

Natura zawsze stanowiła źródło nieustającej inspiracji dla chemików, nie tylko ze względu na ogromną różnorodność związków chemicznych, jakie mogą wytwarzać żywe organizmy, ale także ze względu na niezwykle strategie biosyntetyczne stosowane w tym celu. Naturalne, biosyntetyczne strategie opierają się w głównej mierze na wykorzystaniu enzymów jako katalizatorów przemian chemicznych, kompartmentalizacji pojedynczych enzymów lub całych szlaków biosyntezy w organellach komórkowych oraz sekwencyjnym wykorzystaniu enzymów w złożonych szlakach metabolicznych, umożliwiającym organizmom otrzymywanie skomplikowanych cząsteczek chemicznych z prostych bloków budulcowych.

Wykorzystanie sił Natury do prowadzenia zrównoważonej syntezy chemicznej jest niezwykle ważne z punktu widzenia środowisk akademickich i przemysłowych, gdyż enzymy jako biokatalizatory reakcji chemicznych gwarantują nie tylko znacznie szybsze tworzenie się produktów w łagodnych warunkach procesowych, ale także odpowiedzialne są za promowanie przekształceń substratów z doskonałą chemo-, regio- i stereoselektywnością, przy jednoczesnym zachowaniu wymogów ochrony środowiska. Dzięki tym właściwościom, enzymy stały się wartościowym narzędziem w syntezach chiralnych związków, realizowanych w wysoce wydajny i selektywny sposób. Znacznie przewyższają one potencjał katalityczny zarówno katalizatorów metaloorganicznych (otrzymywanych na bazie kompleksów metali przejściowych) jak i organokatalizatorów. Implementacja enzymów do technologii organicznych radykalnie skraca ścieżki syntez, prowadząc do zmniejszenia ilości generowanych odpadów oraz poprawy efektywności kosztowej. Ponadto, w ostatnich latach podjęto znaczne wysiłki w celu skutecznego naśladowania metabolizmu organizmów poprzez stosowanie kilku rodzajów enzymów w jednym reaktorze w syntezach złożonych cząsteczek chemicznych bez konieczności wydzielenia produktów pośrednich. Biokatalityczne reakcje kaskadowe prowadzone w strategii "one-pot" i wykorzystujące hybrydowe systemy biotechnologiczne stworzyły nowe możliwości dla opracowania wielu ambitnych przedsięwzięć syntetycznych, użytecznych zwłaszcza w produkcji chiralnych leków, w których zarówno chemiczna jak i optyczna czystość aktywnych składników farmaceutycznych (API) są najważniejszymi parametrami decydującymi o aktywności terapeutycznej oraz bezpieczeństwie stosowania.

Z kolei bez światła słonecznego nie byłoby możliwe życie na Ziemi! Poza dobrze poznanymi istotnymi funkcjami światła słonecznego w tak fundamentalnych procesach biochemicznych jak fotosynteza u roślin i sinic, czy produkcja witaminy D<sub>3</sub> i melaniny w skórze ssaków oraz wydzielanie hormonów (np. serotoniny, melatoniny) w szyszynce i mózgu człowieka, coraz częściej podejrzewa się, że promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez Słońce odegrało również kluczową rolę w indukcji chiralności w podstawowych elementach budulcowych życia, takich jak aminokwasy i węglowodany. Zainspirowani tymi odkryciami chemicy, od dziesięcioleci badają możliwości ulepszenia procesów chemicznych z wykorzystaniem promieniowania UV lub światła widzialnego. W tym kontekście, osiągnięcia naukowe ostatnich kilku lat wykazały ogromny potencjał zastosowania szczególnie światła niebieskiego jako "czystego i bezpiecznego" źródła energii oraz licznych fotokatalizatorów w zakresie ich zdolności katalizowania szeregu interesujących reakcji chemicznych. Co więcej, fenomen procesów sterowanych światłem polega na bogactwie nowych reakcji oraz poprawie reaktywności substratów, dzięki czemu foto-chemokataliza stanowi obecnie prawdziwie unikalny zestaw narzędzi syntetycznych, umożliwiających realizację wielu trudnych transformacji cząsteczek organicznych, nieosiągalnych przy użyciu konwencjonalnej chemo- oraz biokatalizy.

**Celem projektu jest opracowanie nowych, praktycznych, proekologicznych, wysokowydajnych, wspomaganych światłem biokatalitycznych metod syntezy związków o wysokiej wartości dodanej (gł. alkoholi i amin), użytecznych jako chiralne bloki budulcowe w przemyśle farmaceutycznym.**

Zaplanowane badania realizowane będą na drodze deracemizacji chiralnych alkoholi i kwasów karboksylowych, funkcjonalizacji alkenów i pirokatechin oraz waloryzacji organicznych związków odpadowych. Innowacyjność projektu polegać będzie na połączeniu fotokatalizy z wykorzystaniem światła widzialnego i komercyjnych lub nowo zsyntetyzowanych fotokatalizatorów wraz z multi-enzymatycznymi reakcjami kaskadowymi redoks, wykorzystującymi chemoenzymatyczną oksyfunkcjonalizację wiązań C–O, bio-*trans*-wodonorowanie lub aminowanie redukcyjne wiązań C=O oraz enancjoselektywną transformację racemicznych alkoholi.

Zaplanowane w projekcie foto-chemo-biokatalityczne transformacje przeprowadzone zostaną za pomocą enzymów różnych klas (np. oksydoreduktaz, transferaz, oksydaz, hydrolaz), przygotowanych w ramach współpracy z Prof. W. Kroutilem z Uniwersytetu w Gruzji. Kluczowym aspektem badań będzie optymalizacja warunków foto-biokatalitycznych reakcji w taki sposób, aby zachowana była kompatybilność oraz synergia między ww. procesami, umożliwiające osiągnięcie pożądanego aktywności katalitycznej zarówno foto- jak i biokatalizatorów. Oczekuje się, że nowo zaprojektowane foto-enzymatyczne procedury syntez optycznie czystych związków, ze względu na ich prostotę oraz wysoką wydajność katalityczną, będą doskonałą alternatywą dla obecnie stosowanych metod syntezy i wykorzystane zostaną w przemyśle farmaceutycznym do produkcji innowacyjnych leków.

