

# **ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФОНІВ У ОЧИЩЕННІ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ФІТОМАСИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Романчук Л.Д., д.с.-г.н., професор

Федонюк Т.П., к.с.-г.н., доцент

Пазич В.М., к.с.-г.н.

Житомирський національний агроекологічний університет

Розвиток промисловості, збільшення населення міст супроводжується неухильним збільшенням промислових відходів, значна частина яких потрапляє до водойм та негативно впливає на екологічний стан водних екосистем.

Сучасний антропогенний натиск на водні екосистеми призводить до їх значного забруднення токсикантами різноманітної

хімічної природи. Особливе місце серед негативних факторів займають важкі метали, нафтопродукти, сполуки нітрогену, карбону тощо. Стічні води, які потрапляють до очисних споруд містять цинк, мідь, хром, нікель, залізо, марганець, свинець, кадмій, кобальт тощо. Після механічної та біологічної очистки концентрація цих речовин знижується, але видалити їх в повній мірі не вдається. Потрапляючи у водойми з недостатньо очищеними стоками, вони спричиняють не лише токсичну, але і канцерогенну, теригенну, мутагенну дію на гідробіонтів, теплокровних тварин і людей. Внаслідок споживання неякісної питної води, важкі метали у людей викликають захворювання на злоякісні новоутворення, виражені юродства у новонароджених дітей і зміни в спадковому апараті. Отже, одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є інтенсифікація роботи очисних споруд та розробка і втілення новітніх методів і заходів.

У різних країнах світу особливої актуальності набула очистка стічних вод за допомогою культивування *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms та *Pistia stratiotes* L. [1-5]. У ризосфері цих рослин у значних кількостях містяться різноманітні мікроорганізми, які відіграють суттєву роль в інтенсифікації процесу очистки стічних вод. З огляду на це, перспективним напрямком у галузі очистки води Житомирщини є використання видів *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms та *Pistia stratiotes* L, що і склало основу здійсненої нами науково-дослідної роботи.

В умовах досліджу, фізичні властивості та хімічний склад стічних вод вивчали в лабораторних дослідженнях до та після вирощування пістії тілорізовидної та ейхорнії прекрасної [6]. Результати досліджень показали, що після культивування цих макрофітів покращуються показники рН, БСК<sub>5</sub>, окислюваність, знижується вміст аміаку, нітратів, нітритів, хлоридів, фосфатів, АПАР тощо. До кінця досліджу коренева система збагачувалась киснем, за рахунок чого збільшувався вміст розчиненого у воді кисню.

Результати досліджень стічних вод після очищення свідчать про те, що санітарно-хімічні показники якості стічних вод у всіх пробах, досліджених у різні сезони року, не перевищували санітарно-гігієнічних нормативів і після вирощування водних рослин в дослідних ставках практично всі складові сухого залишку були нижче нормативних даних. Таким чином, стічні води після вирощування рослин виду *Pistia stratiotes* L. і *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms можна скидати у р. Тетерів або використовувати в технічному водопостачанні.

Однак питання використання відпрацьованої фітомаси на даний час лишається відкритим, адже у дослідних установках під час проходження процесів очистки формується велика кількість молодих рослин (розетка 2,5-12 см, в основному 5-6 см). Середня біомаса на усіх варіантах становила 6,7 кг/м<sup>2</sup> (від 4,5 до 19,9) кг/м<sup>2</sup> сирової ваги. Покриття складало в середньому до 30% дзеркала води.

Для з'ясування об'ємів органічних речовин, продукованих рослинами при розкладанні біомаси, була проведена лабораторна обробка відібраних зразків. Певна кількість рослин висушувалася до повітряно-сухої ваги (BCB), а далі до абсолютно-сухої ваги (ACB). В середньому ACB рослин складала 4,9 % СВ.

Відповідно, загальна продукція рослин склала в абсолютно сухій вазі близько 154,5 т/га, в т.ч. органічної речовини – 139 т/га.

Розрахунок накопичуваних біогенних елементів у біомасі рослин проведено із залученням матеріалів про середній вміст їх у водних рослинах різних географічних зон. Відомо, що різні види макрофітів однаковою мірою накопичують азот і фосфор. В середньому у водних рослинах міститься сполук нітрогену в перерахунку на азот 1,5-2,5% від ACB, фосфору – 0,2-0,3%.

Необхідно відмітити, що приведені розрахунки, найімовірніше, нижче реальних, оскільки проводилися на підставі величин питомих біомас. Продукція рослин не дорівнює біомасі. Тому, існує коефіцієнт перерахунку, але для рослин помірних широт. Для тропічної рослини з високими темпами вегетативного розмноження цей метод (без проведення додаткових спеціальних досліджень) не застосовувався.

Зважаючи на це, біомасу водних рослин можна використовувати не лише у якості меліоранта стічних вод, а й у різних галузях народного господарства – як кормову добавку для сільськогосподарських тварин та птахів. За вмістом окремих поживних елементів *Pistia stratiotes* L. та *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms переважають багато водних та наземних кормових рослин. Для підтвердження достовірності отриманих даних нами було проаналізовано біохімічний склад рослинної маси гідробіонтів, які використовувалися у процесах очищення стічних вод. Окрім того, біохімічний склад фітомаси суттєво різниться у різних частинах рослин, тому одночасно проконтрольовано склад надводної та підводної частин рослин.

Фітомаса досліджених гідробіонтів характеризується досить високим вмістом азоту. Це один із основних елементів – органогенів, вміст його в тканинах рослин зазвичай становить близько 1,5 % від сухої речовини, однак у зеленій масі *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

його вміст вищий –  $2,69 \pm 0,019$  %, у корінні ж –  $2,48 \pm 0,112$  % (рис.1.), а у зеленій масі *Pistia stratiotes* L. ще вищий –  $3,1 \pm 0,156$  % та у корінні –  $2,95 \pm 0,132$  %.

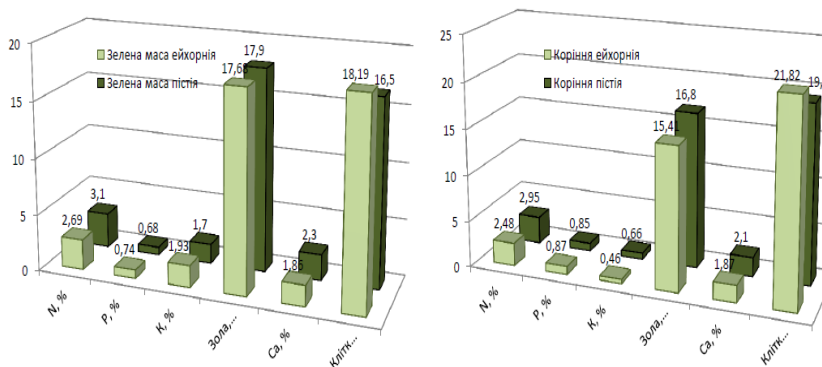


Рис. 1. Біохімічний склад фітомаси *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms та *Pistia stratiotes* L., які використовувалися в процесах очистки води

Вміст фосфору у зеленій масі та кореневій системі *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms мав незначну різницю  $-0,74 \pm 0,002$  % та  $0,87 \pm 0,011$  % відповідно. Вміст фосфору у зеленій масі та кореневій системі *Pistia stratiotes* L. мав таку ж тенденцію –  $0,68 \pm 0,012$  % та  $0,85 \pm 0,008$  % відповідно. Вміст калію у досліджуваних рослинах не відхилявся від загальноприйнятих показників, загалом більшість рослин характеризуються високим вмістом калію (0,9 – 1,2 % від сухої маси рослинних тканин) і його вміст у фітомасі *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms та *Pistia stratiotes* L. протягом періоду досліджень також не перевищував 2 %. При цьому мінімальні показники вмісту загального калію характерні для підводної частини  $0,46 \pm 0,044$  % та  $0,66 \pm 0,012$  %, а максимальні – для зеленої маси –  $1,93 \pm 0,004$  % та  $1,7 \pm 0,033$  % відповідно.

Для фітомаси гідробіонтів властивий і досить високий вміст зольних елементів, у наземній частині  $-17,68 \pm 0,832$  % від сухої маси для *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms та  $17,9 \pm 0,23$  % для *Pistia stratiotes* L., що на 2,3–2,5 % більше ніж у корінні.

Вміст кальцію в органах *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms у різних варіантах є менш мінливим: так у листі і у коренях його вміст 1,86–1,87 % від сухої маси. Проте, слід відмітити, що порівняно з іншими видами рослин, де вміст кальцію зазвичай знаходиться на рівні 0,2 %, у фітомасі гідробіонтів його майже у 9 разів більше.

Стосовно розподілу клітковини по фітомасі рослин, слід

відмітити, що дещо високі концентрації її характерні як для листя *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms –  $18,19 \pm 1,020$  % та *Pistia stratiotes* L. –  $16,5 \pm 1,55$ , так для коріння ейхорнії –  $21,82 \pm 1,440$  % та пістії –  $19,2 \pm 1,23$  %. Жирів у фітомасі гідробіонтів не виявлено.

Слід відмітити, що рослини знаходилися на субстраті, в якому вміст більшості важких металів в 25, 16, 76 і 110 разів перевищував встановлені ГДК води даних металів. Гідробіонти накопичили дані елементи в незначній кількості. Коренева система гідробіонтів, безпосередньо контактуючи зі стічними водами, накопичує у 2-10 разів більше важких металів, ніж наземна фітомаса. Це свідчить про інтенсивний перебіг процесу очищення води саме завдяки потужно розвинутій кореневій системі (рис. 2).

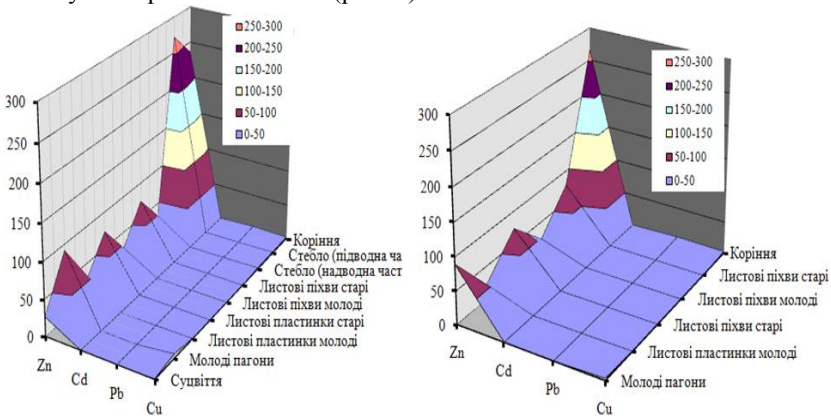


Рис. 2. Накопичення важких металів фітомасою гідробіонтів видів *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (зліва) та *Pistia stratiotes* L. (справа), при вирощуванні їх на стічних водах ОСК КП «Житомирводоканал»

Зокрема вміст міді у кореневій системі у 3,7 рази перевищував вміст цього елемента у зеленій масі, марганцю – у 2,7 рази, кобальту – 2,2, заліза – 8,2, свинцю – у 2, кадмію – 1,8 рази. Концентрація цинку у зеленій масі практично відповідала концентрації у кореневій системі ( $29,45 \pm 0,144$  мг/кг сух.реч. проти  $28,34 \pm 1,520$  мг/кг сух. реч.)

Загалом, отримані в Житомирському національному агроекологічному університеті дані узгоджуються з результатами аналогічних досліджень у різних частинах світу. Отже, біомаса водних рослин можна використовувати не лише у якості меліоранта стічних вод, а й у різних галузях народного господарства – як кормову добавку до сільськогосподарських тварин та птахів, а за вмістом окремих поживних елементів *Pistia stratiotes* L. та *Eichhornia crassipes* (Mart.)

Solms переважають багато водних та наземних кормових рослин.

Таким чином, отримані результати підтверджують потужність імпульсного очищення стічних вод у біоплато з водними рослинами видів *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms і *Pistia stratiotes* L., які володіють значним потенціалом для очищення стічних вод в короткі терміни часу.

### Література

1. Винберг Г.Г. Биологические пруды в практике очистки сточных вод / Г.Г. Винберг, П.В. Остапеня., Т.Н. Сивко, Р.И. Левина // под ред. Остапеня П.В. – Минск: «Беларусь», 1966. – 231с.
2. Seidel, K. Macrophytes and water purification, in: Biological Control of Water Pollution. ,Т. Tourbier, and R W. Pierson, eds., Pennsylvania University Press. Philadelphia. – 1976. – pp. 109-122
3. Zimmles Y, Kirzhner F, Malkovskaja A (2006) Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management* 81: 420-428.
4. Використання гідробіонтів виду *Eichornia crassipes* для очистки стічних вод / Т.П. Василюк // Екологія довкілля та безпека життєдіяльн. — 2008. — № 4. — С. 63-68.
5. Василюк Т. П. Ефект очищення стічних вод біологічним методом з використанням рослин виду *Eichornia crassipes* Martius за різного гідралічного навантаження. / Т. П. Василюк // *Biotechnologia Acta.* - 2009. - Т. 2, № 1. - С. 99-106
6. Горский В.Г. Планирование промышленных экспериментов (модели статики) [Текст] / В.Г. Горский, Ю.П. Адлер. – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.