

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСІВ ДЕСТРУКЦІЇ ВОДНИХ ПОЛЮТАНТІВ В ЕКОСИСТЕМАХ ОЧИСНИХ СПОРУД

**Т. М. Ротай**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: tanya.rotai@ukr.net

На даний час для захисту водойм від забруднення стічними водами розроблені та ефективно застосовуються механічні, хімічні, біохімічні та фізико-хімічні методи очистки. Найбільшого визнання отримали методи біохімічної очистки стічних вод від органічних забруднень із застосуванням активного мулу. Надходження у водну екосистему додаткової кількості біогенних елементів (азоту, фосфору, калію) та інших трофічних попередників, безпосередньо призводить до негайної реакції біогідроценозу у вигляді збільшення чисельності та біомаси первинних продуцентів органічної речовини. Важливими критеріями оцінки якості води є її хімічний склад. Тому вивчення динаміки якісного та кількісного хімічного складу води є першочерговим завданням при визначенні ефективності очистки стічних вод у біореакторах.

**Ключові слова:** стічні води, активний мул, мікрогідробіоти, органічні речовини, деструкція.

## ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ВОДНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Т. Н. Ротай**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: tanya.rotai@ukr.net

В настоящее время для защиты водоемов от загрязнения сточными водами разработаны и эффективно применяются механические, химические, биохимические и физико-химические методы очистки. Наибольшее признание получили методы биохимической очистки сточных вод от органических загрязнений с применением активного ила. Поступления в водную экосистему дополнительного количества биогенных элементов (азота, фосфора, калия) и других трофических предшественников, непосредственно приводит к немедленной реакции биогидроценоза в виде увеличения численности и биомассы первичных продуцентов органического вещества. Важными критериями оценки качества воды является ее химический состав. Поэтому изучение динамики качественного и количественного химического состава воды является первоочередной задачей при определении эффективности очистки сточных вод в биореакторах.

**Ключевые слова:** сточные воды, активный ил, микрогидробионты, органические вещества, деструкция.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Забруднення природно-середовища викликає якісні зміни основних компонентів природи та їх складових і негативно впливає на живі організми. Масштаби змін природного середовища залежать від двох основних факторів: інтенсивності прояву речової номенклатури забруднювачів та здатності природи до самоочищення. У процесі довготривалої дії забруднювачів погіршуються або порушуються основні природні, соціально-економічні функції природного середовища. Це ускладнює життя всіх живих організмів, а особливо людини.

Актуальною проблемою є збільшення концентрації біогенних елементів в стічних водах, зокрема фосфору, азоту та інших. Найбільш поширеним на сьогоднішній день методом видалення сполук фосфору є біологічний, оскільки фізичні, хімічні, фізико-хімічні методи мають низку істотних недоліків: точки зору експлуатації споруд і економічності застосування того чи іншого методу. На теперішній час на практиці застосовують різні схеми, які включають поєднання біологічного процесу і хімічного осадження. Таке поєднання процесів дозволяє отримати очищену воду більш високої якості, ніж застосування одного з цих методів [1].

Оскільки останнім часом постійно збільшуються кількість і концентрація стоків, що скидаються вміську каналізацію, та процес очищення здійснюється на застарілому обладнанні, екологічна безпека вод-

них об'єктів дуже низька. Процеси, які відбуваються при біологічній очистці стічних вод потребують постійного контролю параметрів, які використовуються для технологічних цілей. Традиційні методи очистки, як правило, не дозволяють отримати необхідний ступінь очищення та досягти очищення стоків достатньо швидко. Тому необхідною є модернізація роботи існуючих очисних споруд.

Теоретичні методи дослідження технологічних процесів мають виключну цінність, оскільки їх результати можна використовувати для розв'язання цілого ряду технологічних задач. Проте ці методи дуже трудомісткі, дорогі, що знижує ефективність їх застосування [2].

Переважає більшість методів інтенсифікації процесу очищення потребує додаткових стадій, а отже, будівництва нових очисних споруд, наявності великих площ, збільшення витрат матеріальних, енергетичних, фінансових та інших ресурсів, що в економічних умовах сьогодення практично немає перспектив. Таким чином, розв'язання проблеми підвищення ефективності очищення стічних вод повинно здійснюватись на основі розробки нових методів інтенсифікації, придатних для реалізації надіючих очисних станцій. Для підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод застосовують різні методи, такі як конструкційні та технологічні зміни в очисних спорудах, іммобілізація активного мулу на завантажувальних матеріалах, різноманітний вплив на активний мул, що спри-

чинює руйнування клітин біомаси і, тим самим, дозволяє інтенсифікувати процеси життєдіяльності-мікроорганізмів мулу.

Метою роботи є пошук найбільш ефективного методу деструкції активного мулу, за якого відбуватиметься інтенсивне вилучення забруднюючих речовин зі стічних вод, збільшиться ступінь очистки та зменшиться кількість надлишкової біомаси.

#### МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

При високому вмісті органічних речовин у стічних водах швидко розмножуються аеробні бактерії, для життєдіяльності яких необхідний кисень. Процес ферментативного руйнування ними органічних речовин називається біохімічним окисненням. Контактуючи з органічними сполуками стоків, аеробні бактерії перетворюють їх на хімічно безпечні речовини (воду, діоксид вуглецю, нітрит-, нітрат- і сульфат-іони та ін.) і частково споживають для нарощування власної біомаси. Величина біохімічного споживання кисню (БСК) чисельно відповідає концентрації  $O_2$  в мг/л або в г/м<sup>3</sup>.

Показник БСК характеризує кількість кисню, що потрібна мікроорганізмам для біохімічного окиснення органічних речовин-забруднювачів стічних вод з утворенням  $CO_2$  і  $H_2O$  протягом певного часу (наприклад, за 2, 5, 20 діб – БСК<sub>2</sub>, БСК<sub>5</sub>, БСК<sub>20</sub>). Зокрема, БСК<sub>5</sub> являє собою важливий екологічний показник стану природних водоймищ при біохімічному окисненні органічних речовин упродовж 5 діб до початку нітрифікації.

БСК<sub>повн.</sub> – показник, який відображає біохімічне споживання мікроорганізмами кисню органічних речовин за період, необхідний для повного перетворення забруднювачів у кінцеві продукти (не враховуючи процес нітрифікації).

БСК неочищених стічних вод може перевищувати санітарні норми (досягати 100–3000 мг  $O_2$ /л і більше). Для більш повного оцінювання вмісту органічних речовин у стічних водах (особливо суміші побутових і промислових стоків), окрім БСК, використовують показник хімічного споживання кисню (ХСК).

Він характеризує сумарний вміст органічних і неорганічних речовин у стічних водах за ознакою витрат хімічно зв'язаного кисню (мг  $O_2$ /л), відображуючи кількість кисню у різних хімічних окиснювачах (суміші сірчаної кислоти з йодатом калію або хромової кислоти), яка витрачається в процесі нагрівання з метою окиснення речовин-забруднювачів стічних вод, у тому числі й відновленого під час нітрифікації азоту.

Хімічне споживання кисню (ХСК) являє собою один з основних інтегральних показників антропогенного забруднення, що використовується для контролю якості питних, природних стічних вод різного характеру.

Біохімічна активність мікроорганізмів у біоценозі очисних споруд пов'язана з їх біохімічною діяльністю, тобто швидкістю розкладання органічних забруднень у стічних водах. Для її визначення використовують відносний біохімічний показник –  $BCK_{повн.}/ХСК$ . Біохімічне окиснення можливе тоді, коли відношення  $BCK/ХСК \cdot 100 = 50\%$ . Основна

вимога при цьому – це відсутність у стічних водах отруйних речовин і домішок солей важких металів.

Процес окиснення органічних речовин у стічних водах – це послідовний ряд складних біохімічних перетворень у клітинах мікроорганізмів. Спочатку мікроорганізми адаптуються до наявності різних хімічних речовин і поступових змін їх концентрації. Тривалість адаптаційного періоду залежить від конкретних умов і становить від 1–2 діб до декількох місяців.

Речовини, розчинені в середовищі, досягають поверхні мікробних клітин і проникають усередину останніх за рахунок конвективної та молекулярної дифузії через напівпроникні цитоплазматичні мембрани. Дифундування є наслідком виникнення градієнта концентрацій речовин у клітині та навколо неї. Проте значна частина речовин потрапляє в клітини за допомогою специфічного розчинного білкового комплексу. За його участю утворюється речовина-переносник, що здатна далі проходити через мембрану в цитоплазму клітини, де ферментативно руйнується, і знову включається в новий цикл перенесення.

Біоценоз, що формується в спорудах біологічного очищення стічних вод (наприклад, біоплівка на носії біофільтра), включає сукупність мікроорганізмів, нижчих рослин і тварин, які поєднані між собою умовами сумісної життєдіяльності. До системи біоценозу входять одноклітинні бактерії, актиноміцети (променисті грибки), водорості, дріжджі (водні грибки). Вони відзначаються ферментативною активністю до будь-якого виду забруднень, що наявні в стоках. Джерелом живлення для цих мікроорганізмів є субстратні сполуки (забруднення), що розкладаються ними до простих речовин. Найпростіші – е поживними елементами для черв'яків (коловерток, нематод) і личинок комах.

Підтримка певного співвідношення біомаси в системі очисних споруд дозволяє забезпечувати стабільність освітлення стічної води й знешкодження наявної в ній патогенної мікрофлори.

Слід зазначити, що надзвичайно високу метаболічну активність мають бактеріальні клітини, у яких дуже інтенсивно відбуваються два взаємопов'язані обмінні процеси – розпад молекул (катаболізм) та їх синтез (анаболізм). Під впливом відповідних внутрішніх ферментів у клітинах бактерій проходить руйнування складних органічних молекул з утворенням низькомолекулярних фрагментів (моносахаридів, амінокислот, жирних кислот та ін.), з яких далі синтезуються власні клітинні структурні білки, жири й вуглеводи, а також клітини ростуть і розмножуються.

Біологічний метод очищення дозволяє, використовуючи активність ферментних систем живих організмів, руйнувати різні органічні сполуки, до складу яких входять вуглець, водень, кисень, азот, сульфур, фосфор. Деструкція складних органічних молекул супроводжується спрощенням їх структури шляхом відщеплення окремих фрагментів. Багато домішок, що наявні в побутових і промислових стічних водах, під час біохімічних перетворень розкладаються повністю. Крім того, біохімічну обробку

можна застосовувати також для окиснення й відновлення комплексних сполук з подальшим видаленням важких металів змінної валентності (феруму, мангану, хрому, ртуті).

Залежно від того, які речовини виступають у ролі акцептора водню, процеси біохімічного окиснення субстрату мікробними клітинами поділяють на три основні групи, а саме:

- клітинне дихання, якщо акцептором водню є кисень (аеробні умови);
- біохімічне окиснення – процес розщеплення органічних сполук;
- бродіння (анаеробні умови), коли акцептором водню виступає органічна речовина або анаеробне дихання, якщо акцептор водню – неорганічний агент типу сульфатів, нітратів тощо.

Процес аеробного окиснення виявився найбільш ефективним. Він дозволяє мікроорганізмам отримати більшу кількість енергії та виділити у водне середовище екологічно безпечні низькомолекулярні речовини (діоксид вуглецю й воду).

Енергетичний метаболізм відбувається за допомогою синтезу основного носія біологічної енергії – коферменту АТФ (аденозинтрифосфату). Кінцеві низькомолекулярні водорозчинні продукти метаболізму виводяться з клітини в субстрат. Інакше кажучи, між клітиною та водним середовищем відбувається послідовний і спрямований масообмін, який полягає в надходженні поживних речовин і у своєчасному видаленні продуктів метаболізму. Аеробні організми здатні значно ефективніше утворювати АТФ за допомогою фосфорилування через електрон-транспортний ланцюг і фермент АТФ-синтетазу (здійснюючи, так зване, тканинне дихання).

Процес дихання, тобто отримання енергії, полягає у вивільненні відновлених еквівалентів, зокрема протонів (атомів водню) та електронів. Останні утворюються внаслідок окиснення органічних речовин субстрату (стічних вод) та перебігу регенерації АТФ. При цьому клітини мікроорганізмів отримують необхідні для життєдіяльності основні поживні елементи (вуглець, азот, кисень, водень і фосфор), а також мікроелементи: залізо, манган, сульфур, калій та ін. Якщо біогенних елементів недостатньо, то їх додатково вносять у стічні води у вигляді добавок.

У практиці набули поширення процеси аеробного та анаеробного біохімічного очищення стічних вод. Основною метою аеробних методів очищення є окисна мінералізація вуглецевмісних органічних сполук і перетворення відновлених форм нітрогену в окиснені (нітрифікація нітрогену з утворенням нітрит- і нітрат-іонів).

Аеробне біохімічне очищення стічних вод від органічних сполук здійснюється за участю гетеротрофних мікроорганізмів, для яких джерелом живлення є органічний вуглець (білки, жири, вуглеводи та ін.). Поживна цінність вуглецю проявляється по-різному і залежить як від фізико-хімічних властивостей вищезначених органічних речовин стічних вод, так і від фізіологічних особливостей мікроорганізмів. У процесі життєдіяльності мікробів частина атомів вуглецю окиснюється спочатку до карбо-

них кислот (–COOH), а потім до вуглекислого газу. Частина атомів вуглецю відновлюється до радикалів  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}^-$ , що входять у склад клітини.

Мікроорганізми, які окиснюють вуглець, живуть у верхній частині очисного реактора, а бактерії-нітрифікатори перебувають у нижній його частині, де більша конкуренція за кисень та поживні речовини. Біохімічна деструкція білків до окремих молекул амінокислот, які містять функціональні карбоксильні (–COOH) та аміногрупи (–NH<sub>2</sub>), що об'єднані атомом вуглецю, а також вуглецевий радикал R каталізується протеолітичними ферментами. Під дією екзоферментів ланцюжки амінокислот розщеплюються й переводяться в стан, зручний для поглинання клітинами. Унаслідок внутрішньоклітинних процесів амінокислоти за участю ендоферментів далі руйнуються з виділенням вільного аміаку (процес амоніфікації).

Аеробні методи прийнято також розподіляти типом резервуара, у якому проходить окиснення речовин-забруднювачів. Резервуарами можуть бути біоінженерні споруди (БІС) у вигляді біологічних ставків, а також спеціальні апарати – біофільтри й аеротенки. Аеротенки відносяться до гомогенних біореакторів. Очищення води в аеротенку відбувається в процесі протікання через нього аерованої суміші стічної води й активного мулу.

Активний мул характеризується пластинчастою структурою, являючи собою сукупність мікроорганізмів (нитчастих бактерій, бактерій-нітрифікаторів) і найпростіших (інфузорій), що мають набір ферментів для видалення забруднювачів із стоків. Процес очищення в аеротенку – це безперервна ферментація шкідливих речовин. Частинки активного мулу, утворені нитчастими бактеріями, з одного боку, формують адсорбційний скелет, навколо якого виникають флокули, з іншого – запобігають утворенню піни та стимулюють осадження. Найпростіші, поглинаючи бактерії, знижують мутність стоків.

Таким чином, нитчасті бактерії, що перебувають у флокульній суміші активного мулу, руйнують органічні речовини й забезпечують швидке їх осадження у відстійниках, де утворюється ущільнений мул. Роль бактерій-нітрифікаторів (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) зводиться до окисного перетворення відновлених форм нітрогену.

Подачу повітря в аеротенк регулюють на основі оцінки якості стічної рідини на виході з аеротенку з урахуванням концентрації розчиненого кисню і активного мулу в ньому. Якщо якість стічної рідини на виході з аеротенку не відповідає встановленим вимогам, то при високому дефіциті розчиненого кисню підвищують подачу повітря, а при високій концентрації розчиненого кисню підвищують концентрацію активного мулу (якщо це можливо за умовами роботи вторинних відстійників). Якщо за максимально можливою концентрації активного мулу і нормативної концентрації розчиненого кисню якість очищених стічних вод не відповідає встановленим вимогам, це свідчить про те, що навантаження споруди за БСК перевищує її окислювальну спроможність.

Середньорічна ефективність очищення стічних вод у біореакторі за БСК<sub>5</sub> складає 97,37 %, а максимальна 97,6 %, що є свідомством досить високих результатів.

Концентрацію розчиненого кисню в стічній рідині визначають у пробі, відібраній разом із скаламученим активним мулом, або за показаннями автоматичних приладів. У разі змін хімічного складу стічних вод і підвищення їх токсичності зменшують навантаження на частину аеротенків, щоб дати можливість мікроорганізмам активного мулу адаптуватися до нового складу стічних вод. У разі складних порушень режимів очищення стічних вод в аеротенках активний мул втрачає очищувальну здатність, видаляють із системи зіпсований мул і розпочинають культивування нового активного мулу.

Для забезпечення ефективної роботи очисних споруд важливе значення має підтримання мулового та кисневого режимів у багатофункціональному біореакторі.

Обробка експериментальних даних щодо їх роботи свідчить про те, що існує параболічна залежність між муловим індексом (характеризує седиментаційні властивості мулу) та навантаженням на активний мул. Відомо, що чим менше значення мулового індексу, тим ефективніше здійснюється розділення мулу і очищеної води у вторинних відстійниках, ось чому необхідно підтримувати певні навантаження на активний мул. Тому визначаються оптимальні значення мулового індексу при оптимальних навантаженнях на активний мул.

Концентрація розчиненого кисню у муловій суміші є одним з головних чинників, що забезпечують ефективне проведення процесу біологічного очищення стічних вод від забруднень. Згідно проектної документації значення концентрації розчиненого кисню по довжині зони аерації біореактора повинно бути не менш 2 мг/дм<sup>3</sup>. Реальне значення концентрації кисню у біореакторі залежить від співвідношення швидкостей його розчинення і поглинання мікроорганізмами мулу.

Подача кисню регулюється в автоматичному режимі шляхом вмикання додаткового повітродувного обладнання при зниженні вмісту його в біореакторі. При потраплянні на очищення висококонцентрованих стічних вод у біореакторі відбувається значне зменшення концентрації розчиненого кисню, та здійснюється найбільш інтенсивне очищення стоків.

Під час відбору гідробіологічних проб заеробно-анаеробного біореактору та їх дослідження за допомогою світлового й електронного мікроскопів визначено видовий склад і систематичну структуру домінантних видів мікрофауни, завдяки яким формується так званий активний мул у біореакторі. Таксономічний спектр представлений чотирма типами (*Sarcocystis*, *Ciliophora*, *Annelida* і *Nemathelminthes*), до яких належать 25 видів, у тому числі 13 домінантних, із восьми класів і 14 рядів одно- і багатоклітинних тварин.

Результати попереднього аналізу частоти трапляння видів активного мулу дозволяють надійти таких висновків:

– найпоширеніми в усіх досліджених пробах є найпростіші: *Arcellavulgaris*, *Aspidiscacostatai* *Uronemanigrans*, коефіцієнт трапляння яких становить 27,8, 20,4 і 19,4 % відповідно;

– до факультативно анаеробних видів, які виконують функцію основного очищення стічних вод у біореакторі, крім перших трьох належать: *Peranematrichophorum*, *Philodinaroseolai* *Vorticellaconvallaria*;

– до факультативно аеробних видів, які виконують функцію біологічного доочищення стічних вод, належать: *Centropyxisaculeate*, *Vorticellacampanulae* *Bodoangustus*.

Наступним кроком було визначено загальний коефіцієнт трапляння для домінантних видів.

Під час другого етапу досліджень було визначено та зведено до матриці показники чисельності, біомаси, трапляння та індекс сапробності для кожного із виявлених видів мікрофауни біореактора очисних споруд.

Таким чином, показники видового складу домінантів, чисельності, біомаси, коефіцієнтів трапляння та індексу сапробності мікрофауни біореактора очисних споруд безпосередньо зумовлюють рівень інтенсивності процесів біоочищення стічних вод, що відбуваються завдяки «активному мулу».

На заключному етапі досліджень було проаналізовано результати кореляції показників кислотності й утилізації нітрогену на вході до біореактора та виході з нього. Під час досліджень структурно-функціональної організації екосистем біологічних ставків виникла необхідність визначити баланс між продукцією і деструкцією органічної речовини. Для цього було запропоновано новий коефіцієнт відносної утилізації азоту (K<sub>N</sub>) різними групами бактерій.

Даний коефіцієнт відображає масове співвідношення азоту в амонійній, нітритній і нітратній формах. Значення K<sub>N</sub>>1 свідчать про низький рівень нітрифікації амоніаку, який є головним чином продуктом гідролізу амінокислот, що й спостерігається у стічних водах до їх надходження до біореактора. Слабокисла реакція стічних вод у цілому (рН<7,0) зумовлює гідролітичні умови розкладу білків.

Після проходження стічних вод через біореактор у переважній більшості випадків зафіксовано зворотні процеси: значення K<sub>N</sub> менші за одиницю, які вказують на низьку активність процесів амоніфікації білків, що може бути зумовлено надлишком нітрогенумістних органічних речовин (наприклад, протеїнів, протеїдів, зокрема альбуміну, казеїну й казеїногену, аміноцукорів тощо), малою чисельністю (біомасою) гнільних, зокрема метаногенних, або високою активністю нітрифікуючих бактерій. Зазвичай ці процеси відбуваються у слабколужних умовах (рН>7,0).

Таким чином, порівнюючи вплив різних методів очистки стічних вод при застосуванні деструкції мулу, можна зробити висновок, що хімічна та механічна дезінтеграція дає досить високі результати. Деструкція частини активного мулу внаслідок хімічної та механічної дезінтеграції виявилися досить ефективним способом підвищення якості очищення стічних вод.

**ВИСНОВКИ.** Застосування в біотехнологічних процесах деструкції біомаси активного мулу відкриває нові можливості біологічної очистки. Найбільш ефективними методами деструкції активного мулу для біологічного очищення стічних вод є використання механічної та хімічної дезінтеграції, за яких відбувається підвищення ступеня очистки стоків.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Василюк Т. П. Эффект очищения стічних вод біологічним методом з використанням рослин виду *Eichhorniacrassipes Martius* за різного гідравлічного навантаження // *BiotechnologiaActa*. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 99–106.
2. Василюк Т.П. Використання гідробіонтів виду *Eichhorniacrassipes* для очистки стічних вод // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2008. – № 4. – С. 63–68.
3. Биологические пруды в практике очистки сточных вод / Г.Г. Винберг, П.В. Остапеня, Т.Н. Сивко, Р.И. Левина // под ред. Остапеня П.В. - Минск: «Беларусь», 1966. – 231 с.
4. Садова Ю.М. Ефективність процесу очищення в аеротенку при використанні методів деструкції активного мулу // *Екологічна безпека*. – 2011. – № 2. – С. 87–92.
5. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
6. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: «Вища школа», 2005. – 671 с.
7. Шевченко Т.А. Комбинированный метод удаления фосфора из бытовых сточных вод // Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища: 3б. тез Міжнародної наук.практ. конф. молодих учених і студентів. – К.: КНУБА, 2008. – С. 40–43.
8. Cheng B.Y., Liu T.C., Shyu G.S., Chang T.K., Fang W.T. Analysis of trends in water quality: constructed wetlands in metropolitan Taipei // *Water Sci. Technol.* – 2011. – Vol. 64, № 11. – P. 2143–2150.
9. Seidel K. Macrophytes and water purification, in: *Biological Control of Water Pollution*. T. Tourbier, and R.W. Pierson, eds., Pennsylvania University Press. Philadelphia. – 1996. – P. 109–122.
10. Zimmles Y., Kirzhner F., Malkovskaja A. (2006) Application of *Eichhorniacrassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management* 81: 420–428.

### ENHANCEMENT OF ENVIRONMENTAL SECURITY OF DEPLOYMENT PROCESSES WATER POLYUTANTS IN ECOSYSTEMS OF EASTERN SPORTS

**T. Rotay**

Kremenchuk National University named after Mikhail Ostrogradsky  
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: tanya.rotai@ukr.net

The problem of present, mechanical, chemical, biochemical and physico-chemical methods of purification are developed and effectively used to protect the reservoirs from pollution with sewage. The methods of biochemical purification of sewage from organic pollution using active sludge were the most recognized. The addition of an additional amount of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) and other trophic precursors to the aquatic ecosystem directly results in an immediate reaction of biohydrocenes in the form of an increase in the number and biomass of the original producers of organic matter. Important criteria for assessing the quality of water are its chemical composition. Therefore, the study of the dynamics of qualitative and quantitative chemical composition of water is a priority task in determining the efficiency of wastewater treatment in bioreactors.

**Key words:** sewage, active sludge, microhydrobionts, organic matter, destruction.

#### REFERENCES

1. Vasilyuk T.P. The effect of sewage treatment with a biological method using plants of the species *Eichhorniacrassipes Martius* for different hydraulic loads. / T. P. Vasilyuk // *BiotechnologiaActa*. - 2009. - Т. 2, № 1. - С. 99-106.
2. Use of hydrobionts of the species *Eichhorniacrassipes* for sewage treatment / T.P.Vasilyuk // *Ecology of the environment and safety of life*. - 2008 - No. 4. - P. 63-68.
3. Vinberg G.G. Biological ponds in wastewater treatment practice / G.G. Vinberg, P.V. Ostapenya., TN. Sivko, R.I. Levina, ed. Ostapenya P.V. - Minsk: "Belarus", 1966. - 231s.
4. Efficiency of purification process in aerotank using methods of destruction of active sludge / Yu.M. Sadova // *Ecological safety*. - 2011. - №2. - P. 87-92.
5. Zhmur N.S. Technological and biochemical processes of wastewater treatment in structures with aerotanks. - Moscow: AKVAROS, 2003. - 512 p.
6. Zapolsky A.K. Water supply, drainage and water quality. - K. : "Higher school", 2005. - 671 p.
7. Shevchenko T.A. Combined method for removing phosphorus from domestic sewage // Improving the efficiency of use of water, heat and energy resources and environmental protection: 3b. Theses of the International Science. Practice Conf. Young scientists and students. - K. : KNUBA, 2008. - C. 40-43.
8. Cheng B.Y., Liu T.C., Shyu G.S., Chang T.K., Fang W.T. Analysis of trends in water quality: constructed wetlands in metropolitan Taipei // *Water Sci. Technol.* – 2011. – Vol. 64, № 11. – P. 2143-2150.
9. Seidel, K. Macrophytes and water purification, in: *Biological Control of Water Pollution*. ,T. Tourbier, and R. W. Pierson, eds., Pennsylvania University Press. Philadelphia. – 1996. – pp. 109-122.
10. Zimmles Y, Kirzhner F, Malkovskaja A (2006) Application of *Eichhorniacrassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management* 81: 420-428.

Стаття надійшла 29.10.2016.