

OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor: Ing. Jaroslav Císař

Název práce: Modifikace biokompozitních systémů na bázi polylaktidu za účelem rozšíření jejich aplikačního potenciálu

Obor: Biomateriály a biokompozity

Školitel: prof. Ing. Vladimír Sedlářík, Ph.D.

Oponent: prof. Ing. V. Švorčík, DrSc., VŠCHT Praha

Předložená disertační práce Ing. Císaře je zaměřena na současný stav v oblasti používání ekologicky šetrných polymerních materiálů na bázi obnovitelných zdrojů. Hlavní pozornost je věnována kyselině polymléčné (PLA), která se jeví jako perspektivní materiál, mající potenciál nahradit stávající polymery na bázi ropy.

V teoretické části disertační práce autor popisuje ekologicky šetrné polymery a technologie, výrobu kyseliny polymléčné, její modifikace a zpracování, využití bioplastů v praxi a jejich recyklaci, zušlechťování recyklovaných biodegradabilních plastů a hodnocení jejich životního cyklu. PLA polymer byl vybrán ke studiu díky své dostupnosti, flexibilitě při výrobě různých polymerních produktů a jako náhrada za stávající nebiodegradovatelné plasty na ropné bázi. Ze studie vyplývá, že je třeba zlepšit její tepelné vlastnosti a lépe porozumět jejímu degradačnímu chování. Velká pozornost je věnována také nutnosti její recyklace.

Cílem práce bylo zlepšení tvarové stability PLA za vyšších teplot. Výzkum byl zaměřen také na hydrolytickou degradaci PLA, která je spojena se strukturními změnami v polymeru a současně i na vliv teplotních podmínek při dlouhodobé expozici. Získané poznatky přispějí k doplnění poznatků o průběhu biodegradace materiálu při kompostování. Autor se zaměřil zejména na přípravu, charakterizaci a zlepšení užitných vlastností modifikovaných biokompozitních PLA systémů a studium změn v PLA řetězci při hydrolytické degradaci.

Členění práce resp. značení jednotlivých oddílů je trochu nestandardní. Např. experimentální část práce autor ji dělí na část I. a II. V části I. popisuje studium biokompozitních PLA systémů a jejich modifikace za účelem rozšíření jejich aplikačního potenciálu. Popisuje materiály, technologické operace a metody studia, uvádí naměřené výsledky a diskutuje a shrnuje závěry této části. V experimentální části práce II. se zabývá vlivem hydrolytické degradace a teploty na strukturní vlastnosti PLA a PLA kompozitů při expozici ve vodném prostředí. Popisuje proces kompostování, který spočívá v sekvenčním mechanismu, kdy prvním krokem je hydrolýza, která snižuje molekulovou hmotnost PLA, a druhým krokem je asimilace mikroorganismy. Navíc se části Diskuze a výsledky nazývají pokaždé jinak, Výsledky a diskuze (diskuze na Exp. část I), resp. Diskuze k výsledkům v diskuzi k Exp. části II.

V kapitole Výsledky a diskuse, která se týká jen biodegradace – kompostování, autor shrnuje výsledky, které získal při studiu materiálů, technologických operací a výsledků z analytických metod pro neexponované a exponované vzorky PLA.

V Závěru disertant shrnul získané výsledky a lze konstatovat, že práce splnila své cíle a přinesla nové poznatky o zlepšení tvarové stability PLA a nového kompozitu PLA za vyšších teplot. To má praktické využití v používání tvarovaných výrobků, např. pro horké nápoje a potraviny a pro mikrovlnný ohřev potravin uložených v tvarovaných obalech. V druhé části práce se autor studoval

dlouhodobou hydrolytickou degradaci PLA a jeho kompozitů při různých teplotách. Bylo ukázáno, že PLA je biologicky odbouratelný materiál, který lze kompostovat.

Podle mého názoru se jedná o zdařilou a metodicky komplexní práci s velkým množstvím získaných a diskutovaných výsledků, kde disertant dokázal zvládnout spektrum fyzikálně chemických i analytických metod včetně vyhodnocení výsledků těchto měření.

Doložená publikační aktivita studenta je nadprůměrná. Nejzajímavější výsledky byly publikovány v časopisech. Podle Web of Science (ke dni 15.7.2025) je disertant autorem/spoluautorem 16 impaktovaných prací (v práci je uvedeno jen 13 prací), které byly 174x citovány (H index je 7). Disertant přednesl 4 přednášky (jako autor/spoluautor) na tuzemských a zahraničních konferencích a je autorem/spoluautorem 8 výstupů aplikovaného výzkumu (patenty, užité vzory).

Disertant prokázal následující schopnosti

- ✓ věnovat se aktuálnímu výzkumnému tématu a připravit velké množství vzorků,
- ✓ obsáhnout a zajistit široké spektrum analytických metod,
- ✓ prosadit své výsledky do impaktovaných zahraničních časopisů, což je „čím dál“ obtížnější. Přijetí prací v časopisech svědčí o originalitě získaných výsledků.

Připomínky k disertační práci

- ✓ práce má „nestandardní rozsah“ (celkem 214 stran textu),
- ✓ v textu autor občas používá bio-plastů (někdy bioplast) a další předpony (bio-recyklace) bez/s pomlčkou,
- ✓ výsledky a jejich diskuse včetně shrnutí závěrů nebývají obvykle uváděny v experimentální části práce, to bývá popsáno v kapitole Výsledky a jejich diskuse,
- ✓ rozměry vzorků jsou popsány „nepřesně“, např. str. 55 – vzorek 20x100x0,5 mm, lépe: 20x100x0,5 mm³.

Dotazy k disertační práci

- ✓ lze snadno „rozeznat“ L (-) a D (+) PLA?
- ✓ co znamená, když nějaký materiál je biokompatibilní?
- ✓ jak si mám představit nanokompozit PLA (str. 20)? Jakou mol. hmotnost měl PEG jako změkčovadlo? Jak jste studoval homogenitu folií po přidání dalších aditiv?
- ✓ jak jste připravoval folie PLA o tloušťce 35 a 90 μm, které jste studoval? V práci jste připravoval fólie o tloušťce 500 μm, jaká je homogenita jejich tloušťky?
- ✓ jak si vysvětlujete dramatické rozdíly v propustnosti „plynů“ mezi vybranými „běžnými“ plyny u amorfního a krystalického PLA (Tab. 4a, str. 67)?
- ✓ jaké mikroorganismy se podílejí na biodegradaci PLA a od jaké M_w PLA jsou „účinné“?

Závěr

Na závěr svého posudku konstatuji, že i přes uvedené připomínky doktorská práce Ing. Jaroslava Císaře splňuje požadavky kladené vysokoškolským zákonem č.111/98Sb. na disertační práci a je v souladu se Studijním a zkušebním řádem Univerzity T. Bati ve Zlíně.

Práci **doporučuji** k obhajobě a po obhajobě **doporučuji** udělení akademického titulu PhD.



.....
V. Švorčík

V Praze dne 15.7.2025