

Enzimatska sinteza metalnih nanočestica

Enzymatic synthesis of metal nanoparticles



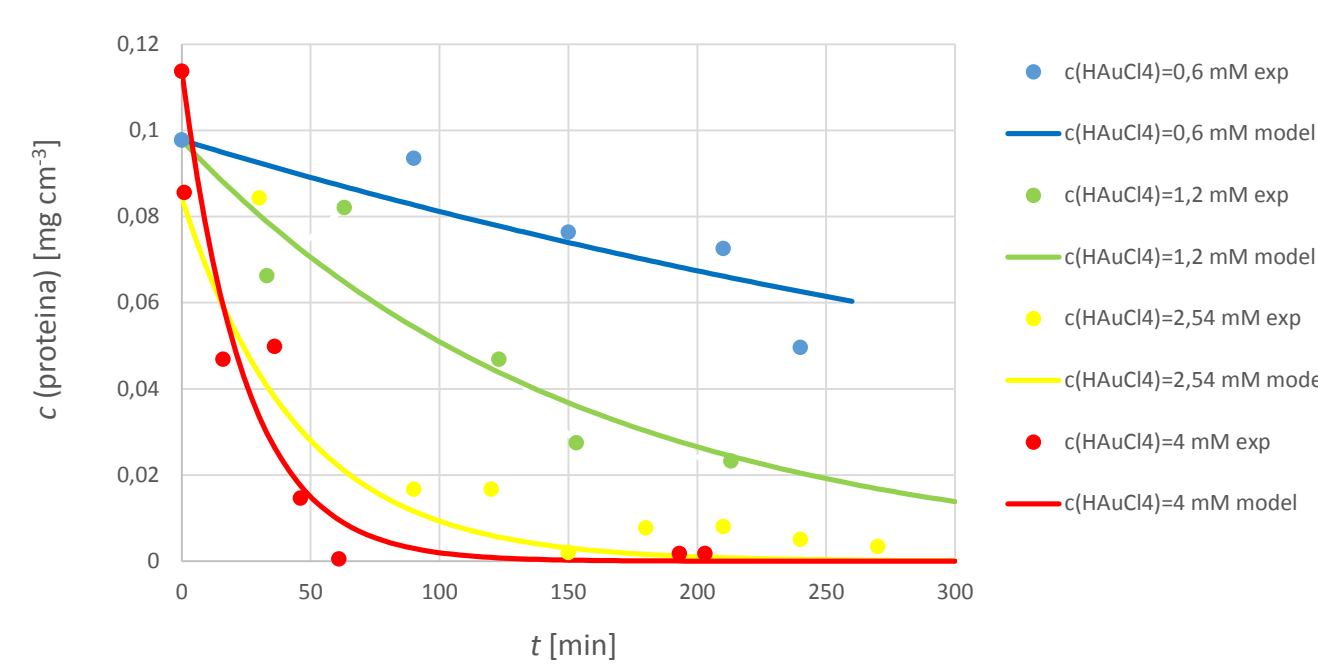
Saša Braičić¹, Lela Pintarić^{2,1*}

^{1*}Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT), Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska; ^{1*} u vrijeme izrade rada
²Tekstilno-tehnološki fakultet (TTF), Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, Hrvatska, lelapintaric@gmail.com

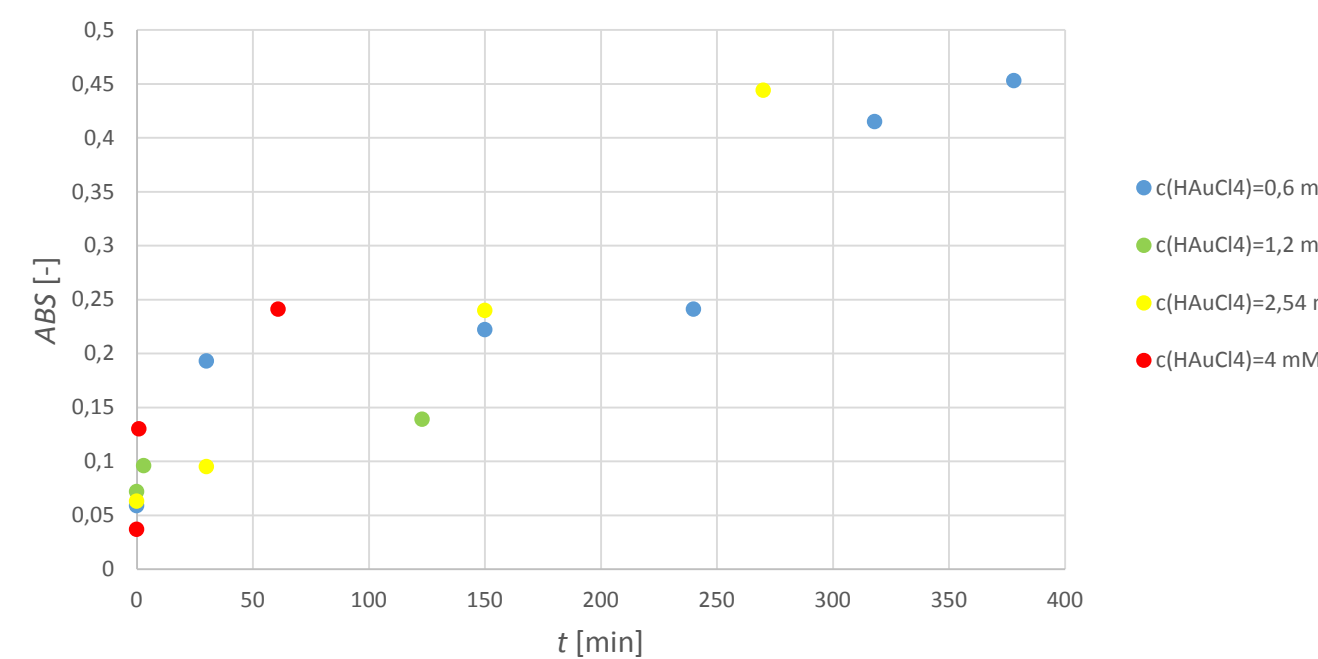


Nanočestice metala ili metalnih oksida uspješno zamjenjuju neke od materijala koji se koriste za oplemenjivanje drugih materijala zbog svojih specifičnih optičkih, električnih, kemijskih i katalitičkih svojstava. S obzirom na korištenje toksičnih kemikalija pri njihovoj sintezi, cilj je pronaći i istražiti nove puteve sinteze metalnih nanočestica povoljne za okoliš → **biokatalitička sinteza nanočestica**. U ovom radu je provedena biokatalitička sinteza nanočestica s ljuskom od zlata, srebra i cinka te jezgrom od enzima ureaze.

A) Vremenska promjena koncentracije proteina

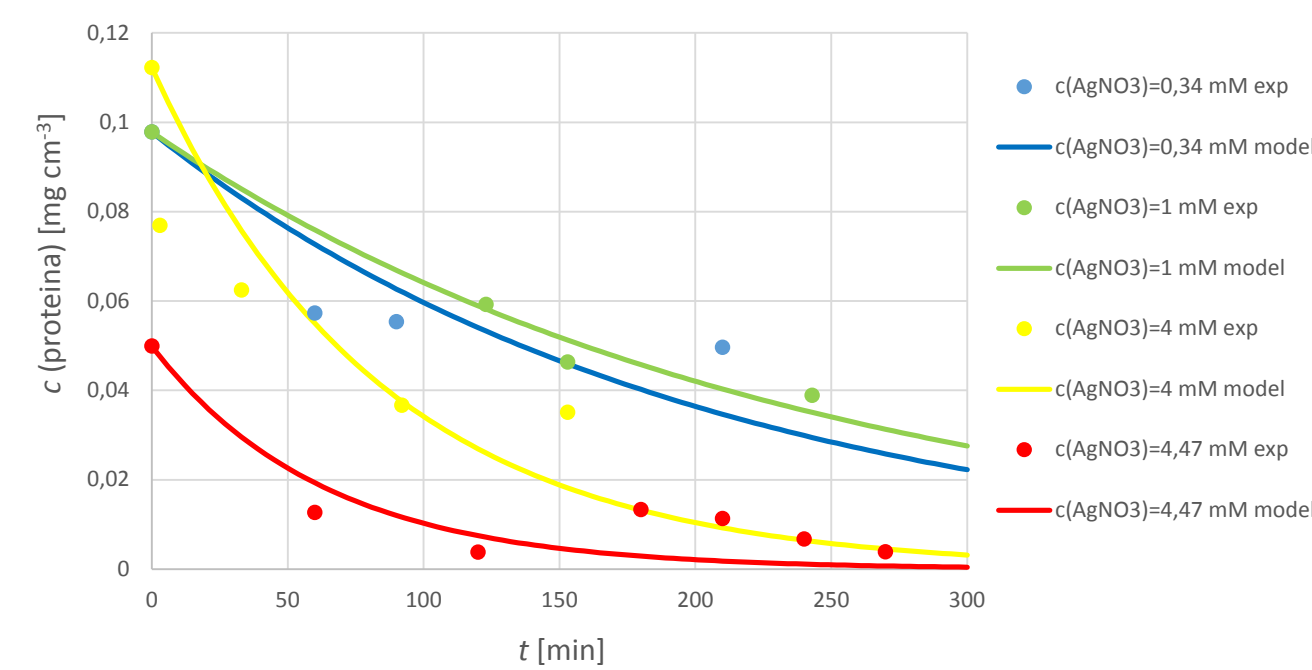


B) Vremenska promjena maksimalne apsorbancije dobivenih spektara

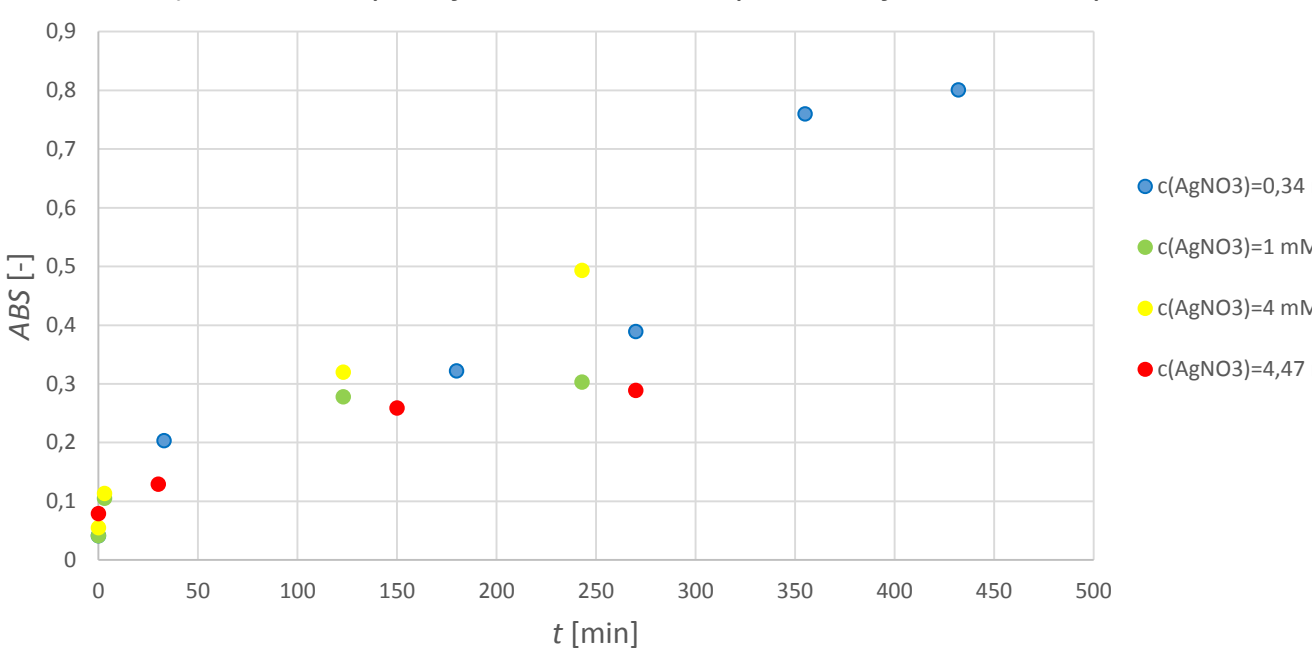


Slika 1. Rezultati sinteze nanočestica zlata

A) Vremenska promjena koncentracije proteina

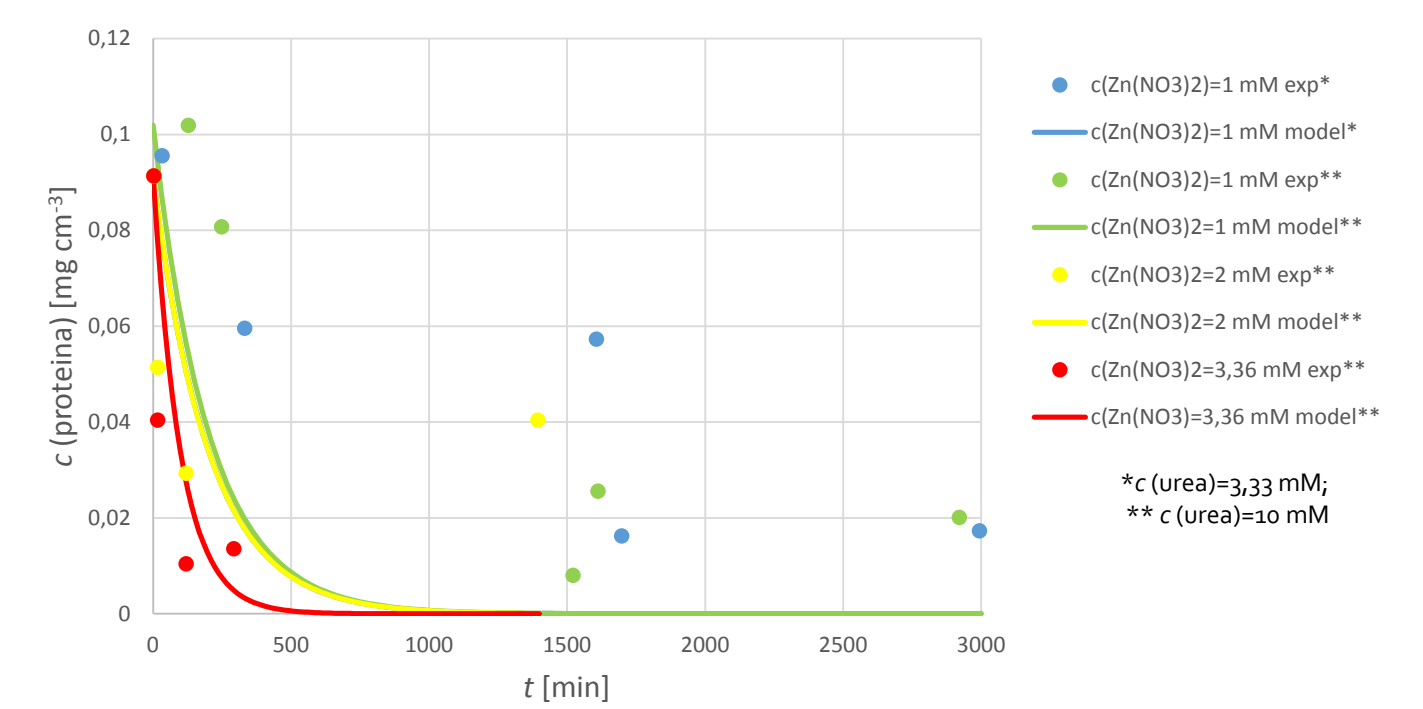


B) Vremenska promjena maksimalne apsorbancije dobivenih spektara



Slika 2. Rezultati sinteze nanočestica srebra

Vremenska ovisnost koncentracije proteina



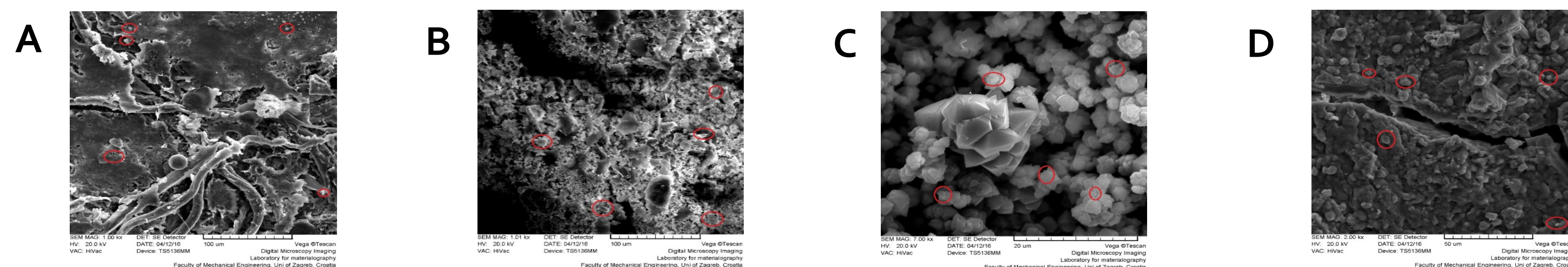
Slika 3. Rezultati sinteze nanočestica cinka

Tablica 1. Konstante brzina nastajanja nanočestica

Konstante brzine nastajanja nanočestica					
C_{HAuCl_4} [mM]	k [min^{-1}]	C_{AgNO_3} [mM]	k [min^{-1}]	$C_{Zn(NO_3)_2}$ [mM]	k [min^{-1}]
0,6	0,001858	0,34	0,004219	1 *	0,000594
1,2	0,006518	1	0,004937	1 **	0,000969
2,54	0,02202	4	0,011896	2 **	0,013701
4	0,040555	4,47	0,015815	3,36 **	0,042017

*c (urea)=3,33 mM; ** c (urea)=10 mM

Nanočestice metala u ovom radu sintetizirane su **taloženjem metala na jezgru od enzima ureaze**. Pretpostavljeno je da je brzina nastajanja nanočestica proporcionalna brzini taloženja proteina i navedena je brzina opisana **kinetikom 1. reda**. Procijenjene su konstante brzine reakcija (Tablica 1.) te je zaključeno kako **brzina nastajanja nanočestica raste s porastom koncentracija** zlata, srebra i cinka, kao i porastom koncentracije uree prilikom sinteze nanočestica cinka. Prema pretpostavljenom modelu i procijenjenim parametrima reakcija napravljena je simulacija reakcija prikazana zajedno s eksperimentalno dobivenim podacima na Slikama 1.-3. A. Vidljivo je da **pretpostavljeni model vrlo dobro opisuje sve eksperimente**, izuzev onih provedenih pri nižim koncentracijama cinka gdje su vidljiva manja odstupanja. Spektrofotometrijski su snimljeni i **spektri zlata i srebra** te je dobiveno da maksimumi njihovih spektara (Slike 1.-2. B), odnosno maksimalne apsorbancije zlata, tj. srebra rastu s vremenom provođenja reakcije što je dokaz kako je **apsorbancija proporcionalna koncentraciji nanočestica**.



Slika 4. Nanočestice zlata (A i B) i cinka (C i D) snimljene pretražnim elektronskim mikroskopom

Tablica 2. Prosječne veličine nanočestica

Reakcijski uvjeti	c ($HAuCl_4$) [mM]	Prosječna veličina [μm]
dušif. redest. voda; $T=37^\circ\text{C}$; $C_{K_2CO_3}=1$ mM; $C_{ureaze}=2$ mg cm^{-3} ; uvećanje 1000 x	A	5,861
	B	10,521
Reakcijski uvjeti	c (urea) [mM]	Prosječna veličina [μm]
redest. voda; $T=25^\circ\text{C}$; $C_{NaNO_3}=0,1$ M; $C_{ureaze}=1$ mg cm^{-3} ; $C_{Zn(NO_3)_2}=1$ mM; uvećanje 2000 x	C	1,404
	D	4,045

Sintetizirane nanočestice zlata i cinka snimljene su pretražnim elektronskim mikroskopom (Slika 4.) te im je određena prosječna veličina (Tablica 2.). Zaključeno je kako **veličina nanočestica raste s povećanjem koncentracije** zlata, odnosno cinka, tj. kako većom brzinom sinteze nastaju i veće nanočestice.

Diplomski rad izrađen je kao preliminarno istraživanje za projekt **Sinteza i ciljana primjena metalnih nanočestica - STARS** u čijoj je posljednjoj fazi predviđeno razviti nove biorazgradive antibakterijske materijale s primjenom u ambalaži hrane i geotekstila za što tražimo **projektne partnere**.



Sajam ideja 2016., FKIT
20. listopada 2016.

Voditelj rada: izv. prof.dr.sc. Ana Vrsalović Presečki
Voditelj projekta: doc.dr.sc. Iva Rezić



Diplomski rad financirala je **Hrvatska zaklada za znanost** u okviru uspostavne istraživačke potpore UIP-09-2014-1534 STARS