

БІОЛОГІЧНЕ ВИЛУЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ ІЗ РІЧКОВОЇ ВОДИ

Л. І. Глоба¹, К. А. Окаєвич², П. І. Гвоздяк¹

1 - Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України, м. Київ

2 - Дніпровська водопровідна станція, м.Київ

Встановлена можливість суттєвого покращення якості річкової води вилученням із неї біологічним способом загального органічного вуглецю. Показано, що біоконвеєрна технологія вилучення із води органічних домішок і отримання біологічно стабільної води потребує подальшого вивчення.

Ключові слова: річкова вода, загальний органічний вуглець, біологічне вилучення.

Вступ

Вважається, що для отримання питної води високої якості необхідно із забрудненої річкової води максимально вилучити органічні речовини [1, 2]. Результати наших попередніх досліджень [3-8], інші дані наукової літератури [9-11] дозволяють сподіватися на можливість отримання біологічно стабільної води при водопідготовці із поверхневих джерел. Щоб отримати питну воду з мінімальним вмістом органічних сполук і, таким чином, запобігти утворенню хлорорганічних сполук при знезараженні її препаратами хлору та розмноженню мікробів у водорозподільній мережі, доводиться йти шляхом створення багатобар'єрних, багатоступеневих технологічних схем фізико-хімічної та біологічної водопідготовки з використанням фільтрування через різноманітні перегородки [12]. Позитивні результати можуть дати також біоконвеєрні технології [5, 7, 9, 11].

Ефективність і якість водопідготовки найчастіше оцінюється за допомогою інтегрального показника – хімічної потреби в кисні (ХПК). Одночасно вважається раціональним використовувати з цією метою показник загального органічного вуглецю (ЗОВ) [13].

Метою проведених досліджень було вивчення можливості біологічного вилучення загального органічного вуглецю з річкової води.

Об'єкти та методи досліджень

Як модель для вивчення ефективності біологічного вилучення ЗОВ брали воду ріки Дніпро. Воду відбирали в ковші Дніпровської водопровідної станції міста Києва. Вода характеризувалась органолептичними та санітарно-хімічними показниками, наведеними в таблиці 1.

Таблиця 1. Середньорічні значення деяких органолептичних та санітарно-хімічних показників якості річкової і очищеної води на Дніпровській водопровідній станції м.Києва

Показник	В річковій воді	В очищеній воді
Кольоровість, град.	67,00	18,00
ХПК, мг/дм ³	26,38	16,64
Перманганатна окислюваність, мг/дм ³	12,80	6,90
Загальний органічний вуглець, мг/дм ³	9,90	6,38

При дослідженні гідробіонтів у воді ріки Дніпро виявлено бактерії та коліфаги, фіто- та зооценози трофічного ланцюга поверхневої водойми. Загальне мікробне число річкової води, як правило, не перевищувало 100 кл/см³, а середнє число коліфагів у воді зросло до значень 130–213 КУО/дм³ лише у лютому та березні.

Чисельність зоопланктону річкової води зростала до 1000 екз/м³ і більше лише в червні–липні. Протягом року домінували ракоподібні (*Copepoda*) та веслоногі (*Cladocera*). В липні–серпні часто виявляли молюски (*Dreissena*).

Що стосується фітопланктону, то його чисельність та біомаса були низькими лише в січні, лютому, листопаді та грудні. В решті місяців року біомаса мікро- водоростей завжди перевищувала 1 мг/дм³, а в березні–серпні інколи сягала 4–9 мг/дм³. Домінували діатомові (*Stephanodiscus*), зелені (*Chlamydomonas*) та синьо-зелені (*Microcystis*, *Anabaena*) мікробіоти.

Для вивчення ефективності біологічного очищення води ріки Дніпро від ЗОВ виготовили прямоочну, біоконвеєрного типу шестиступеневу біологічну установку (БУ) (рис. 1) із дволітрових поліетилентерефталатних пляшок. Біореактори (БР) кожного ступеня з'єднувались в БУ послідовно. Об'єм води в кожному БР становив 1 дм³.

Воду ріки Дніпро із ємності річкової води (1) подавали самопливом в перший БР (2), звідки вона перетікала в другий (3), потім послідовно в третій (4), четвертий (5), п'ятий (6) та шостий (7) БР. В шостому БР змонтовано фільтр (8) із шару піску (9) та активованого вугілля (10), через який проходила річкова вода, що очищалася (11).

В кожний аеробний БР подавали повітря за допомогою мікрокомпресорів типу «Скалярій» (12), а диспергували його в найнижчій частині БР у воді за допомогою пористих аераторів (13). В кожному біореакторі на каркасі з капрону змонтовано по 10 г носія «ВІЯ» (14).

Біологічна установка створена з метою інтенсифікації вилучення органічних та неорганічних домішок із води біологічним методом, зокрема, досягнення максимально повного вилучення із води ЗОВ, зменшення кількості фізико-хімічних ступенів водопідготовки.

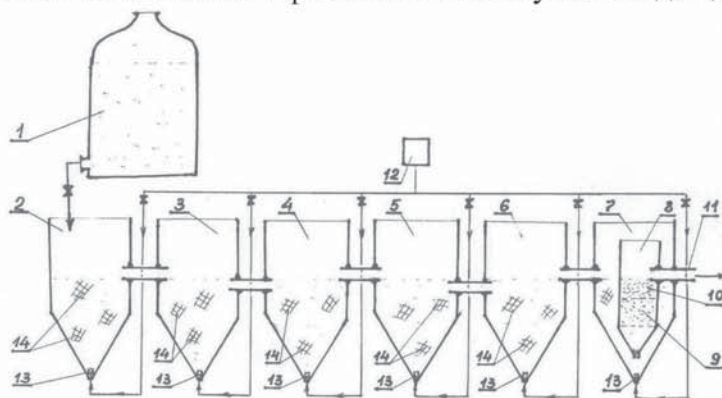


Рис. 1. Схема біологічного очищення води.

1- ємність річкової води, 2,3,4,5,6,7 – біореактор, 8 – фільтр, 9 – пісок, 10 – активоване вугілля, 11- чиста вода, 12 – мікрокомпресор, 13 - аератор, 14 – носії «ВІЯ».

Селекція гідробіонтів, що звільняють воду від хімічного забруднення, та інтродукція їх в лабораторні біореактори. Для запуску БУ в роботу необхідно було селекціонувати гідробіоценози, які вилучають ЗОВ із води, та заселити ними БР. З цією метою розроблений нами раніше носій «Вія» [14] для іммобілізації мікробіоти виготовили із капронової текстурованої джгутової нитки (ТУ 6-6-06-С-116-87, текс 180). По 10 г носія «Вія» поміщали в річку Нивка в м.Києві в районі житлового масиву Ново-Біличі.

Селекцію гідробіонтів – очисників води в річці Нивка вели протягом двох тижнів. При цьому на носіях закріплювались природні мікро-, фіто- та зооценози, внаслідок чого носії обростали гідробіонтами, які живилися органічними забрудненнями води і звільняли її від домішок, у тому числі й від ЗОВ. На поверхні волокон носія «Вія» утворювалась плівка перифітону. Через два тижні носії виймали з річки і після вилучення всякого сміття, яке зачепилось на них, в кожен БР вносили селекціонований на «ВІЯх» біоценоз.

Таким же чином селекціонували ценози із ріки в ковші Дніпровської водопровідної станції та в прибережних дніпровських ставках в районі м.Вишгород. Паралельно вели селекцію гідробіонтів – очисників води в аеротенку I черги Бортницької станції аерації.

Протягом 2009 року відібрані в березні – вересні зразки носія «Вія» з гідробіонтами 8 разів вносили в усі біореактори.

Ефективність вилучення ЗОВ із води ріки Дніпро в БУ вивчали протягом року. Воду постійно подавали в перший БР, далі вона самопливом проходила усі шість БР і очищала в них. БУ працювала безперервно, повітря теж постійно подавали в усі БР. У відібраних із біореакторів зразках води визначали концентрацію ЗОВ. Результати деяких дослідів наведено в таблиці 2.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених лабораторних досліджень свідчать про те, що в БУ з річкової води вилучається ЗОВ. Залишковий вміст його у воді після БУ (4,08 мг/дм³) нижчий, ніж у питній воді Дніпровської водопровідної станції (6,06 мг/дм³). Можна було сподіватися, що на ефективність вилучення ЗОВ із річкової води буде впливати час перебування її в БУ і що прискорення фільтрування води може супроводжуватись зменшенням ефективності вилучення ЗОВ із води (таблиця 2). Однак, наші спостереження не дають підстав стверджувати про можливість суттєвого підвищення ефективності очищення річкової води від ЗОВ збільшенням тривалості водопідготовки її в БУ.

Таблиця 2. Концентрація ЗОВ у воді та ефективність його вилучення в БУ

Час перебування води в БУ, доба	Концентрація ЗОВ у воді, мг/дм ³				Ефективність вилучення ЗОВ, %
	дистильованій	водопровідній	річковій	після БУ	
1	–	–	15,00	5,20	65,34
1	0,07	6,60	16,60	4,00	75,90
3	0,10	6,30	14,40	3,90	72,92
3	–	6,30	16,90	4,30	74,56
4	<0,02	5,05	11,38	3,57	68,00
4	0,20	–	15,30	3,50	77,13
Середнє значення показника	0,10	6,06	14,93	4,08	72,31

Водночас необхідно було з'ясувати, як впливає на ефективність вилучення ЗОВ із води багатоступеневість БУ. Результати деяких дослідів наведено в таблиці 3. Тривалість водопідготовки в БУ варіювала від 4-х до 24 год.

Таблиця 3. Ефективність вилучення ЗОВ із води

Назва зразка води	Дослід 1		Дослід 2	
	Вміст ЗОВ, мг/дм ³	Ефективність вилучення ЗОВ, %	Вміст ЗОВ, мг/дм ³	Ефективність вилучення ЗОВ, %
Вода Дніпра	17,1	–	16,6	–
Після біореакторів				
БР 1	16,0	6,5	–	–
БР 2	16,0	6,5	–	–
БР 3	15,5	9,4	13,8	16,9
БР 4	15,7	8,2	–	–
БР 5	15,6	8,8	–	–
БР 6	15,6	8,8	13,8	16,9
Із БР 6 після піщаного та вугільного фільтра	3,9	77,2	4,0	76,0
Водопровідна питна вода	6,4	68,5	–	–

Із результатів дослідів витікає, що в біореакторах 1, 2, 3, 4, 5 і 6 вилучається до 10% ЗОВ. І лише після проходження через пісчаний та вугільний фільтри річкова вода звільняється від ЗОВ більш інтенсивно. Ефективність процесу сягала більше 75%, а якість цієї води за вмістом ЗОВ перевищує якість питної води м.Києва.

В науковій літературі повідомляється [1], що залишкова концентрація органічного вуглецю, який асимілюється, в біологічно стабільній воді повинна бути меншою 10 мкг/дм³. Існує також думка, що концентрація ЗОВ в біологічно стабільній воді повинна не перевищувати 50 мкг/дм³ [2]. За нашими даними (таблиця 2), концентрація ЗОВ в дистильованій воді не перевищує 1 мг/дм³. Для досягнення рівня вмісту ЗОВ, який рекомендується в літературі для біологічно стабільної води необхідно добитись значно нижчої концентрації його, ніж в дистильованій воді.

Висновки

Проведені дослідження довели можливість суттєво покращувати якість води за рахунок вилучення із неї ЗОВ біологічним способом. Біотехнологія вилучення із води органічних домішок потребує подальшого вивчення з метою досягнення рівня залишків ЗОВ, який був би суттєво нижчим 1 мг/дм³.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ УДАЛЕНИЕ ОБЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ИЗ РЕЧНОЙ ВОДЫ

Л. И. Глоба¹, К. А. Окаевич², П. И. Гвоздяк¹.

1 - Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского НАН Украины, г. Киев

2 - Днепровская водопроводная станция, г. Киев

Установлена возможность существенного улучшения качества речной воды удалением из нее биологическим способом общего органического углерода. Показано, что биоконвейерная технология удаления из воды органических примесей и получения биологически стабильной воды нуждается в последующем изучении.

Ключевые слова: речная вода, общий органический углерод, биологическое удаление.

BIOLOGICAL REMOVING OF TOTAL ORGANIC CARBON FROM RIVER WATER

L. Globa¹, K. Okaevich², P. Gvozdyak¹.

1 - Dumanskii Institute of colloidal chemistry and chemistry of the water of Ukraine, Kiev

2 - Dnieper water station, Kiev

Possibility of substantial improvement of the river water quality with the use biological method for removing of total organic carbon from water is set. It is shown that bio-conveyer technology of organic impurities removing from the water and biologically stable water producing need the follow-up study.

Keywords: river water, total organic carbon, biological removing.

Список літератури:

1. *Van der Kooj D.* Biofilm development on surfaces in drinking water distribution systems / *D. Van der Kooj , H. R. vVeenendaal* // *Water supply*. – 1994. – v. 12, № 12. – P. 1–7.
2. *Borewer E. J.* Biological processes in drinking water treatment / *E. J. Borewer , P. B. Crowe* // *J. Amer. Water Works Assoc.* – 1988. – v. 80, № 9. – P. 82–93.
3. *Гвоздяк П. І.* Актуальні питання біологічного очищення води / *П. І. Гвоздяк* // *Ойкумена*, 1992. – № 5. – С. 58–70.
4. *Гвоздяк П. І.* Научное обоснование, разработка и внедрение в практику новых биотехнологий очистки воды / *П. І. Гвоздяк , Л. І. Глоба* // *Химия и технология воды*. – 1998. – т. 20, № 1. – С. 61–69.
5. *Гвоздяк П. І.* За принципом біоконвеєра. Біотехнологія охорони довкілля / *П. І. Гвоздяк* // *Вісник НАН України*. – 2003. – № 3. – С. 29–36.
6. *Глоба Л. І.* Биотехнологии подготовки и очистки воды / *Л. І. Глоба* // *Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды*. Под ред. акад. НАН Украины В.В.Гончарука. – К: Наукова думка, 2005. – С. 63–88.
7. *Глоба Л. І.* Біотехнологія водопідготовки / *Л. І. Глоба* / Зб. наук. праць Луганського Національного аграрного ун-ту. Сер. Технічні науки. – Луганськ: вид-во ЛНАУ, 2008. – № 814. – С. 195–198.
8. *Гончарук В. В.* Биотехнология в подготовке питьевой воды / [*В. В. Гончарук , А. С. Гордиенко , Л. І. Глоба, П. І. Гвоздяк*]. // *Химия и технология воды*. – 2002. – т. 25, № 4. – С. 363–374.
9. *Клименко Н. А.* Современные технологии подготовки питьевой воды / *Н. А. Клименко* / *Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды*. Под ред. акад. НАН Украины В.В.Гончарука. – К.: Наукова думка, 2005. – С. 237–267.
10. *Гончарук В. В.* Современные проблемы технологии подготовки питьевой воды / [*В. В. Гончарук , Н. А. Клименко , Л. А. Савчина и др.*]. // *Химия и технология воды*. – 2006. – т. 28, № 1. – С. 1–150.
11. *Костенко В. Ф.* Приклади сучасних технологічних схем підготовки якісної питної води / [*В. Ф. Костенко , В. Г. Петрищев , І. В. Белявська , А. М. Тимченко*]. / XVII (ежегодная) межд. научно-техническая конф. «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов» / Сб. научн. тр. XVII межд. научно-техническая конф. // под. ред. В.Ф.Костенко, А.И.Абрамовича, Д.Н.Почетецкого. – УкрВОДГЕО. – 2009. – С. 107–125.
12. *Храменков С. В.* Юго-западная водопроводная станция – новый шаг в развитии водоснабжения Москвы / *С. В. Храменков , Ф. Шредер* // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2006. – №11. – ч.1. – С. 3–8.
13. *Козятник І. П.* Перетворення природних органічних речовин в процесах водоочистки та водопідготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. хім. наук – Київ: Інститут колоїдної хімії та хімії води НАН України. – 2009. – 20 с.
14. Патент 21. Україна МКВ 50 С 02 F3/34. П. І. Гвоздяк, Н.Ф. Могілевич, О. Д. Денис. – Опубл. 30.12.93. Бюл. №1.