

Lazeriu generuotų koloidinių aukso, sidabro ir hibridinių nanodalelių stabilumo ir SERS signalo intensyvumo priklausomybė nuo KCl koncentracijos vandens tirpale

Laser-generated colloidal gold, silver, and hybrid nanoparticles stability and SERS signal intensity dependence on KCl concentration in aqueous solution

Vita Petrikaitė¹, Martynas Talaikis², Martynas Skapas², Lina Mikoliūnaitė², Aikaterini-Maria Gkouzi², Romualdas Trusovas¹, Gediminas Niaura², Evaldas Stankevičius¹

¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

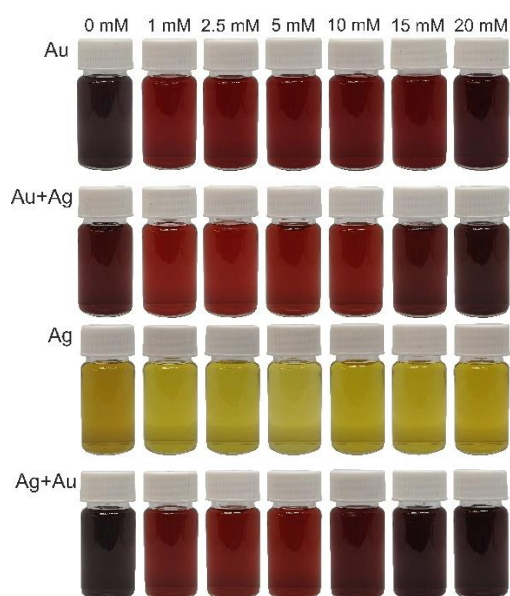
² Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

vita.petrikaite@ftmc.lt

Tauriųjų aukso ir sidabro metalų nanodalelės, sulaukė didelio dėmesio dėl optinių, elektroninių ir katalizinių savybių, glaudžiai susijusių su lokalizuoto paviršiaus plazmonų rezonanso reiškiniu (LPPR). Dėl unikalių savybių [1] jos naudojamos jutikliuose, biologiniuose taikymuose, paviršiaus sustiprintoje Ramano sklaidoje (SERS) [2], katalizatoriuose, nanotechnologijose, ženklinime ir elektronikoje. Tauriųjų metalų nanodalelių generacija yra plačiai ištirta. Sukurta įvairių metodų, įskaitant cheminę redukciją, elektrocheminį nusodinimą, sol-gelio procesus ir lazerinę abliaciją [2, 3]. Iš šių metodų lazerinė abliacija įgavo pagreitį kaip švarus ir aplinkai nekenksmingas nanodalelių gamybos metodas, nereikalaujantis papildomo valymo nuo toksišku medžiagų. Tačiau viena iš problemų, susijusių su lazerine abliacija, yra nanodalelių tendencija agreguotis, o tai riboja tolesnį panaudojimą. Siekiant išvengti dalelių agregacijos, pridedama papildomų medžiagų, kurios užteršia švarų metodą. Todėl išbandėme biologiškai suderinamą medžiagą – kalio chloridą (KCl). Yra žinoma, kad druska skatina agregaciją [4]. Tačiau, tyrimai parodė, kad mažos druskos koncentracijos gali sulėtinti agregacijos procesą [5]. Šios ribinės koncentracijos buvo analizuojamos šiame darbe.

Tyrimo metu buvo stebimas aukso, sidabro ir jų mišinio nanodalelių, susidariusių skirtingos koncentracijos KCl tirpaluose, agregacijos greitis ir ekstinkcija per 8 savaites. Aukso ir sidabro nanodalelės buvo generuojamos iš tūrinių taikinių, panardintų į 20 ml skirtingos koncentracijos KCl druskos tirpalus: 0 mM–20 mM. Hibridiniai tirpalai buvo generuojami iš skirtingų tūrinių taikinių, iš pradžių abliuojant vieną metalinį taikinį, o paskui kitą. Buvo keičiama metalinių taikinių seka ir stebima jos įtaka. Bendras generavimo laikas ir plotas buvo toks pat kaip ir monokoloidų atveju. Taikiniai buvo apdorojami fokusuotu Nd:YAG lazeriu ("Ekspla Baltic1064 HP", 1064 nm, 10 ns impulso trukmė). Kas savaitę buvo registruojami gautų koloidinių tirpalų ekstinkcijos spektrai ir nuotraukos. Taip pat buvo tiriama dalelių morfologija, SERS signalo stiprumas ir zeta potencialas. Tirti bandiniai pateikti 1 pav.

Visoms lazerinės abliacijos būdu vandenyje ir druskos tirpale suformuotoms dalelėms būdinga sferinė forma ir neigiamas zeta potencialas (nuo -16 mV iki -58,8 mV). Tyrimo metu nustatėme tinkamas KCl druskos koncentracijas padedančias išlaikyti stabilų tirpalą be didelių spektrinių nukrypimų.



1 pav. Au, Au+Ag, Ag, ir Ag+Au koloidinių tirpalų nuotraukos pirmąjį dieną. Virš buteliukų nurodyta KCl molinė koncentracija vandeniniame tirpale (0–20 mM).

Reikšminiai žodžiai: nanodalelės, SERS, plazmonika, lazerinė abliacija, taurieji metalai.

Padėka:

Šį projektą finansavo Europos regioninės plėtros fondas (projekto Nr. 01.2.2-LMT-K-718-03-0078) pagal sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).

Literatūra

- [1] N. Li, P. Zhao, D. Astruc, Anisotropic gold nanoparticles: synthesis, properties, applications, and toxicity, *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 53, 1756–1789 (2014).
- [2] E. Stankevičius, I. Ignatjev, V. Petrikaitė, A. Selskis, G. Niaura, Gold Nanoparticles Generated Using the Nanosecond Laser Treatment of Multilayer Films and Their Use for SERS Applications, *ACS Omega*, 6, 33889–33898 (2021).
- [3] V. Petrikaitė, M. Skapas, E. Stankevičius, Generation of gold and silver nanoparticles using laser ablation of thin bimetallic films and bulk targets in water, *Opt. Mater.*, 137, 113535 (2023).
- [4] G. Wang, W. Sun, Optical limiting of gold nanoparticle aggregates induced by electrolytes, *J. Phys. Chem. B*, 110, 20901–20905 (2006).
- [5] H. Kang, J.T. Buchman, R.S. Rodriguez, H.L. Ring, J. He, K.C. Bantz, C.L. Haynes, Stabilization of silver and gold nanoparticles: preservation and improvement of plasmonic functionalities, *Chem. Rev.*, 119, 664–699 (2018).