

Šviesos sukelti Cd kvantinių taškų poveikiai vienląsčių dumblių autofluorescencijai

Light-mediated effects of Cd quantum dots on the autofluorescence of unicellular microalgae

Agnė Kalnaitytė, Saulius Bagdonas

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

agne.kalnaityte@ff.vu.lt

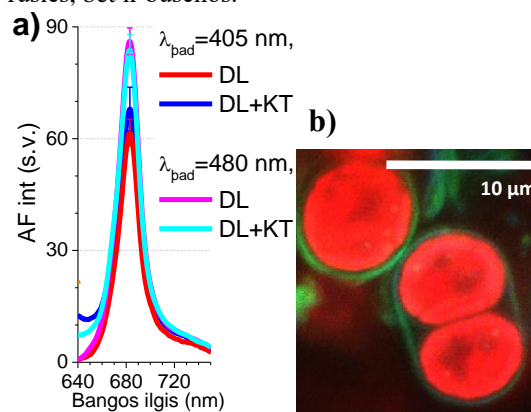
Kvantinių taškų (KT) fotoluminescencijos (FL) gesimas švitinant juos nuolatine spinduliuote ir naudojant kaip žymeklius vis dar išlieka problema. Kadangi KT fizikochemines savybes gali paveikti apšvietimo sąlygos [1], KT FL pokyčiai tampa itin svarbiais, įvertinant nanodalelių (ND) likimą biologinėje aplinkoje. Pirmiausia KT FL stabilumą vaizdinant paveikia kintanti paviršiaus dangalo struktūra, o vėliau, yrant susikaupusiems organizme KT, galimas apsinuodijimas sunkiaisiais metalais, pvz., kadmiu. Dėl tiesioginio kontakto su aplinka vienląsčiai dumbliai yra parankūs modeliniai organizmai tiriant ekotoksinius veiksnus. Dumblių ląstelių (DL) autofluorescencija (AF) taikoma spektroskopiniais metodais vertinant fotosintezės procesuose dalyvaujančių pigmentų pokyčius, taip atskleidžiant ir toksinius ląstelėms veiksnus. Įvertinus Cd KT fotostabilumą terpėje su vienląsčių gėlavandenių *Scenedesmus sp.* ir *Chlorella sp.* DL, spektroskopiniais ir mikroskopiniais metodais tirti KT sukelti dumblių AF pokyčiai bei stebėtas ND poveikis DL fotoadaptaciniam atsakui [2].

Nustatyta, kad joninės terpės sukeltas bei švitinimo paskatintas CdTe-MSA KT FL intensyvumas mažėja lėčiau DL aplinkoje, sumažėjus terpės jonų sąveikai su KT paviršiumi dėl jų kontaktų su dumblių ląstelėmis bei ekstraląsteliniais produktais, o KT lieka ankstyvesnėje fotomodifikacijos stadijoje.

DL AF spektrą su būdinga intensyvia juosta ties 683 nm ir šlaitu ties 740 nm labiausiai lemia chlorofilai (1 pav. a). Kontroliniai matavimai atskleidė, kad DL AF intensyvumas eksperimento dienomis didėjo, bet ne bandiniuose su KT. DL bandinių AF registruota periodinio dirbtinio apšvietimo sąlygomis (I grupė) ir natūralioje netiesioginėje saulės šviesoje (II grupė). Pakeistus švitinimo sąlygas, II grupės DL bandinių normuotuose AF spektruose intensyvumas santykinai padidėjo ilgabangėje šlaito srityje dėl spektrinio heterogeniškumo ir atspindi skirtingus santykinus fotosistemų I ir II fluorescencijos signalų įnašus, kurie priklauso nuo šviesos sąlygų augalo augimo metu. Dumblių spektriniai pokyčiai bandiniuose su KT atskleidė, kad DL adaptacinis atsakas buvo silpnesnis.

Nors DL AF intensyvumo mažėjimas jau buvo užregistruotas antrą inkubacijos su CdTe KT dieną, vertinant spektrinius KT duomenis, ND degradacija nėra tikėtina pradinio dumblių atsako priežastis. Net po savaitės inkubacijos vis dar buvo stebėta KT FL, o vaizdinimas mikroskopu neatskleidė ląstelių tankio pokyčių, būdingų tiesioginei DL inaktyvacijai. Fazinio kontrasto vaizduse nenustatytas akivaizdus žaliojo chlorofilo kiekio sumažėjimas, tačiau AF vaizduose

pastebėti KT FL skirtumai ir tarp skirtingų ląstelių, ir tarp dumblių rūšių. Be to, nors *Chlorella sp.* dumblių AF intensyvumas nesumažėjo, vaizduose, gautuose konfokalinio fluorescencinio mikroskopu, matyti, kad kai kurios DL turi apvalkalą, apgaubiantį kelias ląsteles (1 pav. b). Šio membraninio apvalkalo fluorescencija pateko į žalią kanalą (500-590 nm), kuriame detektuojama ir KT FL, todėl tikėtina, kad KT susikaupė būtent šioje membranoje ir nepateko į ląstelių vidų. Kadangi membranos aplink kelias ląsteles susidaro tik atitinkamu. dumblių gyvavimo laikotarpiu (dalijimosi metu, ar nepalankiomis aplinkos sąlygomis), tad KT sąveika su DL priklauso ne tik nuo paveiktų ląstelių rūšies, bet ir būsenos.



1 pav. a) Vienląsčių dumblių AF spektrai (I grupė), užregistruoti be KT ir po 1 val. inkubacijos su CdTe-MSA (25 μg/ml); žadinta ties 405 nm ir 480 nm. b) Vienląsčių DL fluorescencijos vaizdai po paros inkubacijos su KT (100 μg/ml) užregistruoti konfokalinio fluorescencinio mikroskopu. Žadinta diodiniu lazeriu $\lambda_{\text{zad}} = 405$ nm.

Gauti rezultatai aktualūs aiškinant šviesos poveikio prigimtį hidrofiliniams KT ir jo mechanizmus, ieškant sprendimų, pagerinti KT fotostabilumą biologinėse aplinkose, ir skatinant naujas puslaidininkinių ND panaudojimo galimybių.

Reikšminiai žodžiai: kvantiniai taškai, fotostabilumas, autofluorescencija.

Literatūra

- [1] A. Kalnaitytė, S. Bagdonas, R. Rotomskis. The dose-dependent photobleaching of CdTe quantum dots in aqueous media. *J Lumin*, 201, 434–44, (2018).
- [2] A. Kalnaitytė, S. Bagdonas, Light-mediated effects of CdTe-MSA quantum dots on the autofluorescence of freshwater green microalgae: Spectroscopic studies, *J Photoch Photobio B*, 199, 111629, (2019).