

**ВИДОВИЙ СКЛАД ПЕРІТРИХ (*CILIOPHORA, PERITRICHIA*)
АКТИВНОГО МУЛУ ОЧИСНИХ СПОРУД З РІЗНИМ
СКЛАДОМ СТИЧНИХ ВОД**

В активному мулі аеротенків двох очисних споруд м. Житомира знайдено 24 види перітрих, одинадцять з яких є новими для фауни України. Спільних видів для списків перітрих з двох різних аеротенків – 12, індекс Чекановського-Сйоренсена становить 0,5.

Постановка проблеми

Урбанізація та розвиток промисловості призводять до зростання кількості стічних вод. Актуальність проблеми очистки прісної води від забруднення, її високе теоретичне і практичне значення є очевидним і відповідає потребам сучасності. Один з методів очистки стічних вод – біологічний, який здійснюється в аеротенках за допомогою активного мулу. В аеротенках очисних споруд діє такий же принцип очистки стічних вод, що і в природних водоймах. Активний мул – це складний штучний біоценоз. До його складу входять бактерії, найпростіші, коловертки та інші

організми. До найбільш чисельних найпростіших в очисних спорудах відносяться круговійчасті інфузорії – перітрихи.

Перітрихи є одними із найважливіших компонентів водних екосистем, які здійснюють трансформацію органічних речовин. В результаті їх діяльності разом з іншими тваринами, рослинами і бактеріями відбувається мінералізація органічних речовин, які постійно потрапляють у водойми, що забезпечує біологічне самоочищення води [1].

У процесі біологічної очистки в аеротенках перітрихи поглинають бактерій мулу, особливо вільних, не об'єднаних в пластівки. Живлячись бактеріями, перітрихи регулюють їх чисельність, освітлюють очищену воду і знищують патогенних мікроорганізмів [4]. Важливим є здатність круговійчастих інфузорій разом з іншими Ciliophora здійснювати флокуляцію бактерій, об'єднуючи їх в пластівки, на поверхні яких відбувається основний процес сорбції розчинених органічних речовин [1]. Через відносно великі розміри, скоротливість зооїдів, а у частини видів і стебел, чітку картину фізіологічних реакцій та морфологічних змін на коливання умов середовища перітрихи є зручними індикаторами очистки стічних вод [2]. Показником якості очистки є стан перистому цих циліат, при порушенні технологічного режиму роботи очисних споруд перистом перітрих частково чи повністю закритий. Індикаторне значення для вивчення якості очистки і роботи споруд має видовий склад перітрих і їх чисельність.

Відомо, що видовий склад організмів активного мулу формується відповідно до складу стічної води [6].

Аналіз останніх досліджень

На території України фауна перітрих активного мулу є недостатньо вивченою. Існує лише декілька публікацій, у яких перелічені найпростіші з очисних споруд. Л.П. Істоміна зі співавторами [3] опублікувала результати дослідження активного мулу Харківської станції біологічної очистки. В даній статті є список видів, серед яких зазначені перітрихи: *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831; *Opercularia coarctata* (Claparède et Lachmann, 1858); *Vorticella alba* Fromentel, 1874; *V. campanula* Ehrenberg, 1831; *V. sphaerica* d'Udekem, 1864; *V. vestita* Stokes, 1883; *V. chlamydophora* Penard, 1922; *V. gracilis* Dujardin, 1841; *V. annulata* (Gourret et Roeser, 1888); *V. convallaria* (Linnaeus, 1758); *V. aperta* Fromentel, 1874 *Zoothamnium* sp., *Carchesium* sp., *C. epistylis* Claparède et Lachmann, 1850. Роль найпростіших, в тому числі і круговійчастих інфузорій, в біологічній очистці стічних вод нафтохімічної промисловості досліджували А.Д. Стром та ін. [5]. У своїй праці вони вказали на чотири види перітрих: *Vorticella alba*, *V. convallaria*, *V. campanula*, *V. microstoma* Ehrenberg, 1830. Спеціальне вивчення круговійчатих інфузорій в очисних спорудах України раніше не проводилося.

Метою нашої роботи було дослідити видовий склад перітрих активного мулу двох очисних споруд, які відрізняються походженням стічних вод, що в них очищаються.

Об'єкти та методика досліджень

Проби відбирали в аеротенках двох очисних споруд каналізації (ОСК №1, та ОСК №2) м. Житомира. На ОСК №1 проходить очистка побутових стічних вод (продукти життєдіяльності людини), на ОСК №2 – промислових (стоки заводу Хімволокно). Дослідження активного мулу проводили кожного сезону впродовж 2005–2006 років, відібрали 360 проб. Активний мул зачерпували ковшем з глибини 0,5–1 м. і відразу доставляли до лабораторії у відкритій скляній посудині. Круговійчастих інфузорій вивчали в живому стані під мікроскопом МБР-3, при збільшенні у 150–600 разів. В лабораторії активний мул постійно аерували. Визначення видів проводили за визначниками А. Каля, Й. Штіллер і А. Варрена [7, 11, 12]. При ідентифікації видів користувались працями У. Неннінгера та В. Фойсснера [8, 9]. Система перітрих наведена за П. Пюторак зі співавторами [10]. Розміри клітин виміряли окуляр-мікрометром. Статистичну обробку даних проводили за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA 6.0. Подібність фаун перітрих двох очисних споруд оцінювали з використанням програми Past.

Таблиця 1. Види перітрих, які були виявлені в аеротенках очисних споруд м. Житомир

| Вид | ОСК №1 | ОСК №2 |
|--|--------|--------|
| <i>Epistylis plicatilis</i> | + | + |
| * <i>E. coronata</i> Nusch, 1970 | + | - |
| <i>E. entzii</i> Stiller, 1935 | + | + |
| * <i>E. chrysemydis</i> Bishop et Jahn, 1941 | + | - |
| <i>E. epibioticum</i> Banina, 1983 | + | - |
| * <i>E. bimarginata</i> Nenninger, 1948 | + | + |
| * <i>E. thinemanni</i> (Nenninger, 1948) | + | + |
| * <i>E. longicaudatum</i> Banina, 1983 | + | - |
| <i>Opercularia coarctata</i> | + | - |
| * <i>O. microdiscum</i> Faure-Fremiet, 1904 | + | - |
| <i>O. phryganeae</i> Kahl, 1935 | + | + |
| <i>Vorticella convallaria</i> | + | + |
| <i>V. picta</i> (Ehrenberg, 1831) | + | - |
| <i>V. microstoma</i> | + | + |
| <i>V. alba</i> | + | + |
| <i>V. striata</i> f. <i>octava</i> Stokes, 1885 | + | + |
| * <i>V. submicrostoma</i> Ghosh, 1922 | + | + |
| * <i>V. peterhoffi</i> Banina, 1983 | + | - |
| <i>Carchesium polypinum</i> (Linnaeus, 1758) | + | - |
| <i>Zoothamnium</i> sp. | + | + |
| * <i>Cothurnia</i> sp | - | + |
| * <i>Thuricola similis</i> Bock, 1963 | + | + |
| * <i>T. kellicottiana</i> (Stokes, 1887) Kahl 1935 | - | + |
| <i>Vaginicola crystallina</i> Ehrenberg, 1830 | - | + |

* зірочкою помічені нові для фауни України види, „+” – виявлені види, „-” – не виявлені

Результати досліджень

При дослідженні активного мулу двох очисних споруд, які відрізняються природою походження стічних вод, отримали списки видів перітрих. Для їх порівняння була складена таблиця 1.

Таким чином, усього було ідентифіковано 24 види перітрих: 21 вид – в аеротенках ОСК №1 та 15 видів – ОСК №2. Родини Epistylididae Ehrenberg, 1838 та Vorticellidae Ehrenberg, 1838 представлені 11 і 9 видами відповідно. Усі ці види були виявлені в активному мулі ОСК №1. Видовий склад перітрих даних родин в активному мулі інших очисних споруд виявився біднішим. Цей факт ми пов'язуємо із токсичністю промислових стоків для багатьох організмів. З родини Epistylididae ідентифіковано лише 5 видів (*Epistylis plicatilis*, *E. entzii*, *E. vimarginata*, *E. thinemanni* та *O. phryganeae*), а Vorticellidae – 6 (*Vorticella convallaria*, *V. microstoma*, *V. alba*, *V. striata* f. *octava*, *V. submicrostoma*, *Zoothamnium* sp.). Родина Vaginicolidae Kent, 1881 представлена 4 видами, які були виявлені в активному мулі ОСК №2. На ОСК №1 – 1 вид (*Thuricola similis*).

При порівнянні двох списків видів перітрих дванадцять з них виявилися спільними: *Epistylis plicatilis*, *E. entzii*, *E. bimarginata*, *E. thinemanni*, *Opercularia phryganeae*, *Vorticella convallaria*, *V. microstoma*, *V. alba*, *V. striata* f. *octava*, *V. submicrostoma*, *Zoothamnium* sp., *Thuricola similis*. Ці види є, ймовірно, менш чутливими до складу стічних вод. Решта є більш чутливими, тому були виявлені в тому чи іншому активному мулі. Так, в аеротенках ОСК №2 не були виявленими такі види: *Epistylis coronata*, *E. chrysemydis*, *E. epibioticum*, *E. longicaudatum*, *Opercularia coarctata*, *O. microdiscum*, *V. picta*, *V. peterhoffi*, *Carchesium polypinum*, тоді як в активному мулі ОСК №1 вони були присутніми. І навпаки, в останніх були відсутніми *Cothurnia* sp., *Thuricola kellicottiana*, *Vaginicola crystallina*, у той час, коли в аеротенках інших очисних споруд ці види були численними.

Крім того, обрахували індекс Чекановського-Сйоренсена (ICS), який представляє собою частку спільних видів у двох списках від загального числа видів в обох списках. ICS для отриманих списків перітрих становить 0,5. Такого значення ICS набуває через те, що половина виявлених видів (12 з 24), є видами мало чутливими до складу стічних вод і зустрічалися в обох очисних спорудах.

Паралельно з дослідженням видового складу перітрих в активному мулі, які очищають різні стоки, вивчали морфологічну мінливість цих циліат. Для порівняння обрали види, які найбільш часто зустрічаються в аеротенках різних споруд. Середні значення розмірів зооїдів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Розмірні характеристики зооїдів перітрих (в мкм)

| Вид | Висота і максимальна ширина зооїдів перітрих ОСК №1 | Висота і максимальна ширина зооїдів перітрих ОСК №2 |
|-----------------------------------|--|--|
| <i>Epistylis plicatilis</i> | 101,69±2,60; 34,96±1,10 67,92±1,00; | 113,45±8,20; 38,45±3,00 67,50±1,50; |
| <i>E. bimarginata</i> | 35,62±0,54 71,19±3,09; | 31,50±1,50 69,75±2,99; |
| <i>E. thinemanni</i> | 34,41±1,50 54,94±3,07; | 28,88±1,38 71,88±2,37; |
| <i>Vorticella convallaria</i> | 29,63±1,66 43,50±1,14; | 40,38±1,67 43,50±3,44; |
| <i>V. microstoma</i> | 32,64±0,58 59,32±2,57; | 32,50±2,25 59,57±1,66; |
| <i>V. alba</i> | 42,03±1,15 40,74±0,78; | 40,71±2,35 44,88±3,61; |
| <i>V. striata f. octava</i> | 26,97±0,55 39,43±3,54; | 28,13±1,82 41,63±1,99; |
| <i>V. submicrostoma</i> | 24,53±2,09 | 23,44±1,17 |

З отриманих даних видно, що розміри зооїдів усіх восьми досліджуваних видів приблизно однакові. Достовірної різниці між середніми значеннями висоти та ширини зооїдів (за t-критерієм) усіх досліджуваних видів не виявили, крім *Vorticella convallaria*. Середні значення висоти та ширини зооїдів даного виду двох очисних споруд значно відрізняються. В аеротенках ОСК №2 розміри зооїдів більші, ніж в ОСК №1. *Vorticella convallaria*, ймовірно, є більш чутлива до складу стоків і реагує на їх склад зміною розмірних характеристик зооїдів, тоді як решта видів є менш чутливими до складу стоків, тому не реагують на них зміною розмірів.

Висновки

1. При досліджуванні активного мулу аеротенків виявили 24 види перітрих, 11 з яких є новими для фауни України.
2. Для списків видів перітрих, які були знайдені в аеротенках двох очисних споруд, що відрізняються природою стічних вод, які очищаються, спільними є 12 видів. ICS становить 0,5.
3. Достовірну різницю між середніми значеннями висоти та ширини зооїдів з активного мулу двох очисних споруд виявили у *Vorticella convallaria* (значення t-критерію -4,368, -4,565 для висоти та ширини зооїдів, при значенні p – 0,049 та 0,045 відповідно), у решти видів достовірної різниці між середніми значеннями цих показників не виявили.

Перспективи подальших досліджень

Необхідно продовжувати досліджувати видовий склад перітрих очисних споруд, отримані дані можуть використовуватися при створенні кадастру безхребетних водойм України. У гідробіологів часто виникають проблеми при визначенні видів через морфологічну мінливість цих тварин і недостатню кількість наукової літератури, яка б допомагала ідентифікувати види, тому створення визначальних таблиць перітрих буде доречним.

Література

1. Банина Н.Н. Peritricha Sessilida в биоценозе активного ила // Протозоология: Простейшие активного ила. – Л.: Наука, 1983. – Вып. 8. – С. 87–116.
2. Банина Н.Н. Кругоресничные инфузории как индикаторные организмы в сооружениях биологической очистки сточных вод (аэротенка) // Экология морских и пресноводных простейших: Тез. докл. 2-го Всесоюз. симп. протозологов. – Ярославль: Б.и., 1989. – С. 11.
3. Истомина Л.П., Кириченко А.Г., Ракитин Е.Г. О видовом составе простейших и водорослей активного ила сточной воды, очищенной в аэротенках // Гидробиол. журн. – 1973. – Т. 9, № 5. – С.43–48.
4. Мамаева Н.В. Фауна организмов активного ила// Биология внутренних вод: Информ. бюл. – Л.: Наука, 1970. – № 8.– С. 38–39.
5. Роль простейших в биологической очистке сточных вод нефтехимической промышленности/ Стром А.Д., Данилевская И.П., Тихонрук И.Ф., Василенко Г.Д., Витлинская В.В. // Гидробиол. журн. – 1974. – Т. 10, № 2. – С. 49–54.
6. Самоочищение водоёмов и биологическая очистка сточных вод / Н.Н. Банина, К.М. Суханова, С.Г. Колесников, В.В. Таразанов // Протозоология: Простейшие активного ила. – Л.: Наука, 1983. – Вып. 8 – С. 76–116.
7. Kahl A. Urtiere oder Protozoa. 1. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritricha und Chonotricha // Dahl. F. Die Tierwelt Deutschlands. – Jena: G. Fischer, 1935. – Teil 30. – S. 651–805.
8. Nenninger U. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität// Zool. Jahrb. Syst. - 1948. – V. 77, № 3/4. – S. 169–266.
9. Peritrichia in: Taxonomische und Okologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems / W. Foissner, H. Berger, H. Blatterer, F. Kohmann // Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. –1992. – № 5 – S. 47–311.
10. Proposition d'une nouvelle classification du phylum des protozoaires Ciliophora Doflein, 1901 / P. de Puytorac, A. Batisse, G. Deroux, A. Fleury, J. Grain, M. Laval-Peuto, M. Tuffrau // C. r. Acad. Sci. Paris, Sciences de la

vie. Life sciences. - 1993. – № 316. – P. 716–720.

11. *Stiller J.* Szájkoszorus Csillósok - *Peritricha*. Fauna Hungariae. 105. Budapest: Akad. Kiadó, 1971. – 245 s.
12. *Warren A.* A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora: Peritrichida)// Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Zool). – 1986. – V. 50, № 1. – P. 1–57.