

Povzetek

V doktorski disertaciji smo pripravili delce ZnO, ki so imeli različne velikosti in oblike, po eno- in dvo-stopenjskem sinteznem postopku z obarjanjem iz raztopin cinkovega nitrata po dodatku baze. Citotoksičnost pripravljenih vzorcev smo primerjali s komercialnim ZnO granulatom, ki je opredeljen kot varen material (Food and Drug Administration) in s potencialno toksičnimi nanodelci (10 nm). Protibakterijsko aktivnost smo določili vsem delcem ZnO na podlagi zaviranja bakterijske rasti (*Escherichia coli*). Toksičen vpliv delcev ZnO smo ovrednotili na kulturi sesalskih epitelijskih celic pljučnega (Calu-3) in črevesnega tkiva (Caco-2). Pokazali smo približno 4-krat večjo protibakterijsko aktivnost nanodelcev ZnO od komercialnega granulata ZnO. Vendar smo pri nanodelcih opazili izrazito toksičnost na sesalski celični kulturi (Calu-3 in Caco-2) v primerjavi z delci večjih dimenzij, kateri niso imeli bistvenega vpliva. Nasprotno so imeli večji delci (submikronske-velikosti) le znatno manjšo protibakterijsko aktivnosti, katere učinek lahko dodatno povečamo z višanjem koncentracije delcev. Dobljeni rezultati nakazujejo na potrebne dodatne *in vivo* teste za oceno toksičnosti nanodelcev ZnO pred njihovo nadaljnjo uporabo.

Sintetizirane nanodelce ZnO smo dodatno funkcionalizirali po *ex situ* in *in situ* metodi. Pri tem smo uporabili različne amine (primarni, sekundarni s krajšo in daljšo verigo, amin z dvojno silansko skupino) in ionske tekočine s trimetoksisilansko skupino. Amini so znani po svoji protibakterijski aktivnosti, zlasti kvarterni amini dolgotrajno in odlično delujejo proti bakterijski kolonizaciji. Zaradi podobnosti strukture ionskih tekočin s kvarternimi amini smo predpostavili, da so lahko tudi le-te protibakterijsko aktivne. Kot prvi smo kovalentno vezali ionske tekočine na površino nanodelcev ZnO in predstavili njihovo sinergijsko protibakterijsko delovanje. Uspešno funkcionalizacijo smo potrdili z IR spektroskopijo, meritvami zeta potenciala in elementno analizo. Funkcionaliziranim nanodelcem ZnO smo po tretiranju z bakterijsko kulturo ocenili zaviranje bakterijske rasti, sposobnost tvorjenja kolonij ter živost bakterijskih celic. Določili smo njihovo MIC vrednost, preverili smo tudi večkratno zaporedno protibakterijsko delovanje in morebitno sproščanje ionov iz delcev v rastni medij. Pripravljenim delcem smo z *ex situ* površinsko modifikacijo bistveno izboljšali njihovo protibakterijsko delovanje na bakterijski kulturi *Escherichia coli* in *Staphylococcus aureus*.

Skrajšano in poenostavljeno funkcionalizacijo smo dosegli z *in situ* pripravo nanodelcev ZnO ob prisotnosti ionskih tekočin s silansko funkcionalno skupino. S koncentracijo ionske tekočine smo kontrolirali stopnjo funkcionalizacije in velikost delcev, ki je bila tudi do 4-krat manjša v primerjavi z delci, pripravljenimi v odsotnosti ionske tekočine. Velikost in

kristaliničnost tako pripravljenih delcev smo spremljali s tehnikami SEM, DLS in XRD. Uspešno modificirano površino pa smo potrdili z IR in NMR spektroskopijo, elementno analizo ter meritvami zeta potenciala. Pokazali smo, kako lahko z *in situ* funkcionalizacijo dosežemo celo izboljšano protibakterijsko delovanje nanodelcev ZnO, ki je primerljiva z delci ZnO pripravljenimi po *ex situ* metodi.

Ključne besede: cinkov oksid, protibakterijsko delovanje, funkcionalizacija, ionske tekočine