

Fotoluminescuojančių aukso-MES nanodalelių spektrinės savybės ir stabilumas

Spectral properties and stability of photoluminescent MES-capped gold nanoparticles

Marija Matulionytė^{1,2}, Raminta Marcinonytė², Ričardas Rotomskis^{1,2}

Biofotonikos grupė, Lazerinių tyrimų centras, Vilniaus universitetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius
Biomedicininės fizikos laboratorija, Vilniaus Universiteto Onkologijos Institutas, P. Baublio g. 3B, LT-08660 Vilnius

Marija.Matulionyte@vuoi.lt

Nanomedicina – viena iš geriausiai vertinamų ateities biomedicinos technologijų, pasitelkia patrauklias mažo dydžio ir unikalių savybių nanodaleles (ND) kaip onkologinių ligų vaizdinimo bei terapijos priemonę. Pastarąjį dešimtmetį itin daug mokslininkų bei medikų dėmesio susilaukė unikaliomis savybėmis pasižyminčios aukso nanodalelės. 10-100 nm dydžio aukso nanodariniai pasižymi plazmoninėmis savybėmis, fototerminiu poveikiu, tuo tarpu mažesni nei 2 nm fotoluminescuojantys nanoklasteriai gali būti panaudojami ir dvigubam – fluorescenciniam bei rentgenografiniam – vaizdinimui. Šios itin mažos molekulinio tipo aukso nanodalelės – nauja klasė koloidinių fotoluminescuojančių nanodarinių, pasižyminčių palyginti lengvai modifikuojamu paviršiumi sudarant jungtis su antikūnais, biožymenimis bei funkcinėmis molekulėmis. Dėl aukso inertiškumo tokio tipo nanodalelės yra daug žadantys, kaip tikimasi, netoksiški, fotoluminescenciniai žymenys biomedicinoje. Visgi prieš atliekant tyrimus su biologiniais objektais būtina iširti nanodalelių fotofizikines savybes, stabilumą bei dydį.

Šiame darbe yra pateikiama susintetintų MES (2-(N-morfolino)-etansulfoninė rūgštis) dengtų fotoluminescuojančių aukso nanodalelių spektrinė charakteristika bei jų stabilumo tyrimai.

Aukso nanodalelės buvo susintetintos modifikavus Bao ir kolegų pasiūlytą sintezės metodiką [1]. 5 ml 1 M koncentracijos MES (2-(N-morfolino)-etansulfoninės rūgšties) vandeninio tirpalo (pH 6,3) buvo sumaišyta su 1 ml 0,29 M koncentracijos vandenilio tetra-chloraurato hidrato (HAuCl₄) tirpalu ir palikta maišytis 37°C temperatūroje 21,5 valandos.

Susintetintos Au-MES ND pasižymėjo fotoluminescencija (FL) mėlynoje spektrinėje srityje ties 476 nm (1 pav.). Nanodalelių sugerties spektras nesutapo su FL žadinimo spektru (smailė ties 420 nm), kas parodė, jog sintezės metu susidarė ir didesnės, FL nepasižyminčios aukso ND. Visgi susintetintos nanodalelės nepasižymėjo plazmonine sugertimi (aukso atveju sugerties smailė ties > 520 nm) taigi tirpale nebuvo didesnių nei 10 nm aukso nanodalelių. Tą patvirtino ir atomo jėgos mikroskopijos matavimų rezultatai – buvo išmatuotos 0,5-15 nm dydžio dalelės, didesnių dalelių buvo santykinai mažai.

Fotoluminescuojančių Au-MES nanodalelių dydžio dispersijos tyrimas buvo atliktas keičiant FL žadinimo bangos ilgį. FL spektro maksimumo padėtis bei spektro pusplotis keičiant žadinimo bangos ilgį nuo 380 nm iki 450 nm praktiškai nekito, kas rodo, jog

susintetintos fotoluminescuojančios aukso nanodalelės yra vieno dydžio. Pritaikius branduolinės fizikos dėsnų pagrindu suformuluotą „žėlė“ modelį, aprašantį iš magiškojo skaičiaus atomų sudaryto metalo nanoklasterio stabilumą, iš FL spektro smailės padėties buvo apskaičiuota, jog Au-MES nanodaleles sudaro apie 9,4 aukso atomų. Mūsų apskaičiuotam fotoluminescuojančių Au-MES nanodalelių dydžiui artimiausias yra iš 8 atomų sudarytas magiškas aukso nanoklasteris.



1 pav. Au-MES ND sugerties, fotoluminescencijos bei FL žadinimo spektrai. Įterptame paveiksle pavaizduotas vandeniu skiestų Au-MES ND FL kitimas laike.

Siekiant įvertinti fotoluminescuojančių Au-MES nanodalelių tinkamumą biologiniams objektams vaizdinti buvo tiriamas jų stabilumas vandenyje ir DMEM (Dulbecco's modifikuota Eagle's) ląstelių augimo terpėje (1 pav.). Abiem atvejais buvo pastebėta, jog bandinį laikant kambario temperatūroje FL intensyvumas laikui bėgant auga. Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad sintezė vyksta toliau net ir kambario temperatūroje. Taip pat buvo pastebėta, kad ląstelių augimo terpės komponentai gesina Au-MES nanodalelių fotoluminescenciją.

Reikšminiai žodžiai: aukso nanodalelės, MES, fotoluminescencija, stabilumas.

Literatūra

- [1] Y. Bao, H.-C. Yeh, C. Zhong, S.A. Ivanov, J.K. Sharma, M.L. Neidig, D.M. Vu, A.P. Shreve, R.B. Dyer, J.H. Werner and J.S. Martinez, Formation and Stabilization of Fluorescent Gold nanoclusters Using Small Molecules, *J. Phys. Chem.* **114**, 15879-15882 (2010).