

POVZETEK

Površinsko ojačena ramanska spektroskopija (SERS) je učinkovita spektroskopska tehnika z nizko mejo zaznave, namenjena identifikaciji molekul. Ojačenje običajno šibkega ramanskega sipanja poteče ob prisotnosti nanodelcev (najpogosteje žlahtnih kovin) s primernimi morfološkimi in površinskimi lastnostmi v glavnem zaradi ojačenja elektromagnetnega polja, ki ga povzroči lokalizirana površinska plazmonska resonanca. Tehnika je zaradi visoke občutljivosti razširjena tudi na področje dediščinske znanosti za analize organskih barvnih sredstev. V tem delu smo predstavili pripravo, karakterizacijo in optimizacijo novih UV-fotoreduciranih srebrovih substratov SERS in njihovo uporabo za zaznavanje organskih barvnih sredstev – npr. broščevega lak pigmenta (alizarin, purpurin), lak pigmenta košenilje (karminska kislina), lakovega barvila (lakaična kislina) –, ki so prisotni na predmetih kulturne dediščine.

Nanodelce smo po načelih zelene kemije pripravili *in-situ* v matriksu hidroksipropil celuloze (HPC) z obsevanjem s svetlobo UV različnih energij (365 in 254 nm). Polimer HPC tako sodeluje pri redukciji srebrovih ionov in pri stabilizaciji nanodelcev. Lastnosti disperzij, ki smo jih določili z uporabo različnih tehnik (kot so UV-Vis-spektroskopija in infrardeča spektroskopija, SERS, meritve viskoznosti, elektronska mikroskopija), so bile odvisne od utežnega razmerja med srebrovimi ioni in HPC, časa obsevanja in energije vpadnega valovanja. Interakcija s svetlobo višje energije je povzročila višjo stopnjo razgradnje matriksa HPC, zato se je znižala tudi vrednost pH sistema. Slednje se je v največji meri zgodilo na substratu z nižjo začetno koncentracijo srebrovega nitrata. Različne formulacije fotoreduciranih substratov smo preizkušali kot substrate SERS z alizarinom in drugimi komponentami ter ugotovili, da so različni spektralni odzivi posledica različnih površinskih lastnosti nanodelcev in razlik v mikro- in makrookolju nanodelcev. Substrati, obsevani z nižjo energijo, so stabilnejši, medtem ko so substrati, obsevani z višjo energijo in z nižjo izhodno koncentracijo srebrovih ionov, primernejši za zaznavanje komponent s kislimi značilnostmi (kot sta karminska in lakaična kislina) zaradi šibkejšega elektrostatičnega odboja med komponentami in nanodelci.

Pokazali smo, da lahko z viskoznejšim UV-fotoreduciranim substratom zaznamo organska barvna sredstva v barvnih slojih brez predhodne ekstrakcije. Barvna sredstva v barvnih slojih jajčne tempere smo lahko analizirali neposredno po nanosu substrata na sloj, medtem ko smo morali za uspešno zaznavo barvnih sredstev v barvnih slojih lanenega olja vzorce namakati/inkubirati v substratu dlje časa ali jih hidrolizirati s parami fluorovodikove kisline. Z zaznavanjem lak pigmenta košenilje v barvnem sloju na prečnem preseku vzorca, odvzetega z realnega umetniškega dela (polikromirane lesene plastike), smo pokazali, da tovrstni fotoreducirani substrati omogočajo specifično zaznavanje pri preiskavah stratigrafske sestave realnih vzorcev kulturne dediščine.

Ključne besede: površinsko ojačena ramanska spektroskopija, srebrovi nanodelci, fotoredukcija, organska barvna sredstva, dediščinska znanost.