

# ВИКОРИСТАННЯ ВИДУ *EICHORNIA CRASSIPES* (MART.) SOLMS В ВОДООЧИЩЕННІ

Романчук Л.Д., Васенков Г.І., Василюк Т.П., Пазич В.М.  
Житомирський національний агроекологічний університет

Вищі водні рослини як складова водних екосистем, відіграють провідну роль у біогенному кругооберті речовин, природному самоочищенні водойм, формуванні якості води. Протягом усієї історії існування людства вищі водні рослини використовувалися людиною для відновлення якості природних водних об'єктів. Ще у працях В.І. Вернадського наголошувалося, що водні екосистеми включають живу речовину у значних кількостях, за його словами гідросфера "наскрізь пронизана біосферою" [1]. Отже, самоочищення води від забруднень антропогенного походження забезпечують у тій чи іншій мірі всі представники біоти порушених водних екосистем.

Забруднення поверхневих вод продуктами життєдіяльності суспільства призвело до їх несприятливого екологічного стану. Численні дослідження науковців показали, що однією з основних причин забруднення поверхневих вод України є скид неочищених та недостатньо очищених стічних вод комунально-побутових і промислових підприємств безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації. Існуючі технології водоочищення, які впроваджені на вітчизняних спорудах обробки води, є застарілими та характеризуються низькою ефективністю роботи. Отже, якість водних об'єктів в значній мірі залежить від того, наскільки ефективно біоценози або їх продукція компенсуватимуть порушення екологічної рівноваги, спричинені господарською діяльністю, наскільки повно та ефективно використовуються властивості гідробіонтів у даних процесах [2].

Одними з найперспективніших в напрямі доочищення стічних вод є вищі водні рослини виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms [3, 4]. Дана рослина широко відома в світі та часто використовується в озелененні водойм, фітомаса характеризується високими поживними цінностями та використовується для годівлі худоби та птахів тощо.

Дослідження фітомеліоративних властивостей ейхорнії проводилися на базі Ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету. Для дослідження ефективності очищення стічних вод гідробіонти виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms упродовж місяця адаптували до попередньо очищених стічних вод концентрацією 300, 500, 800, 1500, 2000 мг  $O_2$ /л за ХСК (хімічне споживання кисню).

Початкова концентрація рослин становила 6, 8 та 12 г/л за сухими речовинами. Для виявлення можливості застосування ейхорнії для очищення стічних вод процес проводили в періодичному режимі впродовж 120 год. Під

час проведення гідрохімічних досліджень визначались такі показники якості води: БСК<sub>5</sub> (біологічне споживання кисню), ХСК, вміст розчиненого кисню, азоту амонійного, нітритів, нітратів, фосфатів, сульфатів, заліза, хлоридів, завислих речовин, поверхнево-активних речовин за арбітражними методиками визначення якісних показників води. На момент закладки досліду стоки мали різкий гнильний запах, характеризувалися великим значенням ХСК – 938±8 мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення 52,6±4,8%) та БСК<sub>5</sub> – 776±8 мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення 51,4±5,2%). За фізико-хімічним складом такі стічні води характеризувались як сильно мінералізовані.

Дослідження ефективності очищення стічних вод за різних концентрацій гідробіонтів виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms показали, що при мінімальній щільності зростання гідробіонтів виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (6 г/л) концентрація фосфатів зменшилась до 1,8±0,2 мг/л (30,8±3,1 %), а амонійного азоту – до 5,0±0,3 мг/л (ефект очищення 37,5±3,2 %), дещо підвищився азот нітритного і нітратного азоту. Хімічні показники якості стічних вод – вміст хлоридів і сульфатів – змінились незначно, концентрація хлоридів зменшилась до 224,2±9 мг/л, а сульфатів – 111,7±4 мг/л (ступінь очищення 26,5±1,2% та 33,9±3,4%) загальна твердість стоків становила 9,3±0,8 ммоль/л.

Таблиця 1

Характеристика стічних вод, очищених за допомогою гідробіонтів виду  
*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

Показник	Параметри стоку	6 г/л		8 г/л		12 г/л	
		Абсол. величини	Еоч, %	Абсол. величини	Еоч, %	Абсол. величини	Еоч, %
Запах	Сірковод.	Немає	–	Немає	–	Немає	–
рН	7,5±0,19	7,8±0,25	–	8 ±0,25	–	8,1±0,21	–
Розчинений кисень, мгО <sub>2</sub> /л	Немає	0,9	–	1,7	–	2,5	–
Твердість, ммоль-екв/л	9,3±0,8	9±0,6	–	8,7±1,1	–	7,9±0,8	–
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	1598±12	776±8	51,4±5,2	658,6±11	58,8±5,6	484,3±12	69,7±6,1
ХСК, мгО <sub>2</sub> /л	1980±22	938±8	52,6±4,8	700,9±9	64,6±6,3	588,06±14	70,3±6,5
Азот амонійний, мг/л	8±0,4	5±0,3	37,5±3,2	2,3±0,8	71,3±6,6	1,2±0,5	85,0±7,4
Азот нітритний, мг/л	2±0,2	–	–	–	–	–	–
Азот нітратний, мг/л	1,9±0,2	–	–	–	–	–	–
Фосфати, мг/л	2,6±0,3	1,8±0,2	30,8±3,1	1,0±0,01	61,5±5,3	0,6±0,02	76,9±7,2
Сульфати, мг/л	169±6	111,7±4	33,9±3,4	99,5±5	41,1±3,3	84,3±5	50,1±5,0
Залізо, мг/л	2,4±0,06	0,5±0,06	77,3±2,3	0,5±0,05	79,6±3,1	0,5±0,05	80,1±7,1
Хлориди, мг/л	305±5	224,2±9	26,5±1,2	212,6±16	30,3±1,3	207,1±15	32,1±2,1
Завислі речовини, мг/л	3745±25	1894,9±12	49,4±5,1	1209,6±18	67,7±4,4	932,5±12	75,1±6,9
Сухий залишок, мг/л	4850±10	1973,95±13	59,3±4,8	1566,5±13	67,7±4,6	528,6±13	89,1±7,2

З метою інтенсифікації процесу очищення в споруді збільшували концентрацію рослин до 8 г/л. Час обробки очищених стічних вод становив 120 год.

Оброблені за цих умов стоки мали характерний запах гниття, характеризувались усе ще досить високим значенням ХСК –  $700,9 \pm 9$  мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення  $64,6 \pm 6,3$  %) та БСК<sub>5</sub> –  $658,6 \pm 11$  мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення  $58,8 \pm 5,6$  %).

За фізико-хімічним складом такі стічні води характеризувались як сильно мінералізовані (сухий залишок зменшився до  $1566,5 \pm 13$  мг/л). Концентрація фосфатів знизилась до  $1,0 \pm 0,01$  мг/л (ступінь очищення  $61,5 \pm 5,3$  %). Концентрація амонійного азоту знизилась до  $2,3 \pm 0,8$  мг/л (ефект очищення  $71,3 \pm 6,6$  %), у стічній воді підвищився азот нітратів, а вміст нітритів зменшився. Хімічні показники стічних вод істотних змін не зазнали. Концентрація хлоридів і сульфатів значно не змінилась –  $212,6 \pm 16$  мг/л та  $99,5 \pm 5$  мг/л відповідно (ефект очистки –  $30,3 \pm 1,3$  та  $41,1 \pm 3,3$  %), загальна твердість знизилась на  $0,1$  ммоль /л.

Для подальшого підвищення ефекту очистки стічних вод концентрацію біомаси *E. crassipes* збільшили до 12 г/л за сухою речовиною. У оброблених за цих умов стоках характерний запах гниття зник уже через 24 години після початку експерименту, стічні води характеризувались невисоким значенням ХСК –  $588,06 \pm 14$  мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення  $70,3 \pm 6,5$  %) та БСК<sub>5</sub> –  $484,3 \pm 12$  мгО<sub>2</sub>/л (ступінь очищення  $69,7 \pm 6,1$  %).

Мінералізація води, порівняно з попередніми експериментами була низькою –  $528,6 \pm 13$  мг/л, а ефект очистки сягнув  $89,1 \pm 7,2$  %. Концентрація фосфатів знизилась до  $0,6 \pm 0,02$  мг/л (ступінь очищення  $76,9 \pm 7,2$  %). Концентрація амонійного азоту знизилась до  $1,2 \pm 0,5$  мг/л (ефект очищення  $85,0 \pm 7,4$  %). Хімічні показники якості стічних вод також дещо змінилися. Концентрація хлоридів знизилася до  $207,1 \pm 15$  мг/л, при цьому ефект очистки був на рівні  $32,1 \pm 2,1$  %, а концентрація сульфатів зменшилась наполовину – до  $84,3 \pm 5$  мг/л (ефект очистки –  $50,1 \pm 5,0$  %), загальна твердість знизилась на  $1,4$  ммоль-екв/л.

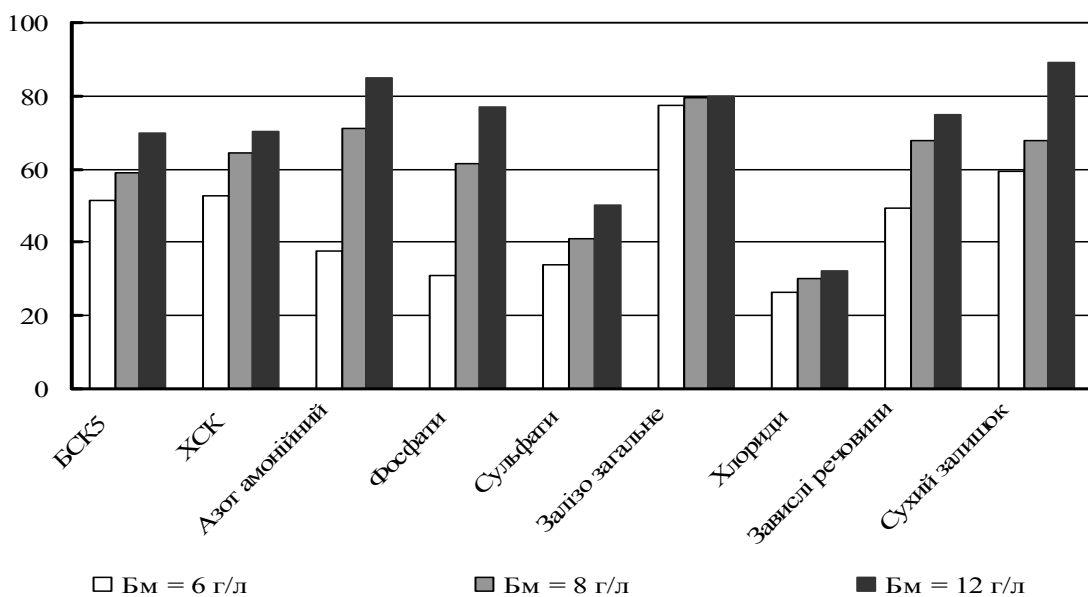


Рис. 1. Ефект очистки (Е, %) від концентрації біомаси рослин *Eichornia crassipes* (Бм, г сухої речовини/л)

Як показали результати досліджень очищення стічних вод, оброблених у біореакторі за різних концентрацій рослин *E. crassipes*, у варіанті 12 г/л порівняно з початковим 6 г/л та 8 г/л було досягнуто більшого ступеня очищення стоків від завислих речовин (на 25,7 та 7,4 %), амонійного азоту (на 47,5 та 13,7%), фосфатів (на 46,1 та 15,4 %), сульфатів (на 16,2 та 9%), хлоридів (на 5,6 та 1,8 %), заліза (на 2,8 та 0,5 %). Вміст органічних забруднень в очищеній воді за концентрації рослин 10 г/л зменшився ще на 17,7 % за ХСК і на 18,3% за БСК<sub>5</sub>. Значення рН, твердості води та розчиненого кисню по всіх варіантах дещо покращилося. Отже, збільшення концентрації рослин до 12 г/л вплинуло на ступінь очищення стоків.

Можливими причинами недостатньо високого ступеня очищення СВ в вторинних відстійниках є перевантаження споруди, а також недостатня кількість біогенних елементів у очищеній стічній воді. Крім того, для забезпечення максимального окиснення органічних забруднень у воді концентрація розчиненого кисню в культуральній рідині має становити не менш як 2,0 мгО<sub>2</sub>/л. А в стічних водах, які очищувались, ця величина становила лише 0,1 мгО<sub>2</sub>/л.

Отже, застосування гідробіонтів виду *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms у ставках-відстійниках є ефективним при очищенні стічних вод від азоту амонійного, нітритів, нітратів, фосфатів, сульфатів, заліза, хлоридів, завислих речовин, поверхнево-активних речовин у широкому діапазоні концентрацій, в значній мірі покращує показники БСК<sub>5</sub>, ХСК, рН, твердості води та розчиненого кисню. Значення показників якості доочищеної води при концентрації біомаси рослин 12 г/л за сухою речовиною, цілком задовільні для можливого скидання її в сплавну каналізацію міста.

### Література

1. Вернадский В.И. Химическая природа биосферы Земли и её окружения / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1965. – 374 с.
2. Особливості акумуляції важких металів гідробіонтами при біоочищенні сільськогосподарських стічних вод / Г.І. Васенков, Т.П. Василюк, В.М. Пазич, В.І. Максін // Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – 2011. – № 1(3). – С. 39-44.
3. Grady P. Leslie, Lim Jr. C., Lim Henry C. Biological Wastewater: Treatment, Theory, and Applications / P. Leslie Grady, Jr. C. Lim, Henry C. Lim. – New York: Marcel Dekker. –1980. – p. 871.
4. Luesk G.W. A`growing `interest in wastewater plants/ Luesk G.W. // Waste Age. – 1990. – № 6. – с. 87-88, 92.