

## Streszczenie

Tytuł rozprawy doktorskiej: *Wspomagana fitoekstrakcja metali śladowych: Cu, Cd, Zn, Pb*

Słowa kluczowe: fitoekstrakcja, metale śladowe, ramnolipidy, uprawa współrzędna

Fitoekstrakcja wykorzystuje naturalne lub wspomagane zdolności roślin do oczyszczania ziemi z pierwiastków śladowych. Dla optymalizacji tej metody ważne jest wyselekcjonowanie roślin wydajnie akumulujących metale, o wysokiej produkcji suchej biomasy. Celem wykonanych badań było określenie, w jaki sposób obecność jonów metali (Cu, Zn, Cd, Pb) w mieszankach dwuskładnikowych wpływa na pobieranie i translokację metali, oraz czy uprawa współrzędna, inokulacja bakteriami endofitycznymi wspomagającymi wzrost roślin (*Burkholderia phytofirmans* PsJN<sup>T</sup>), suplementacja chelatorami (NTA i ramnolipidami) i konsorcjum mikroorganizmów może podwyższyć wydajność fitoekstrakcji z gleby. Badania przeprowadzono na gorczycy sarepskiej *Brassica juncea*, uprawianej samodzielnie lub współrzędnie z kukurydzą *Zea mays* oraz lucerną *Medicago sativa*.

Obecność jonów metali w mieszankach podwójnych może mieć znaczny wpływ na pobieranie oraz translokację metali. Najważniejsze zaobserwowane interakcje to synergia akumulacji Zn i Pb oraz Zn i Cd, i konkurencja pomiędzy Zn i Cu. Prowadzenie uprawy współrzędnej, inokulacja ryzobakteriami oraz suplementacja chelatorami i konsorcjum mikroorganizmów może podwyższyć wydajność fitoekstrakcji metali, poprzez zwiększenie przeżywalności roślin na ziemi skażonej, podwyższenie zbioru suchej biomasy lub zwiększenie współczynnika biokoncentracji metali. W najbardziej wydajnym wariantcie fitoekstrakcji wspomaganej - uprawie współrzędnej gorczycy i lucerny inokulowanych PGPR *B. phytofirmans* PsJN<sup>T</sup> - uzyskano średni wzrost plonu metali o 95% dla Zn, 90% dla Cd, i ok. 160% dla Pb, w porównaniu do kontrolnych roślin gorczycy z uprawy samodzielnej.

## Abstract

Dissertation title: *Assisted phytoextraction of trace metals: Cu, Cd, Zn, Pb*

Key words: phytoextraction, trace metals, rhamnolipids, co-planting

Phytoextraction uses natural or stimulated ability of plants to purify the soil contaminated with trace elements. To optimize this method, it is important to select plants efficiently accumulating metals, and with high production of dry biomass. The aim of the research was to determine how the presence of metal ions (Cu, Zn, Cd, Pb) in binary mixtures affects the uptake and translocation of metals, and whether intercropping, inoculation with endophytic bacteria promoting plant growth (*Burkholderia phytofirmans* PsJN<sup>T</sup>), supplementation of chelators (NTA, rhamnolipids) and a consortium of microorganisms can increase the efficiency of soil phytoextraction. The study was conducted on Indian mustard *Brassica juncea*, grown in a monoculture or co-planted with maize *Zea mays* and alfalfa *Medicago sativa*.

The presence of metal ions in the binary mixtures may have a significant impact on the uptake and translocation of metals. The most important observed interactions are: synergy in accumulation of Zn and Pb, and Zn and Cd, and competition between Zn and Cu. Co-planting culture, inoculation with rhizobacteria and supplementation with chelators and a consortium of microorganisms can increase efficiency of metal phytoextraction, by increasing the survival rate of plants on contaminated soil, increasing the yield of dry biomass or increasing the bioconcentration factor. In the most efficient variant of assisted phytoextraction: co-planting of Indian mustard with alfalfa and with PGPR inoculation, an increase in metal yield was achieved, additional 95% of Zn, 90% of Cd and approx. 160% of Pb on average, compared to control plants of Indian mustard grown in a monoculture.