

Posudek disertační práce

Autorka: Ing. Dagmar Foldynová

Název práce: **Studium biologického rozkladu ekologicky šetrných materiálů plněných odpadními surovinami**

Disertace je vypracována jako samostatná práce, obsahuje výsledky experimentálních prací v průběhu doktorského studia. Věnuje se modifikacím 2 biologicky odbouratelných polyesterů, polyhydroxybutyrátu (syntetizovaného mikroorganismy) a polybutylen sukcinátu-adipátu.

Cílem byla chemická a fyzikální modifikace PHB a PBSA vedoucí k regulaci biologické rozložitelnosti připravených polymerních materiálů ve formě fólií.

Struktura teoretického pojednání (kapitola 1) velmi dobře koresponduje s tématem práce a v prvních dvou kapitolách prezentuje výrobu, vlastnosti a aplikace biodegradabilních polymerů vyrobených z obnovitelných a fosilních zdrojů. Další kapitola je zaměřena na biologickou odbouratelnost polyesterů podle standardizovaných postupů (ASTM, ISO) v různých prostředích, aerobních a anaerobních podmínkách. Vzhledem k tomu, že odbouratelné polymerní materiály jsou často využívány jako obalové materiály, je žádoucí věnovat se možnostem adjustace biologické rozložitelnosti těchto obalů (fólií, filmů). Jsou uvedeny fyzikální možnosti modifikace, smícháním s jiným polymerem nebo materiálem přírodním (na bázi polysacharidů či bílkovin). Plnění polymerů různými odpadními látkami je vhodný způsob modifikace bio-rozložitelnosti připravených produktů. Chemická modifikace je pak zastoupena především síťováním (nejčastěji organickými peroxidy) či roubováním.

Cíle disertační práce (kapitola 2) jsou přehledně popsány na straně 37 a jsou rozděleny do tří dílčích fází: i) chemická modifikace PHB, ii) modifikace PHB plněním biocharem, iii) kombinovaný způsob modifikace PBSA chemickým a fyzikálním způsobem.

Doktorandka zvolila vhodný metodický postup k řešení cílů práce. V kapitole 3 jsou detailně popsány postupy přípravy fólií z modifikovaných polymerních materiálů. Příprava PHB fólií modifikovaných maleinanhydridem a organickým peroxidem o tloušťkách 58–203 μm a fólií PHB plněných biocharem o tloušťkách 151–233 μm byla provedena extrusí na dvoušnekovém extrudéru. Fólie PBSA modifikované organickým peroxidem a lignosulfátem vápenatým byly připraveny litím do tlouštěk 58–203 μm z roztoku směsí rozpuštěných v chloroformu.

Připravené fólie byly charakterisovány měřením navlhavosti, gelové frakce zbylé po rozpuštění a kontaktního úhlu; dále byly provedeny mikroskopické snímky, studována krystalinita (DSC analýza), elementární analýza (C, H, N, S) a vibrační charakterisace funkčních skupin (FTIR).

Klíčovou částí experimentálního posuzování připravených fólií byly biodegradční testy v půdním prostředí podle ISO norem měřením množství uvolněného CO_2 (stanovení úplné aerobní degradace) a tzv. solid-burial testy, při nichž se sledovala biodegradace zahrabáním vzorků do vrstvy půdy. Doktorandka dále adjustovala metodiku stanovení biodegradace připravených fólií na rozhraní říční sediment + voda. Fólie byly dále podrobeny UV degradaci a vzorky ve sledovaných intervalech testovány FTIR, DSC a SEM technikami. Kapitola 3.7 detailně popisuje testy fytotoxicity na semenech pšenice seté.

Výsledky práce (kapitola 4) jsou logicky rozčleněny do třech kapitol podle stanovených cílů s přehledným členěním do jednotlivých podkapitol odpovídajících přehledu vlastností

připravených fólií a jejich posuzování. Vlastní interpretační část je doplněna konfrontací s dostupnou literaturou.

Po detailním prostudování výsledků práce je zřejmé, že vhodnými fyzikálními a chemickými způsoby modifikace obou testovaných polymerních materiálů lze nastavit průběh jejich biologického rozkladu a řídit tak jejich životnost v půdním prostředí a v prostředí říční voda/sediment. V tomto směru doktorandka favorisuje biochar, který se ukázal jako velmi perspektivní plnivo a zaslouží si další zkoumání. Celá práce velmi dobře naplňuje filosofii oběhového hospodářství využíváním materiálů z odpadní přírodní biomasy k modifikaci vlastností polymerních materiálů pro přípravu fólií. Je naznačena rovněž nutnost řešení mikročástic jako residuí po biologickém rozkladu.

Disertační práce splňuje standardy kladené na disertační práce, obsahuje všechny doporučené části. Studentka splnila všechny požadavky kladené na disertační práce dle vnitřních norem Fakulty technologické UTB ve Zlíně. Disertace přináší pro praxi především nové poznatky o chemických a fyzikálních modifikacích PHB a PBSA pro jejich řízený biologický rozklad včetně probíhajících strukturálních změn. Autorský tým, do něhož byla doktorandka zapojena, má v současné době na vyvinutém know-how podanou českou patentovou přihlášku.

Doktorandka publikovala 6 původních vědeckých prací v periodikách abstrahovaných v databasi Web of Science, 2 jako prvo-autorka; v posuzovacím řízení je patentová přihláška. Doktorandka se účastnila rovněž odborné konference.

Cíle disertační práce byly splněny.

Disertační práci Ing. Dagmar Foldynové doporučuji k obhajobě v doktorském studijním programu P0531D130061 Chemie a technologie ochrany životního prostředí.

Otázky k diskusi:

1. Ovlivnily fyzikální a chemické modifikace PHB a PBSA optické vlastnosti připravených fólií?
2. Jsou známy materiálové charakteristiky biocharu použitého k plnění PHB?
3. Pokuste se o ekonomické zhodnocení modifikace PHB a PBSA s přídavkem vedlejších produktů vznikajících při zpracování biomasy.
4. Vzhledem k zamýšleným aplikacím Vámi modifikovaných polymerů v obalové technice je zapotřebí znalost mechanických vlastností připravených fólií. Bylo toto předmětem předběžných testů nebo je to záměr budoucího zkoumání?
5. Jaká je podle Vás perspektiva využití biocharu jako plniva pro další biologicky odbouratelné plasty?
6. V teoretickém pojednání práce zmiňujete využití živočišných proteinů na výrobu odbouratelných plastů. V jakých obalových aplikacích se využívá kolagen se zachovanou strukturou vláken a kolagen ve formě (částečně) hydrolyzovaných produktů (želatiny)?

Prof. Ing. Pavel Mokrejš, Ph.D.

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně / Fakulta technologická / Katedra inženýrství polymerů

Ve Zlíně dne 15. května 2026.