

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О.М. Міхеєв, С.М. Маджд,
О.В. Лапань, Я.І. Кулинич

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФІТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЯКОСТІ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД

Монографія



Видавництво
«Центр учбової літератури»
Київ – 2018

УДК 502.171 : 556]:581.526.3(02)

В 433

Автори: **Міхєєв О.М., Маджд С.М., Лапань О.В., Кулинич Я.І.**

*Рекомендовано до друку
Вченою радою Національного авіаційного університету
(протокол № 1 від 24.01.2018 р.)*

Рецензенти:

М.І. Кузьменко, доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу водної радіоекології Інституту гідробіології НАН України;

Ю.О. Кутлахмедов, доктор біологічних наук, професор, зав лабораторією Інституту клінічної біології та генетичної інженерії НАН України;

М.М. Барановський, доктор с-г наук, професор, професор кафедри біотехнології Навчально-наукового інституту Екологічної безпеки Національного авіаційного університету.

**Використання гідрофітних систем для відновлення
В 433 якості забруднених вод / Міхєєв О.М., Маджд С.М.,
Лапань О.В., Кулинич Я.І. – К.: Центр учбової літератури,
2018. – 171 с.**

У монографії здійснено ґрунтовний аналіз існуючих фітореMediaційних засобів та технологій очищення забруднених токсикантами водних середовищ природного та техногенного походження. Особлива увага приділена опису практики застосування гідрофітних інженерних споруд та власне авторським розробкам, які, за рахунок використання плаваючих субстратів та наземних рослин в якості фітокомпонента таких споруд, дозволяють суттєво підвищити ефективність фітореMediaції.

УДК 502.171 : 556]:581.526.3(02)

ISBN 978-617-673-748-3

© Міхєєв О.М., Маджд С.М., Лапань О.В., Кулинич Я.І., 2018
© Видавництво «Центр учбової літератури», 2018

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	5
ПЕРЕДМОВА	6
1. АНАЛІЗ ЗАСОБІВ І МЕТОДІВ РЕМЕДІАЦІЇ І РЕАБІЛІТАЦІЇ ЕКОСИСТЕМ	9
2. ІСНУЮЧІ ТИПИ ГІДРОФІТНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД	19
2.1. Фітотехнології	19
2.2. Гідрофітні споруди	28
2.2.1. Ботанічні майданчики	33
2.2.2. Фільтраційні пристрої	34
2.2.3. Біологічні ставки з ВВР	36
2.2.4. Штучно заболочені площі	38
2.2.5. Біоплато	39
2.2.6. Біоінженерні споруди	54
2.3. Переваги використання гідрофітних систем порівняно з традиційними біологічними методами	59
3. СВІТОВА ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОФІТНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД	61
4. РОЛЬ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ В УТИЛІЗАЦІЇ І ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН	70
4.1. Макрофіти та їх роль у формуванні якості води	71
4.2. Еколого-фізіологічні передумови використання угруповань ВВР для відновлення якості води	75
5. МЕХАНІЗМ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД З ДОПОМОГОЮ БІОПЛАТО	79
5.1. Деструкція органічних речовин в гідрофітних спорудах	80
5.1.1. Механізм видалення нафтопродуктів у гідрофітних спорудах	81
5.2. Видалення мінеральних речовин в гідрофітних спорудах	81
5.2.1. Механізми видалення різних форм азоту	81
5.2.2. Механізми видалення різних форм фосфору	82

5.2.3. Видалення важких металів у гідрофітних спорудах	83
5.3. Механізм видалення радіоактивних речовин у гідрофітних спорудах	86
6. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ	91
7. ВИКОРИСТАННЯ НАЗЕМНИХ РОСЛИН В ЦІЛЯХ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ	102
7.1. Скринінг наземних видів рослин, придатних для використання в фіторемедіаційних технологіях	102
7.2. Технологія виготовлення гідрофітних споруд з ВВР	108
7.3. Гідрофітні споруди з наземними рослинами	106
7.4. Технологія виготовлення зануреного біоплато з наземних рослин та використання його для очищення води від важких металів	132
ПІСЛЯМОВА	141
ЛІТЕРАТУРА	144

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БІС	біоінженерні очисні споруди
БСК	біохімічне споживання кисню
ВВР	вищі водні рослини
ВМ	важкі метали
ГДК _{госп./поб}	гранично допустима концентрація господарсько-побутового призначення
ГДК _{р/госп}	гранично допустима концентрація рибогосподарського призначення
ЗБГТ	закриті біоплато гідропонного типу
КН	коефіцієнт накопичення
СПАР	синтетичні поверхнево-активні речовини
ХСК	хімічне споживання кисню

ПЕРЕДМОВА

У водній рамковій директиві Європейського союзу [1] за основний критерій прийнято *стан біотично не порушеного водного об'єкта* певного типу. Саме тому застосування методів оцінки біологічного стану водойм має велике як теоретичне, так і практичне значення. Така оцінка стану водного середовища ґрунтується на вивченні сукупності організмів, які мешкають у гідроекосистемах у конкретній точці спостережень [2].

Відповідно до концептуальних основ водогосподарської політики в Україні, головним положенням якої є забезпечення населення чистою водою, проблема відновлення якості поверхневих вод вважається пріоритетною [3,4]. Нині склалась така ситуація, коли практично усі поверхневі води в країні за рівнем забруднення не відповідають стандартам щодо її якості. Однією з причин такого стану є високий рівень антропогенного навантаження на водні екосистеми. Щорічно у водні екосистеми України надходить близько 2 км³ неочищених або недостатньо очищених стічних вод [5,6,7].

Останнім часом, зростаюче надходження стічних вод у природні водойми набуває характеру глобальної екологічної загрози.

До найпоширеніших забруднювачів, які надходять до водних екосистем відносяться біогенні елементи, органічні сполуки (нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини), важкі метали (ВМ), пестициди. І тому вкрай важливим є те, що такі ВВР як комиш, очерет, рогоз, володіють здатністю видаляти з води забруднюючі речовини: біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, сірку), ВМ (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини.

Особливу небезпеку представляють ВМ, нафтопродукти та органічні речовини, які завдають

значної екологічної шкоди і мають мутагенні і канцерогенні властивості.

Органічні полютанти в довкіллі представлені, головним чином, речовинами антропогенного походження і для більшості організмів є сторонніми (ксенобіотиками) – більшість з них є токсичними, деякі – канцерогенні.

Для мінімізації негативного впливу полютантів на гідросферу необхідна розробка нових і удосконалення існуючих методів очищення стоків шляхом зниження концентрацій забруднювачів до нормативних показників. Найбільш ефективними, низькозатратними і екологічними можуть стати способи очищення стічних вод, засновані на використанні водної рослинності, яка здатна ефективно акумулювати різні забруднюючі речовини, включаючи радіонукліди [8].

Тобто, фітореMediaція є високоефективною технологією очищення від широкого кола неорганічних (ВМ, нітрати, фосфати, радіонукліди) та деяких органічних (гербіциди, вибухові речовини) забруднювачів. У її основі покладені природні процеси, за допомогою яких рослини і ризосферні мікроорганізми розкладають і накопичують різноманітні забруднюючі речовини.

ФітореMediaція може бути успішно застосована для очищення від ряду неорганічних полютантів, включаючи макроелементи рослин (нітрати, фосфати), мікроелементи (такі як: Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), несуттєві для рослини елементи (Cd, Co, F, Hg, Se, Pb, V, W) і радіоактивні ізотопи (U-238, Cs-137 і Sr-90).

Неорганічні полютанти зустрічаються як природні складові земної кори або атмосфери, а людська діяльність сприяє їх вивільненню в довкілля, призводячи до її забруднення. Неорганічні полютанти не можуть бути деградовані, проте фітореMediaція може привести до очищення середовища від цих полютантів шляхом їх стабілізації або ізолювання в тканинах рослини.

ФітореMediaція успішно застосовується також для очищення від таких органічних полютантів як [9]:

- органічні розчинники (наприклад, трихлоретилен, найбільш поширений поллютант підземних вод);
- гербіциди (атразин);
- вибухові речовини (тринітротолуол- ТНТ);
- вуглеводні (нафта, бензин, бензол, толуол, поліциклічні ароматичні вуглеводні);
- поліхлорбифенилы (ПХБ).

Залежно від властивостей, органічні поллютанти можуть або руйнуватися в кореневій зоні рослин, або поглинатися з подальшим руйнуванням, ізолюванням або випаровуванням.