

UTJECAJ KOMERCIJALNIH ŽELJEZOVIH PUNILA NA TOPLINSKA SVOJSTVA POLI(MLIJEČNE KISELINE) IMPACT OF IRON-BASED FILLERS ON THERMAL PROPERTIES OF POLYLACTIC ACID COMPOSITES

Andrea Špoljarić, Ante Jukić, Elvira Vidović

Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije,

Trg Marka Marulića 19, Zagreb, Hrvatska

aspoljari@fkit.unizg.hr

Uvod

Zagađenje okoliša raznim onečišćavcima osobito plastičnim otpadom predstavlja ozbiljan problem zbog teške razgradnje materijala koji mogu biti štetni za žive organizme. Jedno od rješenja je korištenje biorazgradivih polimera poput poli(mliječne kiseline) (PLA), koja se proizvodi iz obnovljivih izvora te može zamijeniti konvencionalne polimerne materijale poput polistirena i poli(etilen-tereftalata) koji se široko i svakodnevno koriste. Kako bi se poboljšala svojstva PLA, poput mehaničke žilavosti i toplinskih karakteristika, koriste se plastifikatori, punila ili se pripremaju PLA mješavine. Punila na bazi željeza poboljšavaju mehanička svojstva materijala, osobito žilavost, a osim toga dodaju nova svojstva poput magnetičnosti i katalitičke aktivnosti. Međutim, interakcije između punila i polimerne matrice mogu također utjecati na toplinska svojstva materijala. Ovaj rad istražuje utjecaj različitih komercijalnih punila na osnovi željeza na toplinska svojstva PLA kompozita.

Eksperimentalni dio

Zamiješavanje kompozita u Brabender gnjetilici

Granule komercijalnog
PLA materijala



Komercijalna sferična punila na osnovi željeza

Fe_3O_4

nZVI

$\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$

Fe_3O_4 – magnetit; $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ – stroncijev ferit; nZVI – neutralne nanočestice željeza

Toplinske analize materijala

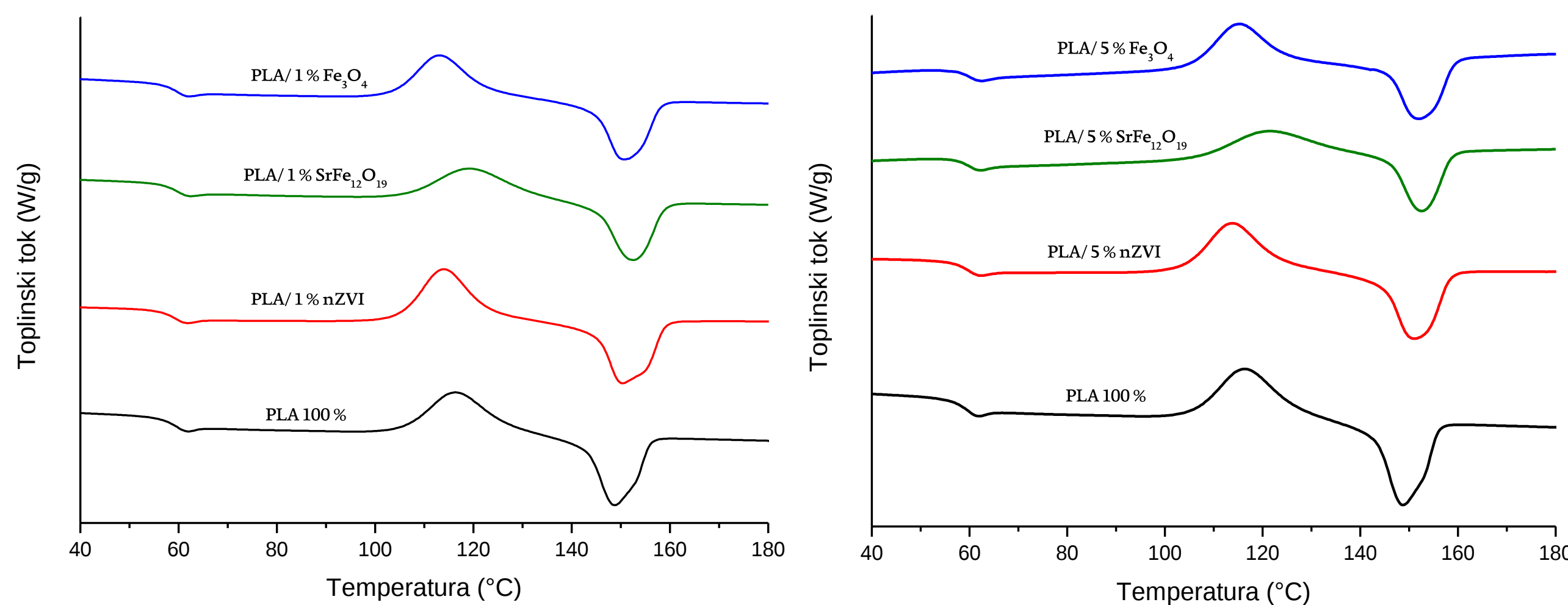
Diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC)

Termogravimetrijska analiza (TGA)

Određivanje toplinske vodljivosti metodom „vrućeg mosta”

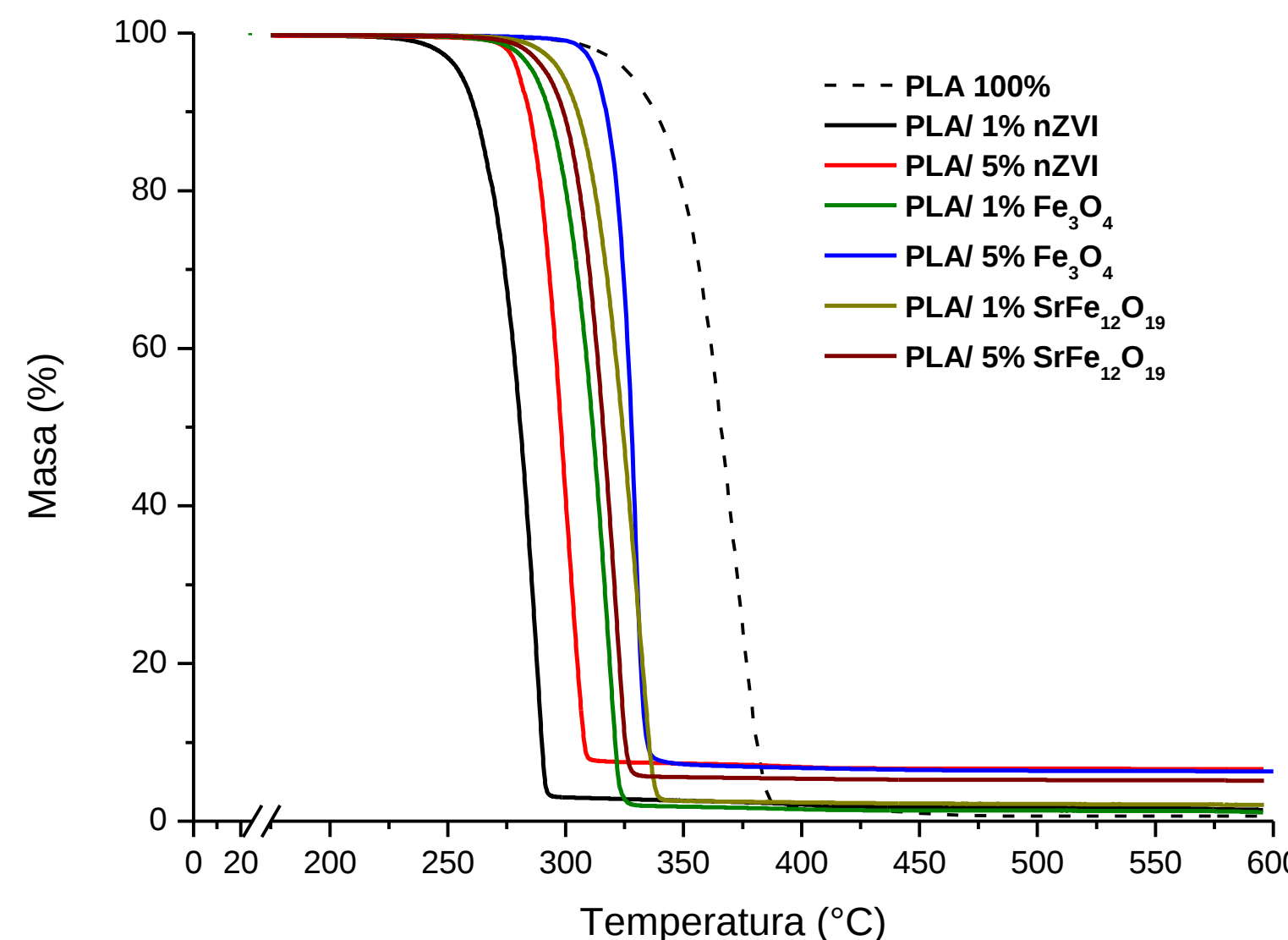
Rezultati i rasprava

DSC analiza



Slika 1. DSC termogrami PLA kompozita sa 1 mas% (lijevo) i 5 mas% punila (desno)

TGA analiza



Slika 2. TGA krivulje PLA kompozita

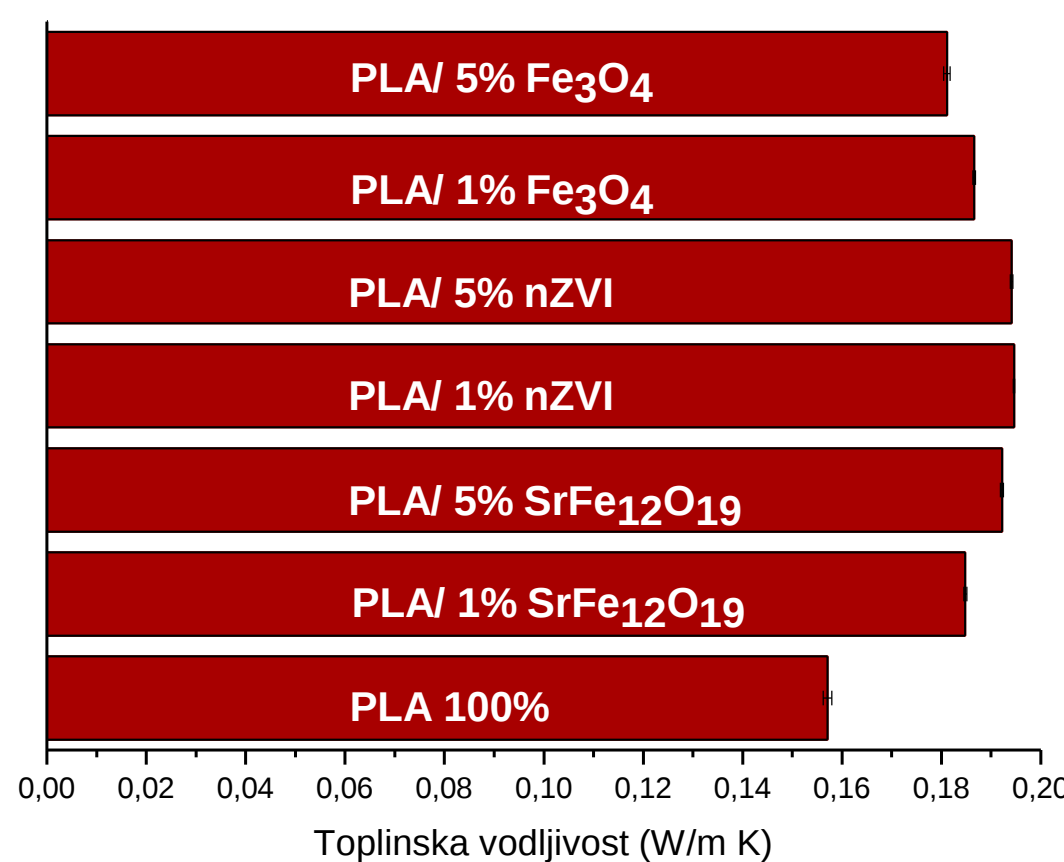
Tablica 1. Vrijednosti karakterističnih temperaturnih prijelaza i entalpija faznih promjena PLA kompozita

UZORAK	T_g , °C	T_{cc} , °C	T_m , °C	ΔH_{cc} , J/g	ΔH_m , J/g	χ_c , %
PLA 100 %	48,3	116,3	148,8	-25,7	27,7	2,1
PLA/ 1 % Fe_3O_4	50,2	113,2	150,2	-25,5	25,5	0,0
PLA/ 5 % Fe_3O_4	50,6	115,2	152,2	-23,2	20,6	0,0
PLA/ 1 % $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$	50,3	119,1	152,4	-19,1	26,8	8,3
PLA/ 5 % $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$	50,3	121,0	152,5	-16,5	18,9	2,7
PLA/ 1 % nZVI	50,2	114,0	150,3	-28,7	29,1	0,5
PLA/ 5 % nZVI	50,2	113,8	151,1	-26,0	24,2	0,0

Tablica 2. Vrijednosti karakterističnih temperatura razgradnje i masenog ostatka PLA kompozita

UZORAK	$T_{95\%}$, °C	T_{MAX} , °C	$T_{5\%}$, °C	Maseni ostatak, %
PLA 100 %	326,5	372,3	384,0	0,6
PLA/ 1 % Fe_3O_4	285,9	318,5	322,5	1,3
PLA/ 5 % Fe_3O_4	312,5	329,8	350,0	7,2
PLA/ 1 % $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$	297,9	330,5	337,4	2,1
PLA/ 5 % $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$	291,7	322,2	336,4	5,6
PLA/ 1 % nZVI	255,0	288,3	291,3	1,6
PLA/ 5 % nZVI	280,0	297,3	314,0	7,7

Toplinska vodljivost



Slika 3. Grafički prikaz utjecaja vrste i količine punila na vrijednost toplinske vodljivosti PLA kompozita

Rezultati toplinskih analiza pripremljenih kompozita PLA i komercijalnih željezovih punila pokazala su slijedeće rezultate:

- Punila na osnovi željeza poboljšavaju toplinsku vodljivost materijala za oko 25 %, s time da homogenost punila (Fe_3O_4 i $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) utječe na daljnje promjene vrijednosti toplinske vodljivosti pri većim masenim udjelima
- Veći udio nZVI čestica ne djeluje na daljnje povećanje toplinske vodljivosti kompozita
- Zbog veće toplinske vodljivosti smanjena je toplinska stabilnost materijala u slijedećem nizu punila Fe_3O_4 , $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$, nZVI; dokazano TGA analizom, stoga razgradnja kompozita kreće 50 do 100°C ranije nego kod čistog PLA materijala
- Povećanjem masenog udjela nZVI i Fe_3O_4 vrijednost toplinske stabilnosti se približava vrijednosti toplinske stabilnosti PLA, dok to nije slučaj kod većeg masenog udjela $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$
- Dodatak nZVI ili Fe_3O_4 smanjuje sadržaj kristalne faze u kompozitu, dok $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ punilo uzrokuje povećanje udjela kristalne faze za 6 % za dodanih 1 mas%
- Punila ne utječu značajno na staklište i talište, dok temperatura hladne kristalizacije se pomiče prema višim temperaturama dodatkom $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ i Fe_3O_4 .

Zaključak:

Kompoziti PLA sa punilima na osnovi željeza pokazali su se dobrim izborom za poboljšanje toplinske vodljivosti materijala. Zbog manje entalpije taljenja ovi kompoziti se lakše prerađuju, s time da treba paziti na primjenu ovih materijala s obzirom na njihovu manju toplinsku stabilnost.