

mgr inż. Katarzyna Jankowska
Politechnika Poznańska
Wydział Technologii Chemicznej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Immobilized oxidoreductases as tools for decolorization of dyes from aqueous solutions

(Immobilizowane oksydoreduktazy jako narzędzia w dekoloryzacji barwników z roztworów wodnych)

Promotor rozprawy doktorskiej: prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski

Promotor pomocniczny: dr hab. inż. Jakub Zdarta

W związku z nieustannie rosnącymi ilościami zanieczyszczeń środowiskowych w wodach, jakimi są między innymi barwniki, stale poszukuje się nowych metod ich unieszkodliwiania czy usuwania. Jest to spowodowane faktem, iż posiadają one rozbudowaną strukturę chemiczną, przez co są trudnodegradowalne. Oprócz tego mogą mieć toksyczny wpływ na środowisko oraz zdrowie ludzkie, dlatego nawet ich śladowa ilość w układach wodnych jest niepożądana. Mimo, że istnieje wiele metod usuwania tych zanieczyszczeń, to często są one nieefektywne, a roztwór po dekoloryzacji może być wciąż szkodliwy i niebezpieczny dla środowiska. Dlatego też postanowiono przeprowadzić badania mające na celu otrzymanie nowych narzędzi katalitycznych, umożliwiających efektywną dekoloryzację barwników z roztworów wodnych oraz obniżenie toksyczności mieszaniny poreakcyjnej.

W części teoretycznej pracy doktorskiej opisano enzymy z grupy oksydoreduktaz, ze szczególnym uwzględnieniem lakazy i peroksydazy chrzanowej, pod kątem ich pochodzenia, właściwości katalitycznych oraz możliwości aplikacyjnych w różnych dziedzinach przemysłu. Dodatkowo, szczególny nacisk położono na opisanie procesu immobilizacji enzymów, który umożliwia wytworzenie heterogenicznego biokatalizatora, charakteryzującego się wysoką aktywnością katalityczną, stabilnością w środowisku reakcji oraz możliwością wielokrotnego wykorzystania. Co więcej, zagadnienia dotyczące nośników w immobilizacji biomolekuł oraz technik ich unieruchamiania zostały szczegółowo przedyskutowane z uwzględnieniem aktualnego stanu wiedzy. W części teoretycznej został również przedstawiony temat szkodliwości i toksyczności zanieczyszczeń środowiskowych, a w szczególności barwników. Wśród różnych metod degradacji tych związków z roztworów wodnych wyróżniono zastosowanie immobilizowanych oksydoreduktaz jako efektywnych narzędzi w dekoloryzacji barwników, co przedstawiono w oparciu o wybrane przykłady literaturowe.

W ramach pracy doktorskiej przedstawiono wyniki badań oraz ich dyskusję, będące podstawą 6 oryginalnych publikacji naukowych stanowiących monotematyczny cykl prac, które dotyczą wytwarzania nowych biosystemów składających się z hybrydowych materiałów tlenkowych ($\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2$, $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2\text{-SiO}_2$, $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2$, $\text{ZrO}_2\text{-SiO}_2/\text{Cu}^{2+}$) lub włókien elektroprzędzonych (nylon 6, poli(metakrylan metylu)/polianilina, polistyren/poli(D,L-laktyd-ko-glikolid)) oraz immobilizowanych oksydoreduktaz, jakimi były lakaza i peroksydaza chrzanowa. Dokonano doboru metody unieruchamiania enzymów (adsorpcja lub wiązanie kowalencyjne) oraz warunków procesu immobilizacji, w celu otrzymania systemów biokatalitycznych charakteryzujących się wysokimi aktywnościami katalitycznymi. W oparciu o wyniki analiz takich jak mikroskopia elektronowa (SEM), konfokalna laserowa mikroskopia skaningowa (CLSM), spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), energodispersyjna mikroanaliza rentgenowska (EDS) czy spektrofotometria w zakresie nadfioletu i promieniowania widzialnego (UV-Vis), potwierdzono skuteczną syntezę nośników oraz efektywną immobilizację oksydoreduktaz. Otrzymane biosystemy scharakteryzowano następnie pod kątem ich stabilności w trakcie przechowywania oraz możliwości wielokrotnego wykorzystania w kolejnych cyklach katalitycznych. Istotnym etapem prac było zbadanie właściwości aplikacyjnych wytworzonych biosystemów w dekoloryzacji barwników jakimi były

C.I. Reactive Black 5, C.I. Reactive Blue 19, C.I. Reactive Blue 4 oraz C.I. Mordant Red 3. W trakcie badań zdefiniowano wpływ zmiennych warunków procesowych, takich jak: pH, temperatura i czas trwania procesu, a także stężenie barwnika, jak i obecność inhibitorów, na efektywność dekoloryzacji. Co więcej, określono szkodliwość roztworów przed i po degradacji, jak i podjęto próby zdefiniowania mechanizmów przyłączenia enzymu do nośnika oraz procesu usuwania barwników. Do tego celu zastosowano zaawansowane techniki i metody analityczne.

Przedstawione wyniki oraz opisane zależności, będące podstawą dysertacji doktorskiej, umożliwiły potwierdzenie zdefiniowanej hipotezy badawczej oraz udowodniły osiągnięcie celu badań. Uzyskane dane umożliwiły określenie właściwości katalitycznych wytworzonych biosystemów z unieruchomionymi oksydoreduktazami oraz dostarczyły informacji na temat efektywności dekoloryzacji wybranych barwników przy pomocy układów biokatalitycznych w zmiennych warunkach procesowych. Wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych badań wskazują, iż podjęta tematyka badawcza jest niezwykle istotna dla rozwoju nauk chemicznych, a dodatkowo ochrony środowiska i biotechnologii. Sformułowane zależności mogą być źródłem wartościowych informacji dla kolejnych badań nad wytwarzaniem narzędzi służących do usuwania zanieczyszczeń wodnych i stanowić podstawę od rozwoju koncepcji rozwojowych do ich wdrożenia.

28.06.2021 r. Katarzyna Jankowska

.....
data i podpis autora