

Детоксикації важких металів мікробним препаратом з отриманням метану

Проблема стрімкого забруднення екосистем важкими металами пов'язана з активним розвитком різних галузей промисловості [1]. Перспективними шляхами їх знешкодження є застосування біотехнологій з використанням металрезистентних мікроорганізмів [2]. Стійкі до металів мікроорганізми поширені як у забруднених, так і не забруднених важкими металами екосистемах, що робить їх дешевими і ефективними біотехнологічними засобами для ремедіації контамінованих металами середовищ [3].

Метою нашого дослідження було теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити шляхи осадження розчинних токсичних металів Co^{2+} , Ni^{2+} і CrO_4^{2-} за використання мікробного препарату на основі неадаптованих анаеробних мікроорганізмів біогумусу та осаду біогазової установки.

Для обґрунтування оптимальних шляхів детоксикації важких металів Co^{2+} , Ni^{2+} і CrO_4^{2-} анаеробними мікроорганізмами використано термодинамічний прогноз. Як джерело мікроорганізмів використовували мікробний препарат на основі неадаптованих анаеробних мікроорганізмів біогумусу та осаду біогазової установки (Опольє, Польща). Мікробне осадження Co^{2+} , Ni^{2+} і CrO_4^{2-} у рідкому середовищі досліджували за додавання розчину цих металів на другу добу культивування до кінцевої загальної концентрації 210, 300 та 510 мг/л. Культивування проводили у колбах об'ємом 250 мл, герметично закритих гумовими пробками та металевими затворами, за температури 25°С протягом 10 діб. Для визначення концентрації металів використовували колориметричний метод з 4-(2-піридилазо)резорцином (PAR) (0,1%) для Co^{2+} , Ni^{2+} [4] та з 1,5-дифенілкарбазидом (0,5%) для CrO_4^{2-} [5]. Активність визначали за металобічними параметрами рН, окисно-відновним потенціалом (Eh, мВ) потенціометрично [6] та складом газової фази хроматографічно [7]. Проведено статистичний аналіз за допомогою програм Excel та Origin.

Ефективність осадження CrO_4^{2-} у рідкому середовищі за використання мікробного препарату на основі неадаптованих анаеробних мікроорганізмів біогумусу та осаду біогазової установки на 10 добу культивування становила 97, 95,6 та 96,3% за початкової концентрації 70, 100 та 170 мг/л відповідно. Ефективність осадження Co^{2+} та Ni^{2+} становила 98,5, 98,0 та 45,7% за початкової сумарної концентрації цих металів 140, 200 та 340 мг/л відповідно. При цьому у ході мікробного бродіння виділявся метан, частка якого у газовій фазі складала 30–50%. Так, крім осадження

важких металів, ми отримуємо енергоносії (метан).

Таким чином, показано доцільність використання термодинамічного прогнозування для визначення найбільш ефективних шляхів осадження важких металів Co^{2+} , Ni^{2+} і CrO_4^{2-} та мікробного препарату на основі неадаптованих анаеробних мікроорганізмів біогумусу та осаду біогазової установки. Це дослідження є підґрунтям для створення новітніх біотехнологій біоремедіації контамінованих важкими металами середовищ та біоенергетики.

Список використаних джерел

1. *Zhao X., Sun Y., Huang J., et al.* Effects of soil heavy metal pollution on microbial activities and community diversity in different land use types in mining areas // *Environ Sci Pollut Res.* — 2020. — Vol. 27. — P. 20215–20226. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08538-1>
2. *Рачва-Плочиніцзак М., Плочиніцзак Т., Ю Д., et al.* Effect of *Silene vulgaris* and Heavy Metal Pollution on Soil Microbial Diversity in Long-Term Contaminated Soil // *Water Air Soil Pollut.* — 2018. — Vol. 229, article no 13. <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3655-3>
3. *Kamal S., Prasad R., Varma A.* Soil Microbial Diversity in Relation to Heavy Metals / In: *Soil Heavy Metals. Soil Biology*, Vol 19. — Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. — P. 31–63. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02436-8_3
4. *Prekrasna I. P., Tashyrev O. B.* Copper Resistant Strain *Candida Tropicalis* RomCu5 Interaction with Soluble and Insoluble Copper Compound // *Biotechnol. Acta.* — 2015. — Vol. 8. — P. 93–102. <https://doi.org/10.15407/biotech8.05.093>
5. *Lace A., Ryan D., Bowkett M., Cleary J.* Chromium Monitoring in Water by Colorimetry Using Optimised 1,5-Diphenylcarbazide Method // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* — 2019. — Vol. 16, 1803. <https://doi.org/10.3390/ijerph16101803>
6. *Havryliuk O. V., Hovorukha V., et al.* Anaerobic Degradation of Environmentally Hazardous Aquatic Plant *Pistia stratiotes* and Soluble Cu(II) Detoxification by Methanogenic Granular Microbial Preparation // *Energies.* — 2021. — Vol. 14, 3849. <https://doi.org/10.3390/en14133849>
7. *Acree W. E.* Basic Gas Chromatography // *Journal of Chemical Education*; Easton. — 1998. — Vol. 75. — P. 1094–1095