

Antény obrněnek napomáhají pochopení molekulárních mechanismů světlosběrných procesů ve fotosyntéze

Fotosyntéza je klíčový proces zajišťující přeměnu energie slunečního záření na jiné formy energie využitelné nefotosyntetickými organismy. Zásadní funkci v tomto procesu hrají specializované proteiny, tzv. antény, které účinně zachycují sluneční záření a jeho energii odesílají ke zpracování ve fotosyntetických reakčních centrech. Detailní porozumění tohoto procesu je nezbytné k pochopení molekulárních mechanismů zajišťujících účinné zachycování a přenos energie, a je v současné době rovněž mimořádně důležité pro konstrukci syntetických makromolekulárních komplexů, které by v budoucnu mohly sloužit jako molekulární antény zachycující a koncentrující sluneční záření ve fotovoltaických člancích.

Významnou úlohu ve světlosběrných procesech hrají pigmenty zvané karotenoidy, jež nejen účinně zachycují sluneční záření, ale jsou rovněž schopny regulovat přenos energie ve fotosyntetických anténách, a tím chránit organismy před nebezpečným nadbytkem slunečního záření. Mezinárodní tým vědců z Německa, USA, Austrálie a České Republiky, jehož členem je i **prof. Tomáš Polívka z Ústavu fyzikální biologie Jihočeské univerzity a Ústavu molekulární biologie rostlin BC AVČR**, prokázal pomocí kombinace metod molekulární biologie, rentgenové krystalografie, výpočetních metod kvantové chemie a optické spektroskopie s vysokým časovým rozlišením, že ve specializovaných anténách obrněnek se nachází karotenoid, peridinin, který je zcela zásadní pro regulaci přenosu energie. **Výsledky byly publikovány 8. 12. 2009 v prestižním vědeckém časopise Proceedings of National Academy of Sciences USA.**

Antény obrněnek jsou specifické tím, že jako jediné známé antény využívají karotenoidy jako hlavní světlosběrné pigmenty. Každý anténní protein obsahuje osm karotenoidů a dva chlorofyly. Tato unikátní kombinace je výsledkem přizpůsobení obrněnek pro život pod vodou v oblastech, kde maximální intenzita slunečního záření spadá právě do spektrální oblasti, kterou jsou tyto karotenoidy, peridinin, schopny účinně pokrýt. Peridinin absorbuje sluneční záření a energii přenáší na molekuly chlorofylu, odkud je energie dále přenášena pomocí dalších specializovaných proteinů do fotosyntetických reakčních center.

Pomocí mutací aminokyselin v blízkosti vazebných míst každého peridininu se podařilo identifikovat specifický peridinin, který "cítí" přítomnost excitovaného chlorofylu ve své blízkosti. Tento peridinin reaguje na excitovaný chlorofyl změnou absorpčního spektra, a tuto

změnu se podařilo odhalit pomocí optické spektroskopie s vysokým časovým rozlišením. Extrémní časové rozlišení (přibližně 100 femtosekund, 10^{-13} s) je nezbytné, jelikož přenosy energie ve fotosyntetických anténách jsou nesmírně rychlé a tudíž jakékoliv změny způsobené excitací chlorofylu mají jen velmi krátké trvání. Tyto tzv. optická transietní spektra, byla úspěšně modelována pomocí kvantově-chemických výpočtů na základě struktur nativního i mutovaného proteinu.

Skutečnost, že jedna ze čtyř molekul molekul peridininu v anténách obrněnek je schopna reagovat na přítomnost excitovaného chlorofylu má dalekosáhlé důsledky pro pochopení regulace přenosu energie pomocí karotenoidů. Vzdálenost a specifická vzájemná orientace tohoto peridininu a blízkého chlorofylu umožňuje přenos energie mezi peridininem a karotenoidem za předpokladu, že je excitován peridinin, ale zároveň umožňuje přenos energie opačným směrem v případě, že excitovaný chlorofyl není schopen přenést energii dále. V takovém případě dochází k přechodu chlorofylu do tzv. tripletního stavu. Tripletní stavy jsou pro organismus nežádoucí, jelikož mohou interagovat s kyslíkem a vytvářet tzv. singletní kyslík, jež je mimořádně nebezpečný. “Obousměrnost” přenosu energie je tedy významným regulačním mechanismem a je způsobena spektroskopickými vlastnostmi peridininu, které jsou ještě jemně doladěny pomocí interakce s aminokyselinami v blízkosti vazebného místa. Mutací těchto aminokyselin bylo narušeno optimální nastavení spektroskopických vlastností peridininu, což umožnilo identifikaci výše uvedených mechanismů.

Schulte, T., Niedzwiedzki, D. M., Birge, R. R., Hiller, R. G., Polívka, T., Hofmann, E. Frank, H. A. Identification of a single peridinin sensing Chl-a excitation in reconstituted peridinin-chlorophyll a-proteins (PCP) by crystallography and spectroscopy. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106, 20764–20769, 2009.

Tisková zpráva

<http://www.pm.rub.de/en2009/msg00380.htm>