzorků ve velkém rozptylu (SD až 0,62 MPa), proto je nelogické na jednu stranu tento nárůst opomenout a na druhou stranu ze stejných hodnot s velkým rozptylem dělat závěry, že „je jasné vidět, jak se postupně s každým následujícím dnem zmenšuje pevnost ... v důsledku enzymatické degradace“.



V případě stanovení modulu pružnosti v tahu není jasné, proč není uveden u všech stanovení, v tabulkách by mohl nahradit sílu při přetržení, která nemá pro porovnání materiálů mezi sebou velkou vypovídající hodnotu. Není také jasné, jestli jde o počáteční modul pružnosti nebo jakým způsobem byla omezena lineární část křivek při stanovení její směrnice, ani jestli byl materiál předtěžován. Z práce také není bohužel zcela jasné, jakým způsobem byla optimalizována degradace materiálů (např. různá koncentrace enzymů v roztoku nebo na plochu/hmotnost vzorku atd.), což byl jeden bod zadání.

Autor předkládá k obhajobě rozsáhlou práci, které jistě věnoval značné úsilí i čas. Množství analyzovaných materiálů, podmínek a také stanovovaných vlastností je na bakalářskou obdivující. Pravděpodobně ale tento rozsah, kvantita, ubírá práci kvalitu, nenabízí totiž dost prostoru na diskusi výsledků, hledání souvislostí mezi stanovenými vlastnostmi a vzhledem k přístupu k práci se získanými daty nenabízí ani možnost jejich zobecnění, které je pro experimentální práci zásadní. Výše uvedené kritické poznámky jsou více míněné jako zpětná vazba. Je k nim také třeba dodat, že jde o bakalářskou práci, tedy vůbec první větší práci, ve které by měl student prokázat schopnost samostatné práce a orientace v dané problematice, ovšem jen do míry související se znalostmi dosaženými dosavadním studiem, a také za pomoci jeho školitele. Oboje je v klasifikačním hodnocení tohoto posudku zohledněno.

Hodnocení formálních stránek práce

A. Splnění zadání práce a dosažení stanovených cílů.	velmi dobře
B. Výstižnost anotace a klíčových slov.	velmi dobře
C. Správnost a úplnost citací literárních zdrojů.	výborně
D. Kvalita zpracování tabulek, grafů, obrázků a začlenění rovnic do textu.	dobře
E. Hodnocení typografické úrovně a logické dělení práce do kapitol.	dobře
F. Hodnocení slohové a gramatické úrovně práce.	velmi dobře
G. Důslednost ve vysvětlování smyslu zkratk a symbolů.	dobře

Otázky k obhajobě

1. Jak si vysvětlujete rozdíly ve stanovených mechanických vlastnostech v suchém i hydratovaném stavu nedegradovaných materiálů z první a druhé sady?
2. Jak se může projevit rozdílná plošná hustota prvních a druhých testovaných materiálů při degračním testu, při kterém jsou vzorky připravovány tak, aby měly shodnou hmotnost?

Klasifikace práce

Práce splňuje požadavky na udělení titulu bakalář. Doporučuji ji k obhajobě.

~~Práce nesplňuje požadavky na udělení titulu bakalář. Nedoporučuji ji k obhajobě.~~

Navrhuji tuto bakalářskou práci klasifikovat stupněm: velmi dobře

V Praze dne 17. 5. 2018

Podpisem současně potvrzuji, že nejsem v žádném osobním vztahu k autorovi práce

Ing. Tomáš Suchý, Ph.D.

Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i
vedoucí oddělení



V případě stanovení modulu pružnosti v tahu není jasné, proč není uveden u všech stanovení, v tabulkách by mohl nahradit sílu při přetržení, která nemá pro porovnání materiálů mezi sebou velkou vypovídající hodnotu. Není také jasné, jestli jde o počáteční modul pružnosti nebo jakým způsobem byla omezena lineární část křivek při stanovení její směrnice, ani jestli byl materiál předtěžován. Z práce také není bohužel zcela jasné, jakým způsobem byla optimalizována degradace materiálů (např. různá koncentrace enzymů v roztoku nebo na plochu/hmotnost vzorku atd.), což byl jeden bod zadání.

Autor předkládá k obhajobě rozsáhlou práci, které jistě věnoval značné úsilí i čas. Množství analyzovaných materiálů, podmínek a také stanovovaných vlastností je na bakalářskou obdivující. Pravděpodobně ale tento rozsah, kvantita, ubírá práci kvalitu, nenabízí totiž dost prostoru na diskusi výsledků, hledání souvislostí mezi stanovenými vlastnostmi a vzhledem k přístupu k práci se získanými daty nenabízí ani možnost jejich zobecnění, které je pro experimentální práci zásadní. Výše uvedené kritické poznámky jsou více míněné jako zpětná vazba. Je k nim také třeba dodat, že jde o bakalářskou práci, tedy vůbec první větší práci, ve které by měl student prokázat schopnost samostatné práce a orientace v dané problematice, ovšem jen do míry související se znalostmi dosaženými dosavadním studiem, a také za pomoci jeho školitele. Oboje je v klasifikačním hodnocení tohoto posudku zohledněno.

Hodnocení formálních stránek práce

A. Splnění zadání práce a dosažení stanovených cílů.	velmi dobře
B. Výstižnost anotace a klíčových slov.	velmi dobře
C. Správnost a úplnost citací literárních zdrojů.	výborně
D. Kvalita zpracování tabulek, grafů, obrázků a začlenění rovnic do textu.	dobře
E. Hodnocení typografické úrovně a logické dělení práce do kapitol.	dobře
F. Hodnocení slohové a gramatické úrovně práce.	velmi dobře
G. Důslednost ve vysvětlování smyslu zkratk a symbolů.	dobře

Otázky k obhajobě

1. Jak si vysvětlujete rozdíly ve stanovených mechanických vlastnostech v suchém i hydratovaném stavu nedegradovaných materiálů z první a druhé sady?
2. Jak se může projevit rozdílná plošná hustota prvních a druhých testovaných materiálů při degradačním testu, při kterém jsou vzorky připravovány tak, aby měly shodnou hmotnost?

Klasifikace práce

Práce splňuje požadavky na udělení titulu bakalář. Doporučuji ji k obhajobě.

~~Práce nesplňuje požadavky na udělení titulu bakalář. Nedoporučuji ji k obhajobě.~~

Navrhuji tuto bakalářskou práci klasifikovat stupněm: velmi dobře

V Praze dne 17. 5. 2018

Podpisem současně potvrzuji, že nejsem v žádném osobním vztahu k autorovi práce

Ing. Tomáš Suchý, Ph.D.
Oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů, ÚSMH AV ČR, v.v.i
vedoucí oddělení

