

ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОСЛИН НА СТУПІНЬ ОЧИЩЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ІОНІВ $Zn(II)$

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03043, Україна*

Враховуючи незадовільний стан вирішення екологічних проблем в Україні, питання очищення водойм від хімічних забруднюючих речовин являється актуальним. Одними із найбільш небезпечних ксенобіотиків є важкі метали, в тому числі іони $Zn(II)$, а основними джерелами забруднення водних екосистем солями цинку є кольорова та чорна металургія [1]. Зазвичай для очистки стічних вод від іонів цинку застосовують хімічні та фізико-хімічні методи, що вимагають великих енергетичних та фінансових затрат.

На сьогодні існує велика кількість технологій біологічного очищення водних об'єктів, серед яких є такі, що засновані на використанні процесів природного самоочищення водних об'єктів з використанням вищих водних рослин та водної біоти – фітотехнології. До таких технологій, зокрема, належить використання біоплато, в яких традиційно застосовуються вищі водні рослини.

Враховуючи результати попередніх досліджень [7-8], в яких було встановлено, що не тільки вищі водні рослини характеризуються високими коефіцієнтами накопичення іонів $Zn(II)$, але й наземні рослини в умовах водної культури мають таку ж здатність до акумуляції важкого металу [2-3]. З'ясовано, що наземні рослини як біотичний компонент біоплато зручно використовувати для конструювання біоплато – для доочищення водойми не потрібно облаштовувати додаткову ділянку для розміщення біоплато з вищими водними рослинами, достатньо проростити насіння на субстраті, що забезпечує плавучість конструкції, та розмістити її на поверхні водного об'єкту, який потрібно очистити.

Перевагами застосування біоплато для очищення водойм від іонів цинку є високий ступінь очищення, висока ефективність, екологічність та низька енергоємність. Такі конструкції будь-якої площі можна створювати в стаціонарних умовах [4-6].

Нами запропоновано варіант плаваючої конструкції, біотичною складовою якої є наземні рослини, механічну міцність яким надає коренева система рослин. Для підвищення ефективності використання запропонованої гідрофітної системи передбачалось модифікувати поглинальну здатність біоплато та його рослинний компонент шляхом впливу біологічним фактором, а саме збільшенням щільності розміщення рослин, що дозволяє використати можливий позитивний «ефект групи» рослин [9]. Для досліду було сконструйовано біоплато із тимофіївкою лучною та житом посівним. Інкубація рослин відбувалась у термостаті при температурі 24 °С. Біоплато з

дев'ятидобовими рослинами розміщували в ексікаторах з водою з водогону ($V=2,5$ л), в які додатково вносили $Zn(II)$, $C_0=1$ мг/л. Проби розчину відбирали на 4, 11, 18 і 29-у добу інкубації.

Було встановлено, що на певному часовому інтервалі найбільшу сорбційну здатність, яка склала більше 96 %, спостерігали в варіантах біоплато з максимальною щільністю вирощування рослин. Таким чином, встановлено можливий варіант модифікації шляхом зміни щільності культивування рослин, який дозволяє досягти максимальний ефекту очистки від іонів $Zn(II)$ за мінімальний період інкубації біоплато на забрудненому водному об'єкті. По завершенні дослідження сорбційної активності рослин було виміряно залишковий об'єм змодельованого розчину та вираховано об'єм розчину, що був транспірований через рослини. Зокрема, спостерігали пряму залежність між транспіраційною активністю та біомасою рослин.

Сконструйоване в лабораторних умовах плаваюче біоплато продемонструвало високий рівень очистки води від іонів $Zn(II)$. Отримані результати дозволяють створити алгоритм технології фітодезактивації, на кінцевому етапі якої передбачається вилучати біоплато з водою та озолити їх або здійснювати періодичні скошування зеленої маси і також піддавати її озоленню.

1. Дренькало М.М. Про стан та заходи із попередження забруднення поверхневих вод в Україні / М.М. Дренькало // Довкілля та здоров'я. — 1999 — №4 (11) С. 52—54.

2. Маджд С.М. Досвід експлуатації гідрофітних споруд в Україні та світі / С.М. Маджд // Наукоємні технології. — 2016. — №2. — С. 228–231.

3. Михеев А.Н., Маджд С.М., Семенова Е.И., Дмитруха Т.И. Адаптация гидрофитной системы для очистки сточных вод предприятий гражданской авиации / А.Н. Михеев, С.М. Маджд, Е.И. Семенова, Т.И. Дмитруха // Химия и технология воды. — 2015. — №6. — С.574–581.

4. Стольберг В.Ф. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / Стольберг В.Ф., Ладыженский В.Н., Спирин А.И. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2003. №3. — С.3234.

5. Магмедов В.Г. Основные типы водоохраных сооружений, использующих очистные свойства макрофитов / В.Г. Магмедов // Вод. ресурсы. — 1988. №2. — С. 150–156.

6. Маджд С.М. Досвід експлуатації гідрофітних споруд в Україні та світі / С.М. Маджд // Наукоємні технології. — 2016. — №2. — С. 228–231.

7. Михеев О.М., Лапань О.В. Вплив іонів кадмію (II) на ростові характеристики рослинного компоненту біоплато / О.М. Михеев, О.В. Лапань // Фізіологія рослин і генетика. 2019. — №4. — С. 338–346

8. Михеев О.М., Лапань О.В. Дезактивація водних об'єктів від ^{137}Cs за допомогою біоплато / О.М. Михеев, О.В. Лапань // Ядерна фізика та енергетика. 2019. — № 3. — С. 304–310.

9. Титов А.Ф., Критенко С.П. Влияние хлорамфеникола на холодное закаливание растений на свету и в темноте. Физиология растений. — 1983. — № 3. — С. 246–252.