

Бєдункова О. О., д.б.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ПІДБІР ФІТОРЕМЕДІАНТІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Представлено результати досліджень фізіологічних реакцій та детоксикаційних властивостей вищих водних рослин, які використовуються у фітореMediaційних технологіях. Виявлено, що перспективним видом рослин для фітореMediaції в умовах Західного Полісся України є елодея канадська. Встановлено оптимальну біомасу макрофіту близько 0,5 кг/м³, що забезпечуватиме вилучення з забруднених поверхневих вод до 35% міді, до 40% цинку та до 60% заліза. Передбачено, що фотосинтетичний апарат рослин забезпечить насичення води киснем та сприятиме самоочищенню поверхневих вод від органічних забруднень. Запропоновано використання елодії на руслових та заплавних біоплато малих річок регіону.

Ключові слова: забруднювачі; водні рослини; очищення.

Для збереження та відновлення екологічного стану малих річок серед більшості рекомендацій у наукових публікаціях зазначається облаштування біоплато, як відносно недорогого способу зниження вмісту наднормових концентрацій елементів у поверхневих водах і доведення їх гідрохімічних параметрів до екологічного благополуччя [1; 2].

В основі процесу очищення води в біоплато знаходиться фітореMediaція – екологічно чиста технологія, заснована на поглинанні забруднюючих речовин через коріння рослин, накопиченні в тканинах їх організму, розкладанні та перетворенні забруднюючих речовин у менш шкідливі форми (рис. 1) [3; 4].

Ця методика, що започаткувалась понад 300 років тому для очистки стічних вод, нині привернула серйозну увагу вчених, державних та неурядових органів. Зокрема, програма охорони довкілля ООН визначила фітореMediaцію як «ефективне використання рослин для видалення, детоксикації або зниження рухливості забруднювачів навколишнього середовища» (ЮНЕП, 2019) [5]. Доведено також, що процес фітореMediaції є екологічно та економічно вигідним для усунення забруднень із ґрунтів, підземних вод і залишків мулу [6].

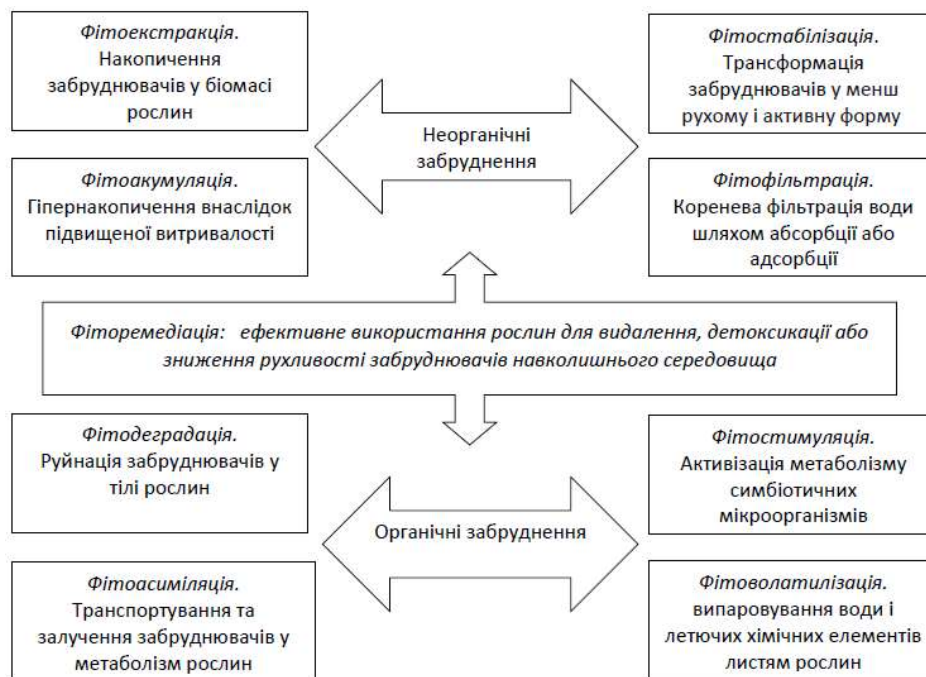


Рис. 1. Механізми очищення забруднень у фіторемедіації водного середовища [3]

Набір водних рослин для біоплато потребує видів, що мають швидкий ріст, відносно високе накопичення біомаси та толерантність до дії забруднювачів.

Так, наприклад відомими концентраторами і гіперконцентра- торамиважких металів є: горець перцевий (*Polygonumhydropiper*), ряска багаторінцева (*Spirodelapolyrhiza* L.), ряска горбата (*Lemnagibba* L.), вольфія куляста (*Wolffiaglobosa*), азоллакаролинская (*Azollacaroliniana*), сальвінія плаваюча (*Salvínianátans*), воднийгіа- цинт, або ейхорія (*Eichhorniacrassipes*) та елодея канадська (*Elodeyacanadensis*) [7–9].

Позбавлення води від присутності органічних забруднень за- безпечують такі вільноплаваючі водні рослини як: сальвінія плаваю- ча (*S.nátans*), ейхорія (*E. crassipes*), пістія (*Pistiastratiotes*), ряска мала (**Lemnaminor** L.). Використання ряски малої у фіторемедіаціїпокра- щуєочисні процеси, знижуючи величини БСК, загальних зважених твердихречовинних, аміачної селітри, фосфатів, аміаку та загального азоту [10].

При цьому, самі рослини можуть відчувати суттєві зміни фізіо- логічних процесів та біохімічних реакцій, наприклад пригніченняфо- тосинтезу і дихання, розпаду клітин, або навіть загибелі рослин. Ві- домо, що за тривалого впливу неорганічних забруднень, у пістії (*P. stratiotes* L.) зменшується об'єм кореня, з'являється хлороз, пош-

коджується клітинна мембрана, знижується швидкість росту, фотосинтезу, підвищується активність ферментів, зокрема супероксиддисмутази, каталази, пероксидази та аскорбатної пероксидази [8]. У ейхорії (*E. crassipes*) уповільнюється ріст, з'являється хлороз, відбувається в'янення, зменшення висоти рослини та довжини коренів, а зрештою і загибель рослини [3].

Пояснюється це тим, що рослини, як правило, обмежені в певній точці їх метаболічних процесів щодо накопичення забруднень, а згодом накопичені в їх тканинах забруднення чинять негативний вплив на загальний гомеостаз організму [8]. Деякі рослини, особливо різні види диких водних бур'янів, виявляються більш толерантними, і вони можуть виступати суттєвою перешкодою для розповсюдження забруднень по харчовихланцюгах водних екосистем.

Іншими словами, кожна рослина має особливості, які можуть обмежувати її використання в умовах конкретних водойм. Очевидно, що при плануванні фіторемедіаційних заходів, крім ідентифікації та скринінгу рослин, які виявляють велику ефективність для накопичення розчинених органічних речовин, металів та інших забруднень [7], необхідно також звертати увагу на чинники, що забезпечують ефективне нарощування біомаси рослин у певних природно-кліматичних умовах, а також на переважаючий характер забруднень у відповідних водоймах.

Так, наприклад, північно-західна частина басейну Дніпра зазнає негативного впливу сполук міді (до 12 ГДК), цинку (до 9 ГДК), заліза загального (до 4 ГДК) та фенолів (до 5 ГДК). Сполуки азоту, фосфору, концентрація у воді розчиненого кисню та інші біогенні характеристики в поверхневих водах цієї території також часто є незадовільними [11]. Саме тому, фіторемедіація цих водойм повинна передбачати підбір макрофітів, які спроможні поглинати та детоксикувати згадані забруднення, а також мати достатні адаптаційні можливості для культивування в природних умовах даної території.

Метою наших досліджень був підбір фіторемедіантів для поверхневих вод малих річок Західного Полісся України, які зазнають антропогенне навантаження, через скиди недостатньо очищених комунально-побутових стічних вод та дифузних джерел забруднень, наявних на їх водозборах. Завдання, які були поставлені відповідно мети досліджень, передбачали експериментальне тестування чотирьох видів водних рослин, щодо їх витривалості в діапазонах температур та впливу різних концентрацій забруднень, присутність яких характерна для водойм Західного Полісся України.

Тривалість експозиції експериментів у модельних експериментах з водними рослинами становила 10–15 діб, впродовж яких дотримувались однорідності умов освітлення та сталого температурного режиму приміщення (20–21° С). Всі рослини були отримані з умовно чистої декоративної водойми.

Згідно завдання досліджень, оцінка морфометричних ознак тест-об'єктів передбачала облік приросту пагону та його ваги. Згідно відповідних нормативних методик, приріст пагону елодеї визначали в динаміці, віднімаючи вихідні 4 см з довжини пагону у строк 10 діб з відображенням у сантиметрах, а сумарний приріст у грамах [21; 22].

Облік змін параметрів нарощування біомаси рослин проводили за допомогою відсоткових часток пригнічення/стимуляції, росту/ваги, на початку та на кінець експерименту [12]

$$A_i = \frac{L_k - L_d}{L_k} \cdot 100, \quad (1)$$

де A_i – відсоток пригнічення/стимуляції морфометричних параметрів; L_k – довжина/вага на початок експерименту; L_d – довжина/вага на кінець експерименту.

У випадку коли морфометричні параметри тест-об'єкту у досліді перевищували параметри у контрольному варіанті, для оцінки отриманих результатів користувались «поправкою Аббота» [13]:

$$N_{\%рез} = \frac{N_{досл} - N_{контр}}{100 - N_{контр}} \cdot 100, \quad (2)$$

де $N_{\%рез}$ – уточнена величина результату досліду (відсоток зміни відносно контролю); $N_{досл}$ – значення визначеного параметру в досліді; $N_{контр}$ – значення відповідного параметру в контролі.

Кожна експериментальна ємкість куди розміщували тест-об'єкт містила певну хімічну речовину, із розведеною концентрацією у відсоточній водопровідній воді. Модельні експерименти з різними концентраціями $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 та $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ закладали у перерахунку на мідь, цинк та залізо відповідно з 1ГДК, 3ГДК, 5ГДК, 7ГДК та 10ГДК діючої речовини. Кількісне визначення елементів проводили за методами наближеного визначення, згідно забарвлення досліджуваного розчину відповідним хімічним реактивом, на початку та в кінці експозиції [14].

Вміст розчиненого у воді кисню контролювали інструментально - оксиметром «Ezodo» (свідоцтво про повірку законодавчо регульованого засобу виміральної техніки № 36-1/1363).

Для з'ясування витривалості температурного діапазону рослин ми обрали чотири найбільш залучені до фітотехнологій ремедіації вод видів рослин: ейхорія, сальвінія, елодея канадська та ряска мала. Рослини були розміщені в ємкості за однакових умов освітлення, де впродовж 10 днів відбувалось їх вирощування за різної температури води. Для експерименту використовували відстояну водопровідну воду. Зважування біомаси рослин на початку та в кінці експерименту дозволило встановити її приріст (рис. 2).

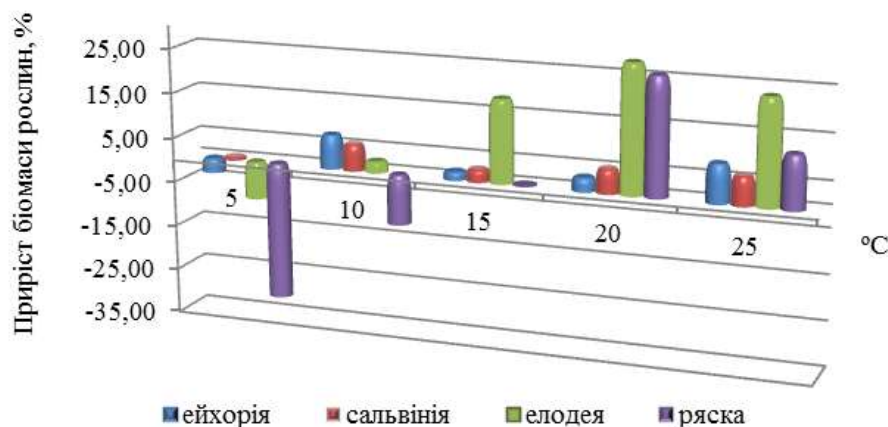


Рис. 2. Приріст біомаси водних рослин за різних температурних умов (тривалість експозиції 15 діб)

Було з'ясовано, що втрат ваги та пригнічення розвитку за низьких температур зазнали елодея канадська та ряска мала. При цьому, на стані ряски негативно позначались температури в діапазоні 5–10° С, а на стані елодеї тільки 5° С. У подальшому зростанні температур води найбільш суттєвий приріст біомаси мала саме елодея канадська, максимум якого відмічався при 20° С, сягаючи рівня 28,3%.

Враховуючи оцінені нами раніше ризики погіршення якості поверхневих вод малих річок західного Полісся України [15; 16] згідно яких у найближчі 5 років існує небезпека підвищення концентрацій міді, цинку та заліза, наступним етапом наших досліджень стало відстеження морфометричних параметрів рослин за різних концентрацій цих елементів. Оскільки елодея канадська проявила відносно широкий температурний діапазон витривалості та мала найвищі показники нарощування біомаси впродовж попереднього експерименту, для подальших досліджень ми обрали саме цей вид рослин.

У експериментальних ємкостях були розведені різні концентрації хімічних речовин, які в перерахунку на діючу речовину (Cu, Zn, Fe) відповідали рівням 1ГДК, 3ГДК, 5ГДК, 7ГДК і 10ГДК. На початку та в кінці експерименту оцінювали довжину та вагу пагонів рослин. На початку експерименту довжина всіх пагонів становила 4 см.

Найбільш пригнічуючу дію на розвиток рослини чинив цинк (рис. 3, рис. 4). При цьому, для реакції рослин за інтенсивністю наростання довжини це починало явно спостерігатись за рівнів 5ГДК, а за приростом біомаси 3 ГДК. Приріст довжини мав від'ємні значення при 10ГДК, маси при 7ГДК і 10ГДК цинку.

Приріст довжини рослин був найбільш помітнішим за умов перебування в розчинах $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а ваги в розчинах $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

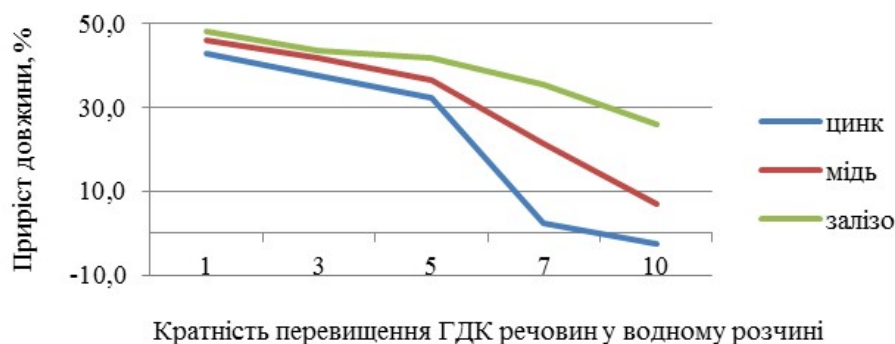


Рис. 3. Зміна довжини пагонів елодеї канадської після перебування в водних розчинах із різними концентраціями речовин (тривалість експозиції 15 діб)

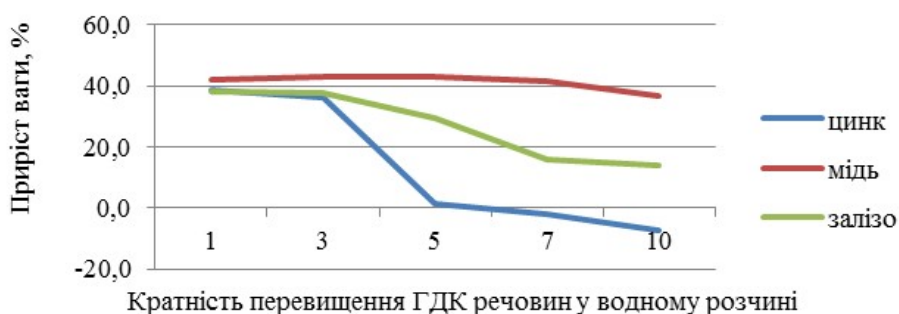


Рис. 4. Зміна маси пагонів елодеї канадської після перебування в водних розчинах із різними концентраціями речовин (тривалість експозиції 15 діб)

Відомо, що залізо необхідне для нормального перебігу фізіологічних процесів у живих організмах. Але, за його надмірного вмісту в воді чи за умов надходження значної кількості заліза в організм гідробіонтів воно має токсичну дію. Наявність окисного заліза у водному середовищі супроводжується зв'язуванням кисню і утворенням закисного заліза, внаслідок чого формується кисневий дефіцит і гідробіонти гинуть від задухи. Надмірні концентрації міді мають токсичний вплив на гідробіонтів, блокуючи фотосинтетичні процеси, білковий і вуглеводний обмін, викликаючи атрофії, ендемічні анемії, порушення кровотворення, ураження нервової системи. Цинк, як і мідь,

є есенціальним мікроелементом. Він входить до складу ферментів і бере участь у багатьох біохімічних процесах. Суть токсичного впливу Zn на водні екосистеми полягає, перш за все, у гальмуванні фотосинтезу фітопланктону, що знижує первинну продукцію водойм і підриває кормову базу зоопланктону і риб. Він має гонадотоксичну дію, чинить мутагенну та онкогенну небезпеку [17].

Отже, отримані нами результати дозволяють стверджувати, що елодея по відношенню до досліджуваних елементів має достатньо високу стійкість до рівня ЗГДК міді, цинку та заліза. Такі рівні речовин не мають пригнічуючого ефекту на вагу рослин, щоправда приріст довжини пагонів уповільнюється. Відносну стійкість проявляє елодея і за рівнів 5 ГДК міді та заліза. Це дозволяє передбачити, що заселення біоплато цим видом рослин може бути абсолютно реальним.

Для з'ясування оптимальної біомаси рослин для ефективної роботи біоплато ми провели постановку ще одного модельного експерименту, в ході якого відстежували рівні насичення води киснем за різної біомаси елодеї канадської. При цьому в воду були додані одночасно всі три хімічні речовини в кількості 1ГДК (рис. 5).

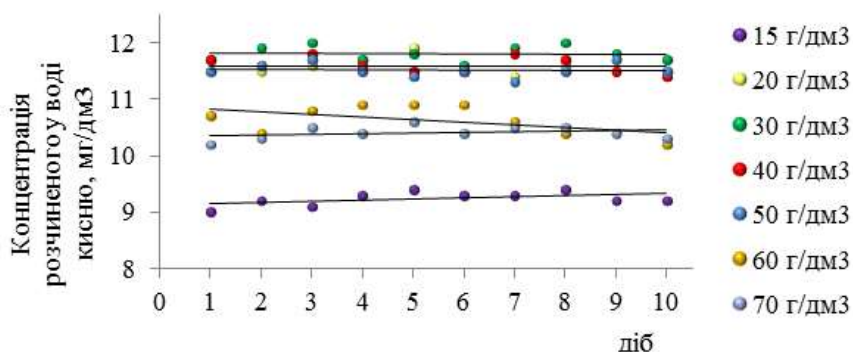


Рис. 5. Динаміка вмісту розчиненого у воді кисню за різної біомаси рослин у водному розчині за рівнів 1ГДК діючих речовин $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{ZnCl}_2 + \text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Так, при біомасі рослин 15 г/дм^3 у середньому за 10 діб насичення води киснем становило $9,24 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Найвищими зберігались концентрації розчиненого у воді кисню при знаходженні в воді елодеї із біомасою $20, 30, 40$ та 50 г/дм^3 , які становили відповідно $11,59 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, $11,81 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, $11,61 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ та $11,52 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Проміжне положення за ступенем насичення води киснем було характерним для біомаси рослин 60 та 70 г/дм^3 , яке становило відповідно $10,62 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ та $10,41 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Припускаємо, що за високої біомаси рослин в обмеженому просторі відбувається деяке пригнічення роботи їх фотосинтетичного апарату.

На завершальному етапі експериментів нами була здійснена спроба відстеження сорбційних властивостей елодеї канадською, для чого рослини розміщувались до води з відомими концентраціями міді, цинку та заліза, знаходились там впродовж 10 діб. По завершенню експозиції рослини вилучались із води та проводилось визначення концентрації елементів за наближеним кількісним методом, згідно відповідних методик [14]. Результати проведених спостережень представлено в таблиці.

Таблиця

Зміна вмісту хімічних елементів у розчинах з різною біомасою
Elodeyacanadensis впродовж 10 діб

Біомаса рослин	Концентрації елементів								
	мідь			цинк			залізо		
	поч.	кін.	% вилуч.	поч.	кін.	% вилуч.	поч.	кін.	% вилуч.
30 г/дм ³	0,002	0,0017	15	0,01	0,008	20	0,1	0,06	40
40 г/дм ³	0,002	0,0017	15	0,01	0,006	40	0,1	0,04	60
50 г/дм ³	0,002	0,0013	35	0,01	0,006	40	0,1	0,036	64

Отже, найбільшу кількість вилучення з води мало залізо – 64% та 60% за біомаси елодеї відповідно 50 г/дм³ та 40 г/дм³. Ця ж біомаса рослин спричинювала пониження в воді концентрації цинку на 40%. А от вилучення цинку за біомаси елодеї 40 г/дм³ становило всього 15%, а за біомаси 50 г/дм³ зростало до рівня 35%.

Отримані результати в цілому доводять ефективність використання даного виду рослин для зниження концентрацій металів у воді, що дозволяє рекомендувати елодею канадську для культивування в умовах біоплато на природних водоймах. Серед переваг елодеї слід відзначити також температурну витривалість, а також той факт, що дана рослина є характерною для водойм Західного Полісся України та не несе загрозу витіснення інших видів макрофітів.

Таким чином, результати проведених досліджень виявляють, що перспективним видом водних рослин для технологій фіторемедіації є елодея канадська. При цьому, оптимальна біомаса макрофіту в даних цілях становить близько 0,5 кг/м³, що забезпечуватиме вилучення з забруднених поверхневих воддо 35% міді, до 40% цинку та до 60% заліза. Передбачено також, що фотосинтетичний апарат рослин зможе забезпечувати додаткове насичення води киснем та через покращення газового режиму, сприятиме самоочищенню поверхневих вод від органічних забруднень. Отримані результати можуть

бути враховані при плануванні руслових та заплавних біоплато на малих річках Західного Полісся України.

1. Кривицкий С. В. Экологическая реабилитация водоемов с использованием биоинженерных методов. *Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2010. № 5. С. 77–82.
2. Остроумов С. А. Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем. Москва : МАКС-пресс, 2005. 100 с.
3. Ansari A. A., Naeem M., Gill S. S., AlZuaib F. M. Phytoremediation of contaminated waters: An eco-friendly technology based on aquatic macrophytes application. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.03.002> (дата звернення: 12.12.2020).
4. Эйнон Л. О. Макрофиты в экологии водоема. Москва : Изд-во ИВП РАН, 1992. 256 с.
5. UNEP. Phytoremediation: An Environmentally Sound Technology for Pollution Prevention, Control and Remediation. *Newsletter and Technical Publications Freshwater Management Series*. No. 2. URL: <http://www.unep.or.jp/letc/Publications/Freshwater/FMS2/1.asp>. (дата звернення: 12.12.2020).
6. Girdhar M., Sharma N. R., Rehman H., Kumar A., Mohan A. Comparative assessment for hyperaccumulatory and phytoremediation capability of three wild weed. *Biotech*. 2014. Vol. 4. P. 579–589.
7. Miksch K., Cema G., Corvini P. F.-X., Felis E., Sochacki A., Surmacz-Górska J., Wiszniowski J., Żabczynski S. R&D priorities in the field of sustainable remediation and purification of agro-industrial and municipal wastewater. *New Biotechnology*. 2015. Vol. 32. № 1. P. 128–132.
8. Saeed T., Sun G. A review on nitrogen and organic removal mechanisms in subsurface flow constructed wetlands: Dependency on environmental parameters operating conditions and supporting media. *Journal of Environmental Management*. 2012. Vol. 112. P. 429–448.
9. Sharma S., Singh B., Manchanda V. K. Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 946–962.
10. Спосіб біологічного очищення поверхневих вод : пат. 3550345/SU. Промислова власність / Кравець В. В., Мережко О. І. 1983. Бюл. № 3.
11. Гузієнко І. А., Савицький В. М. Оцінка екологічного стану правобережних приток Дніпра за фізико-хімічними та гідроморфологічними показниками. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т. 2(23). С. 129–136.
12. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти). Москва, 2001. 104 с.
13. Біотестування у природоохоронній практиці. Технічний комітет з стандартизації ТК 82 «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання ресурсів України». Київ, 1997. 240 с.
14. Приемы санитарного изучения водоемов / С. М. Драчев и др. Москва : МЕДГИЗ, 1960. 356 с.
15. Бєдункова О. О. Аналіз особливостей формування якості води річок Західного Полісся. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. Сільськогосподарські науки*. Рівне : НУВГП, 2009.

Вип. 1(45). С. 3–9. **16.** Бєдункова О. О., Буднік З. М. Оцінка екологічної шкоди та екологічного ризику гідрохімічних показників річки Іква. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. Сільськогосподарські науки*. Рівне : НУВГП, 2012. Вип. 4(60). С. 77–82. **17.** Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. Москва : Колос, 2007. 144 с.

REFERENCES:

1. Krivitskiy S. V. Ekologicheskaya rehabilitatsiya vodoemov s ispolzovaniem bioinjenernykh metodov. *Vestnik RUDN. Ser. Ekologiya i bezopasnost jiznedeyatel'nosti*. 2010. № 5. S. 77–82.
2. Ostroumov S. A. Zagryaznenie, samoochislenie i vosstanovlenie vodnykh ekosistem. Moskva : MAKSp-press, 2005. 100 s.
3. Ansari A. A., Naeem M., Gill S. S., AlZuaib F. M. Phytoremediation of contaminated waters: An eco-friendly technology based on aquatic macrophytes application. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.03.002> (data zvernennia: 12.12.2020).
4. Eynor L. O. Makrofity v ekologii vodoema. Moskva : IZD-VO IVP RAN, 1992. 256 s.
5. UNEP. Phytoremediation: An Environmentally Sound Technology for Pollution Prevention, Control and Remediation. *Newsletter and Technical Publications Freshwater Management Series*. No. 2. URL: <http://www.unep.or.jp/letc/Publications/Freshwater/FMS2/1.asp>. (data zvernennia: 12.12.2020).
6. Girdhar M., Sharma N. R., Rehman H., Kumar A., Mohan A. Comparative assessment for hyperaccumulatory and phytoremediation capability of three wild weed. *Biotech*. 2014. Vol. 4. P. 579–589.
7. Miksch K., Cema G., Corvini P. F.-X., Felis E., Sochacki A., Surmacz-Górska J., Wiszniowski J., Żabczynski S. R&D priorities in the field of sustainable remediation and purification of agro-industrial and municipal wastewater. *New Biotechnology*. 2015. Vol. 32. № 1. P. 128–132.
8. Saeed T., Sun G. A review on nitrogen and organic removal mechanisms in subsurface flow constructed wetlands: Dependency on environmental parameters operating conditions and supporting media. *Journal of Environmental Management*. 2012. Vol. 112. P. 429–448.
9. Sharma S., Singh B., Manchanda V. K. Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. P. 946–962.
10. Sposib biolohichnoho ochyshchennia poverkhnevnykh vod : pat. 3550345/SU. Promyslova vlasnist / Kravets V. V., Merezhko O. I. 1983. Biul. № 3.
11. Huziienko I. A., Savytskyi V. M. Otsinka ekolohichnoho stanu pravoberezhnykh prytok Dnipra za fizyko-khimichnymy ta hidromorfolohichnymy pokaznykamy. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*. 2011. T. 2(23). S. 129–136.
12. Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po normirovaniyu urovney soderzaniya himicheskikh veschestv v donnykh otlojeniyakh poverhnostnykh vodnykh obyektov (na primere nefiti). Moskva, 2001. 104 s.
13. Biotestuvannia u pryrodookhoronii praktytsi.

Tekhnichniy komitet z standartyzatsii TK 82 «Okhrona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalne vykorystannia resursiv Ukrainy». Kyiv, 1997. 240 s. **14.** Priemyi sanitarnogo izucheniya vodoemov / S. M. Drachev i dr. Moskva : MEDGIZ, 1960. 356 s. **15.** Biedunkova O. O. Analiz osoblyvosti formuvannia yakosti vody richok Zakhidnoho Polissia. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Ser. Silskohospodarski nauky.* Rivne : NUVHP, 2009. Vyp. 1 (45). S. 3–9. **16.** Biedunkova O. O., Budnik Z. M. Otsinka ekolohichnoi shkody ta ekolohichnoho ryzyku hidrokhimichnykh pokaznykiv richky Ikva. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Ser. Silskohospodarski nauky.* Rivne : NUVHP, 2012. Vyp. 4(60). S. 77–82. **17.** Filenko O. F., Miheeva I. V. *Osnovy vodnoy toksikologii.* Moskva : Kolos, 2007. 144 s.

Biedunkova O. O., Doctor of Biological Science, Professor
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

**EXPERIMENTAL SELECTION OF PHYTOREMEDIANTS FOR SURFACE
WATERS OF THE SMALL RIVERS OF THE WESTERN
POLISSYA OF UKRAINE**

The results of studies of physiological reactions and detoxification properties of higher aquatic plants used in phytoremediation technologies are presented. It has been revealed that *Elodeya Canadensis* a promising species of plants for phytoremediation in the Western Polissya of Ukraine. An optimal macrophyte biomass of about 0.5 kg/m³ has been installed to ensure removal of contaminated surface water up to 35% copper, up to 40% zinc and up to 60% iron. It is envisaged that the photosynthetic apparatus of plants will saturate the water with oxygen and promote self-purification of surface water from organic pollution. It is suggested to use *E. canadensis* on riverbeds and floodplains of small rivers in the region.

Keywords: pollutants; aquatic plants; cleaning.

Бедункова О. А., д.б.н., доцент (Национальный университет
водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДБОР ФИТОРЕМЕДИАНТОВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Представлены результаты исследований физиологических реакций и детоксикационных свойств высших водных растений, используемых в фиторемедиационных технологиях. Выявлено, что перспективным видом растений для фиторемедиации в условиях Западного Полесья Украины является элодея канадская. Установлено оптимальную биомассу макрофитов около 0,5 кг/м³, обеспечивающую изъятие из загрязненных поверхностных вод до 35% меди, до 40% цинка и до 60% железа. Предусмотрено, что фотосинтетический аппарат растений обеспечит насыщение воды кислородом, что будет способствовать самоочищению поверхностных вод от органических загрязнений. Предложено использование элодеи на русловых и пойменных биоплато малых рек региона.

***Ключевые слова:* загрязнители; водные растения; очистки.**
