

- О. Б. (2023). Біохімічні показники крові лабораторних тварин за дії мікотоксину Т2. *Vin Smart Eco*. 276-277
6. Пантюшенко І. М., Мехед О. Б., Третяк О. П. (2012). Особливості нуклеїнового гомеостазу цьогорічки коропа за токсичних умов утримання. *Екологічний інтелект*. 63-65.
 7. Полотнянко Л. В., Мехед О. Б. (2023). Зміни біохімічних показників в тканинах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* L.) під дією мікотоксину Т-2. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : Матеріали Х Міжнародної наукової конференції. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. С. 205-207
 8. Полотнянко Л., Мехед О. (2023). Накопичення мікотоксинів у м'язах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) при згодовуванні корму, контамінованого Т2-токсиком. *Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату*. VII Міжнародна наукова конференція: програма, тези доповідей. Чернігів : Десна-Поліграф. С. 105-106
 9. *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. UMS. 2002. P. 42—46.
 10. Symonova N.A., Mekhed O.B., Kupchyk O.Y., Tretyak O.P. (2018). Toxicants in the degradation of lipids in the organism scaly carp. *Ukrainian Journal of Ecology* Volume 8, No 4. P. 6-10.

УДК: 628.194:628.11

**ВМІСТ МЕТАЛІВ У ВОДІ ТА ЇХ АКУМУЛЯЦІЯ У
ФІТОПЛАНКТОНІ (*CHLORELLA VULGARIS BEIJER*)
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО СТАВУ**

**Чвалюк Г. В., Корнієнко А. Ю., Грабовський В.-Д. М.,
Грубінко В. В., Калінін І. В.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
E-mail: 0986372888g@gmail.com

Ознакою активного антропогенного впливу на довкілля вже давно стало забруднення поверхневих вод іонами металів та іншими небезпечними речовинами. Таке забруднення зазвичай негативно позначається на живих організмах, що так чи інакше залежать від забруднених водних об'єктів. Особливо істотним є вплив забруднення на ріст, розвиток та параметри життєдіяльності гідробіонтів. Проблеми екологічного ризику, пов'язаного із забрудненням водних об'єктів, є винятково актуальними у процесі експлуатації рибоводних ставків. З одного боку більшість таких об'єктів знаходиться у зоні активного впливу сільськогосподарської діяльності, транспорту, рекреації та промисловості, а тому є мішенню для потрапляння металів, що мають здатність до кумуляції. З іншого, продукція аквакультури становить важливий компонент раціону населення, а її екологічна безпека має надзвичайну вагу. *Chlorella vulgaris* Beijer є важливою ланкою ланцюга живлення для гідробіонтів Тернопільського ставу. Маючи властивість накопичення металів проти градієнту концентрації у сотні тисяч разів, вона відіграє важливу роль в очищенні води природнім шляхом. Обсяги надходження у довкілля металів унаслідок техногенного навантаження у сотні та тисячі разів перевищують їх фонові концентрації, що у глобальному масштабі дорівнює або перевищує їх промисловий видобуток [2].

Метою нашого дослідження було визначити та порівняти вміст металів (різних за життєвою необхідністю) у воді та у *Chlorella vulgaris* Beijer Тернопільського ставу з нормами їх вмісту згідно вимог Державних Санітарних Норм та Правил («Гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10) [3]. Також для кількісної оцінки кумуляції металів у цій мікрowodорості ми обрахували коефіцієнт накопичення (Кн) як відношення максимального вмісту речовини у певному компоненті (*Chlorella vulgaris* Beijer) (мг/кг) до його концентрації у воді (мг/дм³) [1].

Концентрацію досліджуваних компонентів вимірювали за допомогою атомно-емісійного спектрографічного методу.

В результаті дослідження виявлено, що серед досліджуваних нами елементів Кн для Натрію, Кальцію, Магнію, Нікелю, Молібдену становить менше 1000, де найменше значення

було у Кальцію, а найвище у Нікелю і Молібдену. Всі інші проявляли біологічну акумуляцію в розмірі від тисяч до кількох сотень тисяч. Речовини з помірною та слабовираженою кумуляцією (де Кн становив би 51 – 200, та менше 50) серед визначуваних нами мікроелементів виявлено не було (табл. 1).

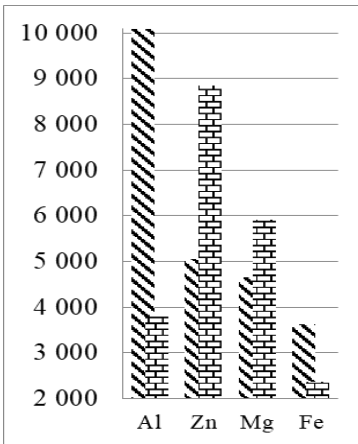
Зокрема серед досліджуваних нами біогенних мікроелементів, (які для зручності порівняння ми розмістили в порядку спадання) таких як $K > Mg > Na$ найбільший Кн мав Калій (5 900 мг/л), а найменший – Натрій (492 мг/л), серед есенціальних елементів (що проявляють токсичні властивості у високих концентраціях), таких як $Fe > Zn > Mn > Cu > Ni > Mo > Co$ – найбільший Кн спостерігався у Феруму (118 000 мг/л) і Цинку (88 500 мг/л), умовно-есенціальних – Силіцій (6666 мг/л), а неесенціальних (токсичних) – Алюміній (25 333 мг/л), найменше серед них кумулювалася у фітопланктоні Ртуть (600 мг/л).

Таблиця 1

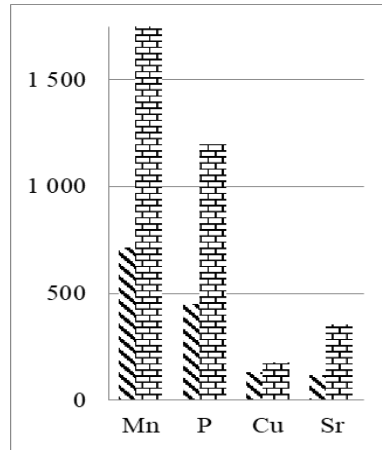
Вміст металів у воді і *Chlorella vulgaris* Beijer, та їх норми
згідно ДСанПіН

Назва елемента	Вміст металів у <i>Chlorella vulgaris</i> Beijer (висушені і знезолнені водорості), мг/дм ³	Вміст елементу у воді ставу, мг/дм ³	Коефіцієнт накопичення (Кн)	Норми ДСанПіН для водопровідної води, мг/дм ³	Перевищення норм ДСанПіН
Na	2 950	6	491,67	0,03	200,0
K	5 900	1	5 900,00	-	-
Ca	35 400	76	465,78	-	-
Mg	5 900	9,6	614,58	0,24	40,0
Fe	2 360	0,02	118 000,00	0,2	0,1
Mn	1 750	0,05	35 000,00	0,5	0,1
Cu	177	0,01	17 700,00	0,1	0,1
Ni	17	0,02	850,00	0,02	1,0
Mo	17	0,02	850,00	0,07	0,3
Zn	8 850	0,1	88 500,00	0,1	1,0
Pb	6	0,01	600,00	0,01	1,0
Al	3 800	0,15	25 333,33	0,2	0,8

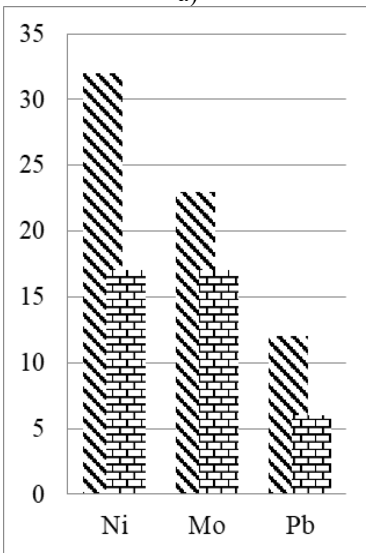
Для наглядності ступеню біоконцентрування металів у гідробіонтах, ми розділили показники на 3 групи: а) – показники біоаккумуляції від тисяч до десятків тисяч, б) – від кількох сотень до кількох тисяч, і в) – від кількох десятків до кількох одиниць (рис.1).



а)



б)



в)

Рис. 1 Порівняння акумуляції металів у *Chlorella vulgaris* Beijer (висушені і знезолені водорості) за 2023 та 2024 роки

Також, порівнявши дані за 2023 та 2024 роки, ми спостерігали різницю акумуляції металів фітопланктоном (*Chlorella vulgaris Beijer*) (рис. 2).

Так, найбільша різниця спостерігалася у Стронцію – його біоакумуляція за рік зросла у майже 3 рази, а найменше у Алюмінію – у майже 0,4 рази.

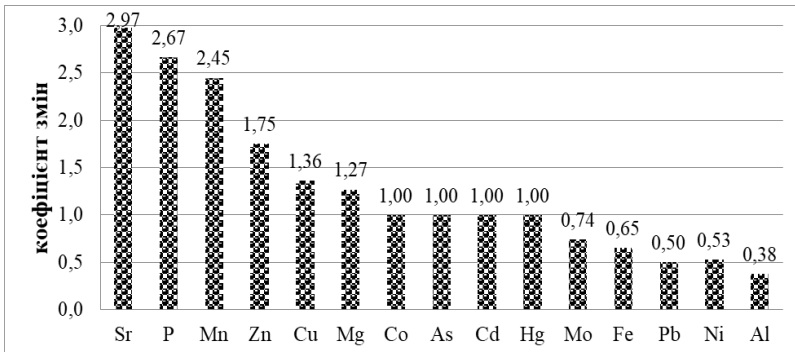
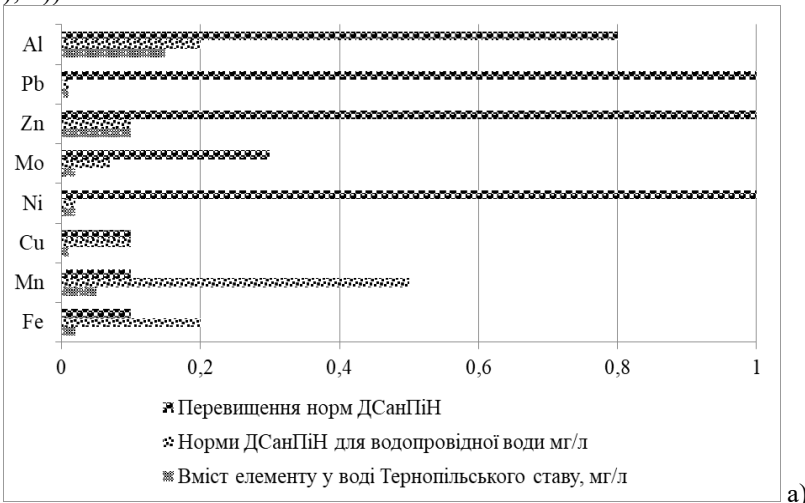


Рис. 2. Коефіцієнт змін акумульованих металів фітопланктоном (*Chlorella Vulgaris Beijer*) за 2023-2024 роки

Також в процесі нашого дослідження ми порівняли отримані дані з нормами вмісту металів згідно ДСанПіН (рис. 3 а), б)).



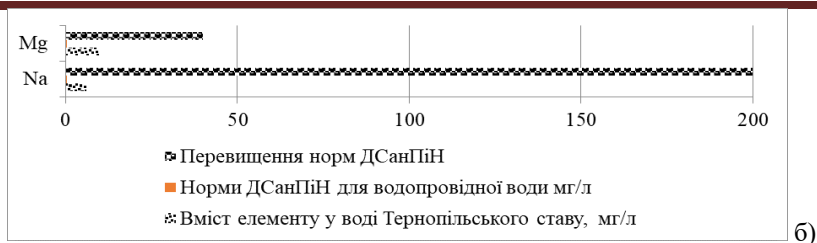


Рис. 3. Порівняння вмісту металів у воді Тернопільського ставу станом на 2024 рік з встановленими нормами ДСанПіН (а, б).

Список літератури

1. Бєдункова О. О., Петрук А. М. Оцінка стану водних екосистем за коефіцієнтами накопичення та акумуляції токсичних речовин. Вісник національного університету водного господарства та природокористування : Зб. наук. пр., м. Рівне. 2012. С. 60–67. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/10374/1/Vs588%20%D0%B7%D0%B0%D1%85.pdf> (Дата звернення 18.03.2025)
2. Градович Н. І., Параняк Р. П., Осередчук Р. С. Розподіл свинцю та кадмію у гідроекосистемі рибоводницького ставу. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2015. Т. 17(3). С. 380–388.
3. Державні Санітарні Норми та Правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
4. Kornelyuk N. M., Khomenko O. M. Особливості біоакумуляції важких металів деревною рослинністю в зоні локальної дії Черкаської теплоелектроцентралі (на прикладі м. Черкаси). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Т. 8, № 1. С. 953–960. URL: https://doi.org/10.15421/2018_298 (дата звернення: 18.03.2025).