

УДК 502/504

<sup>1</sup>*Зіараті Паріса, PhD, <sup>2</sup>Савицька Барбара, д-р хабіл., професор,*

<sup>3</sup>*Крохмаль-Марчак Барбара, д-р хабіл., професор,*

<sup>4,5</sup>*Вамболь В. В., д. т. н., професор, <sup>6</sup>Вамболь С. О., д. т. н., професор*

<sup>1</sup>*Центр харчових та сільськогосподарських досліджень,*

*Pars Arya LTD, Тегеран, Іран*

<sup>2</sup>*Люблінський університет природничих наук, Люблін, Польща*

<sup>3</sup>*Карпатський державний коледж у Кросно, Кросно, Польща*

<sup>4</sup>*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,*

*м. Полтава, Україна*

<sup>5</sup>*Люблінський університет природничих наук, Люблін, Польща*

<sup>6</sup>*Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, Україна*

## **ВИДАЛЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ БІОСОРБЕНТАМИ З МУНІЦИПАЛЬНИХ, ПРОМИСЛОВИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ СТІЧНИХ ВОД**

Забруднення води поділяють на три категорії, які включають промислове, міське та сільськогосподарське. Забруднення міської води фактично містить стоки з будинків і підприємств. Окремо варто звернути увагу на очищення медичних та фармацевтичних стічних вод [1, 2]. Поки що основною метою досліджень таких стоків було зменшення твердих частинок, твердих матеріалів, розчинності неорганічних сполук тощо [3]. Стале видалення важких металів із стічних вод все ще є серйозною проблемою для вчених та інженерів, незважаючи на наявність багатьох технологій очищення.

У наш час забруднення води важкими металами стало серйозною проблемою для здоров'я людини, з якою стикаються країни, що розвиваються, і промислово розвинені країни. Важкі метали є однією з їхніх проблем зі здоров'ям через серйозні та небезпечні ускладнення та проблеми, які вони завжди мали для навколишнього середовища та людей [4]. Накопичення металів у тваринах і рослинах, окрім серйозної шкоди та негативного впливу на здоров'я цих організмів, зробило споживання їх продукції небезпечним для кінцевого споживача, а саме людини. До них відносяться розлади нервової, ниркової та кровоносної систем. Важкі метали, як небезпечна проблема різного масштабу, можуть серйозно загрожувати життю людини та іншим живим організмам і викликати гострі та хронічні отруєння. Вони мають здатність накопичуватися, при цьому їхня кількість не зменшується і залишається в ґрунті тисячоліттями [5].

Після потрапляння в організм важкі метали більше не виводяться з організму, а накопичуються в таких тканинах, як жир, кістки, суглоби, м'язи, і зрештою спричиняють неврологічні розлади, різні види раку,

пошкодження печінки, захворювання нирок і мозку, артрит, випадання волосся, респіраторні розлади та остеопороз. Важкі метали, такі як нікель, свинець і ртуть, є небезпечними токсинами навколо нас. Ці метали потрапляють у природний кругообіг через воду, ґрунт і повітря через різні природні та штучні джерела та викликають небезпечні наслідки. Тому вони вважаються серйозною небезпекою для виживання живих істот [6].

Очищення природних і стічних вод від важких металів ефективно вирішується за допомогою різноманітних сорбентів. Джерела сировини для отримання таких матеріалів дуже різноманітні. Особливу групу складають відходи переробки біомаси. Активні пористі матеріали з рослинних відходів становлять значний практичний інтерес для вирішення низки екологічних проблем промислово насичених регіонів: очищення стічних вод, газових викидів, ґрунту тощо. Відомо, що такі сорбенти здатні вилучати важкі метали зі стічних вод, тим самим зменшення антропогенного навантаження на об'єкти гідросфери. Використання сорбентів з відходів біомаси економічно виправдано для малих виробництв, наближених до джерел доступної сировини.

Дослідження показали, що відходи фруктів дуже ефективно поглинають важкі метали завдяки целюлозі, вуглецю та кремнезему, що забезпечує високу здатність поглинати іони металів. Сільськогосподарські відходи у великій кількості та доступні, і не мають спеціального використання. З кінця 32-х років використання природних біосорбентів, таких як сирі рослинні залишки, розвинулося, і метод хімічної модифікації (з використанням фруктових відходів) замінив метод фізичної активації (активоване вугілля), який має такі переваги, як вища адсорбційна здатність і час рівноваги. Через те, з метою отримання ефективних і особливо дешевих адсорбентів змінився шлях досліджень адсорбції важких металів природними матеріалами (такими як деякі відходи промислових і сільськогосподарських операцій), які відомі як біомаса [7]. Так наприклад, м'якоть помідорів є рослинними залишками, і було досліджено її адсорбційну здатність для окремих забруднюючих речовин у воді.

Біосорбенти мають властивість видаляти метал із розчинів, а також можуть використовуватися для зниження концентрації [8]. Вони є ідеальним кандидатом для очищення стічних вод з великим об'ємом і низькою концентрацією важких металів. Деякі переваги біосорбції перед звичайними методами очищення включають низьку вартість, високу ефективність для розчинів з низькими концентраціями важких металів, мінімальну кількість хімічного або біологічного осаду, відсутність потреби в поживних речовинах і можливість реактивації адсорбенту та відновлення металу.

У 2020 році Шахсаван і Зіараті досліджували адсорбційні властивості шкірки грейпфрута для видалення миш'яку, кобальту, свинцю, кадмію та хрому з фармацевтичних стоків на факультеті фармацевтичних наук

Тегеранського медичного університету в Азад таким чином, що зі збільшенням розміру біочастинок сорбенту, поглинання зменшується, а зі зменшенням початкового рН, часу контакту розчину з адсорбентами та температури істотно зростає відсоток токсичних металів. Біосорбенти, оброблені 1% винною кислотою на максимальній потужності, видалили 10,01 мг/л кадмію в стоках і швидко видалили його з водного розчину, а термодинамічні дослідження показали, що адсорбція кадмію на Грейпфрут-біосорбенті є спонтанним і екзотермічним процесом. Результати показали, що шкірку грейпфрута можна вважати ефективним адсорбентом [9]. Також в 2018 році досліджували ефективність видалення свинцю, нікелю та кадмію з їстівних овочів за допомогою абрикосової шкаралупи.

Однією з перспективних технологій – є адсорбування токсичних та важких металів дешевими та доступними відходами томатної вичавки. Ці відходи як екологічний залишок, який може бути зіпсований швидко, і сам по собі вважається шкідливим для довкілля. Свіжі побічні продукти від томатів протягом тривалого часу вважалися екологічною неприємністю [10]. У деяких країнах відходи скидають у водойми поблизу заводу або залишають накопичуватися на місці виробництва. Матеріал швидко псується і стає місцем розмноження різноманітних шкідників, які є господарями хвороботворних організмів [11]. Завдяки своєму господарському значенню ця рослина є предметом багатьох досліджень і відома в генетиці як одна з модельних рослин. Дослідження цієї рослини в 1990 році призвело до виробництва перших трансгенних видів, дозволених для споживання та торгівлі в Сполучених Штатах. Томатні вичавки є одним із побічних продуктів виробництва томатної пасти, який, залежно від методу обробки та характеристик сирих томатів, включає різні пропорції шкірки, насіння та невелику кількість томатної м'якоти. Томатна м'якоть є одним із побічних продуктів, які отримують у процесі виробництва томатного соусу та пюре. Існує думка, що томатні вичавки багатьма функціональними групами, ймовірно, можуть бути дуже цінним адсорбентом, який здатний зменшити вміст небезпечних важких металів нікелю та кобальту зі стоків фармацевтичних лабораторій.

Наприкінці слід зазначити, що використання нових методів та технологій на основі біосорбентів, а також допомога урядових установ у вирішенні проблем сільськогосподарських/харчових відходів може значно допомогти зменшити забруднення вод важкими металами.

Намір використовувати біосорбенти може бути корисним у розробці доступної «зеленої екологічної технології» для очищення питної води, забрудненої важкими металами, яка може дати можливість громадам з низьким рівнем доходу насолоджуватися питною водою без важких металів, щоб захистити їх від небезпеки для здоров'я та токсичні речовини.

### **Використані інформаційні джерела:**

1. Khan, N. A., Vambol, V., Vambol, S., Esrafil, A., Yousefi, M. (2021). *Hospital effluent guidelines and legislation scenario around the globe: A critical review. Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, 9(5), 105874.
2. Khan, N.A., Ullah Khan, S., Ahmed, S., Vambol, S., Vambol, V. (2019a). *Smart ways of hospital wastewater management, regulatory standards and conventional treatment techniques: A short review. Smart and Sustainable Built Environment* this link is disabled, 2020, 9(4), p. 727–736.
3. Ziarati, P., Moslehishad, M., Mohammad-Makki, F.M., (2016). *Novel adsorption method for contaminated water by wild endemic almond: Amygdalus scoparia. Biosciences Biotechnology Research Asia*, 13, 147–153, <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2017>.
4. Ziarati, P., Mirmaohammad Makki, F.S., (2015). *Removal of Nitrate and Nitrite from Tomato Derived Products by Lemon Juice. Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12 (Spl. Edn. 2), 767–772.
5. Badr, N. B., Al-Qahtani, K. M., & Mahmoud, A. E. D. (2020). *Factorial experimental design for optimizing selenium sorption on Cyperus laevigatus biomass and green-synthesized nano-silver. Alex Eng J*, 59(6), 5219–5229.
6. Garadaghli, L.Ch., (2021). *Influence of gray-brown soils contaminated with waste of sumgayit synthetic rubber plant on life activity of earthworms. Advances in Biology & Earth Sciences*, 6, 96–100 <http://jomardpublishing.com/UploadFiles/Files/journals/ABES/V6N1/GaradaghliL.pdf>.
7. Ziarati, P., Moradi, D., Vambol, V. (2020). *Bioadsorption of heavy metals from the pharmaceutical effluents, contaminated soils and water by food and agricultural waste: a short review. Labour Protection Problems in Ukraine*, 36(2), 3-7. DOI: 10.36804/nndipbop.36-2.2020.3–7.
8. Shir Khan, F., Mostafidi, M., Tamaskani Zahedi, M., Ziarati, P., Vambol, V., Vambol, S., (2022). *Green Technologies and Environmental Management: a New Understanding and Approach to the Use of Agricultural Waste. Letters in Applied NanoBioScience*, 11, 1, 3065–3075, DOI: 10.33263/LIANBS111.30653075.
9. Shahsavan-Davoudi, A.H., Ziarati, P., (2020). *Green Method for Cadmium Removal from Pharmaceutical Effluent Laboratories by Grapefruit Peel. J Med Discov.* ,5(3). jmd20035; DOI:10.24262/jmd.5.3.20035.
10. Del Valle, M., Camara, M., Torija, M. E. (2006). *Chemical characterization of tomato pomace. J. Sci. Food Agric.*, 86, 1232–1236. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2474.74> .
11. León-García, E., Vela-Gutiérrez G., Del Ángel-Coronel, O.A., Torres-Palacios, C., La Cruz-Medina, J., Gómez-Lim, M.A., García, H.S., (2017). *Increased Postharvest Life of TomLox B Silenced Mutants of Tomato (Solanum lycopersicum) Var. TA234. Plant Foods Hum Nutr.*, 72(4). 380–387. doi: 10.1007/s11130-017-0629-y. PMID: 28918545.