

Забара І. І.

Комунальне підприємство «Міськводоканал» Сумської міської ради, м. Суми, Україна

БІОЦЕНОЗ АКТИВНОГО МУЛУ В АЕРОТЕНКАХ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД м. СУМИ

В активному мулі очисних споруд м. Суми (далі КОС) досліджувались відмінності видового складу та співвідношення основних індикаторних груп мікроорганізмів активного мулу. Досліджено біоценоз аеротенків – витискувачів з регенерацією активного мулу. Ідентифіковано 80 видів мікроорганізмів, що дозволило створити електронну базу даних активного мулу на міських очисних спорудах.

На теперішній час обробку стічних вод на каналізаційних очисних спорудах міст України переважно здійснюють за класичною технологією, що включає механічне очищення на решітках, потім піскоуловлювачах і первинних відстійниках. Біологічну обробку проводять в аеротенках з подальшим вторинним відстоюванням, також можлива доочистка стічної води різними способами.

Основною спорудою, де відбувається деградація органічних і неорганічних забруднень стічних вод, є аеротенк. Залежно від технологічних умов в аеротенках розвивається характерний для даної очисної споруди біоценоз активного мулу. Розвиток біоценозу відбувається послідовно через ряд проміжних стадій, що відрізняються якісним і кількісним складом представників різних груп організмів [1].

Гідробіонти активного мулу, що здійснюють біологічне очищення в аеротенках, представлені змішаною популяцією мікроорганізмів, яка формується шляхом селекції мікроорганізмів стічної води. Мікроорганізми активного мулу в кожному окремому випадку утворюються відповідно до складу і концентрації стічного потоку в умовах аеротенка.

Активний мул, що очищає висококонцентровану стічну воду, складається з дрібних, легких пластівців, утворених шляхом злипання оболонок бактерій. Зі зниженням концентрації стоку пластівці мулу збільшуються в розмірах. Кращими вважаються пластівці середнього розміру, які швидше адсорбують забруднення. Таким чином, основу активного мулу складають бактеріальні пластівці, що представляють складний біоценоз, до складу якого входять різні систематичні групи.

Оцінка кількісного і якісного складу біоценозу активного мулу дає можливість досить швидко виявити порушення біологічної очистки стічних вод. Погіршення умов навколишнього середовища призводить до зміни фізіологічного стану гідробіонтів, які фіксуються мікроскопуванням проби активного мулу. Таким чином, інженери-гідробіологи очисних споруд можуть значно покращити якість біологічної очистки, а також запобігти жакливим наслідкам для екології регіону.

Умови дослідження біоценозу активного мулу КОС.

Всі дослідження здійснювали на місцевому матеріалі (стічна вода та активний мул) в лабораторії КОС м. Суми.

Для мікроскопічного дослідження зразків активного мулу використовували біологічний мікроскоп типу BIOREX-3 KONUS 5605 та біологічний мікроскоп типу MOTIC BA310E, які оснащені: трьома окулярними тубусами; змінним освітленням; здатні проводити фазово - контрастні спостереження; мають по 4 об'єктиви (5×, 10×, 40×, 100×) та цифрову 5-мегапксельну камеру з програмним забезпеченням і підключенням до комп'ютера.

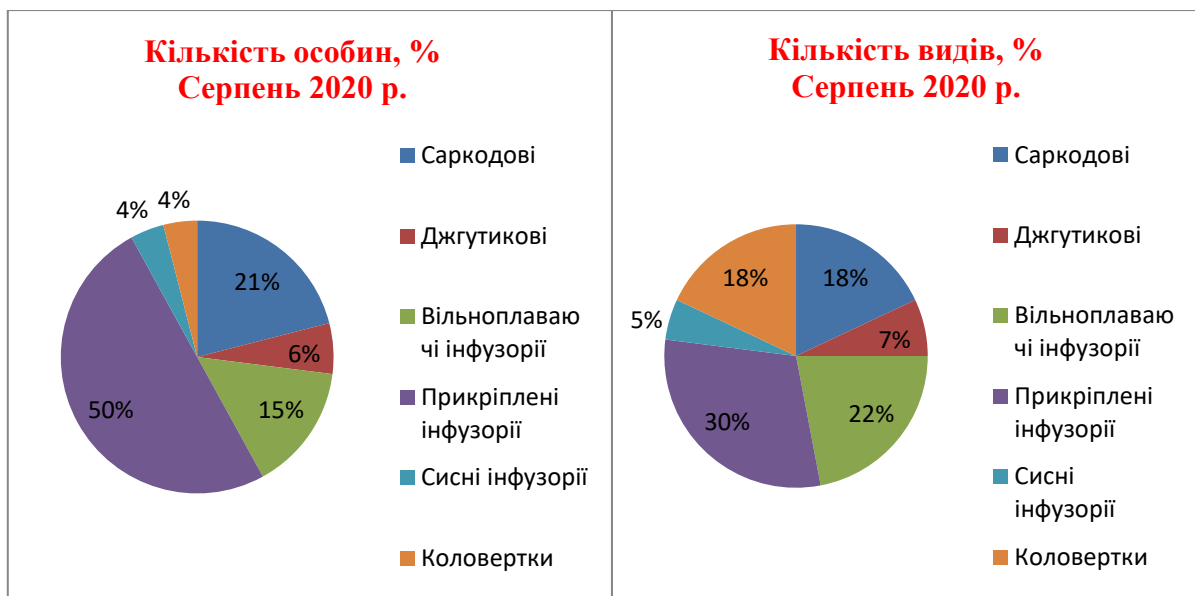
За допомогою регулярних та систематичних мікроскопічних досліджень можливо відстеження зміни біоценозу активного мулу. Для якісного спостереження аналізували щонайменше 3 зразки активного мулу та обчислювали середнє значення результатів за допомогою камери Горяєва. За допомогою мікроскопування фіксували структуру та розмір флокул, рахували кількість особин та видів домінуючих мікроорганізмів, визначали стан організмів (рухомість та деформацію організмів, особливості поведінки, забарвлення, наявність харчових вакуолей, утворення колоній і агрегатів, фази розмноження). Порівняння проводилося окремо для всіх основних категорій видів індикаторних мікроорганізмів АМ. Розраховували кількість організмів в 1 мл мулової суміші. Визначали також сумарну кількість мікроорганізмів, що належать до основних індикаторних груп. Ідентифікацію організмів здійснювали за морфологічними ознаками відповідно до наукових джерел [3–6].

Результати дослідження біоценозу активного мулу КОС.

Лабораторією КОС м. Суми постійно проводяться гідробіологічні дослідження активного мулу, які дозволяють робити оцінку біоценозу активного мулу та створювати заходи для покращення його стану. Одним з таких заходів є застосування способу біологічної активації мулу клітинними метаболітами з метою оздоровлення та покращення різноманіття біомаси на КОС м. Суми.

Після використання протягом року біологічної активації у складі біоценозу аеротенків КОС м. Суми були виявлені представники всіх відомих індикаторних груп мікроорганізмів. Найбільша різноманітність видів гідробіонтів активного мулу зафіксовано на КОС у серпні-жовтні місяці. За результатами мікроскопічних досліджень у серпні 2020 року було ідентифіковано: 32 представники різних видів гідробіонтів активного мулу, в тому числі: 2 види джгутикових; 4 види раковинних амеб і 1 вид голих амеб; 10 видів рівновійкових, вільноплаваючих, черевовійкових; 5 видів сисних інфузорій; 10 видів прикріплених інфузорій; 10 видів коловерток; 1 вид черв'я та 1 вид тихоходки (діаграма 1).

У видовому складі активного мулу присутні 21% саркодових (раковинні та голі амеби), досить велику частку - 30% складають прикріплені інфузорії, а наявність сисних інфузорій та коловерток свідчить про високий рівень розвитку біоценозу активного мулу



Діаграма 1 – Співвідношення основних індикаторних груп мікроорганізмів активного мулу у серпні 2020 р.

Під час воєнного стану масовані удари по енергосистемі призводять до знеструмлення очисних споруд і відповідно зупинки компресорної станції, що спричиняє погіршення стану гідробіонтів в аеротенках КОС.

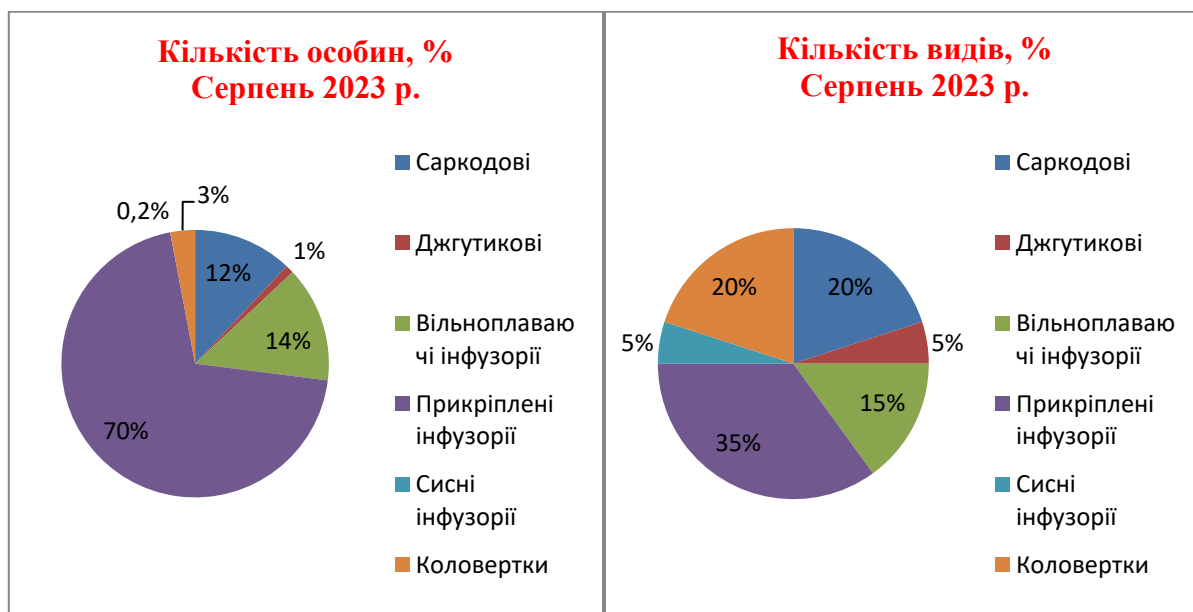
До початку воєнних дій біоценоз активного мулу на КОС налічував 30-40 видів гідробіонтів. У 2022 року кількість різноманіття зменшилась до 17-20 видів гідробіонтів.

Попередній досвід показав, що в результаті використання способу біологічної активації мікроорганізмів активного мулу метаболітами циклу Кребса у біоценозі активного мулу утворюється стійка та адаптована до заданого стоку біота,

покращується спадкова різноманітність біомаси й підвищується ферментативна активність щодо деградації забруднюючих речовин в стічних водах.

За 2022 рік на КОС м. Суми проведено 29 біологічних активацій, за перше півріччя 2023 року проведено 23 біологічні активації. Згідно проведених мікроскопічних досліджень у серпні 2023 року ідентифіковано: 23 представники різних видів гідробіонтів активного мулу, в тому числі: 1 вид джгутикових; 4 види раковинних амеб і 1 вид голих амеб; 3 види рівновійкових, вільноплаваючих, черевовійкових; 1 вид сисних інфузорій; 7 видів прикріплених інфузорій; 4 видів коловерток; 1 вид червів та 1 вид кліщів.

Збільшення кількості видів та особин прикріплених інфузорій свідчить про налагодження системи біологічної очистки в аеротенках, а саме активний мул стає зрілим та стабільним. Прикріплені інфузорії сприяють коагуляції бактерій на флокулах, що поліпшує осідання мулу у вторинних відстійниках, запобігаючи його виносу з системи очищення. Якщо саркодові присутні в помірній кількості з домінуючою популяцією прикріплених інфузорій, це також вказує на ефективне біологічне очищення (діаграма 2).



Діаграма 2 – Співвідношення основних індикаторних груп мікроорганізмів активного мулу у серпні 2023 р.

Збільшення кількості видів та особин коловерток означає, що в системі очищення з'явилася достатня кількість їжі, а саме розвинена популяція інших мікроорганізмів. Формується складний харчовий ланцюг: бактерії – інфузорії – коловертки. Це характерно для активного мулу з тривалим часом перебування. Також

присутність великої кількості коловерток призводить до додаткового освітлення та поліпшення якості води на виході з очисних споруд.

З літературних джерел відомо, що збільшення коловерток, вказує на «старіння» мулу та потребує інтенсифікації видалення надлишкового мулу, щоб омолодити біоценоз. В нашому випадку досягнуто саморегулювання дози активного мулу за допомогою біологічних активацій, що створило умови відсутності надлишкового мулу в системі очистки (аеротенк -вторинний відстійник).

Як наслідок, маємо оптимальне співвідношення мікроорганізмів активного мулу (діаграма 3).



Діаграма 3 – Співвідношення основних індикаторних груп мікроорганізмів активного мулу у серпні 2025 р.

За результатами проведених досліджень протягом 2020-2024 років вдалося ідентифікувати 80 представників різних видів гідробіонтів активного мулу, в тому числі: 4 види джгутикових; 7 видів раковиних амеб і 5 видів голих амеб; 23 види рівновійкових, вільноплаваючих, черевовійкових інфузорій; 12 видів сисних інфузорій; 10 видів прикріплених інфузорій; 14 видів коловерток; 3 види черв'яків; 1 вид кліщів та 1 вид тихоходки.

Висновок

Склад біоценозу активного мулу можна визнати характерним для даних очисних споруд за умови ефективного біологічного процесу очищення в аеротенках і швидкого осідання активного мулу у вторинних відстійниках.

Постійне спостереження за розвитком спільноти гідробіонтів дозволяє виявляти відхилення чисельності та співвідношення організмів основних індикаторних груп від типових для КОС м. Суми.

В результаті виконаної роботи виявлено та ідентифіковано близько 80 видів гідробіонтів активного мулу. Отримані фото- та відеоматеріали використано для створення електронної бази даних «Активний мул».

Застосування створеного електронного ресурсу на практиці розширить можливості управління процесом очищення стічних вод на міських очисних спорудах.

Література

1. Методическое руководство по контролю процесса биологической очистки городских сточных вод: учеб. - метод. пособие для студентов специальности «Биоэкология»/ Р.М. Маркевич [и др.]. – Минск: БГТУБ2009 – 161 с.
2. Фельбер Г., Фішер М. Посібник оператора каналізаційних очисних споруд / спільно зі спеціальним комітетом DWA БІЦ-2 «Базові курси»; -Львів: ПАІС, 2020.-520 с.
3. Фауна аэротенков: атлас / А. А. Айсаев [и др.]; отв. ред. Л. А. Кутикова. – Л.: Наука: Ленинград. отделение, 1984. – 264 с.
4. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР / Л. А. Кутикова. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
5. Edyta Fialkowska, Janusz Fyda, Agnieszka Pagdak-Stós, Krzysztof Wiąckowski. «Osad czynny: biologia i analiza mskroskopowa». Kraków, Oficyna Wydawnicza Impuls, 2005.
6. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
7. Edyta Fialkowska, Janusz Fyda, Agnieszka Pagdak-Stós, Krzysztof Wiąckowski. «Osad czynny: biologia i analiza mskroskopowa». Kraków, Oficyna Wydawnicza Impuls, 2005.
8. Забара І.І. Саморегуляція активного мулу// Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник наук. статей XVIII Міжнародної науково-практичн. конференції (м. Харків, 15-16 вересня 2022 р.) / УКРНДІЕП., 2022. – 396 с.
9. Спосіб біологічної активації мікроорганізмів активного мулу (удосконалення). Патент на корисну модель України №153846 від 06.09.2023р.