

Biodegradabilní polymerní materiály: vlastnosti, aplikace

Koutný Marek, Jana Šerá, Jan Salač

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 275, 76001 Zlín. mkoutny@utb.cz

Souhrn

Plastový odpad je veřejností vnímán jako závažný problém. Novým pojmem široce medializovaným jsou takzvané mikroplasty. Biodegradabilní plasty se mohou podílet na řešení těchto problémů. Je ovšem dobře znát vlastnosti těchto materiálů, možnosti jejich kombinace a jejich osud v životním prostředí za různých podmínek. Vývoj v této oblasti stále pokračuje v oblasti technologie i dostupnosti těchto materiálů.

Klíčová slova: *biodegradovatelné polymerní materiály, kompost, půda.*

1. Úvod

V poslední třetině dvacátého století došlo k obrovskému pokroku v oblasti vývoje polymerních materiálů a efektivity jejich produkce. Byly vyvinuty materiály úžasných vlastností na míru konkrétních aplikací, které jsou dostupné v potřebném množství a za přijatelnou cenu. Tento vývoj umožnil rozvoj snad všech oblastí vědy, technologie a průmyslu. Obrovský nárůst produkce však také vyvolal narůstající problém plastového odpadu. Ten spojen především s masivním použitím plastů jako obalového materiálu a s neexistencí, nebo špatnou funkcí managementu odpadů především v rozvojových zemích.

1.1 Plastový odpad

Většina produkovaného plastového odpadu je součástí odpadu komunálního a jedná se tady většinou odpad související se spotřebitelskými obaly výrobků. Plastový odpad vznikající ve výrobě je většinou poměrně úspěšně vrácen do technologií, nebo alespoň předáván k recyklaci. Plastový odpad jako složka komunálního odpadu skládá především z PET, PE a PP. Je nutné zdůraznit, že problematika plastových obalů a obalů obecně se v ČR dlouhodobě řeší a byla dosaženo významného pokroku. Od roku 2001 máme zákon o obalech, který zajišťuje, že jsou toky obalových materiálů sledovány a od subjektů, které dodávají obaly na trh, jsou vybírány poplatky, které generují prostředky pro podporu systémů separace a využití odpadu z obalů. Klíčovým ustanovením zákona je povinnost minimální hranice využití obalových odpadů. Garantem tohoto systému v ČR je autorizovaná obalová společnost Ekocom a.s. Přes nepopiratelný úspěch tohoto systému končí nezanedbatelná část plastového odpadu na skládkách jako součást směsného komunálního odpadu. Problémem systému nakládání s odpady v ČR je nedostatek kapacit spaloven komunálního odpadu, které by umožnily využít energetický potenciál části plastového odpadu, pro který není jiné využití. Na druhou stranu je možno ČR charakterizovat jako zemi, kde jsou toky plastového odpadu podchyceny a nedochází masivně k nekontrolované kontaminaci životního prostředí.

1.2 Separace, recyklace, zjednodušení materiálových toků

Klíčovým faktorem, který by mohl významně přispět ke zlepšení systému nakládání s plastovými obaly je co nejdokonalejší separace jednotlivých materiálů hned na počátku. Současný systém shromažďování, kdy jsou všechny plasty sbírány do společné nádoby, vyžaduje ruční třídění, což je drahé a do budoucna to pravděpodobně není udržitelné. Získání čisté frakce určitého plastového materiálu je ale klíčové pro výrobu recyklátu, který je zpracovatelný na výrobek z vyšší přidanou hodnotou. U některých zpracovatelských technologií může i méně než 1 % kontaminace způsobit nepřijatelnou změnu vlastností, nebo zhoršení ekonomiky produkce. Pro vyřešení tohoto problému by

bylo zapotřebí pravděpodobně zavést jednoznačný způsob značení materiálů, které jsou určené k recyklaci, výrazným potiskem, nebo barvou, tak aby separace proběhla již u spotřebitele. V současné době jsou recyklovány v podstatě jen PET lahve a PE fólie.

1.3 Mikroplasty

Tak zvané mikroplasty jsou v poslední době velmi diskutovaným pojmem. Jedná se o malé částice vznikající desintegrací plastového odpadu, které jsou nalézány ve všech složkách životního prostředí. Nejvíce se hovoří o hromadění těchto částic v mořích. V současnosti není jasné jaké nebezpečí mikroplasty reálně představují. Spekuluje se o dopadu na potravní řetězec, zakoncentrování některých potenciálně nebezpečných látek. V našich podmínkách je pravděpodobně podstatné případné hromadění mikroplastů v půdě.

2. Biodegradabilní plasty

Biodegradabilní plasty se mohou v některých specifických aplikacích stát náhradou konvenčních polymerních materiálů a přispět tak k řešení problematického vztahu plastů a životního prostředí. Je ovšem nutné vzít v úvahu specifické vlastnosti jednotlivých materiálů. Rovněž je zřejmé, že pro dotažení všech žádoucích vlastností do akceptovatelného stavu bude ještě zapotřebí určitý vývoj.

2.1 Biodegradabilní plasty na současném trhu

Současnému trhu biodegradabilních polymerních materiálů a výrobků z nich dominují kyselina polymlečná (PLA) a poly(butylen-adipát-co-tereftalát) (PBAT). Oba tyto materiály jsou v principu polyestery a umožňují termoplastické zpracování. Prakticky všechny výrobky dostupné v současnosti na trhu, jsou nějakou kombinací těchto dvou materiálů. Obecně platí, že zastoupení PBAT v takových směsích je často poměrně vysoké, protože je složkou, která zajišťuje uspokojivé mechanické vlastnosti. Dalšími složkami mohou být biodegradabilní plniva nejčastěji škrob a aditiva pro úpravu vybraných vlastností. Výrobci s ohledem na ochranu svého know-how složení na výrobku většinou neuvádí, nebo jen velmi neúplně. V principu by alespoň některé materiály na bázi biodegradabilních mohly být také recyklovatelné a vzhledem k jejich vyšší ceně by to mohlo být i zajímavé, nicméně malé zastoupení v současném mixu a nedostatečné značení a informace o složení tomu brání.

2.2 Perspektivní materiály

Biodegradabilním materiálem, který je v současné době intenzivně zkoumán a mohl by v určitém směru být zajímavý, jsou polyhydroxyalkanoáty, především polyhydroxybutyrát (PHB). V čisté podobě má tento polymer poměrně špatné mechanické vlastnosti, nicméně přidávkem dalších polymerů a aditiv lze vlastnosti výsledného materiálu vylepšit až do přijatelné podoby.

2.3 Vlastnosti a aplikace

V minulosti bylo použití biodegradabilních materiálů navrhováno pro mnoho aplikací, v některých případech i tam, kde se jejich použití dnes jako vhodné nejeví, protože se může dostat do konkurence s fungujícím systémem materiálové recyklace. Příkladem jsou například lahve, kde nahrazení části obalů bez jednoznačného značení materiálu povede ke kontaminaci materiálového toku PET.

Biodegradabilní materiály jsou tedy vhodné zvláště tam, kde se materiál dostává přímo do kontaktu s prostředím, kde mám dojít k biodegradaci například mulčovací fólie, pytle na kompostovatelný materiál, nebo se jedná o obaly, které jsou po použití velmi znečištěné a jejich recyklace by tedy představovala problém, například obaly od potravin hustší konsistence, ovšem s nutnou podmínkou zavedení systému značení materiálů.

2.4 Materiály biodegradovatelné v půdě

V poslední době stoupá zvláště zájem o polymerní materiály, které budou biodegradovatelné v půdě. Kromě zmíněných mulčovacích fólií se může jednat o různé klipy pro připevňování rostlin, součásti tunelů a fóliovníků, nebo formulace pro řízené uvolňování hnojiv a agrochemikálií. Ukazuje se, že materiálů, které mohou požadavky splnit je velmi omezený počet a jejich vlastnosti nadále nejsou ideální. Klíčovou je v tomto ohledu připravovaná ISO norma, která patrně stanoví velmi tvrdé podmínky pro certifikaci materiálů biodegradovatelných v půdě. Takovýto striktní administrativní zásah může mít bohužel za následek i zastavení vývoje materiálů specificky vhodných pro konkrétní aplikace.

3. Závěr

Je zřejmé, že pro vybrané aplikace jsou biodegradovatelné polymerní materiály perspektivní. Je však nutné nadále pracovat na zlepšení jejich vlastností, které musí být pečlivě nastaveny pro danou aplikaci.

Reference

Kleeberg, I., C. Hetz, R. M. Kroppenstedt, R. J. Muller & W. D. Deckwer (1998) Biodegradation of aliphatic-aromatic copolyesters by *Thermomonospora fusca* and other thermophilic compost isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, 64, 1731-1735.

Ghorpade, V. M., A. Gennadios & M. A. Hanna (2001) Laboratory composting of extruded poly(lactic acid) sheets. *Bioresource Technology*, 76, 57-61.

Kale, G., R. Auras, S. P. Singh & R. Narayan (2007) Biodegradability of polylactide bottles in real and simulated composting conditions. *Polymer Testing*, 26, 1049-1061.

Pantani, R. & A. Sorrentino (2013) Influence of crystallinity on the biodegradation rate of injection-moulded poly(lactic acid) samples in controlled composting conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 98, 1089-1096

Gorrasi, G. & R. Pantani (2013) Effect of PLA grades and morphologies on hydrolytic degradation at composting temperature: Assessment of structural modification and kinetic parameters. *Polymer Degradation and Stability*, 98, 1006-1014.

Stloukal, P., G. Jandikova, M. Koutny & V. Sedlarik (2016) Carbodiimide additive to control hydrolytic stability and biodegradability of PLA. *Polymer Testing*, 54, 19-28.

Stloukal, P., A. Kalendova, H. Mattausch, S. Laske, C. Holzer & M. Koutny (2015a) The influence of a hydrolysis-inhibiting additive on the degradation and biodegradation of PLA and its nanocomposites. *Polymer Testing*, 41, 124-132.

Stloukal, P., S. Pekarova, A. Kalendova, H. Mattausch, S. Laske, C. Holzer, L. Chitu, S. Bodner, G. Maier, M. Slouf & M. Koutny (2015b) Kinetics and mechanism of the biodegradation of PLA/clay nanocomposites during thermophilic phase of composting process. *Waste Management*, 42, 31-40