

Sprawozdania



Notatka z międzynarodowego seminarium pt. „Biosorpcja i bioremediacja”

Problemy biosorpcji i bioremediacji, tj. głównych zagadnień z zakresu biotechnologii środowiskowej, były przedmiotem rozważań podczas niezwykle interesującego, międzynarodowego seminarium, które odbyło się w dniach 1-4 października 1995 r. w Měřin koło Pragi w Czechach.

Głównym organizatorem seminarium była prof. Katerina Demnerova z Department of Biochemistry and Microbiology, Faculty of Biochemical Technology, ICT Prague. Radę naukową sympozjum stanowiły takie autorytety jak prof. V. Brenner (Czechy), A.M. Chakrabarty (USA), D.D. Focht (USA), M.M. Haggblom (USA), J. Kelley (Anglia), F. Laborda (Hiszpania), M. Mackowá (Czechy), D.M. McBeth (USA), J. Pazlarova (Czechy), H.W. Rosmoore (USA), J. Spižek (Czechy), M. Tsezos (Grecja). W zjeździe wzięło udział około 250 uczestników reprezentujących ośrodki akademickie i badawcze wielu krajów. Najliczniej reprezentowane były: Wielka Brytania, USA, Niemcy, Hiszpania, Portugalia, Belgia,

Rosja, Kanada, Czechy i Słowacja. Obrady toczyły się w następujących sekcjach tematycznych:

- Biosorpcja i biokumulacja metali ciężkich,
- Biodegradacja uciążliwych substancji organicznych,
- Skrining i genetyka drobnoustrojów stosowanych w procesach degradacji,
- Nowe technologie bioremediacji,
- Szacowanie stopnia ryzyka technik bioremediacji.

Skażenia metalami ciężkimi wyróżniają się, w przeciwieństwie do zanieczyszczeń pochodzenia organicznego, wyjątkową trwałością i uciążliwością. Jony metali ciężkich krążąc w przyrodzie ulegają najczęściej akumulacji w łańcuchu pokarmowym stwarzając potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Niebezpieczeństwo skażenia metalami ciężkimi pochodzi głównie z nie oczyszczonych ścieków przemysłowych (np. kwaśne wody kopalniane). Niekiedy jest ono wynikiem wad konstrukcyjnych urządzeń wykorzystywanych w procesach technologicznych, takich jak np. galwanizacja, garbarstwo, farbiarstwo itp. Ze względu na małą efektywność konwencjonalnych metod usuwania metali z ogromnych ilości rozcieńczonych roztworów wodnych, uzasadnione są poszukiwania alternatywnych technologii usuwania tych obciążeń.

Zdolność mikroorganizmów do usuwania metali z roztworów została dobrze udokumentowana. Zarówno żyjąca jak i martwa biomasa są zdolne do sorpcji i akumulacji jonów metali. Stosowanie biologicznych materiałów do usuwania metali ciężkich zyskuje ostatnio uznanie, z uwagi na wysoką efektywność procesu i niski koszt kompleksowego oczyszczania ścieków.

W przedstawionych referatach plenarnych i licznych posterach zaprezentowano wyniki prac obejmujących zagadnienia biosorpcji i bioakumulacji takich metali jak: Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, U i Zn. Zdolność do usuwania tych jonów wykazują wybrane szczepy bakterii, grzybów, glonów oraz rośliny. W badaniach z udziałem bakterii wykorzystano między innymi szczepy: *Arthrobacter* sp. — do usuwania jonów srebra, *Pseudomonas fluorescens* — dla sorpcji jonów kadmu, *Myxococcus xantans* — do usuwania jonów ołowiu, *Alcaligenes eutrophus* do usuwania jonów cynku, *Citrobacter* sp. — do wiązania jonów uranu. Stwierdzono, że szczepy redukujące siarczany z rodzaju *Desulfovibrio* wspomagają eliminację jonów metali z kwaśnych wód kopalnianych. Stosowano również modyfikowany genetycznie szczep *Pseudomonas putida* KT2442 zdolny do biotransformacji dwuwartościowych jonów rtęci. Zdolność sorpcji metali ciężkich przez biomasę grzybów badano wykorzystując w tym celu następujące gatunki: *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Rhizomucor miehei*, *Fomitopsis pinicola*, *Fusarium flocciferum*. Spośród glonów oceniano właściwości sorpcyjne: *Chlorella vulgaris*, *Ecklonia maxima*, *Lessonia flavicans* i *Durvillea potatorum*. Biosorpcję metali ciężkich przy udziale roślin badano w eksperymentach z następującymi gatunkami: *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* i *Cladina rangiferina*.

Wiele uwagi poświęcono analizie przebiegu procesów biosorpcji w obecności kilku jonów metali (współzawodnictwo jonowe) oraz określeniu wpływu

pH i temperatury na przebieg procesu. Odnotowano zjawiska synergizmu bądź antagonizmu w zależności od szczepów użytych do wiązania metali oraz obecnych w środowisku ksenobiotyków. Rozważano ponadto możliwość sorpcji metali ciężkich z użyciem polisacharydów pochodzenia mikrobiologicznego (gellan, ksantan), polimerów pozyskiwanych z glonów (alginian, karaginan), jak również pektyn, pochodzących z owoców cytrusowych i buraka cukrowego.

Doniesienia z zakresu biodegradacji substancji toksycznych dotyczyły takich związków jak: węglowodory ropy naftowej, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, halogenopochodne węglodorów aromatycznych, polichlorowane bifenyle, dioksyne, związki eterowe, polimery, detergenty, barwniki, cyjanki, pestycydy i herbicydy. Zagadnienia biodegradacji tych związków rozpatrywane były w ujęciu mikrobiologicznym, biochemicznym, genetycznym i technicznym. Uwagę zwracał ogromny postęp w zakresie:

- konstrukcji szczepów użytecznych dla ochrony środowiska,
- w obszarze badań ekologicznych interakcji między wyselekcjonowanymi drobnoustrojami a autochtoniczną mikroflorą skażonych środowisk,
- technicznych rozwiązań prowadzenia procesów bioremediacji (immobilizacja, biofiltry).

Prace na temat usuwania skażeń węglowodorami ropy naftowej, olejem napędowym, olejami ciężkimi wskazują na wysoką użyteczność preparatów drobnoustrojowych do likwidacji tych zanieczyszczeń. Prezentowano wyniki doświadczeń dotyczące skriningu drobnoustrojów do degradacji wymienionych związków, analizowano rolę pożywek i emulgatorów w tym procesie, przedstawiono szczepy wykazujące dużą tolerancję na wysokie stężenia węglodorów, dyskutowano drogi metabolizmu i rolę poszczególnych enzymów w procesach degradacji.

W wielu pracach dotyczących degradacji wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych (WWA) akcentowano szczególne możliwości grzybów w tym zakresie. Przyczyną tego zainteresowania są m. in. pozakomórkowe wydzielanie wielu enzymów odpowiedzialnych za degradację, duża tolerancja na wysokie stężenia substancji toksycznych, różnorodność dróg metabolicznych, a także niska specyficzność enzymów. Modelowymi stały się próby biodegradacji prowadzone przy użyciu *Phanerochaete chrysosporium*. Do biodegradacji benzo(α)pirenu wykorzystano szczep *Harasmius*. Aktywność w stosunku do pristanu, fytanu wykazywały grzyby *Hormoconis resinae* oraz *Penicillium*. Spośród bakterii użytych do biodegradacji WWA wymienić należy *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*. W zakresie badań nad biodegradacją WWA szczególnie ważne, jak się wydaje, są prace mające na celu określenie genetycznych podstaw procesu biodegradacji, postęp w zakresie doskonalenia metod skriningu drobnoustrojów, określenie metabolicznego potencjału wybranych kultur mieszanych w modelowych ekosystemach.

W ramach seminarium wiele uwagi poświęcono problemowi biodegradacji polichlorowanych bifenyli (PCB), substancji wysoko toksycznych, kancerogennych i jednocześnie trudnych do degradacji. Pewną zdolność do rozkładu tych substancji wykazują komórki roślinne (np. chrzanu), grzyby (*Phanerochaete*

chryso sporium) i bakterie (*Alcaligenes xylosoxidans*, *A. eutrophus*). Pełna degradacja polichlorowanych bifenyli może mieć miejsce jedynie w obecności dwóch typów drobnoustrojów. Pierwsze z nich (posiadające geny bph) degradują PCB do chlorobenzoesanu, drugie — wyposażone w geny clc — atakują trudno degradowalny chlorobenzoesan. O ile drobnoustroje degradujące bifenylowe pochodne są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie, o tyle organizmy zdolne do rozkładu chlorobenzoesanu występują znacznie rzadziej. Geny bph zlokalizowane są zazwyczaj w chromosomalnym DNA, geny odpowiedzialne za katabolizm chlorobenzoesanu zlokalizowano zarówno w plazmidach jak i chromosomalnym DNA. Opracowywane obecnie metody mineralizacji PCB polegają na konstrukcji genetycznie rekombinowanych szczepów zawierających zarówno geny bhp jak clc. Alternatywną, bardziej „naturalną” metodą, jest produkcja rekombinantów bezpośrednio w skażonej glebie poprzez jej inokulację mikroorganizmami degradującymi chlorobenzoesan. W tej sytuacji, może nastąpić uzupełnienie genów, a powstałe tą drogą hybrydowe szczepy będą metabolizować zarówno PCB jak i chlorobenzoesan.

Wśród szczepów wykazujących zdolność do biodegradacji szerokiego spektrum anionowych i niejonowych środków powierzchniowo czynnych (w tym: SDS, DASS, DOSS, DBS) wymienia się głównie szczepy rodzaju *Pseudomonas*. Zdolność do biodegradacji siarczanu dodecylosodowego (SDS) odnotowano również u szczepu *Comamonas terrigena*. Badania nad degradacją tych związków dotyczą skringingu odpowiednich drobnoustrojów, oraz dróg biodegradacji detergentów trudno degradowalnych, np. DOSS.

Szczepy *Agrobacterium radiobacter* badane są pod kątem degradacji herbicydów. Aktywność w stosunku do heterocyklicznych struktur pestycydów wykazują zarówno bakterie, aktinomycety, grzyby jak i algi.

Nadzieje biodegradacji dioksyn, barwników, chlorofenoli wiąże się głównie z aktywnością grzybów *Phanerochaete chryso sporium*.

Ogólną refleksją z udziału w obradach seminarium jest świadomość ogromnego postępu, szczególnie w zakresie skringingu drobnoustrojów, konstrukcji szczepów, analizy przemian biochemicznych towarzyszących procesom biosorpcji i bioremediacji.

Wszyscy uczestnicy pozostali zgodni, że postęp w tej dziedzinie mógł mieć miejsce dzięki ściślejszej koordynacji badań i współpracy między ośrodkami naukowymi różnych krajów, a przede wszystkim dzięki tworzeniu wspólnych, międzynarodowych zespołów badawczych realizujących kompleksowe programy badawcze.

Ewa Karpisz, Teresa Jamroz