

Дослідження ефективності видалення біогенних елементів зі стічних вод мікрководоростями

Антропогенне евтрофування характерно фактично для усіх поверхневих водойм України. Проаналізовано, що наявність біогенних елементів призводить до розвитку ціанобактерій і заростання ними водойм, зменшення розчиненого кисню і порушення нормального функціонування. Досліджено метаболізм мікрководоростей по відношенню до сполук фосфору та азоту у стічних водах.

Сучасний екологічний стан природних водних об'єктів України, наслідки тривалого скидання на них частково очищених стічних вод поступово призводять до екологічної катастрофи. На початку ХХІ століття екологічний стан українських водойм викликав серйозне занепокоєння. Основною проблемою є біологічне забруднення вод природних водойм патогенними та умовно-патогенними мікроорганізмами, що відбувається в результаті припливу стічних вод з прибережних населених пунктів, промислових вод, багатих органічними сполуками і мікробними поживними речовинами. При евтрофікації надлишок поживних речовин у водоймі може привести до надмірного зростання водоростей. Основними ознаками евтрофікації води є збільшення біомаси фітопланктону або інших автотрофів, водорості зацвітають до рівнів, на якій вода «цвіте» і знижується концентрація розчиненого кисню на останніх стадіях вегетації - це масова загибель водоростей [1].

Скидання у водойми недостатньо очищених стічних вод від біогенних речовин є однією з найпоширеніших причин евтрофікації. На збагачення поживними речовинами водні екосистеми реагують насамперед інтенсивним розвитком ціанобактерій. Їх бурхливе розмноження викликає «цвітіння» води, що призводить до дефіциту кисню та масової загибелі риб та інших гідробіонтів. Токсини фітопланктону можуть спричинити проблеми зі здоров'ям через вплив на організм людини після контакту зі шкірою або використання забрудненої води для пиття. Актуальним завданням є розробка ефективних методів видалення біогенних речовин зі стічних вод на етапі очищення з мінімізацією відходів і можливістю повернення вилучених біогенних речовин у господарський обіг, особливо сполук фосфору та азоту, які є обмеженими в природі.

Очищення стічних вод мікрководоростями є однією з найбільш перспективних технологій очищення стічних вод. Метою цього дослідження було оцінити зниження концентрації поживних речовин у муніципальних стічних водах, оброблених *Chlorella vulgaris* як третинне очищення.

Відомо, що мікрководорості поглинають ці речовини для підтримки метаболізму, тим самим знижуючи їх концентрацію у воді. Очищення стічних вод за допомогою мікрководоростей не створює вторинних відходів, таких як відпрацьований активний мул, який потребує утилізації. Для очищення стічних

вод від сполук азоту і фосфору найчастіше використовують зелені мікроводорості, зокрема хлорелу.

«Цвітіння» води – водний біологічний процес, викликаний евтрофікацією. Найбільше значення в розвитку фітопланктону до рівня «цвітіння» мають синьо-зелені водорості. Забруднення води, викликане розкладанням великих відкладень водоростей, називається біологічним самозабрудненням. Період домінування синьо-зелених водоростей пов'язаний з пригніченням усіх інших компонентів фітопланктону за рахунок затемнення, перехоплення біологічних [2].

Азот та фосфор у воді буває у вигляді неорганічних, органічних, органомінеральних сполук і входить до складу клітин гідробіонтів. Зменшити необхідне накопичення цих елементів в гідросфері: для зменшення надходження у водойми з продуктами життєдіяльності людини і тварин, промислові та комунальні стоки з миючими засобами, що містять дані елементи.

Мікроорганізмів накопичують фосфор та азот в кількостях, що перевищують необхідні для їх життєдіяльності, і з системи видаляється зайвий активний мул. Утворений осад піддається анаеробному перетворенню для отримання цінного енергоносія – метану і твердого залишку, який є добривом. Процеси видалення фосфору зі стічних вод недостатньо вивчені, тому ми їх досліджували.

Охорону та відновлення природних ресурсів України можна вирішити шляхом розробки та подальшого впровадження науково обґрунтованого плану водного та екологічного менеджменту, який використовує біологічні методи для боротьби зі шкідливими видами, які використовують інші організми як своїх природних ворогів.

Хлорела проявляє природну конкуренцію, здатну впливати на витіснення ціанобактерій з водойми і ліквідувати наслідки "цвітіння": очищає воду, насичує її, відновлює популяції фіто- і зоопланктону. Таким чином, він забезпечує природну кормову базу для риб і в цілому збільшує імунітет рибної популяції. Велику роль в самоочищенні водного середовища грають водорості і вищі водні рослини. Очищаючи водне середовище від біологічних елементів (N і P), водні рослини також пригнічують «цвітіння» води через ціанобактерії. Перспективним підходом до зменшення евтрофікації і захисту водойм від забруднення являється фітомеліорація, насадження вищої водної рослинності в прибережних зонах для збереження біологічних елементів з полів, пасовищ худоби і поселень.

Штам мікроорганізму має здатність "вільного" і рівномірного розподілу в середовищі. Потрапляючи у водойму, планктонна Хлорела не осідає на дно і не прилипає до більш високої рослинності, а знаходиться і розвивається у верхньому шарі води, інтенсивно фото синтезується і ділиться. Це пояснюється високою швидкістю ділення клітин. Через декілька днів хлорела стає переважаючою мікроводоростю в певному шарі води, насичуючи воду киснем і видаляючи з неї надлишок вуглекислого газу, органічних і неорганічних речовин. При цьому знищуються усі патогенні мікробні співтовариства.

Використання штаму *Chlorella vulgaris* з закладеними в ньому принципово новими можливостями біологічної реабілітації забруднених

водоїм і стічних вод дозволяє змінити екологічну обстановку і створити надійну систему оздоровлення навколишнього середовища [3].

Впроваджені штами хлорели, на відміну від аборигенних, постійно присутніх в кожній водоїмі, мають добре виражені планктонні властивості і пригноблюють розвиток синьо-зелених водоростей, тим самим запобігаючи "цвітіння" води. Це актуально в період спеки, коли рівень кисню у воді різко знижується і гине риба.

В результаті наших експериментів була підтверджена здатність мікроводоростей відновлювати поживні речовини в стічних водах.

Таблиця 1.

	Біогенні сполуки		
	NO ₂	NO ₃	PO ₄
початкова концентрація	23 мг/л	9,3 мг/л	22,49 мг/л;
кінцева концентрація	4 мг/л	2 мг/л	15,55 мг/л.

Рациональне використання природних ресурсів та створення ощадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі *Chlorella vulgaris*.

Результати дослідження свідчать про суттєве зниження вмісту сполук азоту та фосфору (NO₂ у 5,75 р.; NO₃ у 4,65 р.; PO₄ у 1,45 р.), що свідчить про ефективність доочищення стічних вод *Chlorella vulgaris*.

Список літератури

1. Онищенко О.М., Дворецкий А.І. Мікроводорості як віновлювальний біологічний ресурс для потреб сільського господарства. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Біологічні науки. 2013. № 2 (32). С. 48–50
2. Боднар О.І. Біотехнологічні перспективи використання мікроводоростей: основні напрями (огляд). Наукові записки Тернопільського національного пед. університету. Серія: Біологія. 2017. № 1 (68). С. 138–146.
3. Яковлев С.В., Карелін Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очищення виробничих стічних вод. - 1-е вид., Перероб. та дод. - М.: Будвидав, 1985. - 335 с.
4. Хент М., Армюс П., Ля-Кур-Янсен І., Арван Е. Очищення стічних вод. - М.: Світ, 2004. - 480 с.
5. Каложний С.В., Данилович Д.А., Ножевнікова О.М. Анаеробне біологічне очищення стічних вод. - М.: ВІНІТІ, Підсумки науки та техніки, сер. Біотехнологія. - 1991. - 29. - 187 с.
6. Уніфіковані Методи аналізу води/за ред. Ю.Ю. Лур'є. - М.: Хімія, 1973. - С.39-41. 5. Посібник з хімічному та технологічному аналізу води. - М.: Будвидав, 1973. - 273 с.