

УДК 593.175:627.88(477.42)

Л.А. Константиненко

к.б.н.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Рецензент – член редколегії “Вісник ЖНАЕУ”, д.вет.н. Горальський Л.П.

СЕЗОННА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА ВИДОВОГО СКЛАДУ КРУГОВІЙЧАСТИХ ІНФУЗОРИЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) В ОЧИСНИХ СПОРУДАХ

*Для сезонної динаміки чисельності перітрих очисних споруд характерно два піки, що припадають на початок весни та зиму. В різні сезони року в очисних спорудах спостерігається зміна домінуючих видів круговійчастих інфузорій. Вид *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758) за чисельністю впродовж всього періоду дослідження належав до “головних” видів. Чисельність перітрих залежить від таких параметрів активного мулу, як температура, концентрація розчиненого кисню, значення мулового індексу, концентрація нітрат-, нітрит-іонів та іонів амонію.*

Постановка проблеми

Перітрихи є одними з 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 в водойми, що забезпечує біологічне самоочищення води [1].

Видовий склад і чисельність перітрих є чутливими до складу стічної води (СВ) та умов протікання процесів очистки в аеротенку [12], тому ця група протист є зручними індикаторами якості очистки СВ [2, 3].

Недостатньою є вивченість видового складу, динаміки розвитку, екології та особливостей функціонування круговійчастих інфузорій в очисних спорудах (ОС). Метою нашої роботи було дослідити особливості сезонної динаміки видового складу та чисельності перітрих ОС, встановити домінуючі комплекси видів круговійчастих інфузорій кожного сезону.

Аналіз останніх досліджень

Відома незначна кількість публікацій, що містять відомості щодо видового складу перітрих ОС України [4, 5–7, 10]. Робіт щодо динаміки функціонування перітрих в ОС в цьому регіоні нами не виявлено. Дослідження залежності видового та кількісного складу організмів активного мулу від умов очистки проводили в Росії, Польщі, Німеччині [8, 9, 11, 12].

Об'єкти та методика досліджень

Проби відбирали в аеротенках ОС м. Житомир, на якій відбувається очистка переважно побутових СВ. Дослідження активного мулу проводили впродовж 2006–2007 років, відібрали 430 проб. Активний мул зачерпували ковшем з

глибини 0,5–1 м і відразу доставляли до лабораторії у відкритій скляній посудині. Круговічастих інфузорій вивчали в живому стані під мікроскопом МБР-3, при збільшенні у 150–600 разів. В лабораторії активний мул постійно аерували. Статистичну обробку даних проводили в базовій статистиці комп'ютерної програми STATISTICA 6.0.

Результати досліджень

Всього за період дослідження було виявлено 22 види з шести родів круговічастих інфузорій (табл. 1).

Таблиця 1. Видовий склад перітрих та їх чисельності (екз./мл) у різні сезони дослідження

Вид	Весна	Літо	Осінь	Зима	За рік
<i>Epistylis bimarginata</i> Nenninger, 1948	5,53	111,5	–	55,28	43,08
<i>E. chrysemydis</i> Bishop et Jahn, 1941	5,53	100	–	27,64	33,29
<i>E. coronata</i> Nusch, 1970	50,25	16,58	22,11	128,1	54,27
<i>E. entzii</i> Stiller, 1935	27,64	16,58	67,34	250,8	90,58
<i>E. epibioticum</i> Banina, 1983	11,06	5,53	–	27,64	11,06
<i>E. longicaudatum</i> Banina, 1983	–	11,06	–	5,53	4,15
<i>E. plicatilis</i> Ehrenberg, 1831	100	16,58	106,03	301,5	131
<i>E. thinemanni</i> (Nenninger, 1948)	55,78	11,06	66,33	206	84,4
<i>Opercularia microdiscum</i> Faure-Fremiet, 1904	22,11	5,53	–	5,53	8,29
<i>O. articulata</i> Goldfuss, 1820	44,72	212,1	345,7	–	150,6
<i>O. coarctata</i> (Claparède&Lachmann, 1858)	–	–	61,31	–	15,33
<i>Vorticella alba</i> Fromentel, 1874	5,53	49,75	77,39	38,69	42,84
<i>V. convallaria</i>	1038	60,8	55,28	479,9	408,5
<i>V. microstoma</i> Ehrenberg, 1830	44,22	172,36	55,28	156,8	107,18
<i>V. peterhoffi</i> Banina, 1983	–	–	–	33,67	8,42
<i>V. picta</i> (Ehrenberg, 1831)	–	–	–	5,53	1,38
<i>V. striata</i> Dujardin, 1841	89,45	167,3	66,33	49,75	93,22
<i>V. submicrostoma</i> Ghosh, 1922	38,69	33,17	11,06	39,2	30,53
<i>Zoothamnium parasiticum</i> Stein, 1859	150,3	–	–	5,53	38,95
<i>Carchesium batorligetiense</i> Stiller, 1935	55,78	38,69	–	–	23,62
<i>C. polypinum</i> (Linnaeus, 1758)	–	5,53	–	–	1,38
<i>Thuricola similis</i> Bock, 1963	11,06	–	–	11,06	5,53
Загальна чисельність	1756	1034	934,2	1828	1388

Стосовно ролі окремих видів перітрих, то, як показав проведений нами аналіз структури домінування (табл. 2), яку ми визначали за М. Еттль [12], лише вид *V. convallaria* за чисельністю впродовж всього періоду дослідження належав до “головних”. Цей вид є найменш вимогливим до робочих умов активного мулу та якості стічних вод [13, 14]. Аналогічні результати були отримані М. Еттль [12].

Таблиця 2. Зміна складу “головних” видів перітрих активного мулу аеротенків ОС в різні сезони 2006–2007 років

Показник	Весна	Літо	Осінь	Зима
Евдомінанти	<i>V. convallaria</i>	–	<i>O. articulata</i>	–
Домінанти	–	<i>E. bimarginata</i>	<i>E. plicatilis</i>	<i>E. plicatilis</i>

		<i>O. articulata</i> <i>V. microstoma</i> <i>V. striata</i>	<i>O. coarctata</i>	<i>E. entzii</i> <i>E. thinemanni</i> <i>V. convallaria</i>
Субдомінанти	<i>E. plicatilis</i> <i>V. striata</i> <i>Z. parasiticum</i>	<i>E. chrysemydis</i> <i>V. convallaria</i> <i>V. alba</i> <i>C. batorligetiense</i>	<i>E. entzii</i> <i>E. thinemanni</i> <i>V. convallaria</i> <i>V. microstoma</i> <i>V. striata</i> <i>V. alba</i>	<i>E. coronata</i> <i>V. microstoma</i>

Весною *V. convallaria* (1038 екз./мл; 59,50 %) була евдомінантом, а три види – субдомінантами: *E. plicatilis* (100; 5,70 %), *V. striata* (89,45; 5,13 %), *Z. parasiticum* (150,30; 8,61 %) (рис. 1). Решта видів були випадковими, оскільки їх частка була меншою за 3,20 %.

Влітку 2006 року *O. articulata* (212,1; 20,51 %), *V. striata* (167,30; 16,18 %), *V. microstoma* (172,36; 16,67 %) та *E. bimarginata* (111,50; 10,78 %) були доміантантами, а *E. chrysemydis* (100; 9,67 %), *V. convallaria* (60,8; 5,88 %), *V. alba* (49,75; 4,81 %) та *C. batorligetiense* (38,69; 3,74 %) – субдомінантами (рис. 2).

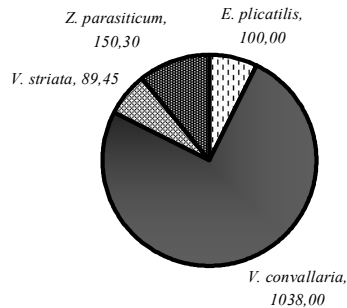


Рис. 1. Чисельність (екз./мл) “головних” видів перітрих активного мулу весною 2006 року

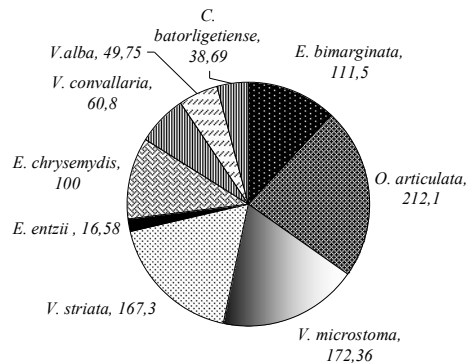


Рис. 2. Чисельність (екз./мл) “головних” видів перітрих активного мулу
влітку 2006 року

Восени евдомінантом був вид *O. articulata* (345,7; 37 %), домінантом – *E. plicatilis* (106; 11,35 %), *O. coarctata* (61,31; 6,56 %); субдомінантами – *V. alba* (77,39; 8,28 %), *E. entzii* (67,34; 7,21 %), *E. thinemanni* (66,33; 7,10 %), *V. striata* (66,33; 7,10 %) *V. convallaria* та *V. microstoma* (по 55,28; 5,92 %) (рис. 3). Під час зими домінуючими були такі види: *V. convallaria* (479,9; 26,49 %), *E. plicatilis* (301,5; 16,64 %), *E. entzii* (250,8; 13,84 %), *E. thinemanni* (206; 11,37 %). Субдомінантами були *V. microstoma* (156,8; 8,66 %) та *E. coronata* (128,1; 7,07 %) (рис. 4).

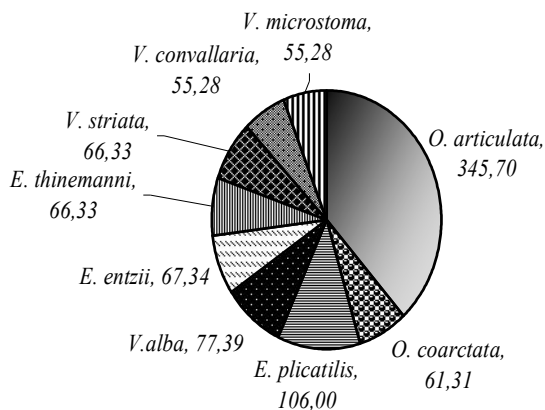


Рис. 3. Чисельність (екз./мл) “головних” видів перітрих активного мулу
восени 2006 року

Загальна чисельність перітрих досягала максимуму в березні (2878 екз./мл), грудні (2025) 2006 та лютому 2007 років (2170). Мінімальне значення чисельності спостерігалось у липні (784), серпні (886), жовтні (935) та листопаді (664)

(рис. 5–8). Найбільш важливими факторами, які впливають на розвиток та життєздатність організмів активного мулу, а також якості біологічної очистки, є температура, наявність поживних речовин, вміст розчиненого кисню в муловій суміші, значення рН, наявність токсинів [3]. На рисунках 5–8 відображено динаміку чисельності круговійчастих інфузорій та фізико-хімічних параметрів активного мулу протягом дослідження.

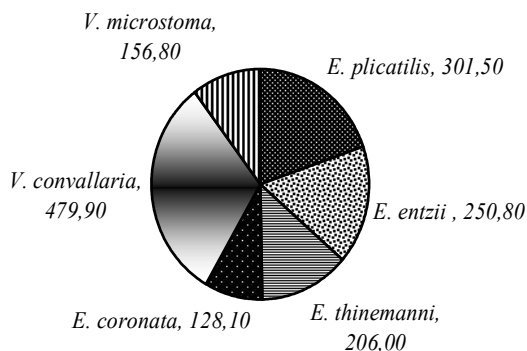


Рис. 4. Чисельність (екз./мл) “головних” видів перітрих активного мулу взимку 2006–2007 рр.

Для перітрих ОС характерні два піки чисельності: весняний, що припадає на березень, та зимовий, що припадає на грудень та лютий. Проте, як видно з цих рисунків, максимальні чисельності круговійчастих інфузорій співпадають з максимумом концентрації нітрат-іонів, розчиненого кисню та рН. Це підтверджує й кореляційний аналіз зв'язку між загальною чисельністю перітрих та фізико-хімічними характеристиками активного мулу. Всі значення коефіцієнтів кореляції є достовірними при $p < 0,05$.

Позитивна кореляція була виявлена між чисельністю перітрих і вмістом розчиненого кисню ($r = 0,3$) та вмістом нітрат-іонів ($r = 0,4$) у змішаній рідині активного мулу. Хоча на графіку піки чисельності перітрих і рН співпадають, проте статистично не підтверджена кореляція між цими показниками ($r = 0,1$). Відсутня кореляція й між загальною чисельністю перітрих та фосфат-іонами ($r = -0,1$). Між чисельністю круговійчастих інфузорій та температурою активного мулу спостерігається негативна кореляція ($r = -0,5$), те ж саме – між чисельністю і вмістом іонів амонію, нітрит-іонів ($r = -0,3$ та $-0,4$ відповідно). Низькі значення кореляцій між чисельністю перітрих і рН та вмістом розчиненого кисню, можливо, зумовлені незначними коливаннями цих показників активного мулу в умовах очисних споруд [3].

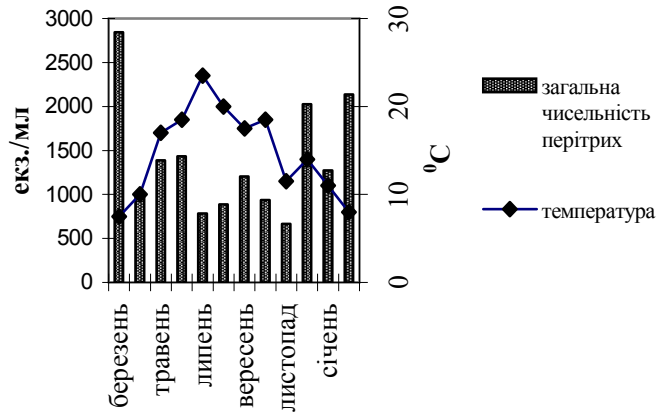


Рис. 5. Сезонна динаміка чисельності перітрих та температури у ОС протягом 2006–2007 років

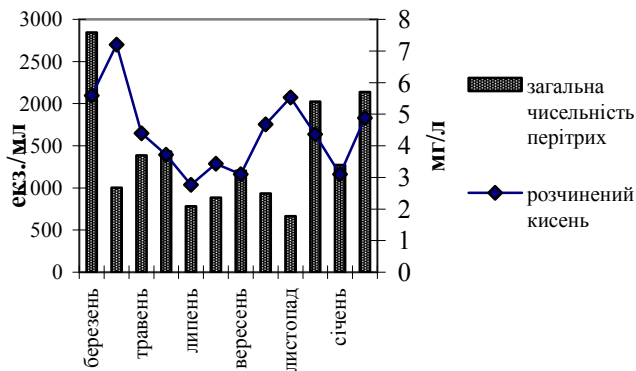


Рис. 6. Сезонна динаміка чисельності перітрих та концентрації розчиненого кисню у ОС протягом 2006–2007 років

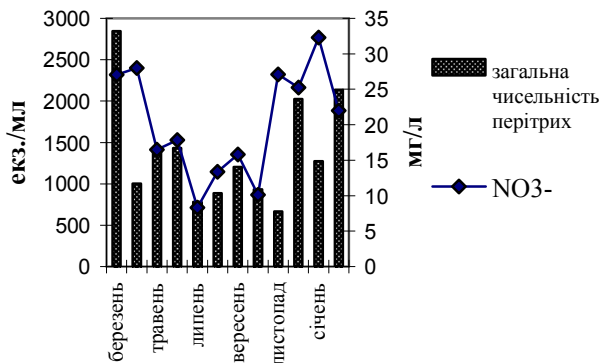


Рис. 7. Сезонна динаміка чисельності перітрих та рН у ОС протягом 2006–2007 років

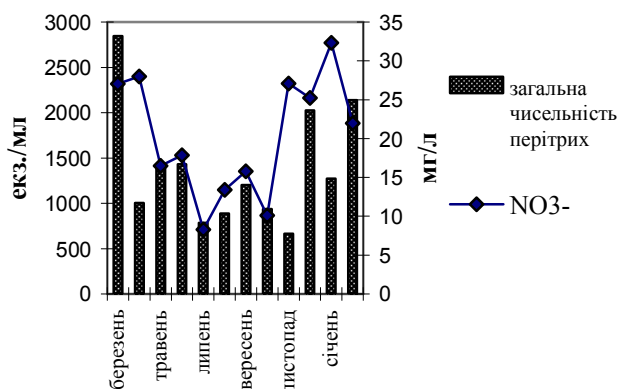


Рис. 8. Сезонна динаміка чисельності перітрих та концентрації нітрат-іонів у ОС протягом 2006–2007 років

Така розбіжність результатів може бути спричинена тим, що в різні сезони домінували види, що по-різному відносяться до тих чи інших чинників середовища. Тому був проаналізований також зв'язок між чисельністю “головних” видів і фізико-хімічними параметрами активного мулу. Всі значення коефіцієнтів кореляції достовірні при $p < 0,05$. Згідно з отриманими даними, позитивна кореляція між чисельністю та температурою спостерігалась у *E. plicatilis* та *V. microstoma* ($r = 0,38$ та $0,36$ відповідно), у *V. alba* ($r = 0,58$), негативна кореляція – у *E. coronata*, *E. thinemanni*, *V. convallaria* та *Z. Parasiticum* ($r = -0,34$, $-0,42$, $-0,43$ та $-0,45$ відповідно). Негативну кореляцію між чисельністю та активною реакцією (рН) змішаної рідини мулу встановили для *E. bimarginata*, *E. chrysemydis* ($r = -0,37$ для обох видів), позитивну – для *V. alba*, *E. plicatilis* ($r = 0,61$ та $0,58$). Між чисельністю *V. alba*, *O. articulata* та значенням мулового індексу виявили негативну кореляцію ($r = -0,48$, $-0,50$), а для *V. convallaria*, *Z. parasiticum* – позитивну ($r = 0,65$, $0,53$). Негативну кореляцію між концентрацією розчиненого кисню та чисельністю виявили для *O. articulata*, *V. microstoma*, *E. bimarginata*, *E. chrysemydis* ($r = -0,35$, $-0,41$, $-0,43$, $-0,43$ відповідно), а позитивну – для *Z. parasiticum*, *V. convallaria* ($r = 0,45$, $0,48$). Позитивну кореляцію виявили між концентрацією іонів амонію та чисельністю для *V. striata*, *V. alba* ($r = 0,37$, $0,48$), негативну – для *V. convallaria* ($r = -0,40$). Чутливими до нітрит-іонів є *E. bimarginata*, *E. chrysemydis* ($r = 0,56$) та *V. convallaria* ($r = -0,48$). Кореляція між чисельністю й концентрацією нітрат-іонів становила для *E. thinemanni* $-0,31$, *O. articulata* $-0,35$, *V. convallaria* $0,38$, *E. entzii* $0,42$. Що стосується чисельності і концентрації фосфат-іонів для чотирьох з виявлених видів *E. chrysemydis*, *E. bimarginata*, *E. thinemanni* та *O. articulata*, то відповідні коефіцієнти кореляції становили $-0,31$, $-0,38$, $0,32$ та $0,34$.

Висновки

1. Для сезонної динаміки чисельності перітрих ОС характерно два піки чисельності, що припадають на початок весни та зиму.

2. До основних чинників, що впливають на чисельність цих інфузорій можна віднести температуру, концентрацію розчиненого кисню, муловий індекс, концентрацію нітрат-, нітрит-іонів та іонів амонію.

3. В різні сезони року в ОС спостерігається зміна домінуючих видів круговійчастих інфузорій. Весною такими видами були *E. plicatilis*, *V. convallaria*, *V. striata*, *Z. parasiticum*, влітку – *E. bimarginata*, *E. chrysemydis*, *O. articulata*, *V. microstoma*, *V. striata*, *V. convallaria*, *V. alba*, *C. batorligetiense*, восени – *E. plicatilis*, *E. entzii*, *E. thinemanni*, *O. articulata*, *O. coarctata*, *V. convallaria*, *V. microstoma*, *V. striata*, *V. alba*, зимою – *E. plicatilis*, *E. entzii*, *E. thinemanni*, *E. coronata*, *V. convallaria*, *V. microstoma*.

4. Сезонні зміни чисельності окремих видів перітрих зумовлені зміною таких параметрів активного мулу, як температура, рН, концентрація розчиненого кисню, концентрація іонів амонію, нітрат-іонів та фосфат-іонів.

Перспективи подальших досліджень

Продовжувати досліджувати видовий склад, екологічні особливості перітрих ОС. Отримані дані про динаміку видового складу й чисельності круговійчастих інфузорій доповнять сучасні відомості про основні закономірності функціонування таксоцену перітрих як одного з компонентів біоценозу активного мулу.

Література

1. Банина Н.Н. Ciliata в очистных сооружениях бытовых и смешанных сточных вод / Н.Н. Банина // Протозоология: простейшие активного ила. – Л. : Наука, 1983. – Вып. 8. – С. 76–86.
2. Банина Н.Н. Кругоресничные инфузории как индикаторные организмы в сооружениях биологической очистки сточных вод (аэротенка) / Н.Н. Банина // Экология морских и пресноводных простейших : тезисы докл. 2-го Всесоюз. симп. протозоологов. – Ярославль : Б.и., 1989. – С. 11.
3. Жмур Н.С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : Луч, 1997. – 172 с.
4. Истомина Л.П. О видовом составе простейших и водорослей активного ила сточной воды, очищенной в аэротенках / Л.П. Истомина, А.Г. Кириченко, Е.Г. Ракитин // Гидробиол. журн. – 1973. – Т. 9. – № 5. – С. 43–48.
5. Константиненко Л.А. Peritrichia в біоценозі активного мулу очисних споруд / Л.А. Константиненко // Молодь і поступ біології : зб. тез II міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів, 21–24 березня 2006 р. – Львів, 2006. – С. 253.

-
6. *Константиненко Л.А.* Видовий склад перітрих (*Ciliophora, Peritrichia*) активного мулу очисних споруд з різним складом стічних вод / *Л.А. Константиненко* // Вісник ДАУ. – 2007. – № 1 (18). – С. 270–276.
 7. *Константиненко Л.А.* Круговійчасті інфузорії (*Ciliophora, Peritrichia*) в аеротенках очисних споруд м. Житомир / *Л.А. Константиненко* // Вестник зоологии. – 2007. – Т. 41. – № 2. – С. 169–174.
 8. *Мамаева Н.В.* Фауна організмів активного ила / *Н.В. Мамаева* // Биология внутренних вод : информ. бюл. – Л. : Наука, 1970. – № 8. – С. 38–39.
 9. *Мамаева Н.В.* Изменение состава и численности организмов активного ила в зависимости от условий сточных вод / *Н.В. Мамаева* // Протозоология: простейшие активного ила. – Л. : Наука, 1983. – Вып. 8. – С. 125–129.
 10. Роль простейших в биологической очистке сточных вод нефтехимической промышленности / *А.Д. Стром, И.П. Данилевская, И.Ф. Тихонрук и др.* // Гидробиол. журн. – 1974. – Т. 10. – № 2. – С. 49–54.
 11. *Biernacka I.* Zmiany sezonowe fauny pierwotniaków w osadzie czynnym w oczyszczalni na Zaspie w Gdańsku / *I. Biernacka* // Polskie Archiwum Hydrobiol. – 1959. – Vol. 5. – № 2. – P. 51–69.
 12. *Ettl M.* The Ciliate Community (Protozoa: Ciliophora) of a Municipal Activated Sludge Plant: Interactions between Species and Environmental Factors / *M. Ettl* // Protozoological Monographs. – 2000. – Vol. 1. – P. 1–62.
 13. *Madoni P.* Estimation of the size of freshwater ciliate populations by sub-sampling technique / *P. Madoni* // Hydrobiologia. – 1984. – Vol. 111. – P. 201–206.
 14. *Madoni P.* The structure of Ciliated Protozoa communities in biological sewage-treatment plants / *P. Madoni, F. Ghetti* // Hydrobiologia. – 1981. – Vol. 83. – P. 207–215.
-