

Резюме

**ВОПРОС БИООБРАСТАНИЯ
ПЛАВСРЕДСТВ В ПРОБЛЕМЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СУДОХОДСТВА**

*Сиденко В.П., Кузнецов О.В.,
Приказюк А.М.*

Исследовано влияние процесса озонирования на первичный биоценоз, обрастание в воде и применение озона с целью борьбы с обрастанием днищ судов. В результате проведенных опытов показано, что озонирование оказывает влияние на численность и видовой состав гидробионтов, а также интенсивность бактериального обрастания. Полученные данные свидетельствуют о том, что обработка озоном может использоваться как средство борьбы с биообрастанием.

Summary

**BIOLOGICAL FOULING OF FLOATING
MEANS AND ECOLOGICAL SAFETY OF
NAVIGATION.**

*Sidenko V.P., Kuznetsov O.V.,
Prikazuck A.M.*

They have investigated ozonization influence on primary biocenosis in water and use of ozone with the aim to prevent fouling of ships' bottoms. It has been shown that ozonization influences on a quantity and specific composition of hydrobionts and intensity of bacterial fouling. The data obtained testify that the treatment with ozone can be used for biological fouling arrest.

*Впервые поступила в редакцию 27.02.2007 г.
Рекомендована к печати на заседании ученого
совета НИИ медицины транспорта
(протокол № 1 от 20.01.2009 г.).*

УДК 614.777:628.1/3

**ВАЖЛИВІСТЬ ВИЩИХ ВОДЯНИХ РОСЛИН У ПРОЦЕСАХ
ТРЕТИННОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД У БІОСТАВАХ**

**Попенко В.М. *, Кравець В.В. *, Гаркавий С.І. *, Філатова І.М. *,
Бойко І.І. **, Росада М.О. ***, Пуговиця О.О. ***, Яковлева Н.В. ***.**

**Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ;*

***Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології імені
Р.Є.Кавецького НАН України, м. Київ;*

****Санітарно-епідеміологічна станція Дарницького р-ну м. Києва.*

Актуальність теми

Якість води поверхневих водойм у більшості випадків не завжди відповідає вимогам нормативних документів щодо їх використання в господарсько-питному водопостачанні. Це трапилось в результаті безгосподарного відношення до водних ресурсів та наступного їх забруднення переважно не очищеними стічними водами. В зв'язку з цим розробка та впровадження нових та досконалих технологій доочищення стічних вод має значну роль для охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами.

Мета: науково обґрунтувати умови використання біологічних ставів, засад-

жених вищими водяними рослинами, для третинного очищення стічних вод від залишків розчинених органічних, хімічних та біологічних забруднень.

Результати та їх обговорення

Біологічне очищення поширений метод очищення стічних вод. В його основі лежить процес біологічного окислення розчинених органічних сполук за участю біоценозу мікроорганізмів і високоорганізованих організмів водоростей, грибів та інших, поєднаних між собою в єдиний комплекс складними взаєминами (метабіозу, симбіозу й антагонізму).

Із практики очищення стічних вод відомо, що в первинних відстійниках

кількість бактерій групи кишкової палички (БГКП) у стічних водах зменшується до 30-40 %, а після вторинних відстійників ефективність очищення досягає 90-95 %. При цьому в нейтральному середовищі бактерії та віруси мають негативний електричний заряд. З фізико-хімічної точки зору ці об'єкти є гідрофільними біоколоїдами, що дозволяє їх видаляти процесами осадження у первинних відстійниках та біофлокуляцією в аеротенках і в подальшому у вторинних відстійниках. Але такий комплекс механічного та біологічного очищення не забезпечує повного звільнення стічних вод від патогенних бактерій і вірусів. Тому на заключному етапі застосовують знезаражування стічних вод перед скидом їх у водойми [5].

Знезаражують біологічно очищені стічні води зазвичай хімічними, фізичними та біологічними методами чи їх комбінацією. Біологічний метод доочищення реалізується шляхом впровадження штучних або природних біоценозів таких як альголізовані зелені водорості чи використання вищих водяних рослин (ВВР). Останні зменшують у стічних водах вміст розчинених органічних, хімічних та біологічних забруднень та відіграють важливу роль в процесах інтенсифікації самоочищення поверхневих водойм [3, 8, 11, 21].

З кінця 50-х років ХХ ст. вчені багатьох країн світу велику увагу приділяють ВВР та їх ролі в процесах самоочищення води як у природних водоймах, так і глибокого доочищення стічних вод у біоствах [1, 10, 12, 29]. Спосіб третинного очищення стічних вод, заснований на їх контакті із ВВР чи макрофітами, отримав назву біогідроботанічного [13, 14].

В останній час біостваи все більше застосовуються в країнах з холодним кліматом (Швеція, Данія, Канада) [6, 30], в яких із-за низьких температур та утворення льоду вплив ВВР на процеси нітрифікації, денітрифікації та самоочищення поверхневих водойм менший, а ніж у тропічних та країнах із помірним кліматом [28].

Отримано дані, що підтверджують високу ефективність застосування біоствавів із ВВР щодо очищення та подальшого доочищення стічних вод за санітарно-хімічними та санітарно-мікробіологічними показниками. Так, у воді на виході з біоствавів знижувалися показники БСК₅ до 90-98 % [20], ХСК до 49-62 %, азоту амонійного до 40-91 % [31], фосфору до 75-97 %, завислих речовин до 90-96,5 %, колі-індексу до 99,5 % [19], вірусів до 99,99 % [25], яєць гельмінтів до 95,3 % та інших елементів [24].

Можливе використання каскаду біоствавів, засаджених ВВР у процесах доочищення стічних вод. Так у біоствавах першого каскаду вміст завислих речовин зменшувався на 85-98 % з терміном перебування води 6-8 годин та швидкістю руху води 0,15-0,25 м/хв. При цьому в біостваи зі стоками поступало 35-50 мг/дм³ завислих часток. Та запровадження паралельно розташованих двох чи трьох біоствавів стабілізації знижувало вміст завислих речовин до 3-5 мг/дм³. Особливо це стосується фільтруючих біоствавів, що застосовуються з метою попередження в них замулення [10]. В каскадах фільтруючих біоствавів слід підбирати такі види ВВР, що мають максимальні поглинальні властивості по відношенню до біогенних і мінеральних речовин [2].

За даними [7] колі-індекс води на вході в біоствав із ВВР становив $2,5 \cdot 10^6$ КУО/дм³. Через чотири доби у воді на виході з біостваву колі-індекс зменшився до $1,0 \cdot 10^4$ КУО/дм³. При цьому кількість сапрофітів знижувалась від 1 700 тис. до 1 тис. КУО/см³ відповідно. Дослідники відзначали також повне доочищення води від нафтопродуктів, де їх вміст складав від 40-50 мг/дм³ у воді на вході до 0,3 мг/дм³ у воді на виході з біоствавів [7].

Застосування ВВР для глибокого очищення промислових стічних вод у біоствавах від органічних, хімічних і біологічних забруднювачів є найбільш ефективним та економічним способом їх доочищення. Результати техніко-економічних розрахунків свідчать про великі переваги

застосування біоставів із ВВР у технологічних схемах очищення стічних вод. Біостави мають значні переваги та забезпечують високу ступінь доочищення стоків порівняно з традиційними методами [15], при їх експлуатації зменшувалась кількість обслуговуючого персоналу, а енерговитрати скоротилися в 150-200 разів [22, 23, 27]. Найбільш доцільно також використання біоставів із ВВР для очищення чи доочищення стічних вод у невеликих населених пунктах [1, 26].

З відкриттям Токіним Б.П. фітонцидів рослин фахівці активно продовжують вивчати вказані речовини [12]. Але якщо фітонциди наземних рослин вивчені в достатній кількості і встановлено їх сильну бактеріостатичну, бактерицидну, віруліцидну та фунгіцидну дії, що дозволяє використовувати останні в медичній, ветеринарній та сільськогосподарській практиці, то фітонциди водяних рослин на сьогодні ще потребують детального вивчення. Перші спроби вивчення фітонцидів із ВВР здійснені Гуревичем Ф.А. в 70-і роки ХХ ст. [12]. На основі отриманих даних зроблено передбачення, що синтез фітонцидів представляє собою універсальне явище в рослинному світі. Фітонцидна активність тісно пов'язана із стадією розвитку рослини, їх фізіологічним станом, сезонними умовами. Фітонцидні властивості водяних рослин зберігаються в різних географічних зонах. Подібними властивостями характеризуються близькі до одного виду рослини. Різні види водяних рослин виділяють свої специфічні фітонциди, що утворюють у водоймах характерне хімічне середовище, визначаючи в багато чому біологічні, екологічні, гідрохімічні та інші умови для існування тих чи інших гідробіонтів. Фітонциди ряду водяних рослин мають отруйні властивості, а інколи діють пагубно на всі групи тварин (безхребетних та хребетних). Наприклад, у водоймах, де росте лепешняк великий, мало гідр, дафній, циклопів, лялечок комарів. Летючі фітонциди лепешняку здатні впродовж декількох хвилин вбивати членистоногих, птахів

та ссавців. Так, гідри та ембріони молюсків розкладаються на дрібні частини, у хребетних тварин порушується газовий обмін, який пов'язаний з кисневим голодом, прискорюється дихання, з'являється задишка, конвульсії із наступною смертю. Ці явища пов'язують з тим, що в складі фітонцидів лепешняка визначена синильна кислота. Фітонциди чи біологічно-активні речовини (БАР) лепехи болотяної стимулюють розвиток ембріонів котушки рогової, а лепешняку гальмують розвиток і пагубно діють на зародків цього молюска.

У листьях водяних та приберегових рослин присутні фітонциди різної сили, що визначається їх впливом на гідробіонтів (інфузорії, дафнії, прісноводні гідри). Тканинні соки досліджених рослин при контакті з водяними організмами значно токсичніші летючих речовин. Зокрема у глечиків, латаття, гречки земноводної, рдесника плавучого, жабурника, ряски малої летючі речовини мають слабку дію, порівняно з фітонцидами бишника подорожнього, білокрильника чи комишу озерного [12]. Серед корневих водяних рослин найбільший фітонцидний вплив мають листья гречки земноводної. Токсичність соку листа корневих водяних рослин така ж як і не корневих. Фітонцидні властивості водяних рослин, таких як елодеї, куширу, пухирника, рдесника прониклолистого, сосни водяної слабші, а ніж укоренілих. Найбільшу кількість БАР встановлено у водяних витяжках лепехи болотяної та різака звичайного. Крім водорозчинних БАР вищі водяні рослини містять і летючі БАР. Так, в органах лепехи болотної, дягелю звичайного, рдесника гребінчастого, куширу зануреного, рдесника прониклолистого та валіснерії спіральної міститься велика кількість летючих БАР, що згубно діють на патогенну мікрофлору. Зокрема, в присутності БАР через 2 години інактивувалось 99,99 % патогенної мікрофлори [12].

В лабораторному експерименті нами встановлена віруліцидна дія ВВР (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив екстрактів із вищих водяних рослин на інфекційну активність вірусів поліомієліту II типу Себіна

№ з/п	Назва рослини	Показники інактивації вірусів (БУО/дм ³) через				
		30 хв.	60 хв.	90 хв.	P ₁₋₂	P ₂₋₃
		P ₁	P ₂	P ₃		
1.	Лепеха болотяна (Acorus calamus L.)	$\frac{(4,5 \pm 0,5) \cdot 10^3}{96,25\% **}$	$\frac{(5,6 \pm 0,5) \cdot 10^2}{99,53\%}$	$\frac{0}{100\%}$	P < 0,01	P < 0,01
2.	Рогоз (Typha latifolia et angustifolia L.)****	$\frac{(2,1 \pm 0,3) \cdot 10^3}{98,25\%}$	$\frac{(4,5 \pm 0,5) \cdot 10^2}{99,63\%}$	$\frac{(3,2 \pm 0,4) \cdot 10}{99,97\%}$	P < 0,01	P < 0,01
3.	Очерет звичайний (Phragmites communis Trin.)	$\frac{(14,5 \pm 0,8) \cdot 10^2}{98,79\%}$	$\frac{(2,3 \pm 0,3) \cdot 10^2}{99,86\%}$	$\frac{(5,6 \pm 0,5) \cdot 10}{99,95\%}$	P < 0,01	P < 0,01
4.	Комиш озерний (Scirpus lacustris L.)	$\frac{(1,9 \pm 0,3) \cdot 10^3}{98,42\%}$	$\frac{(8,5 \pm 0,6) \cdot 10^2}{99,29\%}$	$\frac{(4,5 \pm 0,4) \cdot 10}{99,96\%}$	P < 0,01	P < 0,01
5.	Контроль***	$\frac{(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5}{0}$	$\frac{(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5}{0}$	$\frac{(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5}{0}$	—	—

Примітки: 1) * чисельник - залишкова інфекційність вірусів БУО/дм³;

2) ** знаменник - ефективність інактивації вірусів, %;

3) *** в якості контролю використовували воду з біостава попередньо простерилізовану автоклавуванням при 1·10⁵ Па впродовж 30 хв, в яку вносили вірус і спостерігали за динамікою його інактивації;

4) **** динаміка інактивації вірусів поліомієліту II типу Себіна у воді біостава засадженим рогозом широколистим та рогозом вузьколистим ідентична.

Як видно із табл. 1, серед досліджених ВВР найвищу віруліцидну активність проявляли екстракти із лепехи болотяної. Так, при взаємодії екстрактів із вірусом поліомієліту через 30 хв інактивувалось 96,25 % вірусних часток, через 60 хв – 99,53 %, а через 90 хв наступала повна інактивація вірусів (100 %).

Віруліцидна дія екстрактів з очерету звичайного, комишу озерного, рогозу широколистого та рогозу вузьколистого була дещо нижчою, ніж у лепехи болотяної (табл. 1).

Аналогічні закономірності віруліцидної дії досліджуваних нами екстрактів ВВР встановлені на моделі вірусів Коксаки В 6, як представників патогенної групи із сімейства Picornaviridae. Це свідчить про те, що екстракти ВВР здатні інактивувати як вакцинні, так і вірулентні штами вірусів, що зустрічаються у водоймах при скиді в них стічних вод.

Також у лабораторних умовах ми

спробували встановити залежність інтенсивності інактивації вірусів від концентрації екстрактів лепехи болотяної, що мала найвищу віруліцидну активність. Отримані нами дані приведені в табл. 2.

В результаті проведених експериментальних досліджень нами встановлено, що для ефективною інактивації вірусів поліомієліту у водному середовищі достатньо створити 0,5-1 % концентрацію екстрактів із лепехи болотяної, що забезпечує пригнічення інфекційності вірусів на 99,82-99,9 % при 30 хв контакті.

Повна інактивація вірусів наступала при застосуванні 3 % концентрації екстрактів із ВВР за 30 хв.

В практичних умовах досягти протимікробну концентрацію з БАР лепехи болотяної та інших ВВР можна за допомогою певної кількості макрофітів на м² площі експлуатуемого біостава.

Таким чином, проведені експери-

Таблиця 2

Показники інактивації вірусів поліомієліту залежно від концентрації екстракту лепехи болотяної у воді і тривалості обробки стічних вод упродовж 30 хв

Концентрація екстракту лепехи болотяної, %	Вихідний індекс вірусів, БУО/дм ³	Залишкова кількість вірусів, БУО/дм ³	Ефективність інактивації вірусів, %
0,1 %	$(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5$	$(0,5 \pm 0,05) \cdot 10^5$	58,33
0,5 %	$(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5$	$(2,2 \pm 0,1) \cdot 10^2$	99,82
1 %	$(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5$	$(1,2 \pm 0,1) \cdot 10^2$	99,9
3 %	$(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5$	0	100
5 %	$(1,2 \pm 0,7) \cdot 10^5$	0	100

Примітка: взаємодія вірусів з екстрактом лепехи болотяної відбувалась при температурі +22 °С впродовж 30 хв.

ментальні дослідження екстрактів із ВВР показали, що всі представники фітофлори здатні пригнічувати інфекційну активність вірусів у модельних умовах та найвищу віруліцидну активність мають екстракти із лепехи болотяної.

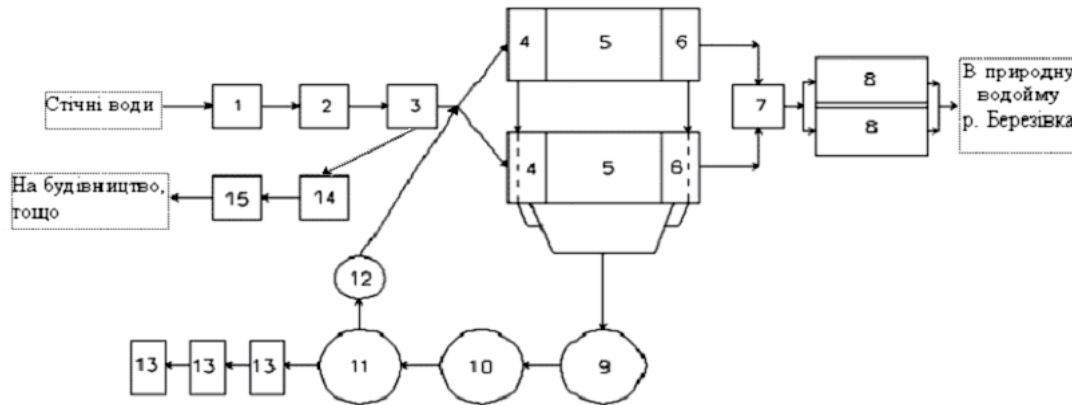
Застосування ВВР в системі третинного очищення стічних вод в очисних каналізаційних спорудах на території України є одним із оптимальних варіантів доочищення стоків. Однак, його впровадження стримується необхідністю виділення великих територій орної землі для влаштування біоствавів (з розрахунку 1 га на 1 000 м³ стічних вод). Крім того, біологічне доочищення стічних вод у біоствавих стримується повільністю процесів самоочищення води і залежить від її якісного складу та інших фактів [1, 25]. З метою інтенсифікації процесів біологічного доочищення промислових стічних вод і наближення їх до умов самоочищення в природних водоймах був створений принципово новий тип біостваву із ВВР [17, 18]. Запропонований спосіб доочищення стічних і поверхневих вод, який включає подачу води, що очищуються у фільтраційному басейні, фільтрацію її по прикореневій системі ВВР, подальше доочищення при проходженні фільтраційного шару на дні басейну та відведення доочищеної води. Фільтруючий шар на дні басейну включає пісчано-гравійне завантаження, а при кольматації фільтруючого шару його продування відбувається повітрям або водою. Глибина напов-

нення біостваву складає 1-2 м.

Нами було досліджено динаміку звільнення стічних вод від вірусів та бактерій в залежності від пори року в даному типі промислового біостваву з ВВР в очисних каналізаційних спорудах Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд у м. Долинська Кіровоградської обл. (рис. 1).

Дані споруди побудували для третинного очищення промислових стічних вод. Кожний біоствав (8) засадили на вході очеретом звичайним, в середині біостваву – рогозом широколистим та вузьколистим, а на виході – лепехою болотяною.

Біоствав заповнили біологічно очищеними стічними водами, минаючи будь-яку стадію знезараження. Час перебування стічних вод у біостваву становив 5-7 діб. У літній і зимовий періоди відбирали проби стічних вод для санітарно-вірусологічних досліджень в середині заростей всіх асоціацій ВВР з глибини 10-15 см від поверхні води та 30-50 см від дна об'ємом 1 дм³ на вході, де висаджений очерет звичайний, на середині біостваву, засадженого рогозом широколистим та рогозом вузьколистим і на виході з біостваву з лепехою болотяною. В кожному окремому взяту пробу штучно вносили віруси в концентрації $(1,63 \pm 0,3) \cdot 10^3$ КУО/дм³ і спостерігали за їх інактивацією. Результати дослідів вивчення динаміки інактивації вірусів поліомієліту II типу Себіна та Коксаки В 6 у штучно внесені проби з стічними водами промислового біостваву



- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Насосна станція. 2. Механічні ґрати. 3. Піскоуловлювачі. 4. Первинні радіальні відстійники. 5. Аеротенки. 6. Вторинні радіальні відстійники. 7. Розподільча чаша. 8. Біостава, засаджені вищими водяними рослинами. | <ol style="list-style-type: none"> 9. Перекачування надлишкового мулу в аеробний стабілізатор. 10. Аеробний стабілізатор. 11. Мулоущільнювач. 12. Перекачування надмулової води в первинні відстійники. 13. Мулові майданчики. 14. Відмивка піску. 15. Піскові майданчики. |
|---|---|

Рис. 1. Схема очисних каналізаційних споруд Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд м. Долинська Кіровоградської обл.

в літній та зимовий періоди наведені в табл. 3 та табл. 4.

Дослідженнями динаміки інактивації вірусів поліомієліту встановлено, що стічні води, проходячи крізь зарості та кореневу систему очерету звичайного, рогозу широколистого, рогозу вузьколистого та лепехи болотяної, ефективно звільняються від вірусів. Так, у літній період досліджень (табл. 3) в пробах води біостава, засадженого рогозом широколистим, вже на 2 добу інактивувалось 98,33 % вірусів, на 5 добу – 99,4 %. У воді біостава з лепехою болотяною динаміка інактивації вірусів мала такі показники: на 2 добу – 97,9 %; на 5 добу – 100 %.

У пробах води на виході з біостава ефективність інактивації вірусів складала 97,05-98,03 % на 2-5 добу спостережень. Це пов'язано з ефектом перемішування води з різних ділянок біостава та зниженням концентрації БАР, що виділяють ВВР в процесі вегетації.

В умовах зимового періоду спостережень (табл. 4) процеси інактивації вірусів у воді не припинялися, але мали дещо уповільнену тенденцію. Так, у про-

бах води з біостава, засадженим рогозом широколистим, показники інактивації вірусів складала: на 1 добу – 94,32 %; на 2 добу – 99,77 %; на 5 добу – 99,8 %.

У воді біостава з лепехою болотяною динаміка інактивації вірусів була такою: на 1 добу – 97,25 %; на 2 добу – 99,74 %; на 5 добу – 99,79 %.

На виході з біостава у пробах води динаміка інактивації вірусів мала аналогічну тенденцію, однак, для досягнення повного звільнення води від вірусів необхідний більший відрізок часу. Це можливо досягти збільшенням часу перебування стічних вод у біостваву з ВВР, або проходженням стічних вод через додаткові каскади біоствавів.

Досліди по вивченню впливу екстрактів лепехи болотяної на окремі види ентеропатогенних бактерій показали, що кишкові бактерії також інактивувалися під дією біологічно-активних речовин ВВР. В умовах кімнатної температури процеси зменшення вмісту ентеропатогенних бактерій прискорювалися і становили для E. coli O-111 – 80,86 %, для E. coli O-124 – 45,26 %, Shigella sonnei – 68,57 %. При

Таблиця 3

Динаміка звільнення від штучно внесених вірусів поліомієліту в проби води з промислового біостава, засадженого ВВР, у літню пору року

№ з/п	Місце відбору проб	Динаміка інактивації вірусів на:					P ₁₋₂	P ₂₋₃	P ₃₋₄	P ₄₋₅
		1 добу P ₁	2 добу P ₂	3 добу P ₃	5 добу P ₄	7 добу P ₅				
1.	Вода на вході в біостав	$(1,07 \pm 0,31) \cdot 10^{-2}$ 93,43**	$(5,45 \pm 0,49) \cdot 10$ 96,65	$(4,22 \pm 0,37) \cdot 10$ 96,80	$(4,0 \pm 0,44) \cdot 10$ 96,85	$(2,48 \pm 0,33) \cdot 10$ 97,03	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05
2.	Вода біостава (очерет звичайний)	$(8,48 \pm 0,62) \cdot 10$ 94,80	$(5,62 \pm 0,50) \cdot 10$ 96,55	$(3,02 \pm 0,37) \cdot 10$ 97,71	$2,24 \pm 0,31$ 98,24	$1,2 \pm 0,23$ 99,85	p<0,001	p<0,001	p<0,05	?
3.	Вода біостава (рогоз широколистяний)***	$(4,32 \pm 0,44) \cdot 10$ 97,34	$(2,72 \pm 0,35) \cdot 10$ 98,33	$(2,05 \pm 0,30) \cdot 10$ 98,45	$7,5 \pm 0,58$ 99,4	$3,02 \pm 0,37$ 99,64	p<0,01	p<0,001	p<0,001	p<0,05
4.	Вода біостава (лепеха болотяна)	$(7,95 \pm 0,27) \cdot 10$ 95,12	$(3,41 \pm 0,39) \cdot 10$ 97,9	$(0,34 \pm 0,14) \cdot 10$ 98,74	0 100	0 100	p<0,05	p>0,05	p<0,001	p<0,001
5.	Вода на виході з біостава	$(5,22 \pm 0,48) \cdot 10$ 96,79	$(3,18 \pm 0,38) \cdot 10$ 97,05	$(2,84 \pm 0,36) \cdot 10$ 97,85	$(2,5 \pm 0,11) \cdot 10$ 98,03	$(0,85 \pm 0,19) \cdot 10$ 98,98	p<0,01	p>0,05	p>0,05	p<0,001
6.	Контроль****	$(1,63 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$ 0	$(1,63 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$ 0	$(1,32 \pm 0,24) \cdot 10^{-3}$ 19,02	$(1,27 \pm 0,79) \cdot 10^{-3}$ 22,09	$(8,34 \pm 0,33) \cdot 10^{-3}$ 48,83	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примітки: 1) * чисельник – залишкова інфекційність вірусів поліомієліту II типу Себіна, БУО/дм³;
2) ** знаменник – ефективність інактивації вірусів, %;
3) *** динаміка інактивації вірусів поліомієліту II типу Себіна у воді біостава, засадженого заростями рогозу широколистяного та рогозу вузьколистого ідентична;
4) **** в якості контролю використовували воду з біостава попередньо простерилізовану автоклавуванням при 1·10⁵ Па 30 хв, в яку вносили вірус і спостерігали за динамікою його інактивації.

зниженні температури до +4 °С процеси інактивації бактерій уповільнювалися.

Слід відзначити, що існує ряд інших факторів, що обмежують поширення кишкових бактерій у воді, зокрема: вплив сонячного УФ-опромінення, зміни рН води, наявність мікробів-антагоністів, адсорбція на твердих частках, гуміфікація тощо.

Таким чином, біостава є альтернативним та надзвичайно ефективним способом доочищення стічних вод від розчинених органічних, хімічних та біологічних забруднень. Біостава мають велику буферну ємність, надійність в експлуатації, простоту обслуговування, характеризуються малими економічними затратами на їх будівництво та мають тривалий термін їх експлуатації.

Таблиця 4

Динаміка звільнення від штучно внесених вірусів поліомієліту в проби води з промислового біостава, засадженого ВВР, у зимову пору року

№ з/п	Місце відбору проб	Динаміка інактивації вірусів на:					P ₁₋₂	P ₂₋₃	P ₃₋₄	P ₄₋₅
		1 добу P ₁	2 добу P ₂	3 добу P ₃	5 добу P ₄	7 добу P ₅				
1.	Вода на вході в біостав	$(4,77 \pm 0,47) \cdot 10^{-2}$ 95,23**	$(4,0 \pm 0,45) \cdot 10$ 99,54	$(3,22 \pm 0,38) \cdot 10$ 99,61	$(2,72 \pm 0,35) \cdot 10$ 99,73	$(0,82 \pm 0,28) \cdot 10$ 99,89	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,001
2.	Вода біостава (очерет звичайний)	$(6,38 \pm 0,54) \cdot 10^{-2}$ 93,68	$(5,24 \pm 0,48) \cdot 10^{-2}$ 94,01	$(4,42 \pm 0,44) \cdot 10^{-2}$ 94,71	$(2,32 \pm 0,33) \cdot 10^{-2}$ 97,19	$(0,24 \pm 0,10) \cdot 10^{-2}$ 99,55	p>0,05	p>0,05	p<0,01	p<0,001
3.	Вода біостава (рогоз широколистяний)***	$(5,68 \pm 0,51) \cdot 10^{-2}$ 94,32	$(2,0 \pm 0,41) \cdot 10$ 99,77	$(1,88 \pm 0,30) \cdot 10$ 99,77	$(2,05 \pm 0,3) \cdot 10$ 99,8	$(0,76 \pm 0,10) \cdot 10$ 99,90	p<0,001	p>0,05	p>0,05	p<0,001
4.	Вода біостава (лепеха болотяна)	$(2,75 \pm 0,35) \cdot 10^{-2}$ 97,25	$(2,27 \pm 0,32) \cdot 10$ 99,74	$(2,25 \pm 0,32) \cdot 10$ 99,76	$(2,02 \pm 0,35) \cdot 10$ 99,79	$(0,32 \pm 0,24) \cdot 10$ 99,94	p<0,001	p>0,05	p>0,05	p<0,001
5.	Вода на виході з біостава	$(2,72 \pm 0,35) \cdot 10^{-2}$ 97,28	$(1,82 \pm 0,28) \cdot 10$ 99,79	$(0,68 \pm 0,17) \cdot 10$ 99,91	$(0,86 \pm 0,41) \cdot 10$ 99,92	$(0,18 \pm 0,1) \cdot 10$ 99,98	p<0,001	p<0,01	p>0,05	p>0,05
6.	Контроль****	$(10,0 \pm 0,67) \cdot 10^{-3}$ 0	$(8,75 \pm 0,66) \cdot 10^{-3}$ 12,50	$(8,35 \pm 0,61) \cdot 10^{-3}$ 16,50	$(8,25 \pm 0,64) \cdot 10^{-3}$ 17,50	$(7,82 \pm 0,59) \cdot 10^{-3}$ 21,80	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примітки: див. прим. табл. 3

Висновки

1. Біостави з вищими водяними рослинами доцільно використовувати в якості методу для природного біологічного доочищення стічних вод в очисних каналізаційних спорудах від залишків розчинених органічних, хімічних та біологічних забруднень.
2. Впровадження в практику третинного очищення стічних вод у біоставах з вищими водяними рослинами є одним із природних, надійних та рентабельних способів охорони поверхневих водойм від потрапляння розчинених органічних речовин, мінеральних сполук та біологічних забруднень. Така технологія доочищення стічних вод сприятиме запобіганню інфекційних і неінфекційних хвороб серед населення, що розповсюджуються водним шляхом.

Література

1. Винберг Г.Г., Остапеня П.В., Сивко Т.Н. и др. Биологические пруды в практике очистки сточных вод / Под ред. П.В. Остапеня. – Изд-во “Беларусь”. – Минск. – 1966. – 232 с.
2. Гаркавий С.І., Кравець В.В., Попенко В.М. та ін. Інтенсифікація процесів доочищення та знезараження стічних вод за допомогою вищих водяних рослин // Гігієна населених місць. – 2002. – Випуск 39. – С. 80-86.
3. Гончарук Е.И., Гаркавий С.И., Попенко В.Н. и др. Доочистка и обеззараживание сточных вод в биопруду с высшими водными растениями // Химия и технология воды. Киев.– 2004 Т. 26. № 5. С. 479-484.
4. Гончарук Е.Г., Гаркавий С.І., Попенко В.М. Гігієнічне обґрунтування параметрів ефективної роботи нових типів очисних каналізаційних споруд // Гігієнічна наука та практика на рубежі століття: Матеріали XIV з'їзду гігієністів України. Дніпропетровськ. – 2004. Т. I. – С. 123-125.
5. Загорский В.А., Козлов М.Н., Данилович Д.А. Методы обеззараживания сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. 1998. № 2. – С. 2-5.
6. Иларов Н.А. Обеззараживание и очистка сточных вод малых населенных пунктов в криолитзоне // Тез. докл. конф. “Пробл. криол. Земли”, посвящ. 90-летию со дня рожд. П.И. - Мельникова, Пущино, 1998, 20-24 апр., 1998. – Пущино, 1998. С. 1-10.
7. Каминский В.С., Гвоздева И.Е. Об очистке сточных вод макрофитами и альгофлорой // Водные ресурсы. – 1976. № 5. – С. 185-190.
8. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР // Ленинград: Наука. – 1981. – 187 с.
9. Кравець В.В., Грищенко Н.В., Гаркавий С.І., Попенко В.М. та ін. До питання знезараження води в біоставах, засаджених вищими водяними рослинами (ВВР) // Екологія та інженерія. Стан, наслідки, шляхи створення екологічно чистих технологій: IV Всеукраїнська науково-методична конференція з міжнародною участю. – Дніпродзержинськ, 2002. – С. 170-171.
10. Кравець В.В. Интенсификация процессов доочистки и обеззараживания сточных вод в биологических прудах и их санитарная оценка // Водные ресурсы. 1976. № 5. С. 205-209.
11. Кравець В.В., Шаповал О.Є., Попенко В.М. та ін. Доочищення та безреагентне знезаражування стічних вод у біоставку, засадженому вищими водяними рослинами // Довкілля та здоров'я. – 2005. № 2 (33). – С. 13-18.
12. Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. Физиология высших водных растений. Киев: “Наукова Думка”. 1988. – 188 с.
13. Мережко А.И. Высшие водные растения и их значение для формирования качества воды // Проблемы гидробиологии и альгологии. – Киев, 1978.

- Вып. 11. С. 213-224.
14. Мережко А.И. Роль высших водных растений в самоочищении водоемов // Гидробиологический журнал. – Киев, 1973. № 4. Т. IX. С. 118-125.
 15. Николаев В.Н., Бурлаков В.П., Лобова В.И. Модификация биологических прудов для очистки промышленных и сельскохозяйственных стоков // ЭКВАТЭК-2000: 4-й Междунар. конгр. «Вода: экол. и технол.», Москва, 30 мая-2 июня, 2000: Тез. М. 2000. – С. 557-558.
 16. Осауленко О.Г. Статистичний щорічник України за 2005 рік // Державний комітет статистики України. К.: Консультант, 2005. – 588 с.
 17. Патент № 17757 А Україна, МКІ С О2 F 3/32, С О2 F 11/00. Спосіб глибокого очищення стічних та поверхневих вод та пристрій для його здійснення / Гончарук Є.Г., Кравець-В.В., Ципріян В.І. / Надр. 20.05.97. Бюл. № 5 від 31.10.97.
 18. Патент України № 68252 А, МКИ 7 С02F3/32. Спосіб знезараження води / Гончарук Є.Г., Шаповал О.Є., Попенко В.М. – Заявл. 28.11.03. Опубл. 15.07.04. Бюл. № 7.
 19. Almasi A., Pescod M.B. Pathogen removal mechanisms in anoxic waste water stabilization ponds // Water Sci. and Technol. – 1996. – Vol. 33. № 7. – P. 133-140.
 20. Wцning Thomas, Lohse Manfred, Hartmann Bernhard. Was leisten naturnale Verfahren // Wasserwirt.-Wassertechn. – 2001. № 5. P. 18-22.
 21. van Buuren J.C.L., Hartjes H., Kilian R.M. Toepassingmogelijkheden van helofytenfilters bij decentrale sanitatie / Tijdschr. Watervoorz. en waterbeheer. – 1998. – Vol. 3. № 23. – P. 29-31.
 22. Geller G. Јъngere Erfahrungen mit Pflanzenklдranlagen // Wasser Abwasser Praxis. – 1997. – Vol. 6. № 5. – P. 27-32.
 23. Goldberg B. Kostenbewertung von Teichklдranlagen // Wasserwirt. Wassertechn. – 1998. № 3. – P. 15-17.
 24. Gunter G., Regina T. Erfahrungen mit Pflanzenklдranlagen im Langzeitbetrieb // WasserAbwasserPraxis. – 1998. – Vol. 7. № 4. – P. 38-41.
 25. Ji ling. Sanitary microbiological investigation // J. Hyg. Res. – 1990. – Vol. 19. № 1. – P. 22-24, 56.
 26. Mara D.D., Cogman C.A., Simkins P. Schembri M.C.A. Performance of the Bur-warton Estate waste stabilization ponds // Water and Environ. Manag. [J. Charter. Inst. Water and Environ. Manag.]. – 1998. – Vol. 12. № 4. – P. 260-264.
 27. Rьgemer W. Pflanzenklдranlage als EXPO-Projekt // Wassertechn. – 1998. № 6. – P. 13-14.
 28. Torres J.J., Soler A., Sбez J., Leal L.M., Aguilar M.I. Study of the internal hydrodynamics in theree facultative ponds of two municipal WSPS in Spain // Water Res. – 1999. – Vol. 33. № 5. – P. 1133-1140.
 29. Wahaab R.A., Lubberding H.J., Alaerts G.J. Copper and chromium (III) uptake by duckweed // Water Sci. and Technol. – 1995. – Vol. 32. № 11. – P. 105-110.
 30. Wittgren Hans B., Maehlim Trond. Wastewater treatment wetlands in cold climates: Selec. Proc. 5th Int. Conf. Wetland Syst. Water Pollut. Contr., Vienna, 15-19 Sept., 1996 // Water Sci. and Technol. – 1997. – Vol. 35. № 5. – P. 45-53.
 31. Yun Ho-Joon, Kim Dong-Jin. Nitrite accumulation characteristics of high strength ammonia wastewater in an autotrophic nitrifying biofilm reactor // J. Chem. Technol. And Biotechnol. – 2003. – Vol. 78. № 4. – P. 377-383.

Резюме

ВАЖНОСТЬ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ ТРЕТИЧНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В БИОПРУДАХ

Попенко В.Н., Кравец В.В., Гаркавий С.И. Филатова И.Н., Бойко И.И., Росада М.А., Пуговица О.А., Яковлева Н.В.

Использование высших водных растений (ВВР) в процессах естественной самоочистки воды в биопрудах и их применение для третичной очистки сточных вод находит в данное время широкое внедрение в очистных канализационных сооружениях. Процессы самоочистки, которые происходят в биопрудах, восстанавливают качество сточных вод к уровню естественных вод поверхностных водоемов, которые обусловлены прямым участием в них ВВР и интенсифицируют данные процессы в них. Качество воды после доочистки соответствует нормативным документам к сбросу их в открытые водоемы. Биологическая доочистка сточных вод в биопрудах с ВВР ведет к уменьшению поступления загрязнений в открытых водоемах и имеет существенные преимущества перед другими физико-химическими методами доочистки сточных вод как экологически чистым методом, так и незначительными капитальными вложениями и минимальными эксплуатационными затратами.

УДК 613.628.332.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СУДОВЫХ СТОЧНО-ФАНОВЫХ ВОД

Кучеренко Н.П.

Центральная санэпидстанция на водном транспорте, г. Одесса

В соответствии с существующими национальными и международными требованиями судоходства, очищенные сточные воды перед сбросом в открытые водоемы должны подвергаться обеззараживанию.

Наиболее распространенным способом обеззараживания сточных вод является хлорирование. При этом на биологические эффекты, связанные с инактивацией микробных клеток, расходуется лишь незначительная часть вводимого

Summary

A ROLE OF HIGHER AQUATIC PLANTS IS IN PROCESSES OF TERTIARY CLEANING OF FLOW WATERS IN BIOPONDS

Popenko V.M., Garkaviy S.I., Boyko I.I., Rosada M.O., Pugovytsya O.O., Yakovleva N.V.

Using of higher aquatic plants(hap) in the process of natural self-cleaning of water in bioponds and its using for tertiary cleaning of sewage wide introduction finds presently in cleansing sewage buildings. process of self-cleaning, which take place in bioponds, proceed in quality of flow waters to the level of natural waters of superficial reservoirs, which predefined direct participation in them of higher aquatic plants, that intensify these processes. Quality of water after doochischennya answers the requirements of normative documents to the upcast of them in the opened reservoirs. Biological additional cleaning of flow waters in bioponds with higher aquatic plants conduces to diminishing entering of contaminations in the opened reservoirs and has substantial advantages before other, in particular by the physical and chemical methods of additional cleaning of flow waters A method environmentally cleans and characterized insignificant capital investments and minimum running expenses.

Впервые поступила в редакцию 21.08.2008 г. Рекомендована к печати на заседании учёного совета НИИ медицины транспорта (протокол № 1 от 20.01.2009 г.).