

# Fukoksantinių ir chlorofilų baltyminių kompleksų fluorescencijos gesinimas

## Fluorescence quenching in aggregates of fucoxanthin–chlorophyll protein complexes

Andrius Gelžinis<sup>1,2</sup>, Jevgenij Chmeliiov<sup>1,2</sup>, Marijonas Tutkus<sup>2</sup>, Ernesta Vitulskienė<sup>2</sup>, Marius Franckevičius<sup>2</sup>, Claudia Büchel<sup>3</sup>, Bruno Robert<sup>4</sup>, Leonas Valkūnas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Vilnius, Lietuva

<sup>2</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, Lietuva

<sup>3</sup>Gëtės Universitetas Frankfurte, Vokietija

<sup>4</sup>Paryžiaus-Saklė Universitetas, Prancūzija

[andrius.gelzinis@ff.vu.lt](mailto:andrius.gelzinis@ff.vu.lt)

Didžiąją dalį deguonies Žemės planetoje išskiria mikroorganizmai, kaip bakterijos ar dumbliai. Pavyzdžiui, titnagdumbliai išskiria maždaug tiek pat deguonies, kiek visi atogrąžų miškai. Tai yra stebinantis faktas, turint omenyje, kad titnagdumbliai gyvena po vandeniu, kur prasiskverbta gerokai mažiau Saulės šviesos nei gauna augalai ant Žemės paviršiaus.

Sėkmingai gyvuoti tokiomis sąlygomis titnagdumbliams padeda efektyvi šviesorankos sistema. Pagrindinis jų šviesorankos kompleksas yra fukoksantinių ir chlorofilų baltyminis kompleksas (FCP kompleksas). Žinoma, kad FCP kompleksuose yra chlorofilo *a*, karotenoido fukoksantino ir chlorofilo *c* molekulių. Pastarosios dvi molekulės gerai sugeria žalią ir mėlyną šviesą, kas reikalinga po vandeniu gyvenantiems organizmams. Pirmieji FCP komplekso atominės struktūros duomenys pasirodė tik prieš keletą metų [1,2]. Įdomu, kad jų sugretinimas su spektroskopiniais duomenimis parodė, kad skirtingų titnagdumblių rūšių FCP kompleksai turėtų struktūriškai skirtis [3].

Per didelis apšviestumas yra pavojingas titnagdumbliams, todėl jie yra išsivystę labai efektyvius savisaugos nefotocheminio (chlorofilų fluorescencijos) gesinimo (angl. non-photochemical quenching, NPQ) mechanizmus. NPQ yra sudėtinga tirti spektroskopiškai nagrinėjant chloroplastus ar tilakoidų membranas, nes stebimi persiklojantys fotosistemų ir jų anteninių kompleksų signalai. Tačiau FCP agregatai yra tinkama modelinė sistema tirti NPQ.

Šiame darbe bus pristatyti FCPa ir FCPb kompleksų, išgautų iš titnagdumblio *Cyclotella meneghiniana*, bei jų agregatų sklaidančiosios kameros fluorescencijos matavimai esant plačiam temperatūrų intervalui. FCPb agregatų fluorescencijos duomenys esant 15 K temperatūrai pateikti 1 pav. iliustruoja gautų rezultatų sudėtingumą. Ankstesni tokio tipo matavimai, atlikti su pagrindiniais augalų šviesorankos kompleksais LHCII [4], leido padaryti išvadas apie NPQ procese dalyvauvajančių būsenu molekulinę prigimtį.

Mūsų rezultatai rodo, kad agreguotų FCPa ir FCPb kompleksų fluorescencijos signalą lemia dvi šviesinės būsenos. Viena iš atitinka įprastą chlorofilo  $Q_y$  būsenos fluorescenciją, o kita yra susijusi su krūvio pernašos būseną tarp chlorofilų *a* ir *c*. Tuo tarpu už fluorescencijos gesinimą yra atsakinga tamsinė būseną, kuri kyla dėl sužadavimo energijos pernašos iš chlorofilų į fukoksantinių molekulių  $S_1$  būseną.

*Reikšminiai žodžiai: fluorescencija, nefotocheminis gesinimas, fukoksantinių ir chlorofilų baltyminis kompleksas, titnagdumbliai.*

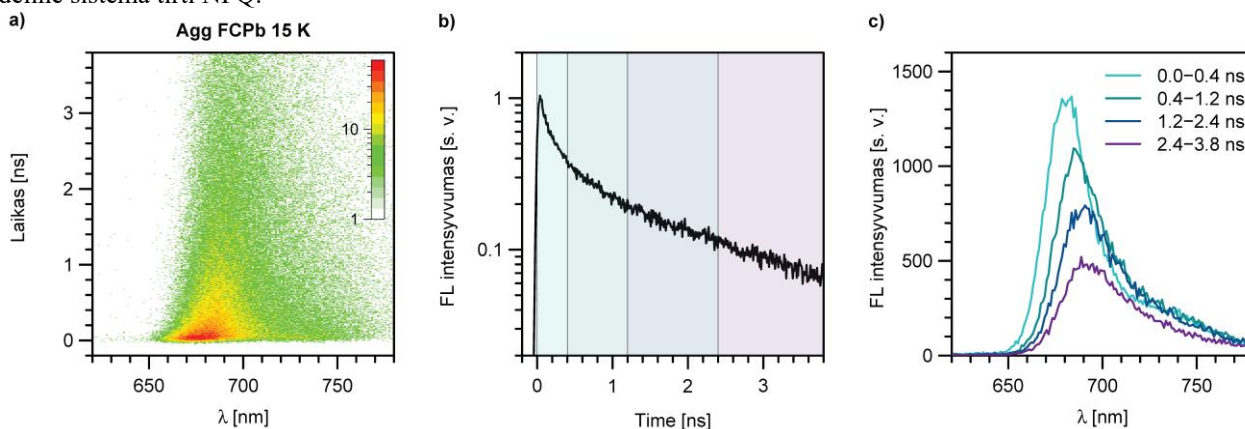
### Literatūra

[1] W. Wang ir kt., Science **363**, eaav0365 (2019).

[2] X. Pi ir kt., Science **365**, eaax4406 (2019).

[3] A. Gelžinis ir kt., Phys. Chem. Chem. Phys. **23**, 806–821 (2021).

[4] J. Chmeliiov ir kt., Nat. Plants **2**, 16045 (2016).



1 pav. Agreguotų FCPb kompleksų fluorescencijos duomenys esant 15 K temperatūrai. a) dvimatis fluorescencijos intensyvumo žemėlapis; b) suintegruota fluorescencijos gesimo kinetika; c) skirtingais laiko intervalais integruoti fluorescencijos spektrai.