

## BIORAZGRADNJA LIGNOCELULOZNOG OTPADA PROCESOM KOMPOSTIRANJA

Autor: Denija Krivičić<sup>1</sup>, mag. ing. oecoing., dkrivicic@gmail.com

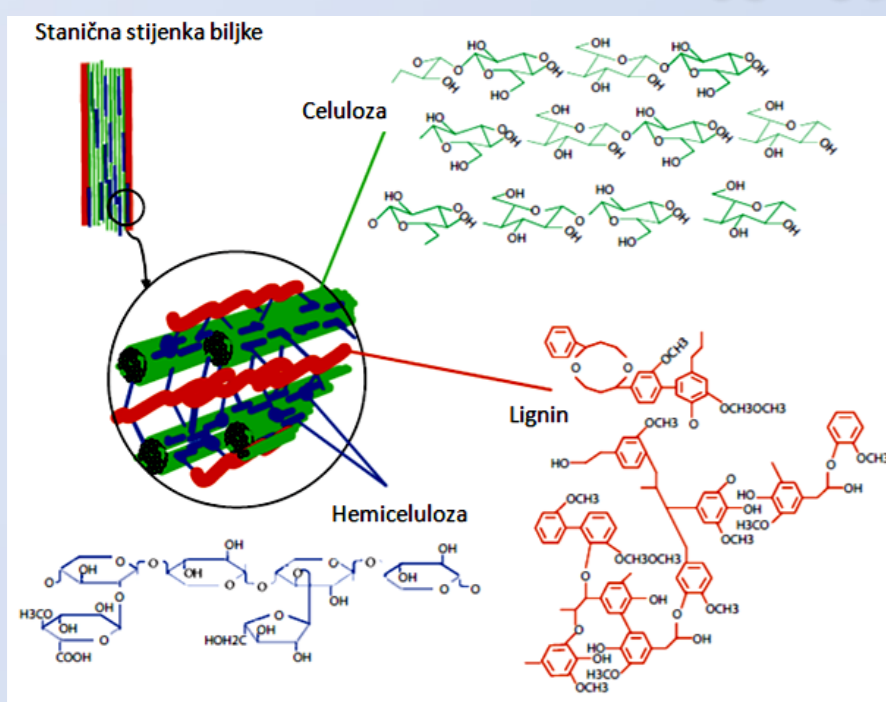
Mentori: izv. prof. dr. sc. Marija Vuković Domanovac<sup>1</sup>; dr. sc. Dajana Kučić<sup>1</sup>, znan. sur.

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za industrijsku ekologiju, Marulićev trg 19, HR - 10 000 Zagreb

### UVOD

Cilj istraživanja → ispitati biorazgradnju lignoceluloznog materijala u šaržnim uvjetima  
→ ispitati / provesti proces kompostiranja lignoceluloznog materijala u kontroliranim uvjetima

**Lignocelulozne komponente** • osnovne građevne jedinice biljaka  
• 38 - 50 % celuloze; 23 - 32 % hemiceluloze; 15 - 25 % lignina



**Lignocelulozni otpad** - nusprodukt različitih agroindustrija (papir, piljevina, pamučni otpad, otpad iz pivovara, komina masline, duhanski otpad...)

- visoke koncentracije organske tvari i fenola
- niska pH-vrijednost
- visok C:N omjer
- opasan i toksičan (0,05 % nikotina)
- visok udio organske tvari
- visoka pH-vrijednost
- nizak C:N omjer

Slika 1. Prikaz strukture lignoceluloznog materijala.

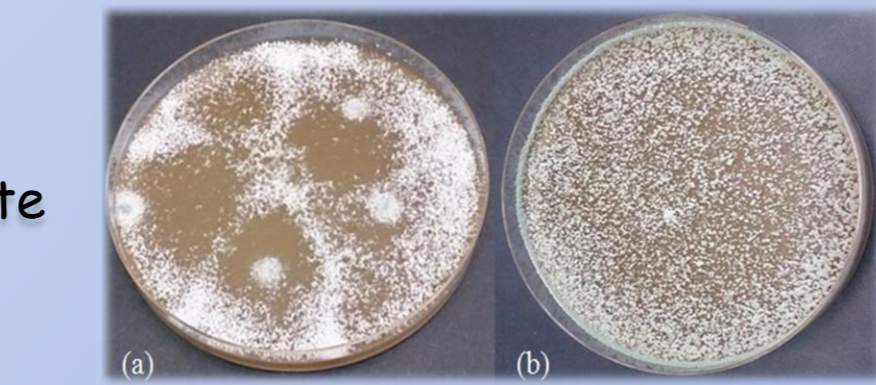
- biorazgradnja lignoceluloznog materijala → lignolitički enzimi
- određene saprofitske gljive → razgrađuju lignocelulozne komponente

**KOMPOSTIRANJE** - proces biorazgradnje čvrste organske tvari koju provodi zajednica mikroorganizama u aerobnim uvjetima

Supstrat+O<sub>2</sub> → Kompost+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+NH<sub>3</sub>+Biomasa+(-ΔHr)

Faze kompostiranja:

1. Mezofilna faza (25 - 45 °C)
2. Termofilna faza (45 - 65 °C)
3. Faza hlađenja (druga mezofilna faza)
4. Faza zrenja



Slika 2. *Phanerochaete chrysosporium* (a) i *Trichoderma reesei* (b) izrasle na hranjivoj podlozi.



Slika 3. Fotografski snimci supstrata (a) komina masline i (b) duhanski otpad.

**Provedeni pokusi:**

- 1) Biorazgradnja lignoceluloznog materijala u šaržnim uvjetima uz inokulaciju različitih mikroorganizama
- 2) Kompostiranje lignoceluloznog materijala bez (P1) i uz inokulaciju mikroorganizama (P2)

1.

Pokusi su se provodili na termostataranoj rotacijskoj tresilici pri 37 °C i 160 o min<sup>-1</sup> tijekom 21 dana

Tablica 1. Početni uvjeti za pokuse T1-T6

Pokus	Inokulirana kultura	CFU / st cm <sup>-3</sup>	Supstrat	m <sub>0</sub> (supstrat) / g	C:N / -	T / °C
T1	-	-	nesterilni D i KM	10	30	37
T2	MK1	~1·10 <sup>6</sup>	nesterilni D i KM			
T3	<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	~1·10 <sup>6</sup>	sterilni D i KM			
T4	<i>Trichoderma reesei</i>	~1·10 <sup>6</sup>	sterilni D i KM			
T5	MK1	~1·10 <sup>6</sup>	sterilni D i KM			
T6	MK2	~1·10 <sup>6</sup>	sterilni D i KM			

\*D - duhanski otpad, KM - komina maslina

MK1: *Phanerochaete chrysosporium*, *Trichoderma reesei*, *Pseudomonas aeruginosa* FN, *Candida rugosa*, *Aspergillus fumigatus* i aktinomyceti

MK2: *Pseudomonas aeruginosa* FN, *Aspergillus fumigatus*, *Candida rugosa* i aktinomyceti



Slika 4. Rotacijska tresilica Unimax 1010, Heidolph - Inkubator 1000.

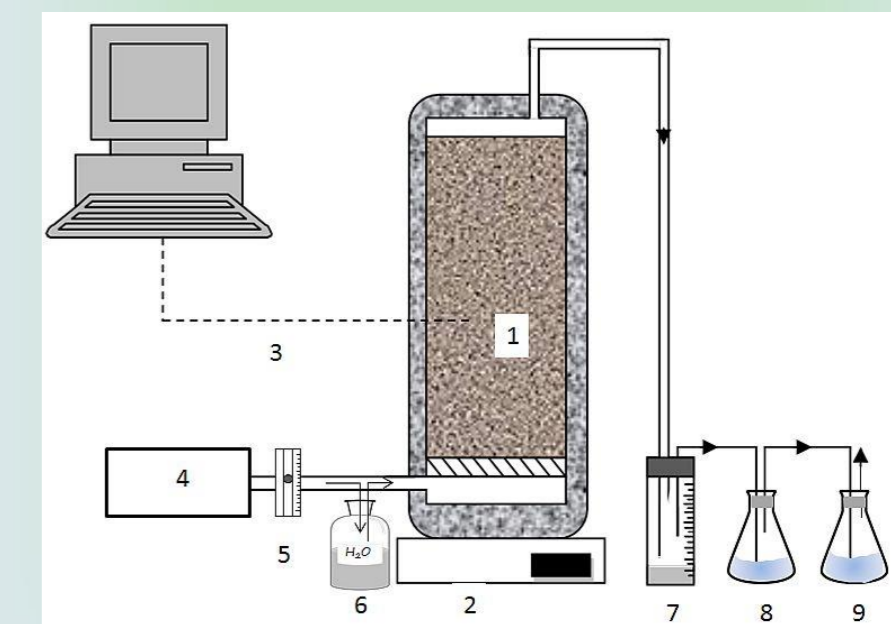
### EKSPERIMENTALNI DIO

2.

Kompostiranje lignoceluloznog materijala provedeno je u adijabatskom reaktoru V<sub>r</sub> = 10 dm<sup>3</sup> tijekom 28 dana

Tablica 2. Početni uvjeti procesa kompostiranja za pokuse P1 i P2.

Pokusi	P1	P2
V(reaktor) / dm <sup>3</sup>	10	
m <sub>0</sub> / kg	4,5	
w <sub>0</sub> (H <sub>2</sub> O) / %	60	
Qz / dm <sup>3</sup> min <sup>-1</sup> kg <sub>st</sub> cm <sup>-1</sup>	0,8413	
C:N omjer / -	30:1	
Inokulirane kulture	-	<i>P. chrysosporium</i> , <i>T. reesei</i>
V (inok. kulture) / cm <sup>3</sup>	-	50 + 50
CFU / st cm <sup>-3</sup>	-	~1·10 <sup>7</sup>

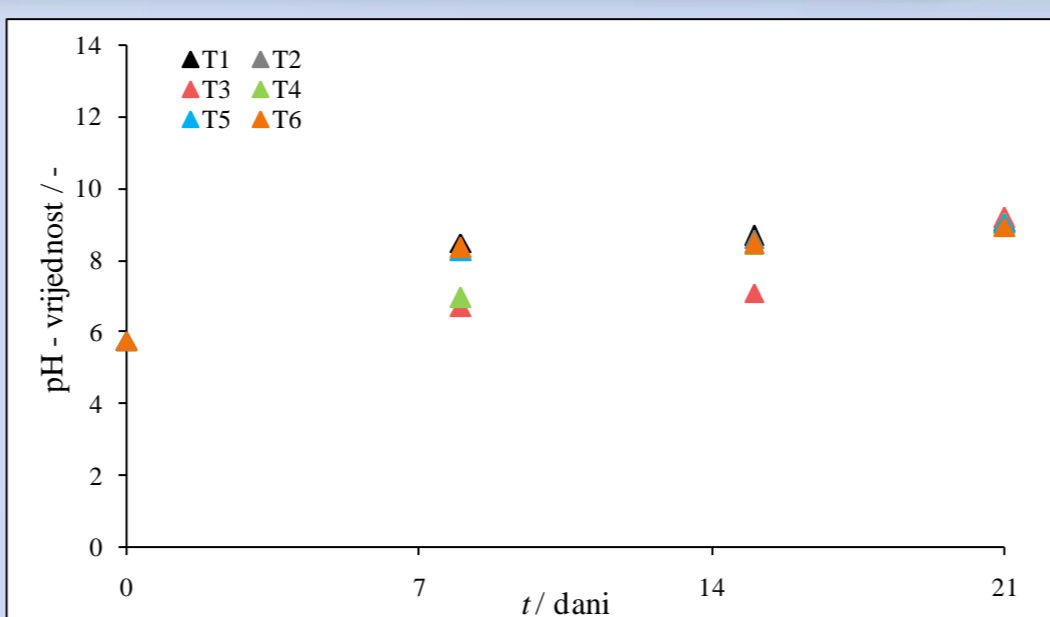


Slika 5. Shematski prikaz procesa kompostiranja 1 - reaktor, 2 - vaga, 3 - temperaturna osjetila s akvizicijom, 4 - kompresor, 5 - rotametar, 6 - boca ispiralica, 7 - posuda za prikupljanje kondenzata, 8 - 4 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 9 - 1 mol dm<sup>-3</sup> NaOH.

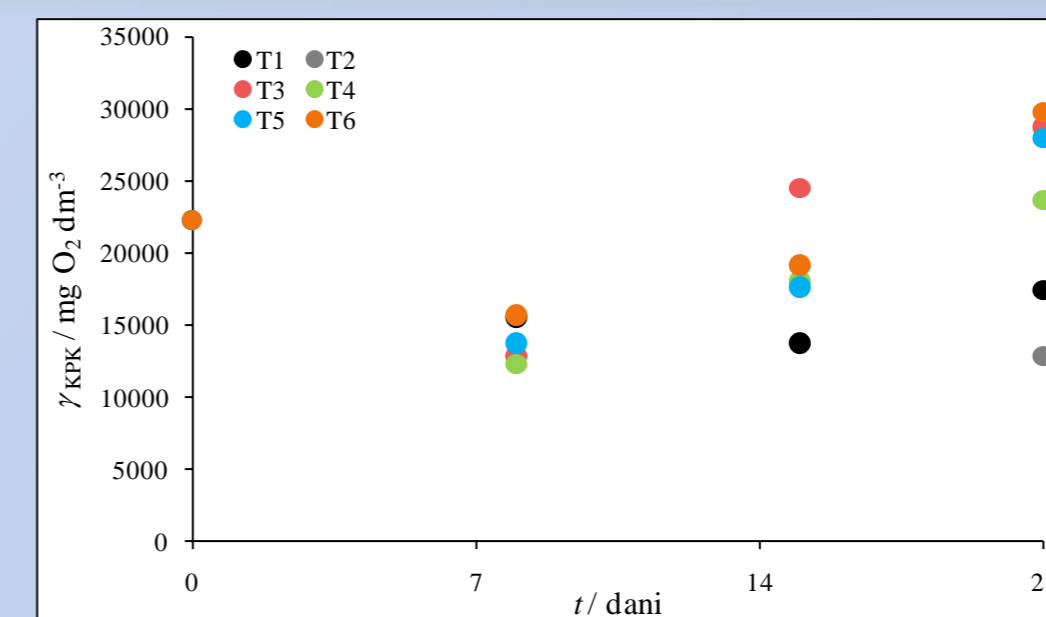
### REZULTATI

Tablica 3. Fizikalno - kemijska karakterizacija supstrata.

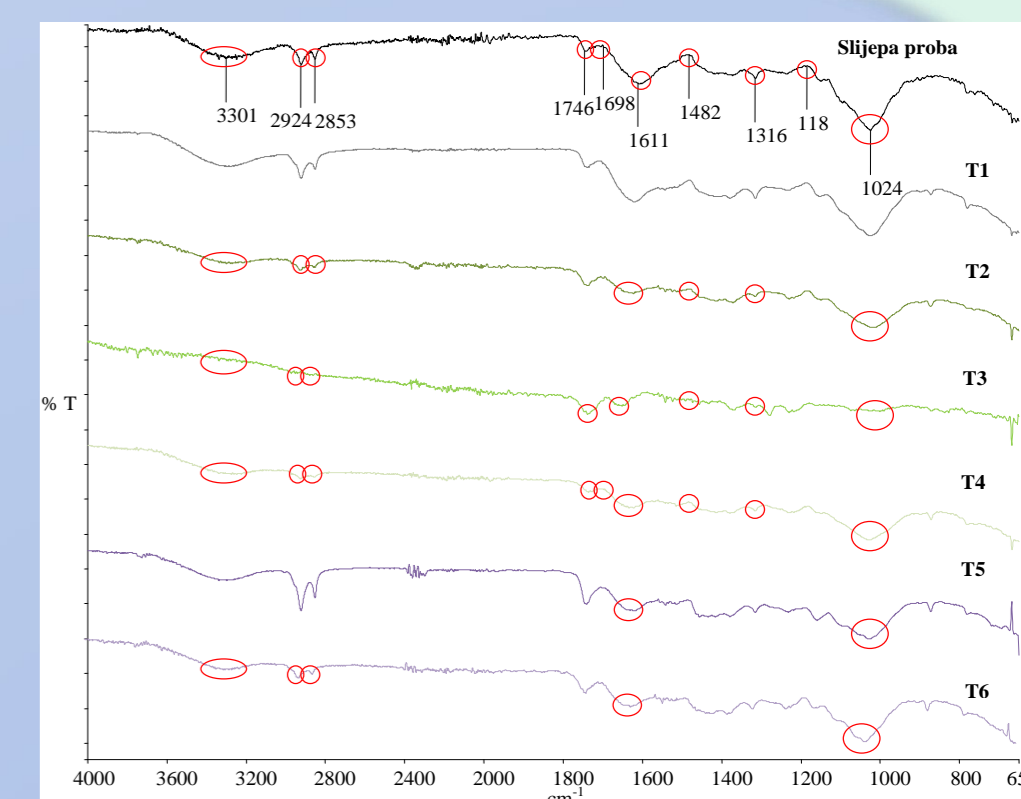
	Duhanski otpad	Komina maslina	Supstrat u P1	Supstrat u P2
w(H <sub>2</sub> O) / %	19,9	57,8	61,9	57,2
w(ST) / %	80,1	42,2	38,1	42,8
w(HT) / %	80,1	97,3	82,7	85,9
C:N / -	16	45	24	27
pH- vrijednost / -	7,10	5,55	6,45	7,20



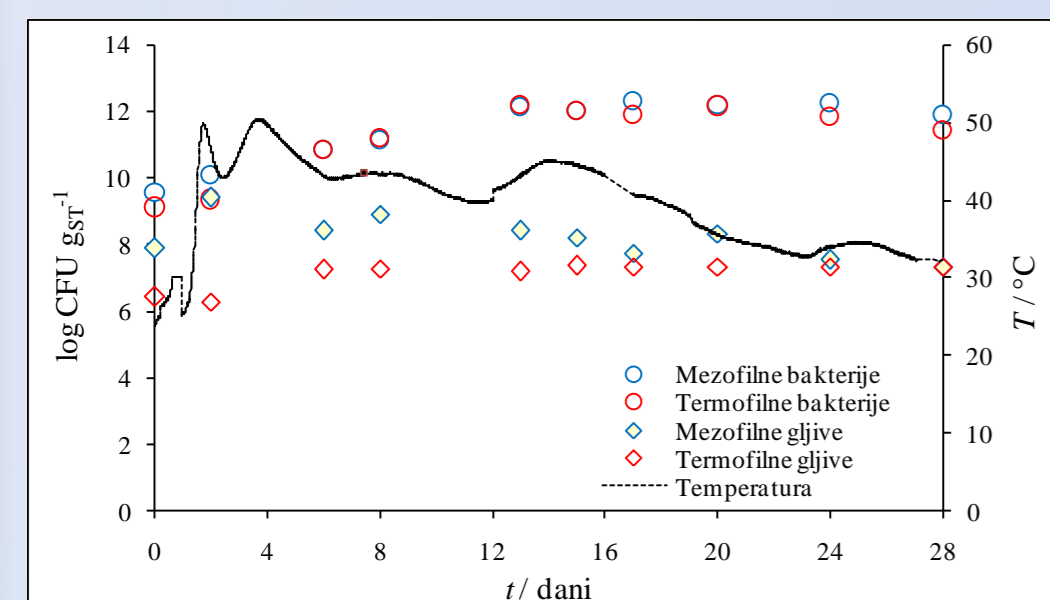
Slika 6. Promjena pH-vrijednosti tijekom 21 dana procesa biorazgradnje u pokusima T1 - T6.



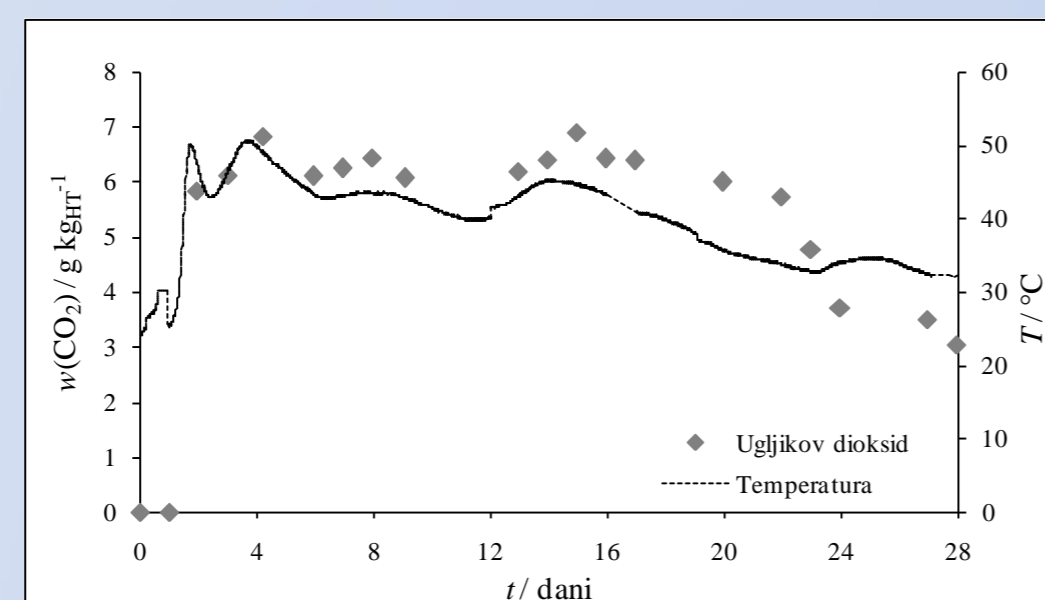
Slika 7. Promjena organskog opterećenja izraženog preko vrijednosti KPK tijekom 21 dana u pokusima T1 - T6.



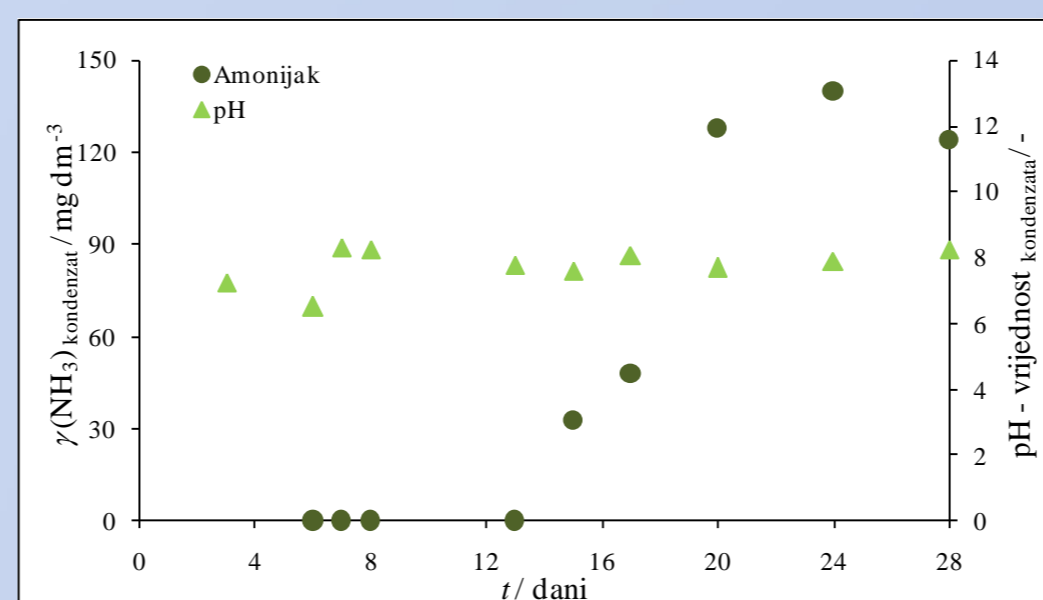
Slika 8. Usporedba FTIR spektara za pokuse T1 - T6 u 21. danu.



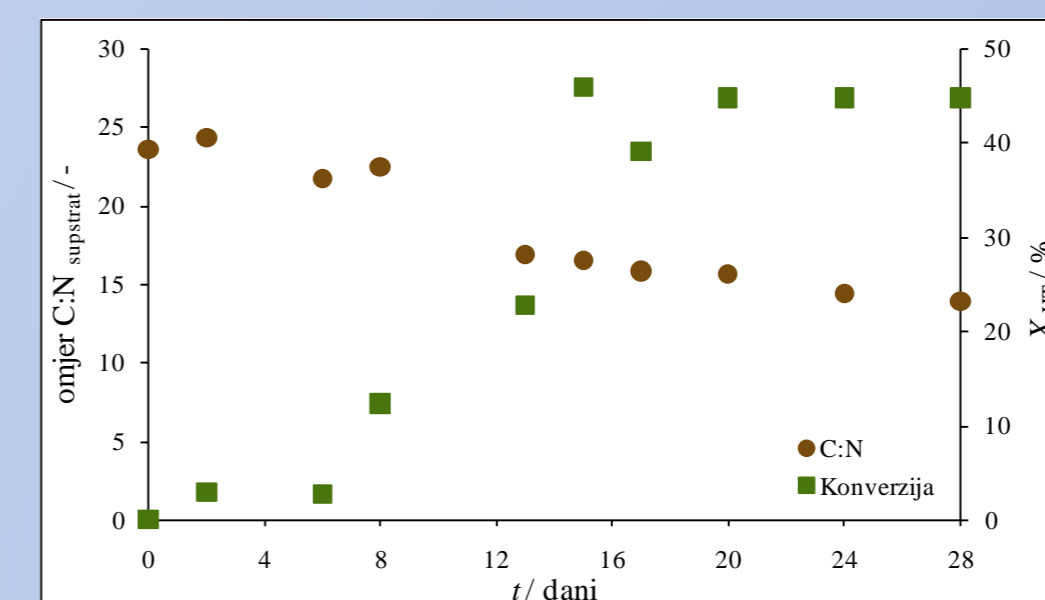
Slika 9. Promjena ukupnog broja mezofilnih i termofilnih mikroorganizama i temperature u kompostnoj masi tijekom 28 dana u pokusu P1.



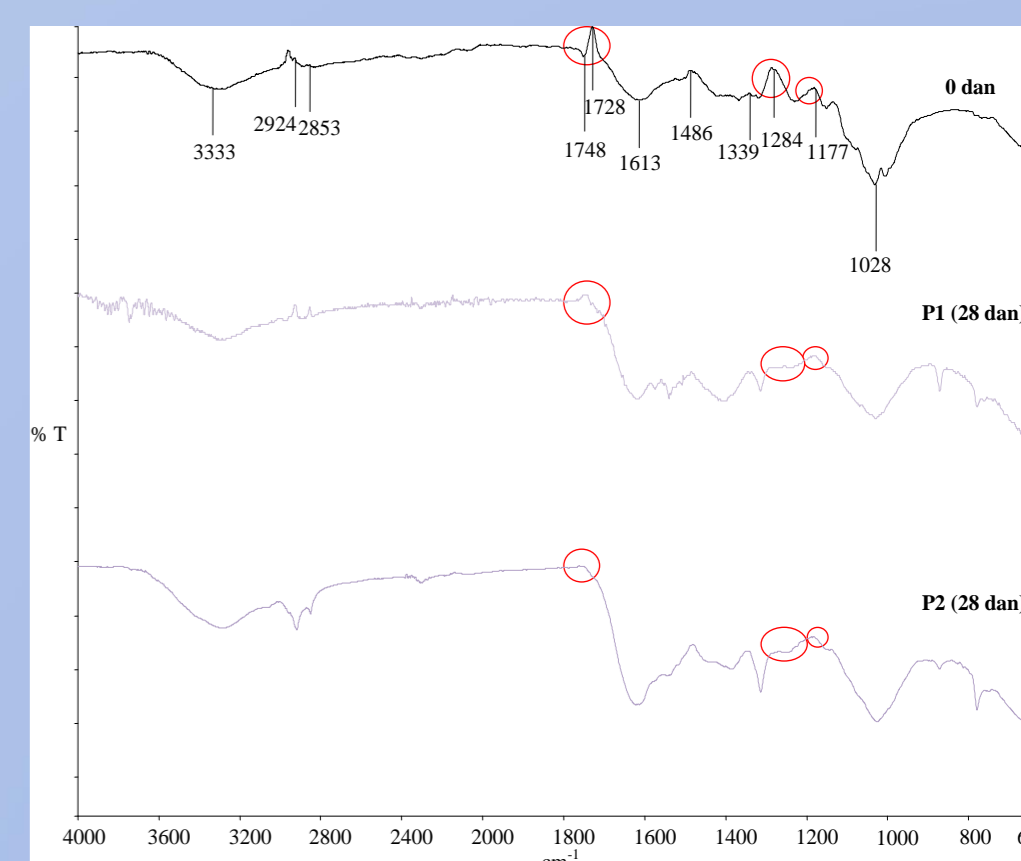
Slika 10. Promjena masenog udjela CO<sub>2</sub> u struji zraka na izlazu iz reaktora i temperature tijekom 28 dana u pokusu P1.



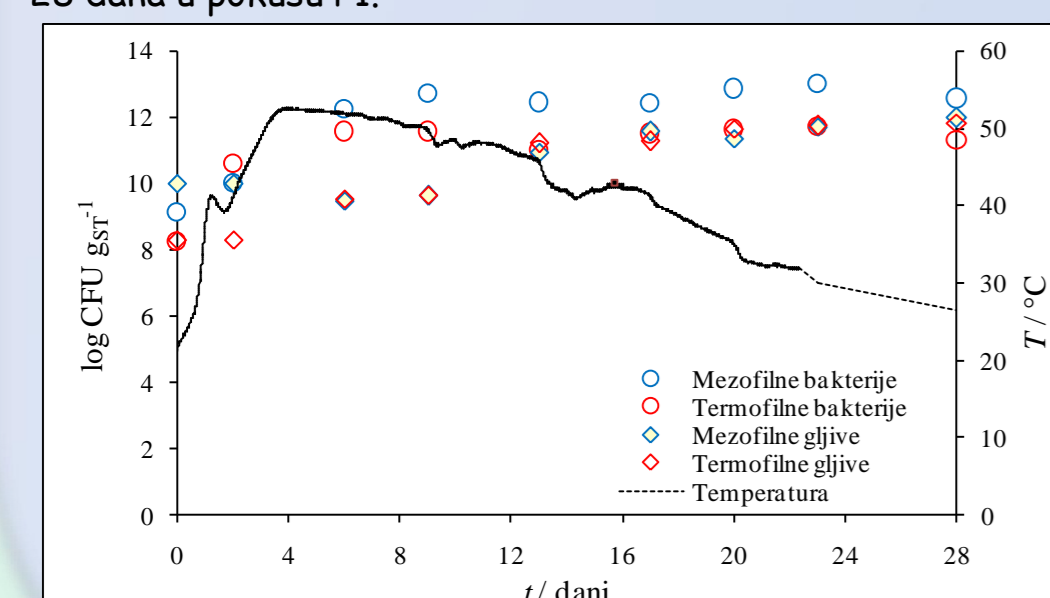
Slika 11. Promjena koncentracije NH<sub>3</sub> i pH-vrijednosti u kondenzatu tijekom 28 dana u pokusu P1.



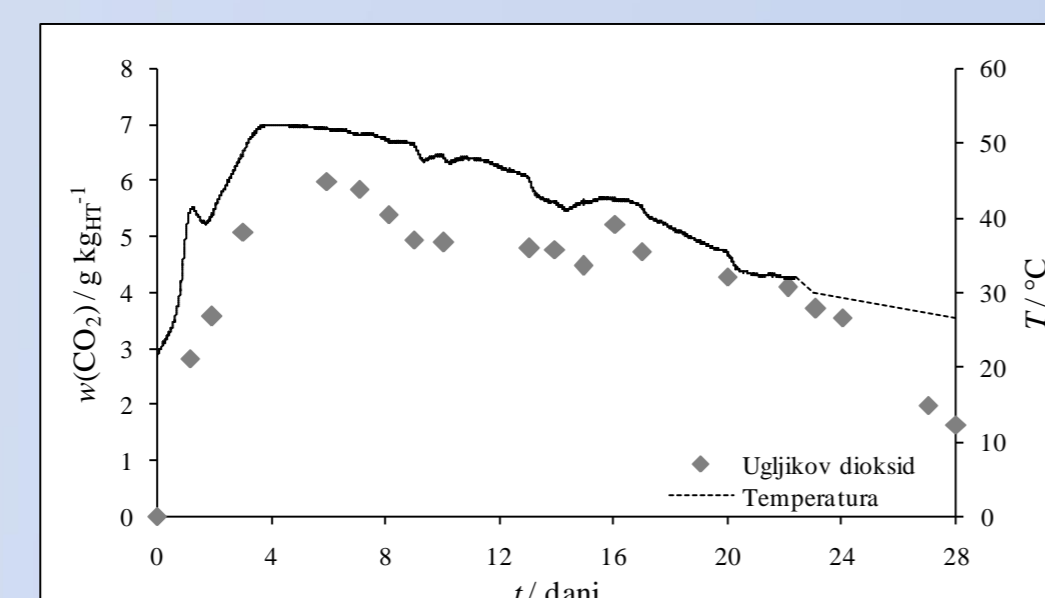
Slika 12. Promjena omjera C:N i konverzije u kompostnoj masi tijekom 28 dana u pokusu P1.



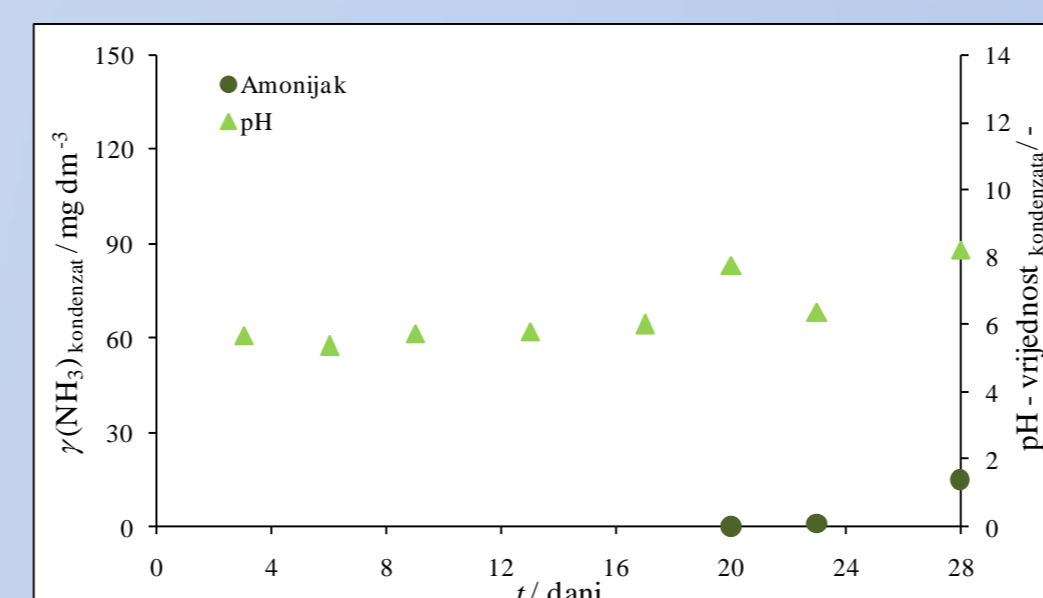
Slika 17. Usporedba FTIR spektara za pokuse P1 i P2 u 0. i 28. danu.



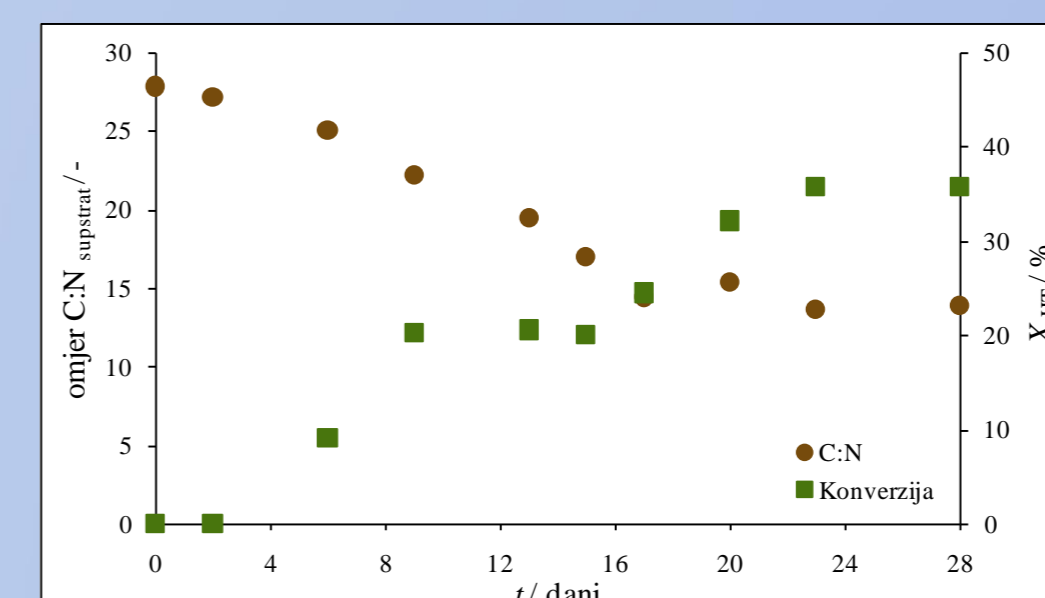
Slika 13. Promjena ukupnog broja mezofilnih i termofilnih mikroorganizama i temperature u kompostnoj masi tijekom 28 dana u pokusu P2.



Slika 14. Promjena masenog udjela CO<sub>2</sub> u struji zraka na izlazu iz reaktora i temperature tijekom 28 dana u pokusu P2.



Slika 15. Promjena koncentracije NH<sub>3</sub> i pH-vrijednosti u kondenzatu tijekom 28 dana u pokusu P2.



Slika 16. Promjena omjera C:N i konverzije u kompostnoj masi tijekom 28 dana u pokusu P2.

### ZAKLJUČCI

1. U procesu biorazgradnje lignoceluloznog supstrata najveću sposobnost cijepanja molekula lignina, celuloze i hemiceluloze pokazale su kulture *Phanerochaete chrysosporium* i *Trichoderma reesei* uz učinkovitost od 42 % i 43 %, što je potvrđeno FTIR analizom.
2. Procesi kompostiranja lignoceluloznog supstrata (P1 i P2), provedeni su pri početnom omjeru C:N od 24:1 do krajnjeg od 14:1 uz konverziju od 45 %, odnosno pri početnom omjeru C:N od 28:1 do krajnjeg od 15:1 uz 35 %-tnu konverziju.
3. FTIR analizom supstrata u P2 utvrđeno je kako inokulirana mješovita kultura u odnosu na autohtonu kulturu sadržanu u supstratu ima izraženiju sposobnost razgradnje složenih organskih molekula kao što su lignin, celuloza i hemiceluloza.

