

Sužadavimo energijos dinamika fotosintetiniuose šviesorankos kompleksuose

Excitation energy dynamics in photosynthetic light-harvesting complexes

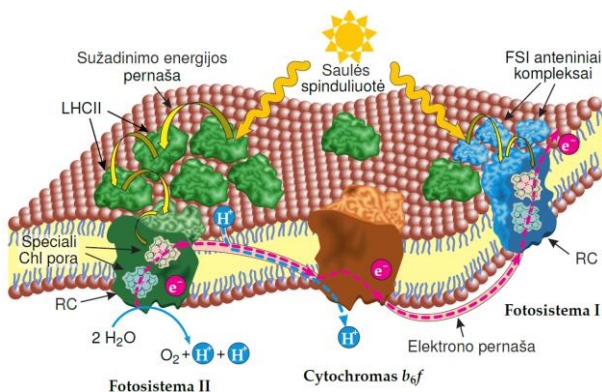
Jevgenij Chmeliov^{1,2}

¹Cheminės fizikos institutas, Fizikos fakultetas, Vilniaus universitetas, Saulėtekio al. 9, 10222 Vilnius

²Molekuliųjų darinių fizikos skyrius, Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

jevgenij.chmeliov@ff.vu.lt

Fotosintezė yra vienas svarbiausių Žemės gyvuosiuose organizmuose vykstančių procesų, kurio metu augalų, dumblių ir fotosintetinių bakterijų sugertos šviesos energija yra išsaugojama angliavandenių cheminio ryšio energijos pavidalu. Augaluose pirminiai fotosintezės vyksmai vyksta chloroplastų tilakoidų membranose esančiuose pigmentų (chlorofilų bei karotenoidų molekulių) ir baltymų superkompleksuose – vadinamosiose fotosistemose (1 pav.). Pigmentų spektrinės savybės bei jų tarpusavio išsidėstymas baltyminėje aplinkoje užtikrina itin efektyvią šviesos energijos sugertį ir sugeneruotų molekulių elektroninių sužadimų – eksitonų – pernašą per šviesorankos anteną į fotosistemų centre esančius reakcijų centrus, kuriuose ši energija yra panaudojama krūviams atskirti.



1 pav. Augalų fotosintetinės membranos schematinė sandara

Minėti vyksmai pasižymi ypatingai dideliu kvantiniu našumu: įprastomis apšvietimo sąlygomis virš 80% šviesorankos antenoje šviesa sugeneruotų molekulių sužadimų pasiekia reakcijų centrus. Kita vertus, saulėtą dieną dėl baigtinės veikimo spartos reakcijų centrai įsisotina ir nespėja panaudoti visų sugertų fotonų

energijos krūviams atskirti. Dėl to ženkliai išauga stipriomis oksidacinėmis savybėmis pasižyminčio singuletinio deguonies susidarymo pavojus. Pasirodo, stiprių fotopažeidimų augalai sugeba išvengti per milijonus evoliucijos metų išvystę keletą fotoapsaugos mechanizmų. Efektyviausias iš jų, veikiantis molekulinio lygmeniu ir įsijungiantis ar išsijungiantis vos per keletą minučių priklausomai nuo apšviestumo sąlygų, išsklaido šviesorankos antenoje susikaupusį perteklinį sužadimą šilumos pavidalu ir yra žinomas kaip nefotocheminis gesinimas.

Taigi pigmentų ir baltymų šviesorankos kompleksai fotosintezėje atlieka dvigubą vaidmenį: jie dalyvauja sugeriant šviesos fotonus ir pernešant jų energiją į reakcijų centrus, tačiau tuo pačiu yra atsakingi ir už fotosistemose savireguliaciją ir apsaugą nuo fotopažeidimų. Pastarasis vaidmuo leidžia augalui greitai prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų, tačiau įvertinama, kad jo racionalus valdymas leistų net iki 30% padidinti augalų biomasės gamybą. Paskutinius du dešimtmečius daugelyje pasaulio laboratorijų vyko intensyvus abiejų šių vyksmų tyrinėjimas – tiek išskiriant fotosintetinius kompleksus ir atliekant jų įvairius laikinės skyros spektroskopinius matavimus, tiek nustatant jų erdvinę struktūrą bei kuriant teorinius sužadavimo energijos pernašos bei gesinimo modelius.

Pranešimo metu bus apžvelgti kelerių pastarųjų metų darbai, kurie buvo atlikti bendradarbiaujant su kitais Lietuvos ir užsienio mokslininkais siekiant išsiaiškinti sužadavimo energijos pernašos šviesorankos antenoje ypatumus, sukurti šios pernašos mikroskopinį struktūrą paremtą modelį bei atskleisti nefotocheminio gesinimo molekulinis mechanizmus.

Reikšminiai žodžiai: fotosintezė, pigmentų ir baltymų kompleksai, energijos pernaša, nefotocheminis gesinimas, laikinės skyros fluorescencija.