

# Sustiprinto sužadinių gaudimo LH1-RC-PufX klasteriuose fenomenologija

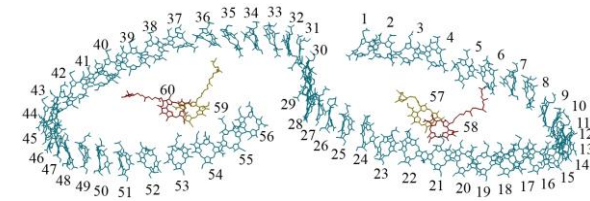
## Phenomenology of enhanced excitation trapping in clusters of LH1-RC-PufX

Gediminas Trinkūnas

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

[gediminas.trinkunas@ftmc.lt](mailto:gediminas.trinkunas@ftmc.lt)

Fototrofinių bakterijų fotosintetinančios membranos dažniausiai yra sudarytos iš dviejų rūšių šviesą surenkančių kompleksų: kamieninių LH1 (sugerties maksimumas ties 875 nm), žiedu juosiančių reakcinius centrus (RC) ir periferinių žiedinių LH2 (850 nm), kartu formuojančių energetinį „piltuvėlį“ į RC, kur įvyksta pirminis krūvio atskyrimas. Laukinio tipo *Rba. sphaeroides* bakterijų membranose kamieniniai kompleksai yra dimerų (LH1-RC-PufX)<sub>2</sub> pavidalo (žiūr. 1 pav.) ir yra kompaktiškai išsidėstę dimerų juostomis ar

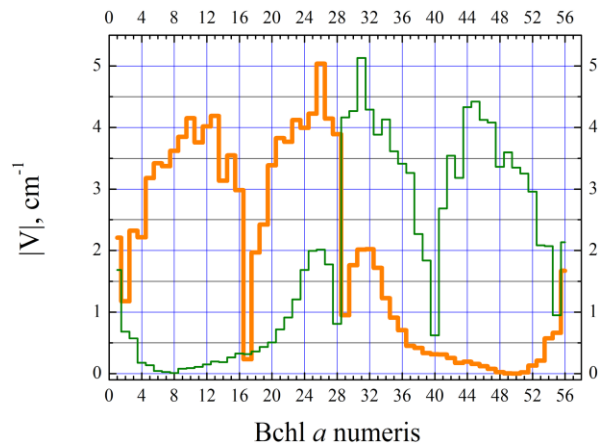


1 pav. *Rba. sphaeroides* kamieninio dimerio (LH1-RC-PufX)<sub>2</sub> bakteriochlorofilo (Bchl *a*) molekulių išsidėstymas (žiūr. baltymų duomenų bazės bylas (PDBID) 4JCB ir 4JC9). Žiedų centruose esančios specialiosios RC Bchl *a* molekulių poros 57-58 ir 59-60 yra pirminiai krūvio donorai.

pavieniui, apsupti LH2 kompleksais [1]. Polipeptidai PufX, užpildantys tarpus Bchl *a* molekulių grandinėje yra atsakingi už RC chinonų išsidėstymą elektrono pernašos grandinėje, o taip pat ir S pavidalo dimerų struktūrą, nors pasitaiko ir monomerų. Kamieninių kompleksų klasterių, o ypač dimerų juostų susidarymo tikslingumas išlieka neaiškus nuo pat jų atradimo [1].

Visai neseniai buvo atlikti palyginamieji sužadintų *Rba. sphaeroides* LH1-RC-PufX monomero ir dimerio fluorescencijos kinetikos matavimai, kurie parodė, kad sužadiniai dimere yra sugaudomi beveik dvigubai greičiau nei monomere, nepriklausomai ar RC yra atviri ar uždari [2]. Šio pranešimo tikslas yra klasterizacijos efektą aprašyti paprastu fenomenologiniu atsitiktinio sužadinių klaidžiojimo modeliu, panašiu į taikytą sužadinių anihilacijos aprašymui žiediniuose LH1 ir LH2 kompleksuose [3]. Pagrindinis tokio aprašymo privalumas yra tas, kad visos būtinos kinetinės konstantos yra pasitelkiamos iš ankstesnių eksperimentų [4, 5]. Remiantis (LH1-RC-PufX)<sub>2</sub> struktūra (1 pav.) suskaičiuotos žiedo Bchl *a* ir RC molekulių sąveikos (2 pav.) rodo, kad energijos pernaša tarp žiedo ir RC vyksta dviem kanalais, atitinkančiais sąveikos kreivių maksimumus, o vienas iš tų kanalų dėl labai trumpo sužadimo šuolio LH1 žiede trukmės [3] yra bendras abiem RC. Tai leidžia sudaryti energijos pernašos

trukmių (LH1-RC-PufX)<sub>N</sub> klasteriuose hierarchiją. Iš jos seka, kad (mažiausiai iki N=6) visi RC komunikuoja su



2 pav. Dipol-dipolinės sąveikos tarp LH1 Bchl *a* molekulių ir RC poros žemesnės energijos būsenos. 57-58 pora atitinka storesnę, o 59-60 – plonesnę linijas.

vienu bendru Bchl *a* molekulių agregatu, kuriame sužadimo pernašos vyksmai yra žymiai greitesni už pernašas tarp LH1 ir RC. Tokio klasterio vidutinė sužadimo gyvavimo trukmė atvirų RC atveju lygi

$$\langle \tau \rangle = \tau_t / N + \tau_{RC} [1 + \tau_t / (\tau_d N)], \quad (1)$$

kur  $\tau_t$ ,  $\tau_d$  ir  $\tau_{RC}$  yra sužadimo pernašos LH1→RC, RC→LH1 ir krūvio atskyrimo RC vidutinės trukmės, o  $N$  yra RC skaičius. Gautoji išraiška (1) gerai dera su [2] darbo rezultatais.

Pateikiama taip pat ir LH1-RC klasterių sužadimo gesinimo analizė aukštesnių žadinimo intensyvumų atveju, kai randasi uždaryti RC. Ji parodo, kad klasterizacija užtikrina aukštą bakterinės fotosintezės našumą prie įvairių apšvietimo sąlygų.

*Reikšminiai žodžiai: fototrofinių bakterijų fotosintezė, šviesos surinkimas, LH1-RC-PufX*

### Literatūra

- [1] S. Bahatyrova, R. N. Frese, C. A. Siebert, J. D. Olsen, K. O. van der Werf, R. van Grondelle, R. A. Niederman, P. A. Bullough, C. Otto, and C. N. Hunter. *Nature* 430, 1058 (2004).
- [2] M. Chenchiliyan, K. Timpmann, E. Jalviste, P. G. Adams, C. N. Hunter, A. Freiberg. *BBA* 1857, 634 (2016).
- [3] G. Trinkūnas. *J. Luminesc.* 102-103, 532 (2003).
- [4] Z. Katiliene, E. Katilius, and N. W. Woodbury. *Biophys. J.* 84, 3240 (2003).
- [5] P. D. Dahlberg, P.-Ch. Ting, S. C. Massey, M. A. Allodi, E. C. Martin, C. N. Hunter & G. S. Engel. *Nature Commun.* 8, 988 (2017).