

## ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОБІОНТІВ В ОЧИСТЦІ ПОБУТОВИХ СТОКІВ КП «ЖИТОМИРВОДОКАНАЛ»

*Романчук Л.Д., д.с.-г.н., професор  
Василюк Т.П., к.с.-г.н., доцент  
Пазич В.М., к.с.-г.н., асистент*

**Постановка проблеми.** Однією з найбільш актуальних проблем екології на сьогоднішній день є очищення різноманітних стічних вод, забруднених різними екоотоксикантами. Існує ряд шляхів вирішення даної проблеми, одним з яких є розробка та впровадження біологічних методів очищення і доочищення стоків. Ці методи ґрунтуються на практично необмеженій здатності живих організмів використовувати різноманітні речовини, що містяться в стічних водах, у процесах життєдіяльності.

Біоочищення служить завершальним етапом після механічної та фізико-хімічної очистки. Біологічні ставки, які є кінцевою ланкою в процесах біологічного очищення стоків, остаточно формують якість води, що скидається у водні об'єкти. Особливу увагу необхідно приділяти наявності та ефективній роботі біологічних ставок там, де очисні споруди працюють незадовільно. У Житомирській області, в першу чергу, це відноситься до тих підприємств, де біологічні ставки є практично єдиними чинними елементом у системі очищення. Тому інтенсифікація процесів очищення саме у цій частині важлива та необхідна.

**Аналіз останніх досліджень** На думку багатьох вчених [1,3,4,5,6], однією із найперспективніших груп для фітомоніторингу – оцінки стану природного середовища за ботанічними ознаками – є водні макрофіти, оскільки вже при першому рекогносцирувальному гідробіологічному обстеженні рослинності водного об'єкта можна зробити попередні висновки про його стан, оцінити ступінь розвитку рослинності, його видову і екологічну різноманітність, життєвість рослин, відхилення в їх рості. Крім того, водна макрофлора несе інформацію безперервного монітора і дозволяє встановити виникнення та сукупний ефект впливу ряду забруднюючих речовин, які надходять у водойми разом із атмосферними опадами, підземними і поверхневими водами. Саме тому, водні макрофіти є добрим об'єктом для багаторічних спостережень.

**Мета, об'єкт та методика дослідження.** Для визначення фітомеліоративних властивостей досліджених гідробіонтів нами було висаджено їх у стічні води, які поступають на КП «Житомирводоканал» та відібрано види-фітомеліоратори, які мали найбільшу стійкість до існування в умовах сильного забруднення.

Дослідження по вивченню можливостей застосування вищих водяних рослин для очистки стічних вод проведені в дослідних ставках на стічних водах КП «Житомирводоканал». Дослід був розрахований на 1-місячний цикл досліджень у дослідних експериментальних установках площею 1 м x 0,5 м x 0,5 м (у триразовій повторності), який виконував роль проміжного – аварійного – ставка для приймання надлишкової води з дослідних ставок. Об'єм дослідних ставок після заповнення їх водою складав 250 л кожний. У експериментальні ставки було висаджено різні види вищих водних рослин, що дозволило, одночасно з проведенням дослідів по інтенсифікації процесів очистки води і її фільтрації в ґрунт, встановити перспективні види рослин для очистки стічних вод КП «Житомирводоканал». Було проаналізовано зміни в концентрації деяких речовин, наявних у стічних водах та фітомасі рослин до та після початку експерименту за загальноприйнятими методиками [2].

**Результати дослідження.** Дослідженнями в експериментальному ставку з'ясовано, що органічні виділення очерету, рогози, півників і сусака не справляють пригноблюючої дії на ріст інших видів зростаючих поряд рослин, тоді як виділення комиша та лепехи найбільш несприятливо впливають на ріст ВВР, які знаходяться в

одній асоціації з ними. В таблиці 1. наведені дані по адаптації ВВР до стічних вод. На дослідних біоставках після підрахунку рослин, виявлено, що розростання очерету складає 80-90 рослин на 1 м<sup>2</sup>, рогази -30-50 рослин на 1 м<sup>2</sup>, комишу в другому ставку: на початку – 30-50 рослин на 1 м<sup>2</sup>, всередині – 20-30 рослин на 1 м<sup>2</sup>, в кінці – 80-120 рослин, півників – 50 рослин на 1 м<sup>2</sup>.

Таблиця 1

**Адаптація та частка загинувших ВВР, висаджених в дослідних ставках в присутності сирих стічних вод**

№ п/п	Вид рослин	% загинувших рослин	К-ть рослин на 1 м <sup>2</sup>	Примітка
I біоставок	1. Їжача голівка	10	35	Нові пагони
	2. Сусак	84	16	Пагонів немає
	3. Цицинія	60	20	Розростання немає
	4. Ірис	18	84	Нових пагонів немає
	5. Осока	100	0	Загинули
	6. Рогіз	33	31	Нові пагони
	7. Частуха	100	0	Загинули
	8. Лепеха	0	42	Нові пагони
	9. Комиш	36	29	Нові пагони
	10. Очерет	85	18	Пригнічений, пагонів немає
II біо-ставок	Комиш	22	55	Пригнічений
	Рогоз широколистий	16	26	Пагонів немає
III біо-ставок	Ейхорнія прекрасна	0	80	Нові пагони

Найкращого розвитку на стічних водах КП «Житомирводоканал» отримали рослини у третьому біоставку, у якому зростали виключно рослини ейхорнії прекрасної, тому для подальшого проведення досліджень з фітомеліоративних функції вищих водних рослин нами було проведено дослідження динаміки біохімічних показників якості води при зростанні на них рослин даного виду.

При очищенні стоків ця рослина окислює і розщеплює органічні речовини, домішки вод на прості елементи з великою швидкістю і засвоює їх. Тому нами було проаналізовано зміни в концентрації деяких речовин, наявних у стічних водах та виявили саме ті, які найбільше реагують на присутність гідробіонтів.

У першу чергу слід відмітити, що при органолептичних спостереженнях особливу увагу ми звертали на явища, незвичні для стічних вод. Отже, після завантаження в біореактори гідробіонтів, в першу чергу спостерігали за реакцією рослин, на виділення пухирців газу з донних відкладень, появу підвищеної каламутності, стороннього кольору, запаху, цвітіння води.

При завантаженні стічних вод у контрольовані умови їх слід охарактеризувати гнильний (D3) із балом запаху V. Через один тиждень перебування гідробіонтів у біореакторах запах помітно зменшився на два бали і вже характеризувався як слабкий із балом III. Наступні два тижні інтенсивність запаху також знижувалася і під кінець місяця запах води хараткризувався як слабкий із балом II.

На момент завантаження стічних вод у біореактор їх можна було

охарактеризувати як дуже каламутні, вже через один тиждень каламутність води значно зменшилася і такі стічні води можна було охарактеризувати як середньокаламутні, у наступні два тижні спостерігалось наступне зниження каламутності і наприкінці досліду характеризувалася як малокаламутна. Отже, присутність гідробіонтів у стічних водах позитивно вплинула на показник каламутності води.

Як показують результати досліджень, при вирощуванні гідробіонтів на стічних водах протягом усього періоду проведення експерименту спостерігалася тенденція до покращення рівня рН, зокрема, на початку експерименту рН виходив за межі допустимого 6,14 - 6,20. Вже через тиждень вирощування гідробіонтів на стічних водах показник рН почав зміщуватися вправо та на момент завершення експерименту відповідав вимогам, які існують до складу і властивостей води водойм пунктів питного водокористування, води водних об'єктів у зонах рекреації (6,69-6,74).

Загальної тенденції до зменшення мінерального азоту протягом періоду досліджень не спостерігалось, що цілком характерно для споруд біологічної очистки. Очевидно, це пов'язано із високим вмістом аміачного азоту (55,8-60,8 мг/л) на початку експерименту та його перетворенням з аміачної форми і нітритну, а згодом і нітратну. Поява окислених форм свідчить про глибоке проходження процесу, адже підвищення окислених форм азоту на фоні загального зниження БПК говорить про те, що вуглецевмісні сполуки інтенсивно окислюються.

Лужність досліджуваної води протягом усього періоду досліджень мала незначну тенденцію до підвищення, однак, незважаючи на це, показник карбонатної лужності залишився в межах середнього рівня. Вміст у стічних водах хлоридів і сульфатів не змінюється в результаті її обробки механічними і біологічними методами. Ця сталість може бути своєрідним контролером за ступенем точності виконаних аналізів. Протягом усього періоду досліджень коливання концентрації сульфатів було в межах 10 %, що свідчить про достовірність проведених досліджень, вміст хлоридів мав тенденцію до незначних коливань синусоїдного типу протягом періоду досліджень, однак, значних відхилень від початкового вмісту не спостерігалось. Окрім цього, на усіх варіантах спостерігалось значне зниження концентрації заліза загального в середньому на 44,36 %.

Як показують результати досліджень, динаміка вмісту зважених часток у біореакторі з гідробіонтами мала свою специфіку. Зокрема, вже у перший тиждень проведення експерименту концентрація зважених часток зменшилася у стічній воді більше ніж у 5 разів (з  $36,8 \pm 0,33$  мг/кг до  $9,7 \pm 0,21$  мг/кг). У наступні тижні концентрація завислих часток продовжувала зменшуватися, але значно повільніше, та в середньому сягнули значення  $7,71 \pm 0,71$  мг/кг (1,25 %), на момент закінчення експерименту вміст зважених часток становив вже  $5,8 \pm 0,44$  мг/кг. Загалом, концентрація завислих речовин протягом експерименту зменшилася у 6,3 рази, тому можна вважати вирощування гідробіонтів у біореакторах зі стічними водами є доцільним.

Як показали результати наших досліджень, до початку експерименту стічні води як дуже забруднені, однак вже за перший тиждень експерименту показник БПК<sub>5</sub> знизився у 5 разів, у наступні тижні інтенсивність очищення знизилася і до закінчення експерименту БПК<sub>5</sub> склало лише – 1,3 рази. Динаміка ХСК мала ті ж тенденції, що і БСК<sub>5</sub>. Максимальне покращення значень ХСК спостерігалось у перший тиждень експерименту (у 2,3 рази), у наступні тижні інтенсивність очищення знизилася (у 1,43 рази). Наприкінці експерименту значення ХСК практично відповідали вимогам санітарно-хімічних нормам, згідно яких ХСК мають становити не більш як 80 мг/л.

Отже, на усіх трьох варіантах за біохімічними показниками: рН, лужність, залізо загальне, фосфати, завислі речовини, ХСК та БСК<sub>5</sub> спостерігалось значне покращення якісних характеристик води. Тому, використання ейхорнії у біоставках попередньої

очистки стічних вод є достить ефективним.

Також нами було проаналізовано біохімічний склад рослинної маси гідробіонтів, які використовувалися у процесах очищення стічних вод. Зокрема проконтрольовано склад надводної та підводної частин рослин.

Таблиця 1

**Біохімічний склад рослин Ейхорнії прекрасної, які використовувалася в процесах очистки води**

Показник, %	Зелена маса	Коріння	Показник, мг/кг с.р.	Зелена маса	Коріння
N	2,69±0,019	2,48±0,112	Cu	12,26±0,854	44,98±1,651
P	0,74±0,002	0,87±0,011	Zn	29,45±0,144	28,34±1,520
K	1,93±0,004	0,46±0,044	Mn	354,93±3,337	945,43±7,568
Зола	17,68±0,832	15,41±0,871	Co	1,67±0,041	3,67±1,102
Ca	1,86±0,023	1,87±0,089	Fe	146,63±4,536	1215,60±10,356
Клітковина	18,19±1,020	21,82±1,440	Pb	8,28±0,114	16,67±1,110
Жир	-	-	Cd	0,83±0,011	1,47±0,024

Фітомаса ейхорнії характеризується досить високим вмістом азоту, однак у зеленій масі ейхорнії його вміст був вищий – 2,69±0,019 %, а у корінні – 2,48±0,112 % . Вміст фосфору у зеленій масі та кореневій системі також мав незначну різницю - 0,74±0,002 % та 0,87±0,011 % відповідно.

Вміст калію у фітомасі водяного гіацинту протягом періоду досліджень не перевищував 2 %. Для фітомаси ейхорнії властивий і досить високий вміст зольних елементів, вищий їх вміст у наземній частині - 17,68±0,832 % від сухої маси, що на 2,3 % більше ніж у корінні. Вміст кальцію в органах *ейхорнії* у різних варіантах є менш мінливим – в обох випадках: так у листі і у коренях його вміст знаходиться на рівні 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 ейхорнії його майже у 9 разів більше. Стосовно розподілу клітковини по фітомасі рослин, слід відмітити дещо високі концентрації її як у листі - 18,19±1,020 %, так і у корінні - 21,82±1,440 %.

Як показали результати досліджень, ейхорнія, як і більшість вищих водних рослин, здатна в значних кількостях накопичувати в собі важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), а також радіонукліди і таким чином вилучати дані метали з води.

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. Рослини ейхорнії накопичили дані елементи в незначній кількості.

Встановлено, що коренева система рослин ейхорнії, 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 даного виду рослин. 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.

**Висновки.** Найкращого розвитку на стічних водах КП «Житомирводоканал» отримали рослини ейхорнії прекрасної. На усіх варіантах при вирощуванні ейхорнії на стічних водах КП «Житомирводоканал» за біохімічними показниками: рН, лужність, залізо загальне, фосфати, завислі речовини, ХСК та БСК<sub>5</sub> спостерігалось покращення якісних характеристик води. Тому, використання ейхорнії у біоставках попередньої очистки стічних вод є достить ефективним. Біохімічний склад фітомаси свідчить про інтенсивний перебіг процесу очищення води саме завдяки потужно розвинутій кореневій системі даного виду рослин.

### *Джерела використаної інформації*

1. Мережко А.И. Роль высших водных растений в самоочищении водоемов // Гидробиологический журнал – 1973. – Т.9, №4. – С. 118-125.
2. Методы биохимических исследований растений / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
3. Микрякова Т.Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях водной среды // Водные ресурсы. – 2002. – Т.29, №2. – С. 253-255.
4. Храмцова Т.Г., Стом Д.И., Выгода В.А. Использование макрофитов для доочистки городских сточных вод / Т.Г. Храмцова, Д.И. Стом, В.А. Выгода // Проблемы экологии., 1995. – Вып. 2. – С.260-262.
5. Rai DN, Datta Mushi J (1978) The influence of thick floating vegetation (Water hyacinth: *Eichhornia crassipes*) on the physicochemical environment of a freshwater wetland. *Hydrobiologia* 62: 65-69
6. Schwer C.B. Vegetative filter treatment of dairy milkhouse wastewater / C.B. Schwer, J.C. Clausen // *J. Environ. Qual.* – 1989. – 18, № 4. – P. 446-451.