

- застосуванням індивідуальних засобів захисту;
- дотриманням встановлених контрольних рівнів випромінювання;
- організацією радіологічного контролю;
- організацією системи інформації про радіаційний стан;
- проведенням ефективних заходів щодо захисту персоналу при плануванні підвищеного опромінення в разі загрози та виникненні аварії.

Радіаційна безпека населення забезпечується:

- створенням умов життєдіяльності людей, які відповідають вимогам діючих норм і правил радіаційної безпеки;
- встановленням квот на опромінення від різних джерел випромінювання;
- організацією радіологічного контролю;
- ефективністю планування та проведення заходів з радіаційного захисту в нормальних умовах та у випадку радіаційної аварії;
- організацією системи інформації про радіаційний стан [2, 3].

Підсумовуючи усе вищезазначене, можна сказати, що радіаційна небезпека складне явище, яке потребує вмілого та досвідченого управління, а дотримання допустимих меж радіаційного впливу на людей, дотримання правил та стандартів безпеки, може запобігти виникненню радіаційно-небезпечної ситуації.

Список використаних джерел:

1. Радіаційна безпека. URL: <https://pu.org.ua/8%20Радіаційна%20безпека.pdf>
2. Радіаційна безпека. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Радіаційна\\_безпека](https://uk.wikipedia.org/wiki/Радіаційна_безпека)
3. Радіаційна безпека. Норми радіаційної безпеки URL: <https://dl.kpt.sumdu.edu.ua/mod/book/view.php?id=17935&chapterid=6988>

## **МІКРООРГАНІЗМИ У БІОРЕМЕДІАЦІЇ СЕРЕДОВИЩ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

**Ткачук Н.В.,**

*канд. біол. наук, доцент*

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка*

**Зелена Л.Б.,**

*канд. біол. наук,*

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України*

**Жидок Л.А.,**

*здобувач вищої освіти спеціальності 091 «Біологія»,*

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка*

Забруднення довкілля важкими металами є однією з екологічних проблем [1]. Як стандартна практика відновлення середовищ, забруднених важкими металами, поступово сприймається біоремедіація [2]. Метою даної роботи був аналіз та узагальнення відомостей щодо використання мікроорганізмів як агентів біоремедіації середовищ, забруднених важкими металами. Для досягнення поставленої мети в проце

- сі дослідження сформовано й вирішено важливі наукові та практичні завдання, а саме:
- охарактеризувати сутність поняття біоремедіація, узагальнити відомості про мікроорганізми-агенти біоремедіації;
  - проаналізувати відомості використання деяких мікроорганізмів для вирішення проблеми очистки середовищ від важких металів;
  - окреслити перспективи використання сидерофор-продукуючих бактерій для вирішення проблеми забруднення середовищ важкими металами.

Біоремедіація - метод видалення забруднювачів навколишнього середовища з екосистеми з використанням біологічних механізмів, властивих мікробам і рослинам, та відновлення екосистеми до її початкового стану [2]. В цілому використання мікроорганізмів (бактерій, дріжджів, водоростей та мікроскопічних грибів) у біоремедіації важких металів є ефективною, економічно доцільною екобезпечною альтернативною технологією [3]. Показано ефективне використання *Escherichia coli*, *Streptomyces rochei*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *Beauveria bassiana* та *Metarhizium anisopliae* як економічно вигідних біосорбентів  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , та  $Cd^{2+}$  з водних розчинів [3-6]. Бактерії зменшують токсичність йонів важких металів шляхом імобілізації, мобілізації, поглинання та трансформації [7]. Є думка, що мікроорганізми обмежують біодоступність металів, формуючи комплекси із сидерофорами [8-10], або навпаки, підвищуючи їх біодоступність, зокрема у ризосфері рослин [11]. У останньому випадку може підвищуватися ефективність фітоекстракції забрудненого ґрунту. Наразі на сьогодні визнана ефективність сидерофорів-хелаторів у біоремедіації середовищ, забруднених важкими металами [9, 12]. Раніше нами виділено та ідентифіковано штами сидерофор-продукуючих, а саме бацилібактин-продукуючих, бактерій *B. velezensis* NUChC C1 та NUChC C2b [13]. Перспективою подальшого дослідження є оцінка використання культуральної рідини зазначених бацилібактин-продукуючих бактерій для зниження токсичності середовища, забрудненого важкими металами.

#### Список використаних джерел:

1. Fernández D.S., Puchulu M.E., Georgieff S.M. Identification and assessment of water pollution as a consequence of a leachate plume migration from a municipal landfill site (Tucumán, Argentina). *Environ. Geochem. Health*. 2014. №36. P. 489–503.
2. Ayangbenro A.S., Babalola O.O. A new strategy for heavy metal polluted environments: A review of microbial biosorbents. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017. № 14. P. 94.
3. Hamdan A.M., Abd-El-Mageed H., Ghanem N. Biological treatment of hazardous heavy metals by *Streptomyces rochei* ANH for sustainable water management in agriculture. *Sci. Rep.* 2021. №11. P. 9314.
4. Abskharon R.N.N., Hassan S.H.A., Gad El-Rab S.M.F., Shoreit A.A.M. Heavy metal resistant of *E. coli* isolated from wastewater sites in Assiut City, Egypt. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.* 2008. №81. P.309–315.
5. Hussein K.A., Hassan S.H.A., Joo J.H. Potential capacity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the biosorption of  $Cd^{2+}$  and  $Pb^{2+}$ . *J. Gen. Appl. Microbiol.* 2011. № 57. P. 347–355.

6. Hassan S.H.A., Koutb M., Nafady N.A., Hassan E.A. Potentiality of *Neopestalotiopsis clavispora* ASU1 in biosorption of cadmium and zinc. *Chemosphere*. 2018. №202. P. 750–756.

7. Hassan T.U., Bano A., Naz I. Alleviation of heavy metals toxicity by the application of plant growth promoting rhizobacteria and effects on wheat grown in saline sodic field. *Int. J. Phytoremediation*. 2017. № 19. P. 522–529.

8. O'Brien S., Hodgson D. J., Buckling A. Social evolution of toxic metal bioremediation in *Pseudomonas aeruginosa*. *Proceedings. Biological sciences*. 2014. Vol. 281, № 1787. P. 20140858.

9. Ojuederie O.B., Babalola O.O. Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017. Vol.14, № 12. P. 1504.

10. Tiwari S., Lata C. Heavy Metal Stress, Signaling, and Tolerance Due to Plant-Associated Microbes: An Overview. *Front. Plant. Sci*. 2018. №9. P. 452.

11. Braud A., Jézéquel K., Bazot S., Lebeau T. Enhanced phytoextraction of an agricultural Cr-, Hg- and Pb-contaminated soil by bioaugmentation with siderophore-producing bacteria. *Chemosphere*. 2009. № 74. P. 280–286.

12. Rajkumar M., Ae N., Prasad M.N.V., Freitas H. Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction. *Trends in Biotechnology*. 2010. Vol. 28, № 3. P. 142–149.

13. Tkachuk N., Zelena L., Lukash O., Mazur P. Microbiological and genetic characteristics of *Bacillus velezensis* bacillibactin-producing strains and their effect on the sulfate-reducing bacteria biofilms on the poly(ethylene terephthalate) surface. *Ecological Questions*. 2021. Vol. 32, Issue 2. P.119-129.

## МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Гош Т.В.,

здобувач вищої освіти

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кожного року техногенне навантаження на навколишнє природне середовище тільки зростає. Однією з причин такого навантаження є зростання чисельності промислових та побутових викидів, які вимагають своєї утилізації та захоронення. Для вирішення проблеми утилізації та захоронення будують очисні споруди та фабрики для переробки сміття. Порівняно з побутовими викидами, промислові є більш шкідливими і чинять більш негативний вплив на довкілля. Особливо небезпечний вплив на екологічну систему здійснює забруднення водою важкими металами.

Важкі метали – природні компоненти Земної кори. У невеликих кількостях вони потрапляють в людський організм з їжею, питною водою й повітрям. Деякі важкі метали (наприклад, Мідь, Селен, Цинк) необхідні для підтримки метаболізму людського організму. Однак, при більш високих концентраціях вони можуть призвести до отруєння.