

**УДК 502.3:556.3**

**Ласло О. О., к.с.-г.н., доцент** (Полтавська державна аграрна академія)

## **БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**В статті наведено стан поверхневих вод Полтавської області, укомплектовано шкалу оцінювання якості вод за низкою показників, розроблено рекомендації щодо очищення створів річок методами біоремедіації.**

**Ключові слова:** біоремедіація, забруднення води, комбінаторний індекс забруднення, класи якості води.

**При аналізі стану** водних ресурсів Полтавської області виявилось, що більшість із них потерпають від інтенсивного антропогенного впливу у тому числі зі сторони сільськогосподарських підприємств. Відмічено підвищення процесів замулення та евтрофікації. Занепокоєння викликає рекреаційний та антропогенний вплив сільськогосподарських підприємств, що призводять до порушення гідрологічного режиму, зміни параметрів водойм, і як наслідок – поширення процесів термофікації й токсифікації. Більшість водних об'єктів області віднесено до III та IV рівнів забруднення, тому оцінюючи стан гідросфери не можна вважати його екологічно стабільним.

**Сучасні аспекти** застосування біотехнологій для охорони гідросфери та біоремедіації особливо актуальні для екосистем з нестійкими природно-кліматичними умовами, де самоочищення проходить повільно, необхідність біологічного методу очищення не викликає сумнівів.

Загроза антропогенного евтрофування водойм стала усвідомлюватися тільки в другій половині минулого століття. Для поверхневих водойм та озерних екосистем, надмірне надходження біогенних речовин не менш небезпечно, ніж токсичне забруднення води. Коли вміст у воді фосфору, азоту, калію перевищує критичний рівень, прискорюються життєві процеси водних організмів. Як наслідок, починається масовий розвиток планктонних водоростей («цвітіння» води), вода набуває неприємного запаху і присмаку, її прозорість знижується, збільшується кольоровість, підвищується вміст розчинених і завислих органічних речовин. Перенасичення води органічними сполуками стимулює розвиток сапрофітних бактерій (у тому числі особливо небезпечних хвороботворних), водних грибів, різко загострюючи епідеміологічну об-

становку на водних об'єктах [1].

При надлишку органічної речовини у воді утворюються стійкі ор-гано-мінеральні комплекси з важкими металами, в деяких випадках більш токсичні, ніж самі метали. На окислення величезної кількості новоутвореної органічної речовини витрачається значна частина розчиненого у воді кисню – виникає кисневий дефіцит, що вкрай негативно впливає на цінні породи риб і їх кормову базу – зообентос. Крім того, дефіцит кисню приводить до того, що з донних відкладень у воду більш активно виділяється низка речовин, у тому числі фосфор, а це, у свою чергу, інтенсифікує процес евтрофування [2].

Біологічні методи очищення води полягають у тому, що мікроорганізми в процесі переробки органіки, яка є для них поживними середовищем, впливають на процеси окислення і відновлення різних органічних речовин. Подібні речовини утворюють колоїдні системи або тонкі суспензії, розсіяні в каналізації. У ході такої переробки стічних вод, мікроорганізми очищають воду від твердих і рідких продуктів життєдіяльності людини і господарсько-побутових органічних забруднень [3, 4].

Очисні системи, що реалізують біологічні методи очищення води умовно можна поділити на природні і штучні споруди:

– очисні системи, які працюють в наближених до природних умовах (суть їх роботи полягає в тому, що очисні споруди фільтрують стічні води через ґрунт або водойми. Таким чином, за допомогою даних систем можна очищати як поля зрошення або фільтрації, так і природні проточні водойми (ставки, струмки) і т.д. На відміну від штучних систем очищення води, тут мікроорганізми забезпечуються киснем, що поступає ззовні, без будь-яких додаткових способів аерації);

– очисні системи, що працюють в штучно створених умовах (біологічні методи очищення води в даних системах полягають у тому, що мікроорганізми очищають стічні води в аеротенках, а також аеро- і біофільтрах. У процесі функціонування штучно створених систем, мікроорганізми можуть дихати киснем завдяки механічній аерації або дифундування кисню через поверхню вод, що очищаються (реаерації). Таке очищення води більш інтенсивне, ніж та, що проводиться в природних умовах. Воно сприяє більш швидкому розвитку мікроорганізмів і, відповідно, сприятливо впливає на активність їх роботи) [8, 9].

Багато мікроорганізмів та їх асоціацій, наприклад *E.coli*, здатні ефективно накопичувати поліфосфати. Саме асоціації аеробних та анаеробних мікроорганізмів – кращий на сьогодні спосіб очищення водойм від фосфорних забруднювачів [5].

Важливими компонентами у системах біологічного очищення, на

думку І.Е. Шарапової, є бактерії і водорості. Процеси бактеріального біосинтезу поряд із фотосинтезом водоростей є основними біологічними процесами, що забезпечують доочищення побутових вод і різноманітних промислових вод у природних водоймах. Активна участь мікробіодоростей звільняє стічні води від збиткової кількості мінеральних сполук і специфічних хімічних забруднювачів, та доведення їх до норми і дозволяє здійснювати скид води у відкриті водойми.

Дослідження, проведені з використанням зелених мікробіодоростей довели ефективність їх використання для біоремедіації прісноводних середовищ на прикладі культури *Chlorella vulgaris* Beijer [6, 7].

Дослідження питання біологічного очищення природних вод, використовуючи метод біоремедіації спонукає до пошуку комплексної оцінки стану водних об'єктів Полтавської області враховуючи їх класність.

**Методичною основою для проведення біоремедіації водних об'єктів** є поділ на класи якості з подальшим визначенням заходів біологічного очищення (табл. 1).

**Аналіз досліджень науковців** з питання очищення природних вод біологічними методами зумовлює постановку наступних завдань:

- на основі статистичних даних визначити класи якості водних об'єктів і визначити оптимальний підхід до очищення поверхневих вод біологічними методами на території Полтавської області;
- розробити шкалу оцінювання водних об'єктів за КІЗ та класами;
- розробити рекомендації щодо використання методу біоремедіації.

**У гідрогеологічному відношенні** Полтавська область належить до Дніпровського артезіанського басейну і займає центральну і південно-східну частину Донецько-Дніпровської западини.

Основними джерелами водних ресурсів області є річки Сула, Псел, Ворскла, Оріль та їх притоки, а також Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховища на річці Дніпро. В межах області формується стік трьох річок: Сліпорід, Говтва, Тагамлик.

Аналіз сучасного екологічного стану водних джерел свідчить, що негативні процеси у річках, водосховищах і ставках тривають. Більшість річок і водотоків замулилися, заросли болотною рослинністю та чагарниками, втратили своє природне значення. Вони не мають дренажної здатності, в результаті чого заплавні землі заболочені й підтоплені та не використовуються у сільськогосподарському господарстві. Особливо така ситуація спостерігається на малих річках, протяжність русел яких не перевищує 20–35 км. Через заболоченість їх русел і заплавних земель, не створюються водоохоронні прибережні смуги,

Таблиця 1

Шкала оцінювання водних екосистем за класами якості

| Класи якості води | Характеристика  | Рівень антропогенного навантаження  | Індекс забрудненості води КІЗ            | Рівні забруднення  |
|-------------------|---|---|--|--|
| 1                 | екологічно повноцінні, можуть використовуватися для пиття, рекреації, рибного господарства і зрошення                     | Нормальні сингенетичні сукупості; величини гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для даного регіону                       | I – дуже чиста (КІЗ < 0,3)               | Незначне забруднення (здатність до самоочищення)   |
|                   |   |   | II – чиста (0,3 < КІЗ < 1)               |  |
| 2                 | екологічно повноцінні, мають питне значення, можуть використовуватися для рекреації, рибного господарства і зрошення      | Розхитування екосистеми; характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги                                     | III – помірно забруднена (1 < КІЗ < 2,5) | Середнє забруднення (потребують очищення)  |
| 3                 | екологічно повноцінні, можуть використовуватися для пиття з попереднім очищенням, а також рибного господарства і зрошення | Води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем; випадання особливо чутливих видів гідробіонтів    | IV – забруднена (2,5 < КІЗ < 4)          |  |
| 4                 | екологічно неблагополучні, мають обмежене застосування в рибному господарстві та зрошенні, придатні для технічних цілей   | Води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес; порушення трофічних зв'язків у системі – незадовільний стан | V – брудна (4 < КІЗ < 6);                | Високе забруднення (потребує комплексу методів очищення)   |
| 5                 | екологічно неблагополучні, мають технічне значення  | Води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес; порушення трофічних зв'язків у системі – кризовий стан      | VI – дуже брудна (6 < КІЗ < 10)          |  |
| 6                 | екологічно неблагополучні, застосовуються для технічних цілей з попереднім очищенням (макробезхребетних не зустрічається) | Води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес; порушення трофічних зв'язків у системі – критичний стан     | VII – надзвичайно брудна (КІЗ > 10)      | Дуже високе забруднення (не використовується для господарських цілей, потребує докорінного очищення із застосування комплексу методів) |

[11, доповнено О.О. Ласло]

вони знаходяться в незадовільному санітарному і гідромеліоративному

стані.

Згідно даних обстеження, 800 ставків потребують очистки від замулення, реконструкції та впорядкування гідротехнічних споруд. Об'єм замулення становить понад 56 млн м<sup>3</sup>. Оцінку екологічного стану водних об'єктів Полтавської області за період 2005–2011 роки проведено на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) з урахуванням 10 показників: хлориди, сульфати, азот амонійний, нітритний, нітратний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, БСК5, залізо загальне, нафтопродукти (вихідні оціночні дані для розрахунку КІЗ формувались на основі даних моніторингу державного управління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області, Полтавського регіонального управління водних ресурсів, обласного центру з гідрометеорології, обласної санітарно-епідеміологічної станції).

За результатами оцінки якості річкових вод Полтавщини їх рівень забруднення в середньому коливається від III класу «брудна вода» (КІЗ = 3,0) до IV класу «дуже брудна» (КІЗ = 6,25).

Якість води в створах Дніпра, Сули, Псла, Говтви, Сухого Кагамлика в цілому відноситься до III класу, тобто класифікується як «брудна» (КІЗ = 3,0–4,0). Особливо нестабільний стан відносно забруднень склався в створах малих річок Крива Руда (КІЗ<sub>мах</sub> = 6,38), Суха Лохвиця (КІЗ<sub>мах</sub> = 6,75), Коломак (КІЗ<sub>мах</sub> = 5,63), Багачка, Сухий Кагамлик, Удай, Татарка, Сухий Кобелячок – за розрахунком КІЗ якість води у контрольних створах річок відноситься до IV класу (дуже брудна).

За результатами екологічної оцінки близько 53% від загальної кількості пунктів (99 пунктів) гідроекологічних досліджень в області за рівнем забруднення класифікуються як «дуже брудні» (IV рівень). До такої категорії водних об'єктів за їх «якістю» відносяться практично усі малі річки. Лише 4% від загальної кількості пунктів досліджень в області за рівнем забруднення класифікуються як «забруднені» (II рівень).

Основними причинами погіршення якості води в створах річок Крива Руда, Суха Лохвиця, Коломак та інших є недостатня ефективність роботи наявних очисних споруд, незадовільний стан каналізаційних мереж, насосних станцій та споруд зливової каналізації. Зокрема, незадовільно працюють ті споруди штучної біологічної очистки, де велика частка води припадає на промислові стічні води, які надходять на каналізаційні очисні споруди без попереднього очищення на локальних очисних спорудах підприємств. Відсутні або мають незадовільний стан каналізаційні мережі та очисні споруди у містах Гадяч, Миргород, Пирятин, Глобине, Гребінка, Зіньків, Лохвиця, Карлівка, смт В. Багач-

ка, Чорнухи, Козельщина, Градизьк, Котельва, Чутове, Опішня, Семєнівка.

Значну частку у забруднення поверхневих джерел області вносить змив з урбанізованих територій. Із зливовими стічними водами до водних об'єктів надходять завислі речовини, органічне забруднення, нафтопродукти, азот, фосфорні та інші речовини.

Ситуація щодо якості води на Полтавських ділянках двох Дніпровських водосховищ потребує окремого детального дослідження, розробки і проведення спеціальних заходів, спрямованих на з'ясування сили, характеру, джерел і чинників процесу евтрофікації Кременчуцького і Дніпродзержинського водосховищ у зв'язку з загрозливою ситуацією в районах питних водозаборів міст Кременчук і Комсомольськ [10].

Визначено, що поверхневі води Полтавської області належать до трьох рівнів за комбінаторним індексом забруднення. Для проведення заходів очищення створів річок рекомендується використовувати біо-ремедіацію, а дуже забруднені створи слід очищати комплексом заходів, які рекомендовано у таблиці 2.

Таблиця 2

Очищення поверхневих вод Полтавської області

| Рівні забруднення  | Створи річок  | КІЗ             | Заходи очищення створів  |
|--|---|-----------------|--|
| Середнє забруднення (потребують очищення)  | Крива Руда, Суха Лохвиця, Коломак, Ворскла  | $1 < ІЗВ < 2,5$ | <b>Біологічні:</b> використання мікрободоростей.   |
| Високе забруднення (потребує комплексу методів очищення)   | Дніпро, Сула, Псьол, Говтва, Сухий Кагамлик   | $2,5 < ІЗВ < 4$ | <b>Хімічні:</b> хлорування (видалення хвороботворних бактерій)<br><b>Біологічні:</b> біофільтри, біологічні водойми.   |
| Дуже високе забруднення (не використовується для господарських цілей, потребує докорінного очищення із застосування комплексу методів) | Крива Руда, Суха Лохвиця, Коломак, Багачка, Сухий Кагамлик, Удай, Татарка, Сухий Кобелячок, Кременчуцьке та Дніпродзержинське водосховище | $4 < ІЗВ < 6$   | <b>Механічні:</b> фільтрація нерозчинних домішок.<br><b>Хімічні:</b> хлорування (видалення хвороботворних бактерій).<br><b>Фізико-хімічні:</b> використання ультразвуку, електролізу, озонування.<br><b>Біологічні:</b> Аеротенки. |

**На основі проведених досліджень було визначено способи очи-**

щення природних гідроекосистем на території Полтавської області за допомогою біоремедіації враховуючи класи якості води та комбінаторний індекс забруднення.

1. Smith J. R., Lithy R. G., Middleton A. C. Microbial ferrous from oxidation solution // J. Water Pollut. Contr. Fed. 1988. – Vol. 6, № 4. – P. 518–530.
2. Лапшина И. З. Реагент из промышленных отходов для очистки сточных вод / Лапшина И. З., Телеш А. Д., Нуркеев С. С. // Новости науки Казахстана, 1999. – Вып. 2. – С. 25–26.
3. Лапшина И. З. Очистка хромсодержащих сточных вод по ферроксидной технологии / Лапшина И. З., Сидченко В. Я., Нуркеев С. С. // Промышленность Казахстана. 2002, № 2. – С. 77–78.
4. Лапшина И. З. Очистка сточных вод производства свинцово-молибдатных кронов биокоагулянтном / Лапшина И. З., Стуканов В. А., Супонникова С. Ф. // Цветная металлургия. 1990. – № 10. – С. 60–61.
5. [www.issras.ru/global\\_science\\_review](http://www.issras.ru/global_science_review)
6. Шарапова И. Э. Экологические аспекты и эффективность использования биосорбентов для очистки водных сред шламонакопителя / Шарапова И. Э., Гарабаджиу А. В., Маркарова М. Ю. и др. // Экология и промышленность России, 2011. – С. 22–25.
7. Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales) / Андреева В. М. – СПб. : Наука, 1998. – 351 с.
8. <http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya/metodi-ochischennja-vodi.html>
9. <http://recyclebio.wordpress.com/2010/07/20/методы-очистки-сточных-вод/>
10. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2012 – 2015 роки (програма «Довкілля – 2015»), 2011. – 178 с.
11. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник / С. І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУБГП)

---

**Laslo O. O., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**  
(Poltava State Agricultural Academy)

## **BIOLOGICAL METHODS OF NATURAL RESERVOIRS IN POLTAVA REGION**

**The state of surface-water of the Poltava area is resulted in the article, manned scale of evaluation of quality of waters after the row of indexes, recommendations are developed in relation to cleaning of targets of the rivers by the methods of bioremediacja.**

**Keywords:** bioremediacja, contamination of water, combinatorics index of contamination, classes of quality of water.

---

**Ласло А. А., к.с.-х.н., доцент** (Полтавская государственная аграрная академия)

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В статье показано состояние поверхностных вод Полтавской области, укомплектовано шкалу оценивания качества вод за рядом показателей, разработаны рекомендации относительно очистки створов рек методами биоремедиации.**

***Ключевые слова:* биоремедиация, загрязнение воды, комбинаторный индекс загрязнения, классы качества воды.**

---