

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СПОЛУК БАЗИДИОМІЦЕТІВ У ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПИТАНЬ

Зубик П.Р., Клечак І.Р., Сироїд О.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, pv.zubyk@i.ua

Забруднення навколишнього середовища ксенобіотичними сполуками – актуальна проблема цього століття. Збільшення кількості речовин-забруднювачів негативно відображається на стані біогеоценозу, тому важливою є розробка нових ефективних підходів до їх редукції або повного усунення.

Стрімкий розвиток промисловості, народного господарства науки призводить до збільшення накопичення органічних (пестицидів, барвників, ароматичних молекул тощо) та неорганічних (важких металів, металоїдів та їх похідних) сполук у різних геоеценозах, що призводить до накопичення у живих організмах та гибелі останніх внаслідок інтоксикації [1].

Лакказа з різних базидіоміцетів (*T. versicolor*, *T. pubescens*, *G. Cupreum*, *S. hirsuta*) була застосована для знебарвлення барвників, хлорофілу, розщеплення карбамазепіну, фенолу та його похідних. Даний фермент був іммобілізований на різних носіях: нейлонових нановолокнах, мезопористих карбонових композитах, наночастинках заліза, аміно-функціоналізованому нанокремнію, карбонових нанотрубках [2]. Також проведено дослідження щодо можливості включення пероксидази *N. nambii* у нанодіаманти після обробки гриба β-глюкозидазою. Такий метод іммобілізації дозволив створити ефективні біосенсори багаторазового використання для моніторингу вмісту фенолів у воді [3]. Сорбція лаккази на вуглецевих нанотрубках дала змогу отримати біосенсор аналогічного призначення. Використання наноферитів привело до успішного виявлення поліфенолів. В якості носіїв також можуть бути використані композити нанотрубок із хітином (який може бути замінений хітином із грибів) [2].

Завдяки своїй структурі хітин- та хітозан-глюкановий комплекс може бути використаний для сорбції молекул. Так, матеріали на основі хітинових нановолокон та власне хітозан-глюкан із *A. bisporus* можуть бути застосовані для сорбції металів [4]. Окрім цього біомаса грибів може бути іммобілізована за допомогою наночастинок та використана для сорбції важких металів [5]. Судячи з цього, даний напрям може бути вдосконалений шляхом іммобілізації хітину на частинках металів для більш ефективного та, ймовірно, селективного видалення забруднювачів. Це підтверджується розробками наноматеріалів шляхом вшивання оксидів металів у хітозан та застосування нових нанокомпозитів у біоремедіації важких металів і барвників зі стічних вод [6]. Застосування нановолокон та нанопапери із грибного хітину наразі вважається доволі прогресивним напрямом досліджень для їх застосування у якості високоефективних сорбентів [7].

Таким чином, сполуки на основі базидієвих грибів все частіше застосовуються у методах очищення довкілля. Використання наноматеріалів для інтеграції ферментів, зшивання полімерних молекул чи виготовлення нановолокон на основі хітину та хітозану може бути поштовхом для вирішення

багатьох екологічних проблем. Тому дана тематика потребує більш поглибленого та детального вивчення для виявлення нових застосувань.

Список використаної літератури:

1. Bhavya G. et al. Remediation of emerging environmental pollutants: a review based on advances in the uses of eco-friendly biofabricated nanomaterials. *Chemosphere*. 2021. Vol. 275. P. 129975.
2. Datta S. et al. Immobilization of laccases and applications for the detection and remediation of pollutants: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2021. Vol. 19. №. 1. P. 521-538.
3. Mogilnaya O. et al. Nanodiamonds as an effective adsorbent for immobilization of extracellular peroxidases from luminous fungus *Neonothopanus nambi* to construct a phenol detection system. *Biocatalysis and Biotransformation*. 2019. Vol. 37. №. 2. P. 97-105.
4. Milošević D. et al. Hybrid material based on subgleba of mosaic puffball mushroom (*Handkea utriformis*) as an adsorbent for heavy metal removal from aqueous solutions. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 297. P. 113358.
5. Shakya M. et al. Fungal-based nanotechnology for heavy metal removal. *Nanotechnology, Food Security and Water Treatment*. 2018. P. 229-253.
6. Geetha N. et al. Insights into nanomycoremediation: Secretomics and mycogenic biopolymer nanocomposites for heavy metal detoxification. *Journal of Hazardous Materials*. 2021. Vol. 409. P. 124541.
7. Mautner A., Wintner E. Fungal Chitin-Glucan: Renewable Nanofibrils for Water Treatment and Structural Materials. *Polymer-Based Advanced Functional Materials for Energy and Environmental Applications*. Springer, Singapore, 2022. P. 227-255.