

# НАЙПРОСТІШІ ЯК БІОІНДИКАТОРИ ЯКОСТІ АКТИВНОГО МУЛУ

Стогній К.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, stohnii.karina@iit.kpi.ua

## Abstract

*This research is devoted to analyzing of the state of active sludge from Bortnytsia aeration station. The analysis is conducted by identifying microorganisms, specifically the Protozoa and describing their role and contribution in the active sludge treatment of wastewater.*

**Keywords:** *active sludge, Protozoa, wastewater, Rotifers, aerotanks.*

**Вступ.** Збереження екологічної рівноваги водних екосистем є одним із важливих завдань сучасності. У цьому контексті значна роль належить ефективній роботі очисних споруд, де активний мул відіграє ключову роль у процесах біологічного очищення стічних вод. Якість активного мулу безпосередньо впливає на ефективність видалення забруднювальних речовин, а його своєчасна оцінка є критично важливою для запобігання аварійним ситуаціям та оптимізації роботи очисних споруд. У зв'язку з цим зростає актуальність використання простих та експресних методів біоіндикації, які дають змогу оперативно оцінювати стан активного мулу без значних часових та ресурсних витрат.

Активний мул може бути визначений як мікробна спільнота, консорціум мікроорганізмів та неживих твердих частинок (органічних та неорганічних) у спорудах для очищення стічних водах. Видова приналежність цих спільнот є важливим показником ефективності процесу очищення стічних вод. Мікроорганізми включають бактерії, одноклітинні, гриби, найпростіші, коловертки, личинки комах та черв'яки різних типів. Процес очищення стічних вод активним мулом також можна визначити як систему, в якій біологічні скупчення безперервно циркулюють для захоплення органічних речовин і окислюють їх за присутності кисню. Основна роль мікроорганізмів полягає в перетворенні розчиненої та твердої органічної речовини в клітинну масу, яка зменшиться з ендогенною фазою [1]. Суттєве значення у відновленні якості води мають представники тваринного царства, зокрема, певні групи безхребетних – вільноживучі водні одноклітинні (*Protozoa*) та дрібні багатоклітинні (*Metazoa*) – коловертки, нематоди [2].

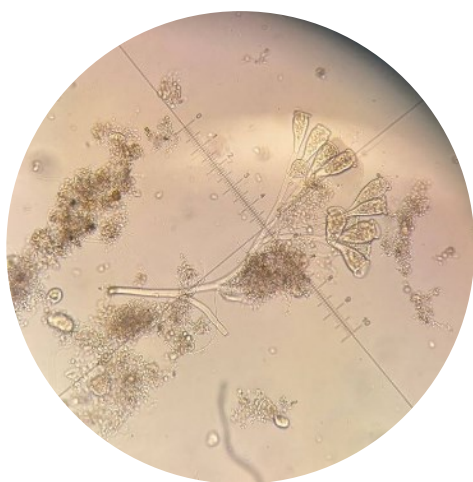
Метою роботи є аналіз найпростіших як біологічних індикаторів для швидкої оцінки якості активного мулу на очисних спорудах.

**Матеріали та методи.** Для аналізу було використано проби активного мулу з Бортницької станції аерації (м. Київ), життєдіяльність якого підтримувалися у лабораторії в біореакторах шляхом додаванням модельного розчину із співвідношенням C:N:P як 100:5:1 та постійною аерацією. Для спостереження мікроорганізмів використовували мікроскоп ULAB XSP-139TP зі збільшеннями x200 та x400 з мікрометричною шкалою для визначення розмірів мікроорганізмів.

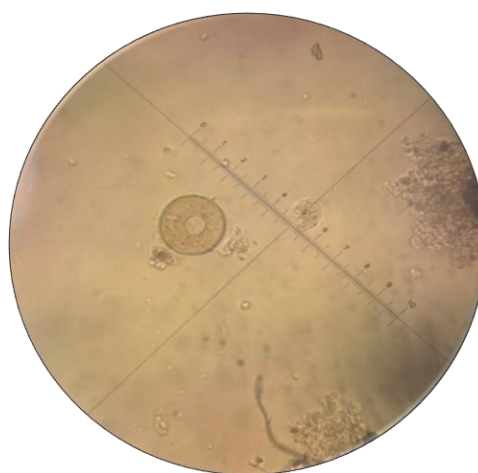
**Результати та обговорення.** В активному мулі найпростіші є ланкою трофічного ланцюга і виконують функції підтримання певної кількості

мікроорганізмів. Живлячись бактеріями та органічними речовинами, вони також сприяють освітленню води. Ці організми можна використовувати як біоіндикатори якості очищення стічних вод [3].

Особливе місце в трофічній піраміді біологічного очищення стічних вод посідають коловійкові інфузорії або перитрихи (рис.1), які закріплюються ніжною до пластівців активного мулу [3]. Наявність коловійкових інфузорій (рис.1) вказує на добре функціонування очисних споруд, а також достатню аерацію [1]. У момент погіршення аеробних умов або у разі настання інших несприятливих факторів прикріплені інфузорії відкидають ніжку й переходять у плаваючий стан, утворюючи нижній віночок вій [3].

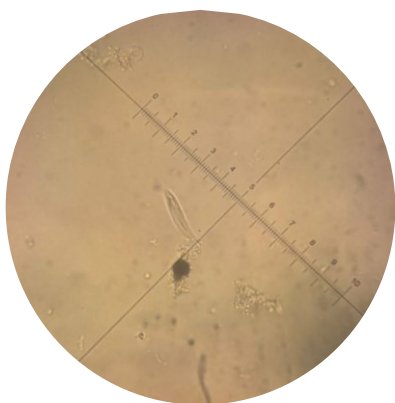


**Рис.1. Коловійкові інфузорії (400х)  
колонія роду *Opercularia***



**Рис. 2. Раковинна амеба, рід *Arcella*  
(400х); розмір - 2.2 мкм**

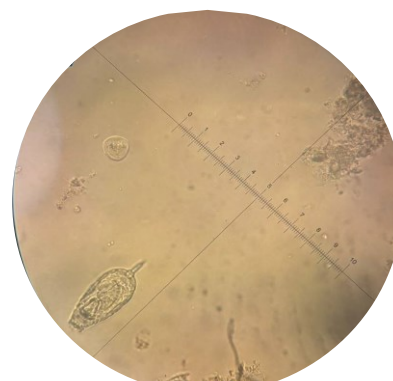
Наявність арцел (рис. 2) ідентифікує високий час утримання мулу, високу продуктивність, пов'язану з низьким масовим навантаженням активного мулу, достатню оксигенацію та проходження процесу нітрифікації [4].



**Рис. 3. Рівновійчаста  
інфузорія, рід *Paramecium*  
(400х); розмір - 2,1 мкм**



a



b

**Рис. 4. Коловертки (400х), клас *Bdelloidea*  
(Розміри: a – 8,9 мкм; b – 4,5 мкм)**

Дрібні амеби виступають як індикатори зниження ефективності очищення середовищ, високого речовинного навантаження, незадовільної аерації, диспергування завислих частинок і високого вмісту в муловій суміші бактерій, не пов'язаних із пластівцями активного мулу. Присутність у мулі великих амеб свідчить про його нормальний склад [3].

Наявність амеб, коловійкових інфузорій (рис. 3) вказує на здоровий, добре флокульований мул з високою якістю очищення стічних вод [4].

Коловертки (рис. 4) зазвичай зустрічаються в якісному активному мулі на стічних станціях очищення стічних вод; однак вони ніколи не повинні домінувати. Якщо спостерігаються помітно пошкоджені коловертки, це є показником токсичності в аеротенку, оскільки вони, як правило, перші біоіндикатори стану активного мулу [5].

У досліджених зразках було виявлено незначну кількість нитчастих бактерій, але у такому випадку ці бактерії нешкідливі, навпаки, до певної міри, це – елемент-носії для інших вільноживучих організмів активного мулу. Під час флокуляції вони сприяють утворенню скупчень [6].

**Висновки.** За результатами дослідження зразків активного мулу було виявлено наявність різноманітних представників найпростіших та дрібних безхребетних, таких як рівновійчасті інфузорії, амеби та коловертки. Виявлення прикріплених коловійкових інфузорій свідчить про стабільну роботу активного мулу та ефективну аерацію. Присутність великих амеб підтверджує якісний стан активного мулу для ефективного біологічного очищення.

### Список використаної літератури:

1. Roman, M. D., Sava, C., Iluțiu-Varvara, D. A., Mare, R., Pruteanu, L. L., Pică, E. M., & Jäntschi, L. (2022). Biological Activated Sludge from Wastewater Treatment Plant before and during the COVID-19 Pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 19(18), 11323. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811323>
2. Глоба Л.І., Заїка С.А., Гвоздяк П.І., Кілючицький П.Я. Прямоточні біотехнології очищення води – біоконвесри // Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України / 05.04.2016.
3. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
4. Foissner, W. (2016). Protists as bioindicators in activated sludge: Identification, ecology and future needs. *European Journal of Protistology*, 55, 75–94. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2016.02.004>
5. Rico-Martínez, R., Arzate-Cárdenas, M. A., Robles-Vargas, D., Pérez-Legaspi, I. A., Alvarado-Flores, J., & Santos-Medrano, G. E. (2016). Rotifers as Models in Toxicity Screening of Chemicals and Environmental Samples. InTech. doi: 10.5772/61771
6. Sladká, A., Ottová, V. Filamentous organisms in activated sludge. *Hydrobiologia* 43, 285–299 (1973). <https://doi.org/10.1007/BF00015352>