

Nova kontrastna sredstva in metode za 3D rentgensko mikrotomografijo v kulturni dediščini

Luka Škrlep, Lidija Korat Bensa, Rožle Repič
ZAG Ljubljana, Dimičeva ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
luka.skrlep@zag.si

Povzetek

Kontrastna sredstva se pogosto uporabljajo v medicinski rentgenski računalniški tomografiji (CT). V zadnjih letih se njihova uporaba širi na druga področja, kot je mikrotomografija. Kontrastna sredstva so spojine, ki vsebujejo elemente z visokim atomskim številom, ki povečajo absorpcijski koeficient rentgenskih žarkov. Kontrastna sredstva, ki se uporabljajo *in vivo*, morajo izpolnjevati stroge zahteve biokompatibilnosti, da se izognejo negativnim učinkom na živa telesa. Tudi za kontrastna sredstva, uporabljena na neživih vzorcih, je za lažje splošno ravnanje in odstranjevanje zaželena nizka strupenost. Številne druge zahteve, ki se nanašajo na uporabo *in vivo*, pa niso potrebne. Zato je lahko v rabi večji nabor različnih spojin in materialov. V literaturi je že opisano testiranje več različnih kontrastnih sredstev na neživih vzorcih in materialih. Kljub temu obstaja še veliko dodatnih možnosti za razvoj številnih kontrastnih sredstev in metod za selektivno kontrastiranje različnih ionov in spojin na neživih vzorcih in materialih.

Biološko pridobljeni materiali, kot sta papir in pergament, se pogosto uporabljajo v predmetih kulturne dediščine, predvsem v knjigah in drugih zapisih. Ti materiali so podvrženi procesom razgradnje, ki jih močno pospešujejo različni prisotni ioni, kot so na primer kationi bakra, železa in vodika. Izvor teh kationov so največkrat železo-galna črnila. Razvijamo in testiramo selektivna kontrastna sredstva ter postopke za določitev 3D porazdelitve teh ionov z rentgensko mikrotomografijo v materialih predmetov kulturne dediščine. Rezultati so namenjeni razumevanju degradacijskih procesov ter načrtovanju in izvajanju konservatorsko-restavratorskih postopkov.

Uvod



<https://studycalligraphy.com/iron-gall-ink-history-and-recipes>

<https://doi.org/10.4000/cecoart.4909>

Primeri z različnimi kationi pospešene degradacije predmetov kulturne dediščine.

Absorpcijski koeficient X-žarkov

Gostota

Atomsko število

$$\mu \approx \frac{\rho Z^4}{AE^3}$$

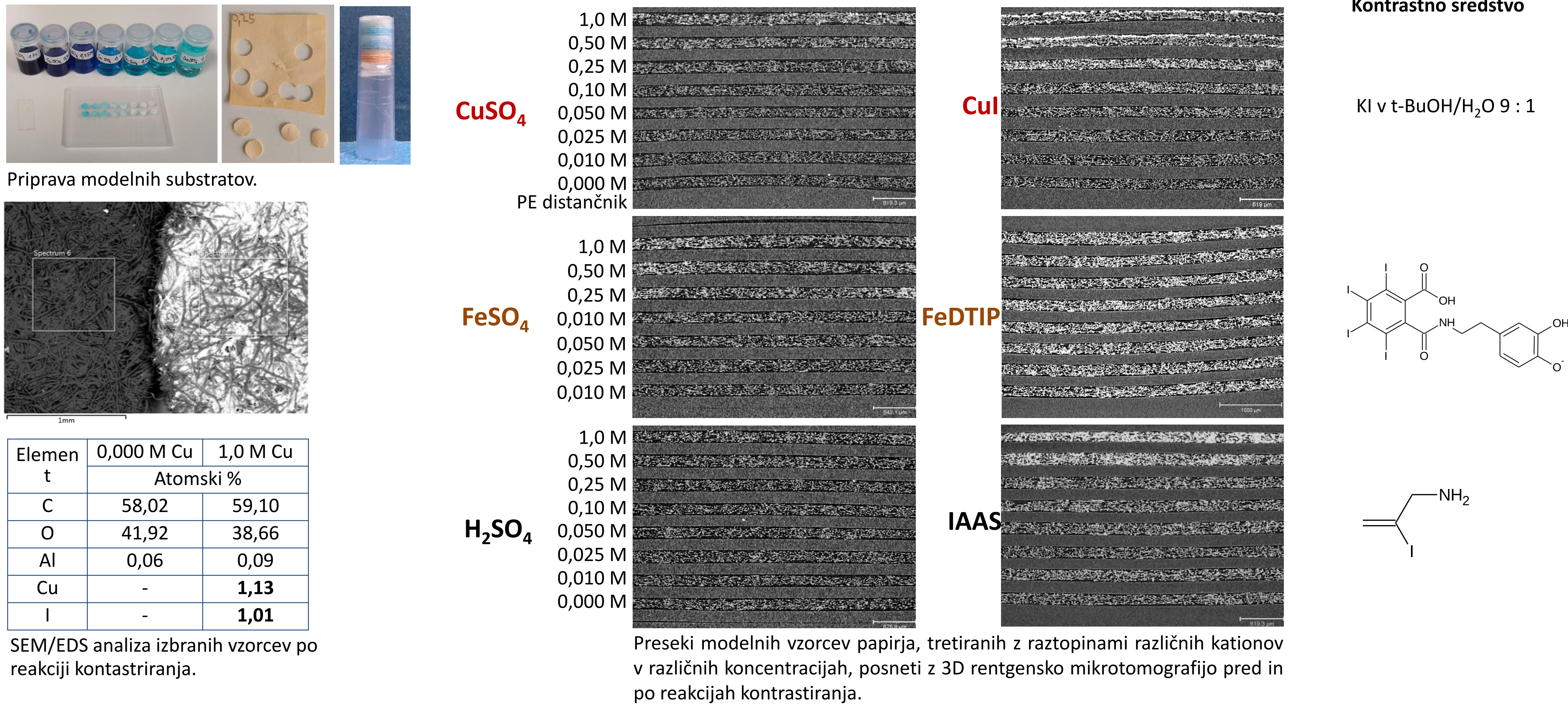
Atomska masa

Energija X-žarkov

Parametri in njihov vpliv na absorpcijski koeficient X-žarkov, ki določajo kontrast pri 3D rentgenski mikrotomografiji.

Preliminarni rezultati 3D rentgenske mikrotomografije

Za snemanje 3D mikrotomografov vzorcev pri 4-kratni povečavi in ločljivosti 5 µm je bil uporabljen MicroXCT400 (XRadia, rentgenska računalniška mikrotomografija) (predstavljeni so preseki).



Zaključki

Dosegli smo določeno izboljšanje kontrasta za Cu²⁺ in H⁺.

Z nadaljnjo optimizacijo kontrastnih sredstev, topil in reakcijskih pogojev bomo dodatno izboljšali kontrast za Cu²⁺, Fe³⁺ in H⁺.

Preverili bomo selektivnost reakcij v prisotnosti več kationov.

Razvite metode kontrastiranja bomo uporabili na izbranih zgodovinskih vzorcih za preučevanje mehanizmov razgradnje in načrtovanju konservatorsko-restavratorskih postopkov.

Literatura

- [1] Y. M. Staedler, D. Masson, J. Schöenberger (2013) Plant Tissues in 3D via X-Ray Tomography: Simple Contrasting Methods Allow High Resolution Imaging, PLoS ONE, 8, e75295.
[2] K. Keklikoglou, S. Faulwetter, E. Chatzinikolaou, P. Wils, J. Brecko, J. Kvaček, B. Metscher, C. Arvanitidis (2019) Micro-computed tomography for natural history specimens: a handbook of best practice protocols, European Journal of Taxonomy, 522, 1–55.
[3] H. Lusic, M. W. Grinstaff (2013), X-ray-Computed Tomography Contrast Agents, Chem Rev., 113, 1641 – 1666.

Zahvale: Zahvala gre javni agenciji za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS), projektu J7-50226 – NextGenHS, IO-0032 in P2-0273.