

Uvod

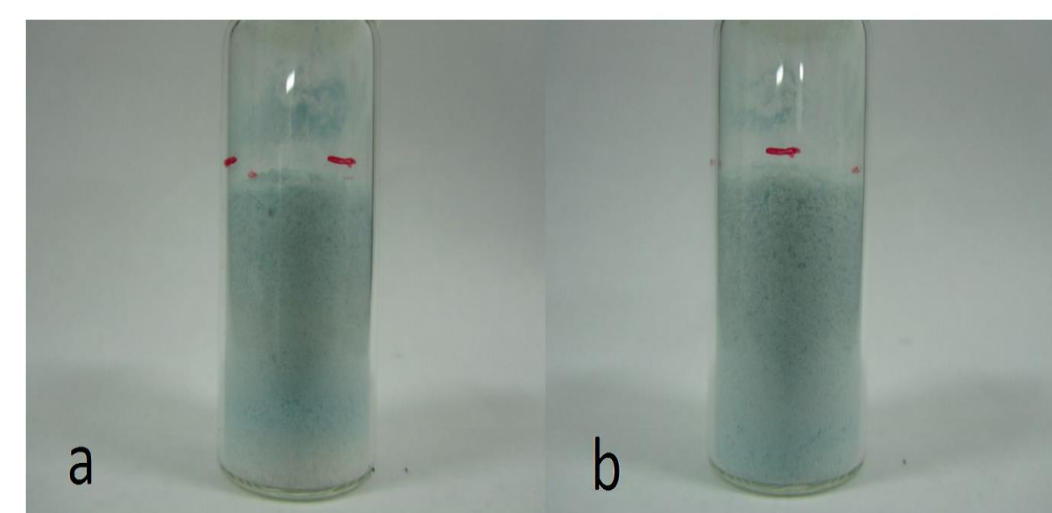
Polilaktid (PLA) je termoplastični biorazgradivi polimer, pri čemu se proizvodnja PLA temelji na prirodnim izvorima kao što su kukuruz ili šećerna trska. Zbog dobrih mehaničkih i drugih svojstava (gustoća, prozirnost, barijerna svojstva) PLA je našao primjenu u industriji pakiranja (boce, kruta plastika, folije). Osim toga, znatan broj radova posvećen je istraživanju ekspaniranog PLA kao alternative za zamjenu ekspaniranog poli(stirena) (PS-E).

U ovom radu kao ekspanirajući agens korištene su mikrosfere komercijalnog Expancela. Granule PLA usitnjene su pomoću mlina, a zatim su priređene njihove smjese sa 3, 5 i 7 mas % Expancela. Pripremljeni ekspanirani uzorci bubreni su u različitim otapalima (benzen, toluen, ksilen, tetrahidrofuran (THF), kloroform, aceton, dimetil sulfoksid (DMSO), dimetil formamid (DMF), voda) kako bi se istražio utjecaj otapala na ponašanje ekspaniranog PLA materijala, a za usporedbu je provedeno i bubrenje čistog PLA

Priprema ekspaniranih uzoraka



Homogenizacija smjese PLA/EXP



Slika 2 Bočica smjese PLA/EXP tresena samo u vertikalnom položaju (a) te tresena u vertikalnom i horizontalnom položaju (b)

Punjenje kalupa sa smjesom PLA/EXP

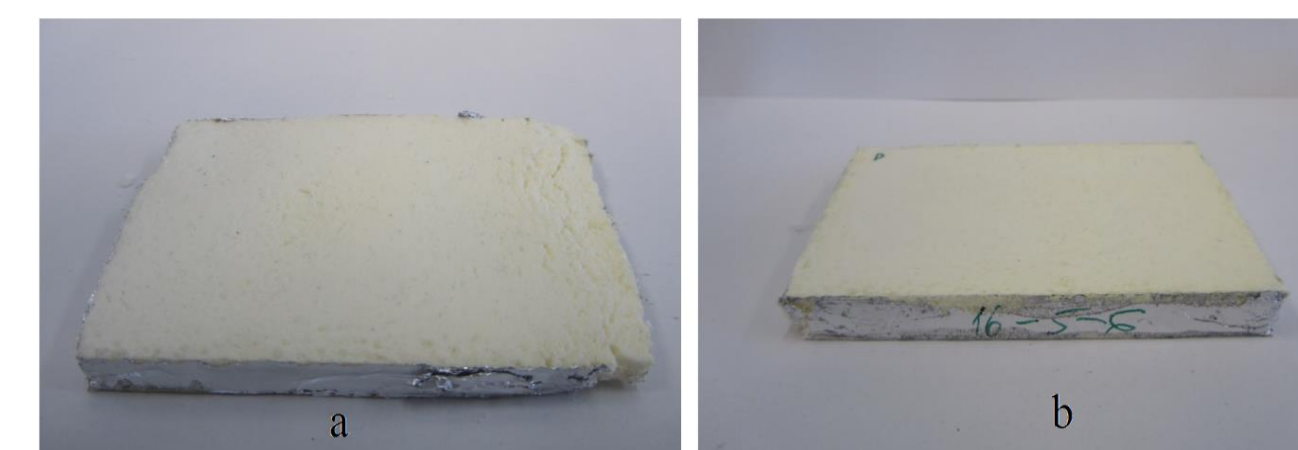


Slika 3 Priprema kalupa za prešanje smjese PLA/EXP

Prešanje u hidrauličkoj preši

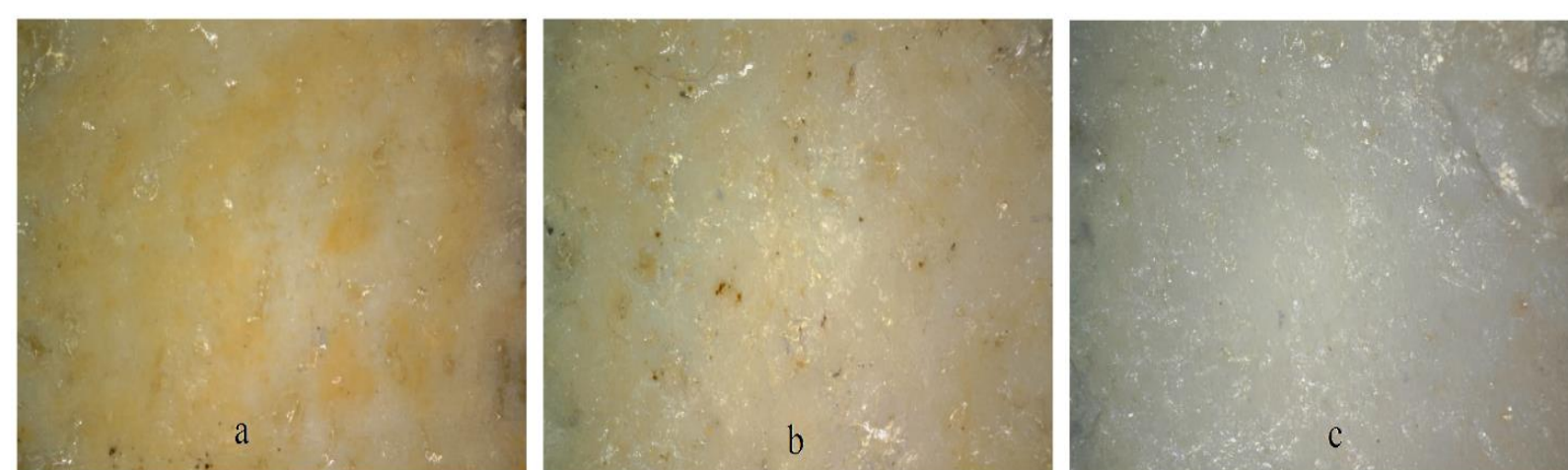


Slika 4 Hidraulička preša Fontune



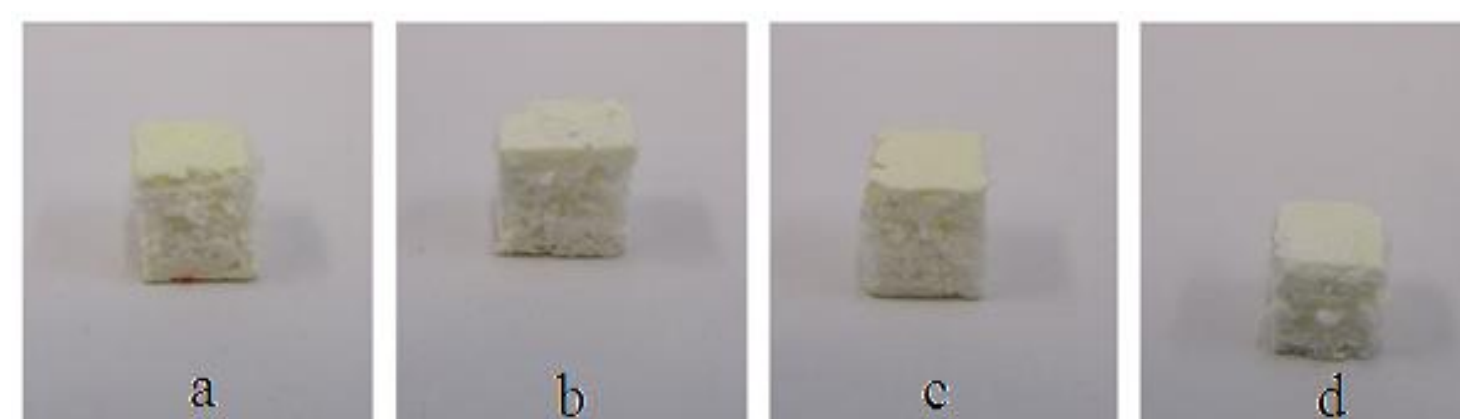
Slika 5 Prikaz priređenih ekspaniranih uzoraka s 12 g PLA (a) i 16 g PLA (b)

- Prešanje provedeno na 190 °C u vremenu 8 minuta → optimiranje uvjeta → temperatura prešanja 180 °C i vrijeme prešanja 6 minuta
- Optimiranjem uvjeta prešanja smanjena degradacija uzoraka prilikom prešanja (slika 6)
- Kalup je punjen smjesom PLA/EXP s 12, 16 i 18 g PLA dok je udio Expancela u smjesi 3, 5, 7 mas. %
- Uzorci sa 16 i 18 g PLA, neovisno o udjelu Expancela, jednoliko su ispunili kalup, dok uzorci s 12 g PLA nisu potpuno ispunili kalup

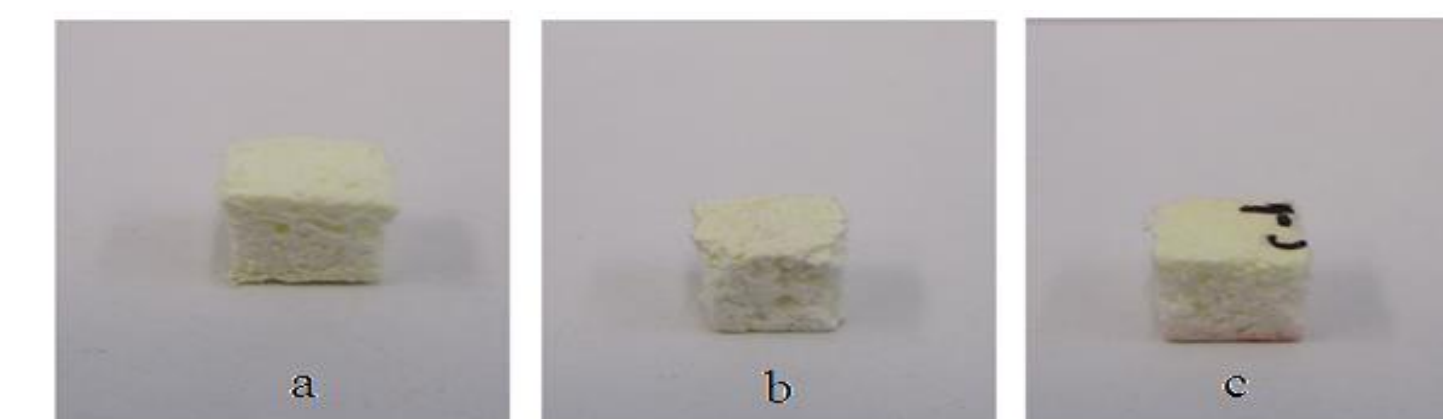


Slika 6 Prikaz površine uzorka prešanog na 190 °C u vremenu 8 minuta (a), uzorka prešanog na 190 °C u vremenu 6 minuta (b) te uzorka prešanog na 180 °C u vremenu 6 minuta (c)

Bubrenje ekspaniranih uzoraka



Slika 10 Uzorci PLA/EXP 16-5 bubreni u benzenu (a), toluenu (b), ksileni (c), THF-u (d)

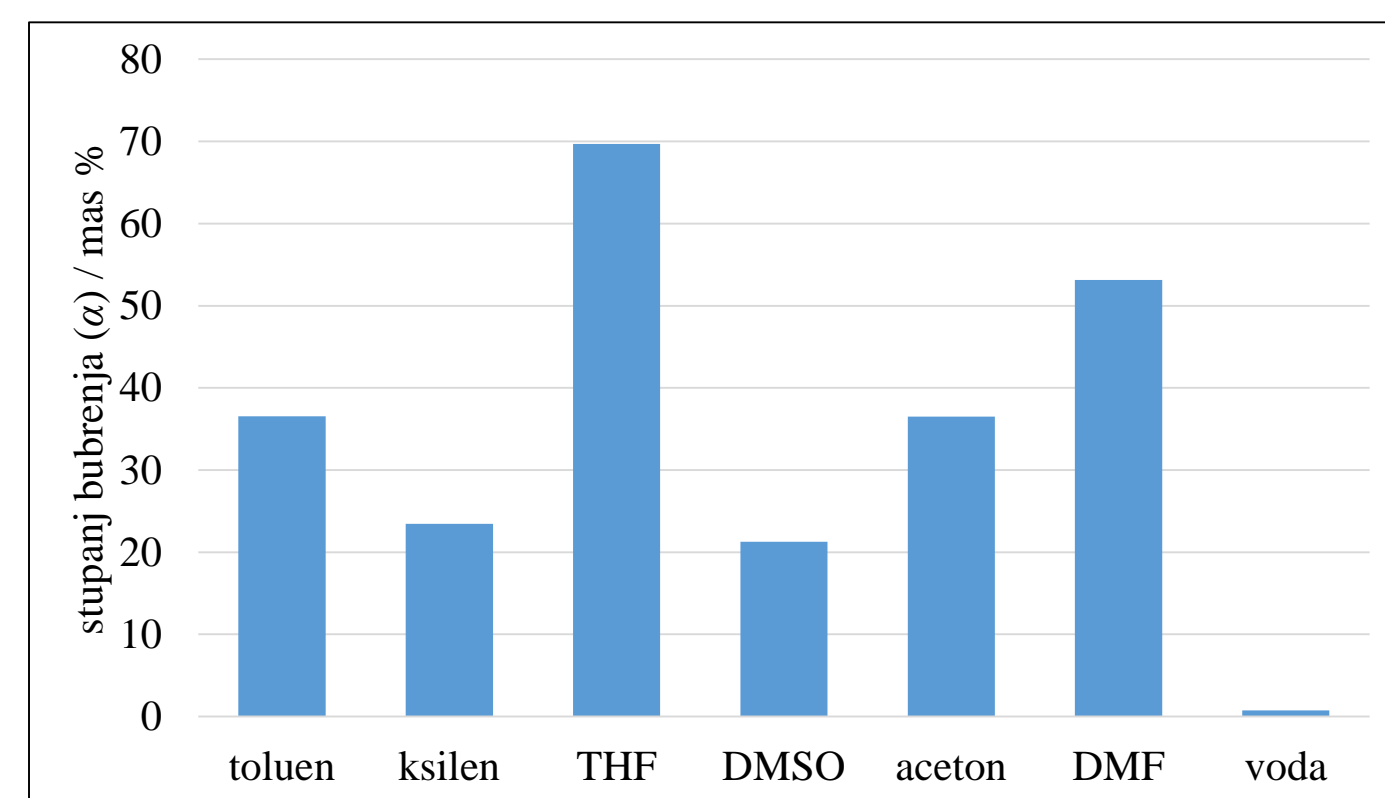


Slika 11 Uzorci PLA/EXP 16-5 bubreni u kloroformu (a), acetonu (b), vodi (c)

- Ispitivani su uzorci sa 16 g PLA te udjelom Expancela od 5 i 7 mas. %
- Dimenzije ispitivanih uzoraka nisu se bitno promijenile nakon bubrenja u pojedinom otapalu (slika 10, slika 11) osim kod uzoraka bubrenih u DMSO-u i DMF-u

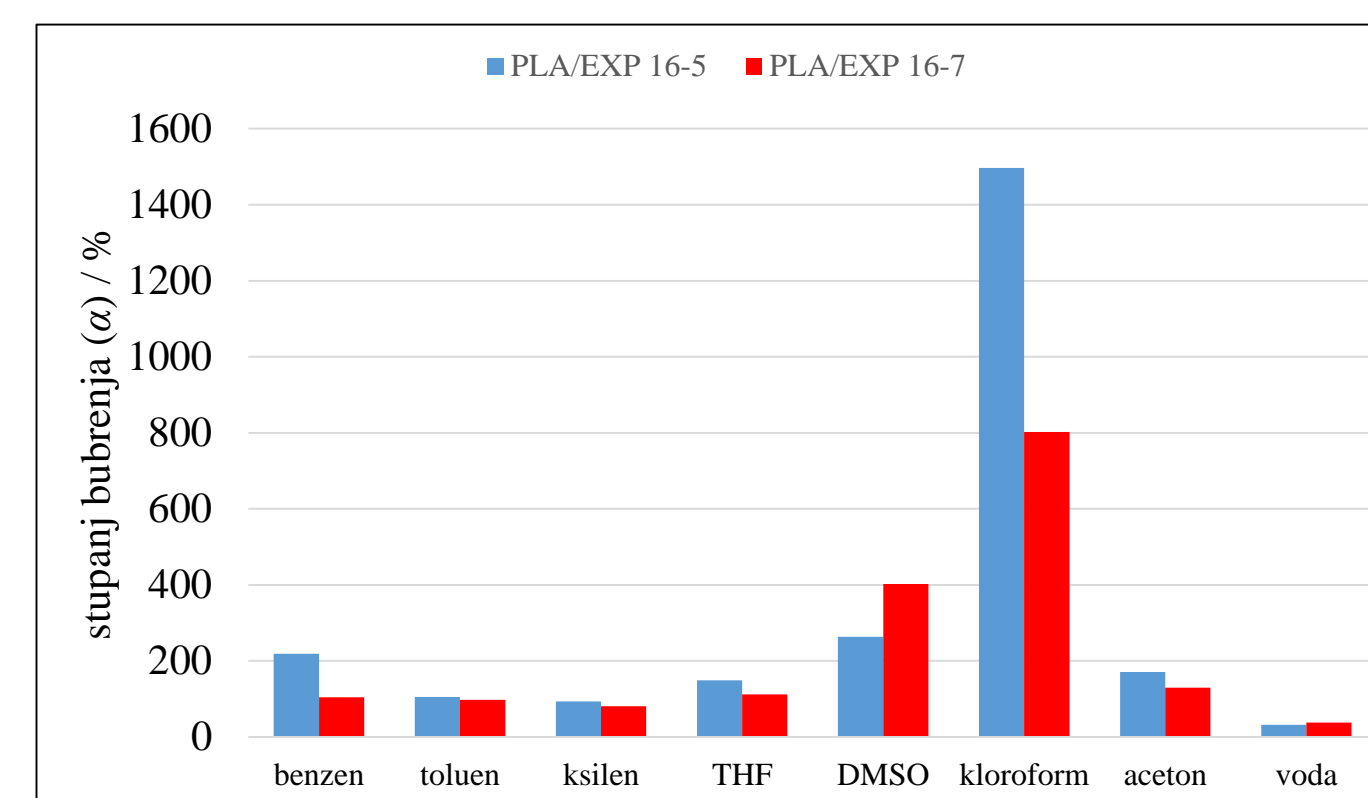
Bubrenje PLA

- Bubrenje uzoraka PLA je provedeno u nizu otapala: benzen, toluen, ksilen, tetrahidrofuran (THF), kloroform, aceton, dimetilformamid (DMF), dimetilsulfoksid (DMSO)



Slika 7 Grafički prikaz stupnja bubrenja (α) za PLA u navedenim otapalima

- Uzorci bubreni u kloroformu i benzenu su se otopili
- Povećanjem razlike između vrijednosti Hildebrandova parametra topljivosti PLA i otapala u kojem je bubren PLA smanjuje se stupanj bubrenja
- Stupanj bubrenja PLA u DMF-u nije u skladu s razlikom parametra topljivosti u odnosu na druga otapala



Slika 12 Usporedba stupnja bubrenja α uzorka PLA/EXP 16-5 sa stupnjem bubrenja uzorka PLA/EXP 16-7

- Znatan stupanj bubrenja pokazuju uzorci bubreni u kloroformu i benzenu
- Kod uzoraka bubrenih u kloroformu i benzenu zabilježen je i najveći gubitak mase (benzen - 40,3 mas %, kloroforma - 89,6 mas %)
- Nastala porozna struktura doprinosi povećanju stupnja bubrenja



Slika 8 Usporedba prozirnosti uzoraka prije te nakon bubrenja: a) uzorka koji nije bubren b) voda c) toluen d) ksilen



Slika 9 Prikaz prozirnosti uzoraka bubrenih u sljedećim otapalima: a) THF b) aceton c) DMSO d) DMF

- Prozirnost uzoraka PLA se promijenila nakon bubrenja u različitim otapalima
- Može se pretpostaviti da je замуćenje uzoraka posljedica kristalizacije potpomognute otapalom (engl. solvent induced crystallization) zbog plastificirajućeg djelovanja otapala

Zaključak

Ekspaniranje PLA je provedeno pomoću Expancela te je postignuto jednoliko ispunjenje kalupa kod uzoraka sa 16 g i 18 g PLA pri čemu je udio Expancela 3 – 7 mas. %. Praćenjem bubrenja PLA utvrđena je promjena prozirnosti uzoraka PLA, a što ukazuje na kristalizaciju potpomognutu otapalom. Kao posljedica poroznosti ekspaniranih uzoraka stupanj bubrenja ekspaniranih uzoraka veći je u odnosu na stupanj bubrenja čistog PLA u istovrsnom otapalu. Za razliku od čistog PLA, koji se otapa u benzenu i kloroformu, uzorci ekspaniranog PLA nakon bubrenja zadržavaju početne dimenzije premda je došlo do znatnog gubitka mase uzoraka, a što ukazuje na promjenu omjera Expancel/PLA i raspodjelu PLA unutar ekspaniranog materijala.