

Šviesos sukelti CdTe kvantinių taškų spektrinių savybių pokyčiai modelinėse ir biologinėse terpėse

Photoinduced changes in the spectral properties of CdTe quantum dots in the model and biological systems

Agnė Kalnaitytė¹, Saulius Bagdonas¹, Ričardas Rotomskis^{1,2}

¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

²Nacionalinis vėžio institutas, Biomedicininės fizikos laboratorija, P. Baublio g 3b, LT-08406, Vilnius

agne.kalnaityte@gmail.com

Kvantiniai taškai (KT) – puslaidininkinės nanodalelės – dėl plačios sugerties spektro srities, išspinduliuojamos šviesos spalvos priklausomybės nuo gamybos proceso metu kontroliuojamo dalelės dydžio, santykinai didelio paviršiaus ploto, kuris lengvai pritaikomas medžiagų analizėje, gali būti panaudojami medžiagų moksle, biologijoje bei medicinoje. KT spekroskopinės savybės gali būti paveiktos paviršiaus dangalo sandaros pokyčių ar išorinių veiksnių, pavyzdžiui, KT sugerties ir fotoluminescencijos (FL) spektrų intensyvumą bei formą gali paveikti nanodalelę supanti aplinka ir sugertos spinduliuotės dozė. Sąveikos sukelti kvantinių taškų FL intensyvumo ir spektrinės padėties pokyčiai gali būti panaudoti skirtingiems jonams ir biomolekulėms aptikti.

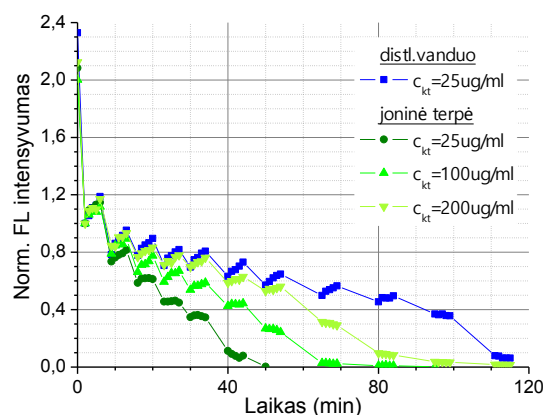
Spektroskopijos metodais buvo tirtas hidrofilinių neigiamo krūvio CdTe-COOH kvantinių taškų (550 ± 5 nm, PlasmaChem GmbH, Vokietija) optinio tankio ir fotoluminescencijos parametrų stabilumas bei fotostabilumas skirtingose vandeninėse modelinėse ir biologinėse terpėse. KT stabilumo ir fotostabilumo tyrimai dažniausiai atliekami vandeninėse terpėse (distiliuotame ar dejonizuotame vandenyje), kurios savo jonine jėga smarkiai skiriasi nuo realiai gamtoje esančių ir gyviems organizmas augti tinkamų vandeninių terpių. Modeliuojant dumbliams augti tinkamas terpės sąlygas, eksperimentai buvo atliekami vandeniniame tirpale su ištirpintomis augalų trąšomis (Schultz All Purpose Water Soluble Plant Food 20-20-20, Schultz Company, JAV) - modelinėje joninėje terpėje. Siekiant patikrinti kaip jonų sąveiką su KT paveikia kiti biologiniai veiksniai, į šiuos KT tirpalus joninėje terpėje buvo įdedama jaučio serumo albumino (Albumin, V fraction, $M = 69000$ g/mol, Carl Roth GmbH, Germany) arba gėlavandenių vienląsčių dumblių *Scenedesmus* ląstelėlių.

Pradinis KT sugerties ir fotoluminescencijos intensyvumas bandinyje su ištirpusiomis augalų trąšomis bei su dumblių ląstelėmis yra mažesnis, ir paskutinė sugerties juosta bei FL spektras nežymiai pasislinkę į raudonąją spektro pusę, lyginant su KT spektrais distiliuotame vandenyje bei terpėje su jaučio serumo albuminu. Didesnės joninės jėgos tirpale, nepriklausomai nuo terpėje esančio baltymo ar dumblių ląstelių, registruojamas FL spektro uodegos atsiradimas ir didėjimas ilgabangėje spektro srityje, kuris gali būti susijęs su KT paviršiaus defektais.

Apšvitinus bandinius violetine diodo spinduliuote (30 mW/cm², 404 ± 9 nm (FWHM)) buvo tiriama KT

fotoluminescencijos intensyvumo mažėjimo priklausomybė nuo švitinimo dozės skirtingos joninės jėgos tirpaluose, keičiant KT koncentraciją terpėje. Po švitinimo joninėje terpėje buvo nustatytas FL intensyvumo sumažėjimas ir laikinas uodegos raudonoje FL spektro srityje sumažėjimas.

Tyrimo metu distiliuotame vandenyje nustatytos trys kvantinių taškų FL mažėjimo stadijos (1 pav.).



1 pav. Normuoto CdTe-COOH kvantinių taškų FL intensyvumo mažėjimas išmatuotas ties FL juostos maksimumu (apie 550 nm) iš karto po bandinių švitinimo $3.6 - 108$ J / cm² spinduliuotės dozėmis ir pateiktas eksperimento laiko skalėje. KT fotoluminescencija registruota optine šviesolaidine sistema (žadavimo bangos ilgis - 405 nm).

Pradinėje stadijoje pasireiškė spartus FL intensyvumo mažėjimas, vidurinė – pereinamoji - atspindėjo lėtesnį mažėjimą, o paskutinei stadijai buvo vėl būdingas spartesnis mažėjimas. Vidurinės stadijos trukmė priklausė nuo terpės joninės jėgos bei KT koncentracijos. Terpėje su jonais ši stadija buvo trumpesnė. Šios trys stadijos atsispindėjo ir KT FL spektro formos pokyčiuose bei FL intensyvumo gebėjime atsistatyti tamsos fazėse tarp švitinimo metu (1 pav.). Taigi, KT fotoluminescencijos spektrinių savybių pokyčiai atspindi specifinius KT fotomodifikacijos vyksmus.

Reikšminiai žodžiai: kvantiniai taškai, fotostabilumas, baltymas, joninė vandeninė terpė.