

Шило Д. О., студентка гр. 101м-21-1

Науковий керівник: Клімкіна І.І., к.б.н., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ *CHLORELLA VULGARIS* ДО ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Процеси деградації природних комплексів Дніпровського басейну супроводжується значними, часто необоротними їх змінами, які призводять в цілому до погіршення навколишнього середовища та умов життєдіяльності населення.

За результатами узагальнення даних державного обліку водокористування у 2016 році в поверхневій водні об'єкти скинуто 5399 млн. м³ стічних вод, у тому числі: підприємствами промисловості – 3444 млн. м³ [1]. Проби поверхневої води було перевірено на наявність восьми металів: кадмій (Cd), свинець (Pb), ртуть (Hg), нікель (Ni), миш'як (As), хром (Cr), мідь (Cu) та цинк (Zn). Вище за ГДК була концентрація кадмію яка дорівнювала 2,66 мкг/л. [2]. Одним з ефективних напрямків очищення природних вод від важких металів є біоремедиація за рахунок вищих та нижчих рослин [3, 4].

Метою роботи було дослідження властивостей *Chlorella vulgaris* до акумуляції важких металів в умовах експериментального навантаження культурального середовища концентраціями свинцю та кадмію на рівні ГДК для вод господарсько-питного та культурно-побутового користування.

Chlorella vulgaris попередньо культивували на поживному середовищі № 3 (MgSO₄, KН₂PO₄, СО(NH₂)₂) протягом 7 днів. На етапі експоненціального зростання клітини були відібрані для подальшого експерименту (на рівні 21,1*10⁶ кл/мл при підрахунку у камері Горяєва).

Для експерименту було створено три розчини: (1) контрольний розчин (культуральне середовище), (2) культуральне середовище з додаванням CdCl₂ для отримання розчину із загальною концентрацією кадмію 0,001 мг/л та (3) культуральне середовище з додаванням Pb(NO₃) для отримання розчину із загальною концентрацією свинцю 0,03 мг/л. *Chlorella vulgaris* була культивована на цих розчинах протягом 3 днів.

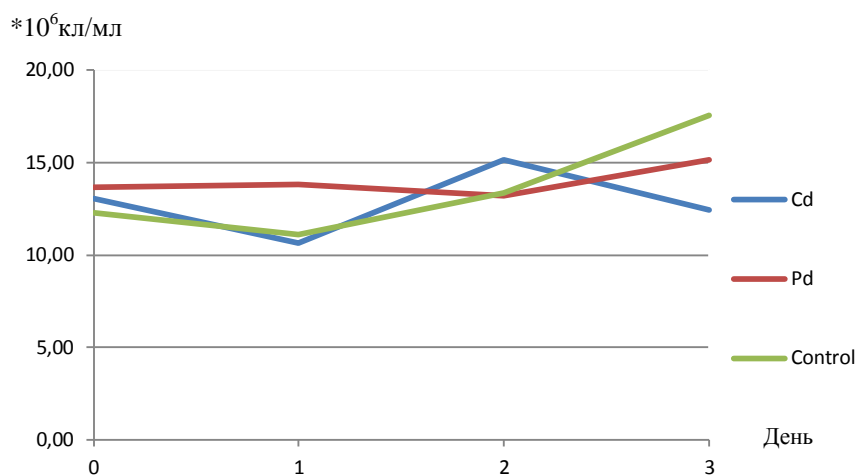


Рисунок 1 – Культивування *Chlorella vulgaris* у розчинах культурального середовища з додаванням кадмію (0,001 мг/л), свинцю (0,03 мг/л) і без навантаження важкими металами (контроль) протягом 3 днів експерименту

Рисунок 1 показує, що протягом трьох днів культивування на розчинах з додаванням важких металів мікробіота були здатні підтримувати життєдіяльність і не втратили можливості до розмноження.

Після експерименту біомаса була відцентрифугована і висушена при 90⁰С. Аналіз біомаси на вміст важких металів проводили за методом ICP-MS на базі геохімічної лабораторії ТУ «Фрайберзька гірнична академія». Попереднє розчинення зразків біомаси проводили aque-regio (H₂O, HCl та HF) під впливом температури 200⁰С та тиску (метод Microwave digestion)

Після отримання результатів ICP-MS аналізу зразків було проведено обчислення результатів, їхня статистична обробка та розрахунок біоаккумуляційного фактора.

Результати представлені у таблиці 1 і на рисунках 1-3.

Таблиця 1 - Біоаккумулятивний фактор накопичення кадмію та свинцю біомасою *Chlorella vulgaris*

	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Sn	Pb
Контроль	6	27	245	5	88	25	69	40	98
0,001 мг/л Cd	23	69	92	6	180	32	298	34	181
0,03 мг/л Pb	64	62	98	6	10	32	148	59	129

З таблиці 1 видно, що біомаса мікроводоростей в експериментальних варіантах містить більшу концентрацію металів, зокрема важких, а також інших токсичних елементів, у порівнянні із контрольними зразками. Хоча результати даного експерименту не дають змогу встановити механізм накопичення або можливої сорбції важких металів клітинами, можна стверджувати, що додатковий вплив концентрацій свинцю та кадмію на рівні ГДК сприяє підвищенню акумуляції переважної кількості досліджених хімічних елементів. Так, у дослідних варіантах на тлі додаткового стресу кадмієм та свинцем в біомасі хлорели спостерігається підвищення концентрацій хрому у 3,8 і 10,7 разів відповідно, мангану приблизно у 2,5 і міді у 1,28 разів в обох варіантах, цинку в 4,3 і 2,1 рази, свинцю у 1,8 і 1,3 рази відповідно. Проте, вказані концентрації не викликали стрімкого пригнічення показників росту (рис. 1), що вказує на резистентність клітин *Chlorella vulgaris* до негативного впливу важких металів на рівні ГДК.

Таким чином, мікроводорості *Chlorella vulgaris* виявили певну резистентність до впливу важких металів, тому вважаємо за доцільне використовувати дану культуру для розробки біотехнології доочищення поверхневих та/або промислових вод від важких металів та інших токсичних елементів.

Acknowledgement. The authors express appreciation to German Academic Exchange Service (DAAD, Deutscher Akademischer Austauschdienst) for the opportunity to conduct the above presented research within the framework of the project «EcoMining: Development of Integrated PhD Program for Sustainable Mining & Environmental Activities» and TU Bergakademie Freiberg. We personally thank to Prof. Dr. Hermann Heilmeyer and Prof. Oliver Wiche for their professional supervising and support in this research work.

Перелік використаних джерел:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2016 році. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/news/31445.html>
2. Слободник Я., Алігізакіс Н. Скринінговий моніторинг річкового басейну Дніпра. – Київ: 2021 – 13 с.
3. Боднар О.І. Біотехнологічні перспективи використання мікроводоростей: основні напрями (огляд). Наукові записки Тернопільського національного пед. університету. Серія: Біологія. 2017. № 1 (68). С. 138–146.
4. Шаріло Ю., Деренько О. Хлорела – органічний метод очищення рибогосподарських водойм. Сайт Управління Державного агентства рибного господарства у м. Києві та Київській області. 17.01.2020.

URL: https://kv.darg.gov.ua/_hlorela_organichnij_metod_0_0_0_1099_1.html