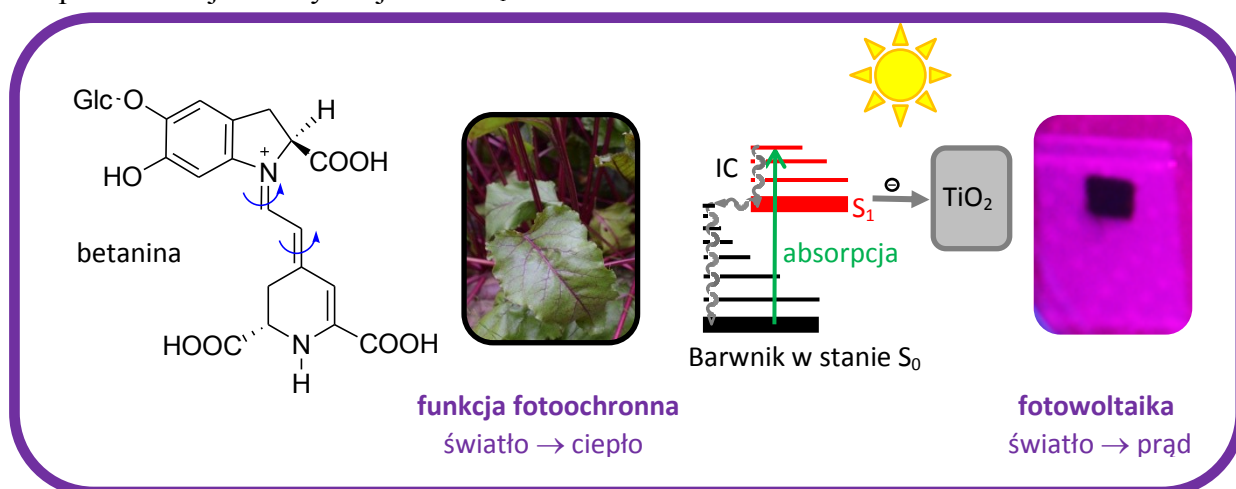


## Popularyzatorski opis rezultatów projektu

Betalainy to purpurowe lub żółte barwniki naturalne obecne w roślinach (m.in. w buraku ćwikłowym i kwiatach dziurawca) oraz w grzybach (muchomorze czerwonym). Jedną z dotychczasowych słabo poznanych funkcji pełnionych przez te barwniki jest ich rola fotoprotekcyjna (filtr ochronny przed promieniowaniem słonecznym). Realizacja projektu pozwoliła opisać molekularny mechanizm przebiegający w betalainach, który odpowiada za ultraszybką konwersję światła na ciepło, i zapewnia bezpieczeństwo dla układów biologicznych. Cząsteczka betalainy, absorbująca foton światła, ulega wzbudzeniu do wyższego stanu elektronowego  $S_1$ . W stanie  $S_1$  następują bardzo szybkie zmiany geometrii barwnika, przebiegające w skali czasu znacząco krótszej od 1 miliardowej sekundy, polegające na rotacji wokół centralnych, podwójnych wiązań C=N lub C=C. Zmiany geometrii skutkują bezpromienistą dezaktywacją barwnika ze stanu  $S_1$  do stanu podstawowego  $S_0$  na drodze konwersji wewnętrznej IC (ang. internal conversion), a pojawiający się nadmiar energii oscylacyjnej zostaje rozproszony w postaci ciepła. Istotnym parametrem molekularnego otoczenia barwnika jest jego lepkość, która to może utrudniać zmianę geometrii barwnika, a tym samym spowalniać proces zaniku stanu wzbudzonego  $S_1$ . Szczegółowe badania zrealizowano dla kilku betalain (purpurowej betaniny i żółtych barwników: indyksamantyny, wulgksamantyny I i mirksamantyny V), stosując metody stacjonarnej i czasowo-rozdzielczej spektroskopii optycznej. Projekt badawczy poświęcono również budowie i badaniom fotoogniw sensybilizowanych betalainami (DSSC, ang. dye-sensitized solar cell). Stwierdzono, że pożądana wysoka wydajność pierwotnego procesu wstrzykiwania elektronu do tlenku tytanu ( $TiO_2$ ) jest ograniczana przez konkurencyjny proces bezpromienistej dezaktywacji stanu  $S_1$ .



Rys. 1. Naturalne barwniki betalainy wykazują bardzo szybki ( $10^{11} \text{ s}^{-1}$ ) bezpromienisty kanał IC dezaktywacji elektronowego stanu wzbudzonego  $S_1$ , który z jednej strony pełni funkcję fotoochronną w układach biologicznych, a z drugiej strony ogranicza wydajność działania fotoogniwa.

Betalainy, oprócz pełnienia ważnych funkcji biologicznych w roślinach i grzybach, komercyjnie są już wykorzystywane jako barwniki w przemyśle spożywczym (10 % rynku) i kosmetycznym. Cechuje je brak toksyczności i właściwości prozdrowotne. Zrealizowany projekt badawczy wyjaśnia mechanizm działania betalainowego filtra fotoochronnego oraz procesy zachodzące w ogniwach DSSC sensybilizowanych betalainami. Uzyskana wiedza otwiera nowe możliwości dla komercyjnego zastosowania betalain.