

# Analiza gljivama zaraženog tekstila nakon ozračivanja gama zrakama

Katja Kavkler<sup>1</sup>, Andrej Demšar<sup>2</sup>, Nina Gunde Cimerman<sup>3</sup>, Polona Zalar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Restavratorski center, Poljanska 40, 1000 Ljubljana, Slovenija, katja.kavkler@rescen.si

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, Slovenija

## UVOD

Predmeti kulturne baštine iz organskih materijala su osjetljiviji na vanjske čimbenike nego anorganski. Različiti vanjski čimbenici različito utječaju na degradaciju materijala. Biološki agensi su izrazito agresivni i opasni za materijale, što važi i za gljive, koje spadaju među intenzivne rastvarače organskih materijala. Infekciji predmeta s gljivama najlakše izbjegnemo, ako ih čuvamo u prostorima sa niskom vlagom. Kada su predmeti već zaraženi gljivama i oštećeni, tada upotrijebimo postupke, sa kojima sprečavamo daljnju rast gljiva ili ih ubijemo. Između ovih postupka efikasna je metoda gama zračenje. Gama zraci oštećuju DNA živih organizama, što ima biocidni efekt [1] [2]. Prednosti ove metode su sterilizacija predmeta svih veličnosti i oblika, netoksičnost posle zračenja, upotrebljivost za kompozitne materijale, kao i očuvanje izgleda predmeta [3] [4] [5]. Slaba strana je, da gama zraci u višim dozama iniciraju strukturne promijene materijala, koje se mogu nastavljati i posle zračenja [6]. Njihova slabost je i, da nemaju preventivnih utjecaja [5].

## KRATKI OPIS POKUSA

U okvirima analize zaraze muzejskih tekstila gljivama, provjerili smo i utjecaj gama zračenja na sa gljivama zaražene tekstile. Pripremili smo laboratorijske uzorke iz pamuka, lana i vune, između kojih smo polovinu umjetno postarali. Starene kao i nestarane uzorke smo inokulirali sa 6 različitih gljiva (slika 1): *Aspergillus clavatus*, *Cladosporium cladosporoides*, *Fomes fomentarius*, *Hypoxylon fragiforme*, *Penicillium chrysogenum* i *P. corylophilum*. Nakon 20 tjedana inkubacije (Sliki 2 i 3) smo uzorke na Institutu Ruđer Bošković zračili gama zracima doza 5 kGy i 10 kGy. Uzorke prije i posle starenja, kao i posle 8 i 20 tjedna inkubacije sa gljivama i nakon zračenja smo analizirali vrstičnom elektronskom mikroskopijom (SEM), FTIR ATR i Raman spektroskopijom, kao i mehaničkim testima, da smo utvrdili, kakve promijene su nastale u različitim strpnjama ovog procesa. Ovdje bit će naglasak na rezultatima analiza nakon gama zračenja. Već doza 5 kGy je bila dovoljna za dezinfekciju zaraženih uzorka. Ali nastale su promijene u strukturi vlakana, koje su utjecale na osobine svih vlakana.

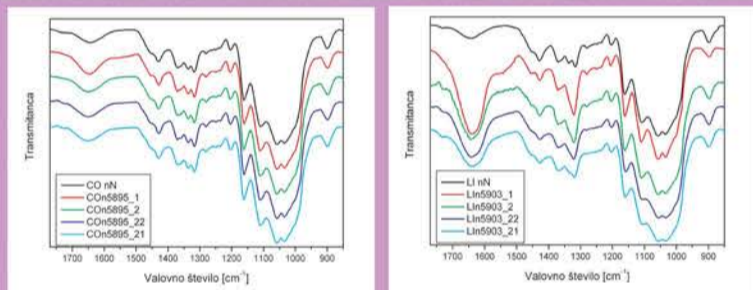


Slika 1: Uzorci pamuka, lana i vune na početku inokulacije.

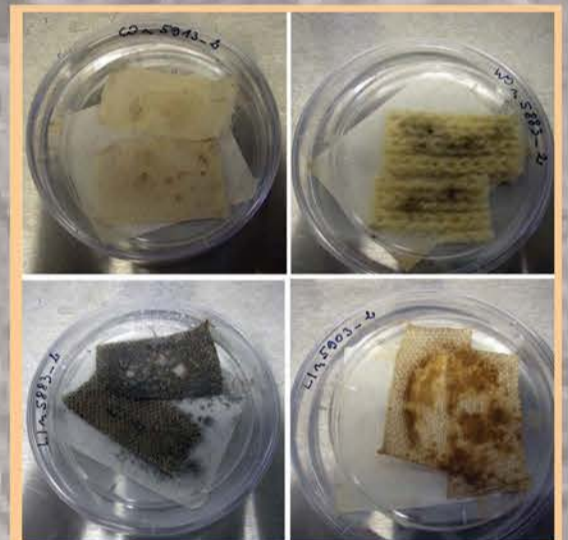
inkubacija 20 tjedana



Slika 2: Makrofotografije zaraženih tekstila. Sa lijeve strane: pamuk i *A. clavatus*, lan i *C. cladosporoides*, vuna i *P. chrysogenum*.

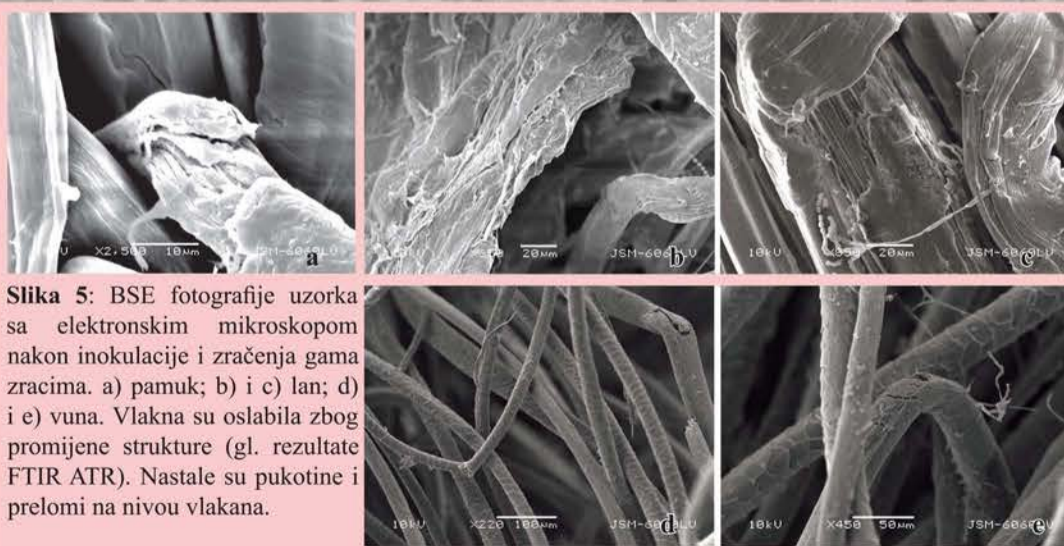


Slika 4: FTIR ATR spektri nestarenih vlakana nakon inokulacije i zračenja gama zracima. a) pamuk; b) lan; c) vuna. Zbog depolimerizacije vidljiva je karbonilna traka u svim materijalima ( $1740\text{ cm}^{-1}$ ). U lanu se je zbog inokulacije smanjila sredenost makromolekula, koje su se poet sredile nakon zračenja, što je bio razlog za oslabljenje mehaničkih svojstava (slika 6a).

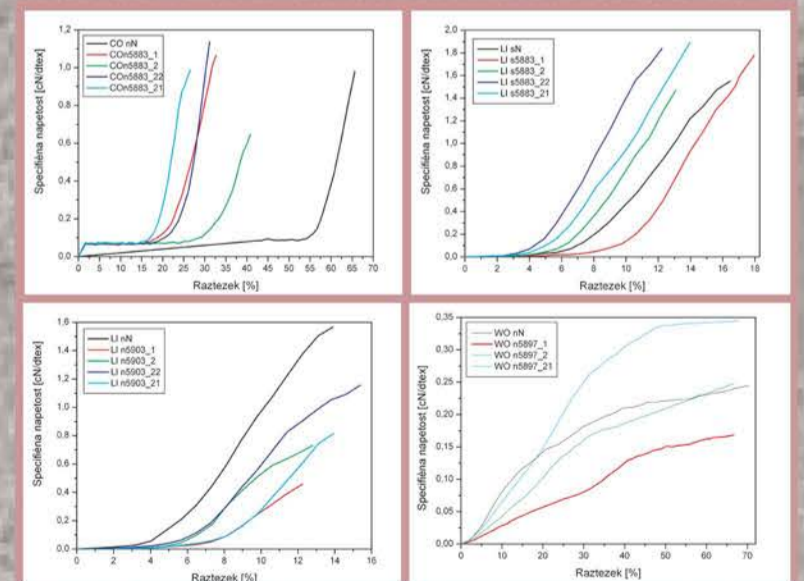


Slika 3: Uzorci pamuka, lana i vune nakon 20 tjedna inokulacije.

istraživanje



Slika 5: BSE fotografije uzorka sa elektronskim mikroskopom nakon inokulacije i zračenja gama zracima. a) pamuk; b) i c) lan; d) i e) vuna. Vlakna su oslabila zbog promijene strukture (gl. rezultate FTIR ATR). Nastale su pukotine i prelomi na nivou vlakana.



Slika 6: Krivulje vlačnih testova a) i b) lan; c) pamuk; d) vuna. Zaraženost gljivama i zračenje gama zrakama je promijenilo mehaničke osobine vlakna odnosno tkanina. Promijene se razlikuju za različita vlakna i njihovu različitu pripremu, što je evidentno na primjeru lana.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Gljive su depolimerizirale vlakna, što je promijenilo sredenost strukture i smanjilo mehanička svojstava. Gama zračenje je utjecalo na zaražene predmete još smanjenjem trdnosti. U lanu (slika 4b) vidimo, da je nakon zračenja došlo do ponovog urečivanja strukture, zbog čega se smanjila traka u FTIR spektru kod  $1316\text{ cm}^{-1}$ . Viša kristalnost vodi u veću lomljivost vlakana i osjetljivost na mehaničke utjecaje, što možemo vidjeti na posamičnim vlaknima (slika 5), kao i uz promjenu čvrstine (slika 6).

## LITERATURA

- [1] KATUŠIN-RAŽEM, B., RAŽEM, D. in BRAUN, M. 2009. Irradiation treatment for the protection and conservation of cultural heritage artefacts in Croatia. *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 78, str. 729–731.  
 [2] ADAMO, M., MAGAUDDA, M. in TATA, A. 2004. Radiation technology for cultural heritage restoration. *Restaurator*, vol. 25, str. 159–170.  
 [3] BRATU, E., MOISE, I. V., CUTRUBINIS, M. in VIRGOLICI, M. 2009. Archives decontamination by gamma irradiation. *Nukleonika*, vol. 54, no. 2, str. 77–84.

- [4] TIANO, P. 2002. Biodegradation of cultural heritage: decay mechanisms and control methods. *Ninth ARIADNE Workshop Historic Material and their Diagnostic, ARCCHIP, Prague, 22–28 April 2002* [dostupno na daljavo] [citirano 22. 12. 2010]. Dostupno na svetovnom spletu: [http://www.arcchip.cz/w09/w09\\_tiano.pdf](http://www.arcchip.cz/w09/w09_tiano.pdf).  
 [5] BUTTERFIELD, F. J. 1987. The potential long-term effects of gamma irradiation on paper. *Studies in Conservation*, vol. 32, str. 181–191.  
 [6] HANUS, J. 1985. Gamma radiation for use in archives and libraries. *Abbey Newsletter* [dostupno na daljavo], vol. 9, no. 2 [citirano 12. 11. 2010]. Dostupno na svetovnom spletu: <http://cool.conservation-us.org/byorg/abbey/an/an09/an09-2/an09-209.html>.