Jakub Sławski

Rozprawa doktorska pt. ***Analiza transferu energii i elektronów w wieloskładnikowych układach bionanohybrydowych***

Streszczenie

Systemy bionanohybrydowe są strukturami złożonymi z nanomateriałów (materiałów o rozmiarze rzędu 1-100 nm w przynajmniej jednym wymiarze) oraz elementów biologicznych: białek, błon lipidowych, kompleksów biomolekularnych. Dla konkretnych, wykorzystywanych w niniejszej rozprawie typów połączeń, może dojść do przekazu energii i elektronów pomiędzy partnerami bionanohybrydy. Ze względu na zróżnicowaną budowę i stechiometrię poszczególnych składników, mechanizmy tych procesów mogą być złożone, w szczególności możliwe jest jednoczesne występowanie współzawodniczących ze sobą procesów transferu energii i elektronów. Współzawodnictwo takie może pojawić się przy wykorzystaniu opartych o bionanohybrydy sond czy biosensorów, po wprowadzeniu ich do żywych komórek lub też układów eksperymentalnych symulujących komórki.

W niniejszej pracy układem modelowym do badania współzawodnictwa pomiędzy dwoma procesami – indukowanym światłem transferem elektronów i transferem energii wzbudzenia elektronowego – był system złożony z półprzewodnikowych kropek kwantowych (nanokryształów CdTe) oraz białka posiadającego właściwości redoks – cytochromu *c*. W celu modyfikacji właściwości luminescencyjnych i redoks cytochromu *c*, zastosowano wymianę atomu żelaza na jony cynku lub cyny, a także wykorzystano formę cytochromu *c* z pierścieniem porfirynowym, pozbawionym centralnego atomu metalu - tak zmodyfikowane pochodne cytochromu *c* nie mogą przyjąć elektronu, zyskują natomiast właściwości fluorescencyjne. Do analizy udziału poszczególnych procesów zachodzących w układzie posłużyły spektrofotometryczne i fluorymetryczne metody pomiaru stacjonarnego i czasowo-rozdzielczego. Wykonane eksperymenty wykazały dominujący charakter transferu energii z kropek kwantowych na cytochrom *c* w porównaniu z transportem elektronu. W dłuższej skali czasowej produkty redukcji kumulowały się, ze względu na nieodwracalność tej reakcji w badanych układzie. Udział poszczególnych mechanizmów może być jednak modyfikowany, proces fotoredukcji cytochromu *c* w obecności jego pochodnych zachodził z większą lub mniejszą szybkością, w zależności od rodzaju alternatywnego akceptora dla kropki kwantowej. Pomiary absorpcji przejściowej układu pozwoliły na określenie kinetyki procesów transferu na wczesnym (ps-ns) etapie po wzbudzeniu układu przez foton.

Dodatkową częścią pracy było stworzenie układu złożonego z kropek kwantowych oraz naturalnych kompleksów antenowych – fikobilisomów lub roślinnych kompleksów zbierających światło typu II – uorganizowanych na powierzchni nośnika, którym były nanorurki węglowe. Transfer energii w obrębie takiej bionanohybrydy oraz jej przekaz na fotosystem zlokalizowany w wyizolowanych tylakoidach został potwierdzony przez mikroskopię obrazowania czasów życia fluorescencji. Pomiary zużycia tlenu przez tylakoidy, wykonane w sztucznym układzie redoks za pomocą elektrody Clarka, pokazały ok. dwukrotny wzrost aktywności fotosystemu oświetlanego światłem zielonym (510-530 nm).

Zebrane wyniki stanowią wkład w zrozumienie funkcjonowania systemów bionanohybrydowych w kontekście absorpcji i przekazu energii świetlnej. Przedstawione badania ukazują potencjalne możliwości oferowane przez połączenia nanomateriałów i biocząsteczek zastosowanych jako kompleksy antenowe, biosensory bądź fotokatalizatory.