

4. Grechushkina N. A. Rastitelnye soobshchestva narushennykh mestoobitaniy na Azovskom poberejye Rossii / Grechushkina N. A., Golub V. B., Sorokin A. N. // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2012. – T. 14, № 1 (10). – S. 2545–2548.
5. Korjnevskiy V. V. Rastitelnost Kerchenskikh opolzney (Class *Agropyreteae repens*) / Korjnevskiy V. V., Kliukin A. A. // Trudy Nikit. botan. sada. – 1997. – T. 117. – S. 92–110.
6. Tyshchenko O. V. Roslynnist prymorskykh kis pivnichnogo uzberezhzhia Azovskogo moria / Oksana Vasylyvna Tyshchenko. – K.: Fitosociotsentr, 2006. – 156 s.
7. Westhoff V. The Braun-Blanquet approach / Westhoff V., Van der Maarel E. // Ordination and classification of communities. – The Hague, 1973. – P. 619–737.
8. Hill M. O. Twinspan – a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes / M. O. Hill. – Ithaca : NY, 1979. – 48 p.
9. Tichý L. Juice, software for vegetation classification / Tichý L. // J. Veg. Sci. – 2002. – Vol. 13. – P. 451–453.
10. Onyshchenko V. A. Nova compyuterna programa dlia roboty z geobotanichnymy opysamy / Onyshchenko V. A. // Problemy botaniky i mikologii na porozi tretioho tysiacholittia : Mat-ly X zyzdu UBT (m. Poltava, 22–23 travnia 1997 g.). – Kyiv-Poltava, 1997. – S. 226.
11. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / Sergey Mosyakin & Mykola Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 346 p.
12. Dubyna D. V. Syntaksonomiya roslynnosti ostroviv Azovo-Syvashskogo natsionalnogo pryrodnogo parku. Klassy *Festuco-Brometea*, *Agropyreteae repens*, *Chenopodietae*, *Artemisietae vulgaris* / Dubyna D. V., Dziuba T. P. // Chornomor. botan. jurn. – 2007. – T. 3, №1. – S. 30–43.

УДК 593.175:627.88(477.42)

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ЖИВЛЕНИЯ КРУГОВИЙЧАСТИХ ИНФУЗОРИЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ОЧИСНИХ СПОРУД

Константиненко Л. А.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

10008, Україна, Житомир, вул. В. Бердичівська, 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

Досліджена залежність інтенсивності живлення круговійчастих інфузорій від значень гідрохімічних показників активного мулу очисних споруд, на яких здійснюється очистка промислових стоків. Для трьох із досліджених видів, *Carchesium batorliqetiense*, *Vorticella microstoma* та *V. submicrostoma*, встановлена пряма залежність між значеннями КЧВ та концентрацією розчинного кисню в змішаній рідині активного мулу. Для *Puxicola affinis*, *Thuricola similis* та *Epistylis longicaudatum* – обернена залежність між значеннями КЧВ та муловим індексом. Обернена залежність між значеннями КЧВ та активної реакції середовища встановлена для чотирьох видів круговійчастих інфузорій, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliqetiense*. Встановлена відмінність інтенсивності живлення перітрих у процесі очистки побутових та промислових стічних вод.

Ключові слова: круговійчасті інфузорії, активний мул, інтенсивність живлення, квадрат числа травних вакуоль.

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПИТАНИЯ КРУГОРЕСНИЧНЫХ ИНФУЗОРИЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Константиненко Л. А.

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

10008, Украина, Житомир, ул. В. Бердичевская, 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

Исследована зависимость интенсивности питания кругоресничных инфузорий от значений гидрохимических показателей активного ила очистных сооружений, где происходит очистка промышленных стоков. Для трёх исследованных видов, *Carchesium batorliquetiense*, *Vorticella microstoma* та *V. submicrostoma*, установлена прямая зависимость интенсивности питания от концентрации растворённого кислорода в смешанной жидкости активного ила. Для *Pyxicola affinis*, *Thuricola similis* та *Epistylis longicaudatum* – обратная зависимость между значениями квадрата числа пищеварительных вакуолей и иловым индексом. Обратная зависимость между интенсивностью питания и активной реакцией среды установлена для четырёх видов кругоресничных инфузорий, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliquetiense*. Установлено отличие интенсивности питания перитрих в процессе очистки бытовых и промышленных сточных вод.

Ключевые слова: кругоресничные инфузории, активный ил, интенсивность питания, квадрат числа пищеварительных вакуолей

THE EVALUATION OF THE PERITRICHIA (CILIOPHORA, PERITRICHIA) NUTRITION RATE IN THE SEWAGE TREATMENT PLANT

Konstantynenko L.A.

Zhytomyr Ivan Franko State University

10008, Ukraine, Zhytomyr, V. Berdychivska str., 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

The peritrichous infusoria – is one of the main organism groups in activated sludge in the sewage treatment plant. As the result of their filtering activity sewage cleaning takes place, activated sludge flakes structural characteristics ameliorate. The peritrichia indicative meaning is important too. They react to sewage treatment plant technological regime changes both morphologically and physiologically. That's why we suggest using their nutrition rate – the square number of food vacuoles – for evaluation of cleaning sewage quality.

Nutrition in peritrichia goes with certain rhythm. Maximum nutrition intensity is registered in favourable environmental conditions. In unfavourable conditions infusoria stop their nutrition and sewage water cleaning deteriorates. Earlier we evaluated some peritrichia species nutrition rate in activated sludge from aerotanks with sewage water from dwelling quarters. But we didn't investigate this index in activated sludge of industrial sewage.

The aim of this work is to investigate the dependence of peritrichia nutrition rate on hydrochemical indices of activated sludge from industrial sewage.

The activated sludge was investigated every season during 2007-2013. 250 samples were taken. The samples were taken from aerotanks in two sewage treatment plants in Zhytomyr. On the first plant sewage water mainly from dwelling quarters was collected, while in the second – from industrial enterprises, such as meat-processing factory, plants where plastic windows and bags are produced, etc. The peritrichia were investigated in living state. The activated sludge was constantly aerated in the laboratory. To investigate the nutrition rate activated sludge was poured into Petri cups (d=3,5 cm) 2,5 ml each, then 0,01 ml of liquid black ink "Gamma" (Moscow, Russia) was added and after 10 minute exposition the number of food vacuoles with ink was calculated. As the index of peritrichia nutrition rate we used square number of food vacuoles. Obtained data were processed with STATISTICA 6,0 program.

All in all 26 peritrichia species were registered in activated sludge of these plants. Average indices of peritrichia nutrition rate in these two Zhytomyr plants were analyzed during the whole period. Nutrition rates and their dependence on activated sludge hydrochemical indices were investigated in the following species: *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758), *V. alba* Fromentel, 1874, *V. submicrostoma* Ghosh, 1922, *V. microstoma* Ehrenberg, 1830, *Carchesium batorliquetiense* Stiller, 1953, *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831, *E. longicaudatum* Banina, 1983, *E. entzii* Stiller, 1935, *E. epibioticum* Banina, 1983, *E. coronata* Nusch, 1970, *Thuricola similis* Bock, 1963 та *Pyxicola affinis* Kent, 1881.

The highest average indices of nutrition rate are in peritrichia colonial forms: *E. plicatilis* (108,59), *E. entzii* (82,59), *E. longicaudatum* (72,07) та *E. coronata* (57,02). In our opinion it's the result of mutual activity of zooids from one colony. Approximately equal nutrition rate is in *V. alba* (24,83), *V. convallaria* (19,38), *C. batorliquetiense* (27,74), *P. affinis* (21,65) and *T. similis* (22,30). The lowest indices of nutrition rate are in such species as *V. microstoma* (11,24) та *V. submicrostoma* (12,92). Amongst the colonial forms the lowest average nutrition rate index is in *E. epibioticum* (26,56) due to zooids smaller size. According to the investigation results peritrichia nutrition rate greatly slows down during sewage cleaning technological regime breach. One of the reasons is hydrobionts intoxication with toxic substances from primary settling tank in which fresh sediments were not removed thoroughly. In such conditions peritrichia activity lowers, their peristoms draw into and the cilia movements become sluggish. It results in lower number of food vacuoles the square of which is the nutrition rate index. Also, if the cleaning regime changes, hydrochemical indices such as dissolved oxygen, active environmental reaction which directly influence peritrichia nutrition rate change too.

The dependence of peritrichia nutrition rate on activated sludge hydrochemical indices is researched. In all researched species the direct dependence of square number of food vacuoles and the dissolved oxygen in activated sludge is established. But for majority of them the correlation coefficients were less than 0,2. The low correlation can be explained by the constant dissolved oxygen level maintained by workers for normal sewage cleaning. Only in *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma* correlation coefficients are 0,75, 0,60 and 0,35, that's why the square number of their food vacuoles can be recommended as the indicator of oxygen level in aerotank sewage.

Inverse dependence in nutrition rate and sludge indices is clearly seen in such species as *P. affinis*, *T. similis* and *E. longicaudatum*. Their correlation coefficients are $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ accordingly. These three species are more sensitive to pressure change and quickly react to sludge reloading with low nutrition rate. That's why square number of their food vacuoles can be recommended as indicator of AS pressure.

S.I. Metalnikov admitted increase of nutrition rate in paramecium in low-acid environment and its decrease in low-alkaline one. The same tendency is observed in peritrichia in activated sludge. In our research the pH level was constant. The highest inverse dependence in nutrition rate and pH level is in *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliqetiense*. Their correlation coefficients are $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ and $-0,38$ accordingly/

The results of our research show great difference in peritrichia nutrition rate in two sewage treatment plants. All peritrichia species have lower square number of food vacuoles in industrial sewage if compared with that from dwelling quarters. Most probably it is connected with industrial sewage toxicity.

The further investigation of peritrichia nutrition rate, enlisting indicative species for registering fluctuations of activated sludge hydrochemical indices, establishment of peritrichia indicative species in industrial sewage are promising. It is important to implement the investigation results into the practice of sewage cleaning monitoring for quick reactions to technological regime violations.

Key words: peritrichia, activated sludge, nutrition rate, square number of food vacuoles

ВСТУП

Кругові часті інфузорії складають основну групу одноклітинних в активному мулі (АМ) очисних споруд [1, 2]. Важливим наслідком їхньої фільтраційної діяльності є знищення бактерій, у тому числі і хвороботворних, освітлення очищеної води. Така діяльність інфузорій значною мірою допомагає формуванню пластівців АМ і покращує його структурні властивості [3, 4]. Важливе й індикаторне значення перітрих активного мулу [3, 4, 5]. Вони морфологічно і фізіологічно реагують на зміни технологічного режиму роботи очисних споруд. Саме тому і запропоновано використовувати показник інтенсивності їх живлення – квадрат числа травних вакуоль (КЧВ) для визначення якості очистки стічних вод [6, 7, 8].

Процес живлення в інфузорій відбувається з певною ритмічністю. Максимальна інтенсивність живлення спостерігається за наявності сприятливих умов середовища [5]. У випадку, коли умови середовища несприятливі, інфузорії перестають жити, відповідно погіршується очистка стічних вод. Попередньо нами здійснювалась оцінка інтенсивності живлення деяких видів перітрих, що населяють активний мул очисних споруд, але лише тих, де відбувається очистка побутових стоків [9, 10]. Дослідження залежності інтенсивності живлення перітрих від складу стічних вод до цього не проводились.

Метою роботи було дослідити залежність інтенсивності живлення кругові частих інфузорій від гідрохімічних показників АМ очисних споруд, де відбувається очистка промислових стоків.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження активного мулу проводили кожного сезону впродовж 2007-2013 років. Усього відібрано 250 проб. Проби відбирали в аеротенках двох очисних споруд каналізації (ОСК №1 та ОСК №2) м. Житомира. На перших проходить очистка переважно побутових стічних вод (продукти життєдіяльності людини), на інших – промислових. На ОСК №2 очищуються стічні води, що містять стоки м'ясокомбінату, підприємств, де виготовляють металопластикові вікна, поліетиленові мішки та ін. АМ зачерпували ковшем із глибини 0,5-1 м і відразу доставляли до лабораторії у відкритій скляній посудині. Перітрих вивчали в живому стані під мікроскопом МБР-3 (збільшення 150-600 разів). У лабораторії АМ постійно аерували. Для вивчення інтенсивності живлення кругові частих інфузорій АМ розливали в чашки Петрі ($d = 3,5$ см) по 2,5 мл, по черзі додавали по 0,01 мл рідкої чорної

туші «Гамма» (Москва, Росія) і через 10 хв. експозиції підраховували кількість травних вакуоль, що містять часточки туші. Як показник інтенсивності живлення перітрих використовували значення КЧВ [6, 7, 8]. Дослідження інтенсивності живлення та її залежності від значень гідрохімічних показників АМ проводили у таких видів: *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758), *V. alba* Fromentel, 1874, *V. submicrostoma* Ghosh, 1922, *V. microstoma* Ehrenberg, 1830, *Carchesium batorliqetiense* Stiller, 1953, *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831, *E. longicaudatum* Banina, 1983, *E. entzii* Stiller, 1935, *E. epibioticum* Banina, 1983, *E. coronata* Nusch, 1970, *Thuricola similis* Bock, 1963 та *Pyxicola affinis* Kent, 1881.

Кількісні дані оброблено за допомогою програми STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За весь період дослідження проаналізовано середні значення інтенсивності живлення круговічастих інфузорій двох очисних споруд м. Житомира (рис. 1). Всього зареєстровано в АМ цих споруд 26 видів круговічастих інфузорій [10]. Найбільш високі середні показники інтенсивності живлення (КЧВ) характерні для колоніальних форм круговічастих інфузорій: *E. plicatilis* (108,59), *E. entzii* (82,59), *E. longicaudatum* (72,07) та *E. coronata* (57,02). Приблизно однакова інтенсивність живлення спостерігалася у *V. alba* (24,83), *V. convallaria* (19,38), *C. batorliqetiense* (27,74), *P. affinis* (21,65) та *T. similis* (22,30). Найнижчий показник інтенсивності живлення належить представникам таких поодиноких видів, як *V. microstoma* (11,24) та *V. submicrostoma* (12,92). Серед колоніальних форм найменший середній показник інтенсивності живлення притаманний *E. epibioticum* (26,56).

Найвищі показники інтенсивності живлення (57,2-108,6) притаманні саме колоніальним формам перітрих. Це є, на нашу думку, наслідком спільної діяльності зооїдів однієї колонії. Зменшення показників інтенсивності живлення (11,2-26,56) видів, *V. microstoma*, *V. submicrostoma* та *E. epibioticum*, ймовірно, пов'язано із відносно меншими розмірами зооїдів цих перітрих.

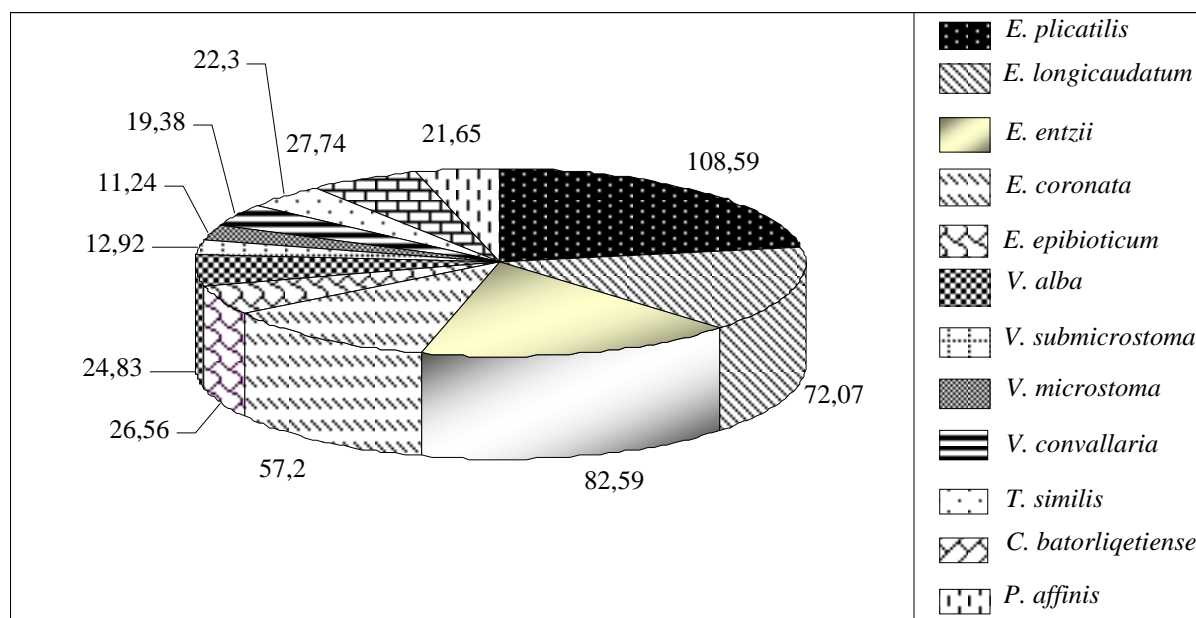


Рис. 1. Середні значення КЧВ круговічастих інфузорій за період дослідження

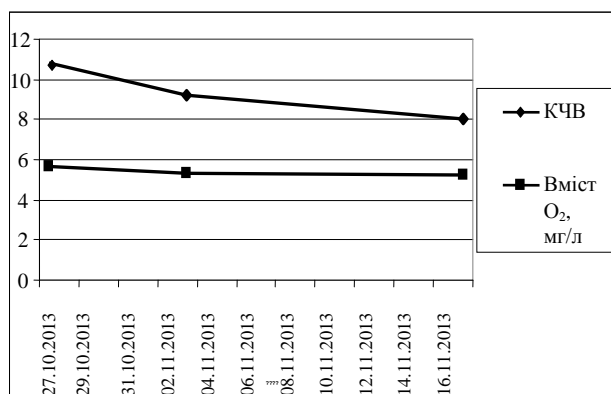
За результатами досліджень встановлено, що інтенсивність живлення круговічастих інфузорій значно знижується при порушенні технологічного режиму роботи ОСК [9, 10]. Однією з причин такого зниження є інтоксикація гідробіонтів токсичними речовинами, які утворюються в первинних відстійниках при недостатньому видаленні з них сирого осаду [5]. За таких умов активність перітрих знижується, їх перистоми часто втягуються, а робота

війок послаблюється. Це призводить до зменшення кількості травних вакуоль і відповідно КЧВ, що є показником інтенсивності їх живлення.

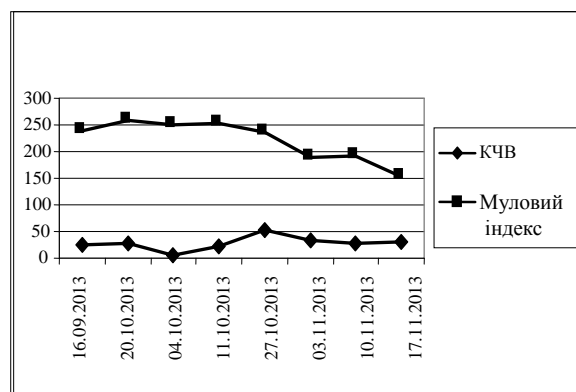
Крім того, при зміні режиму очистки, значною мірою змінюються значення основних гідрохімічних показників, таких як вміст розчиненого у воді кисню, активна реакція середовища і навантаження, які безпосередньо впливають на активність живлення інфузорій [5].

Для всіх досліджуваних видів встановили пряму залежність між значеннями КЧВ та вмістом розчиненого кисню в АМ. Проте для більшості з них коефіцієнти кореляції були меншими за 0,2. Низьку кореляцію можна пояснити тим, що концентрація розчиненого кисню в АМ підтримується працівниками очисних споруд приблизно на одному рівні, що є необхідною умовою нормального ходу процесу очистки [5]. Лише для *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma* коефіцієнти кореляції мають відповідно такі значення: 0,75, 0,60 та 0,35 (рис. 2). Незначні коливання концентрації розчиненого кисню, ймовірно, призводять до змін значення КЧВ у трьох згаданих видів, тому КЧВ даних видів можна рекомендувати використовувати як індикатор вмісту кисню в змішаній рідині аеротенків, у яких і відбувається біологічна очистка стічних вод.

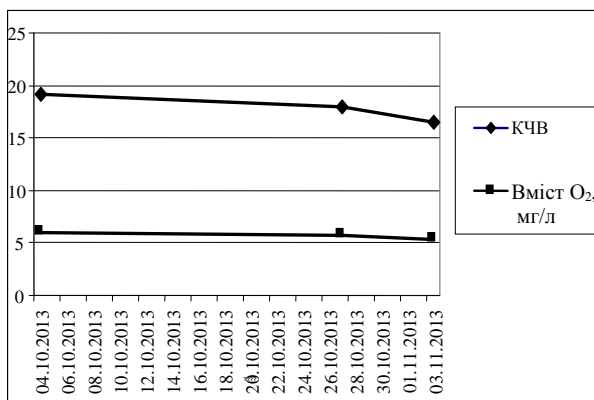
Чітко виражена обернена залежність інтенсивності живлення від значення мулового індексу у таких видів, як *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum* (рис. 3). Коефіцієнти кореляції між цими показниками становлять $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ відповідно для трьох згаданих видів. Для *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *C. batorliqetiense*, *E. entzii* та *E. coronata* залежність інтенсивності живлення від значення мулового індексу незначна. Коефіцієнти кореляції між цими показниками становили менше ніж $-0,30$. Це пояснюється тим, що дані види є менш вимогливими до змін навантаження та здатні пристосуватись до перевантаження. Три види, *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum*, є більш чутливі до зміни навантаження, і при перевантаженні активного мулу швидко реагують на нього зниженням інтенсивності живлення. Тому КЧВ даних видів можна рекомендувати використовувати як індикатор навантаження на АМ. Стосовно інших видів можна припустити, що зміна КЧВ була пов'язана з дією якогось іншого зовнішнього чинника.



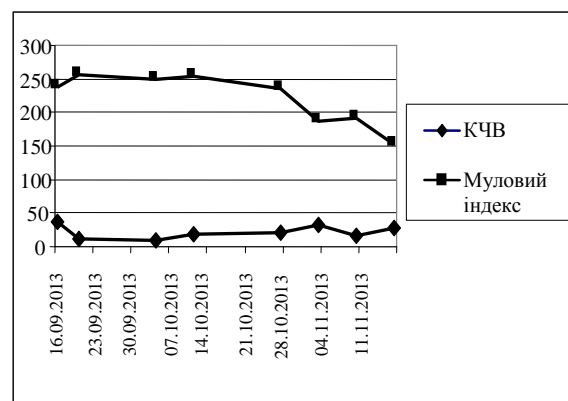
а



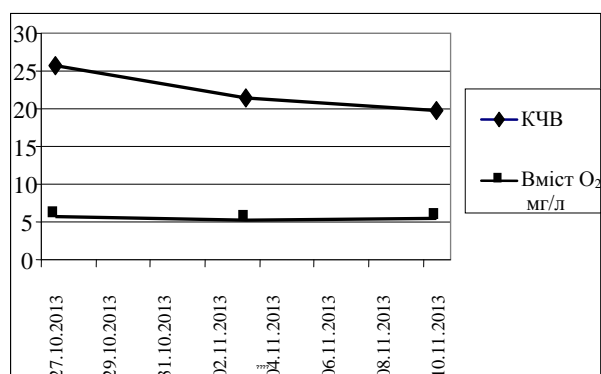
а



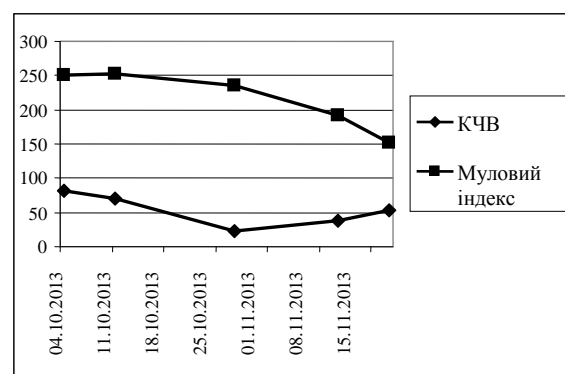
b



b



c

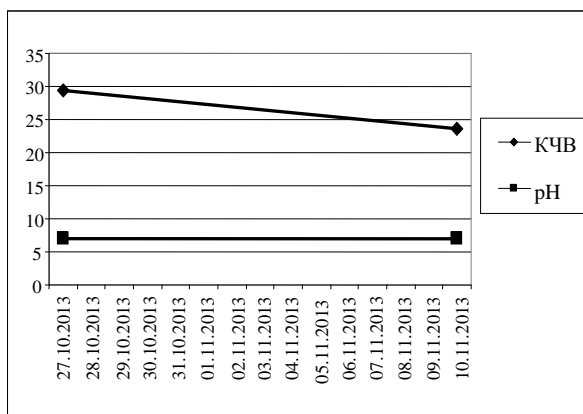


c

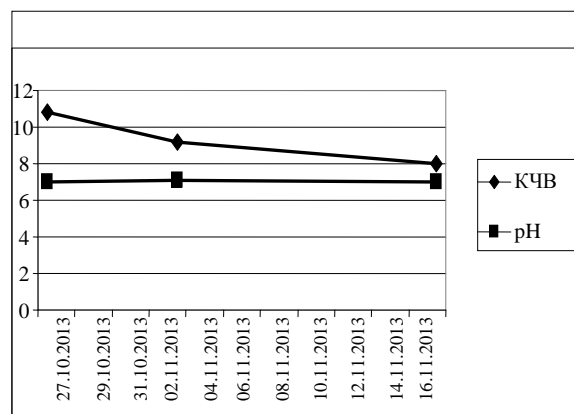
Рис. 2. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від вмісту розчиненого кисню:
 a – *V. submicrostoma*,
 b – *V. microstoma*,
 c – *C. batorliquetiense*

Рис. 3. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від значення мулового індексу:
 a – *T. similis*,
 b – *P. affinis*,
 c – *E. Longicaudatum*

Ще С. І. Метальников [11] помітив, що слабокисле середовище підвищує інтенсивність живлення в парамецій, тоді як слаболужне, навпаки, знижує її. Подібна картина спостерігалась і в інфузорій АМ. Результати наших досліджень показують, що значення рН підтримувалося приблизно на одному рівні впродовж періоду дослідження. Найтісніший обернений зв'язок між інтенсивністю живлення і значенням рН виявився у *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliquetiense* (рис. 4). Коефіцієнти кореляції між цими показниками становили відповідно $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ та $-0,38$.



a



b

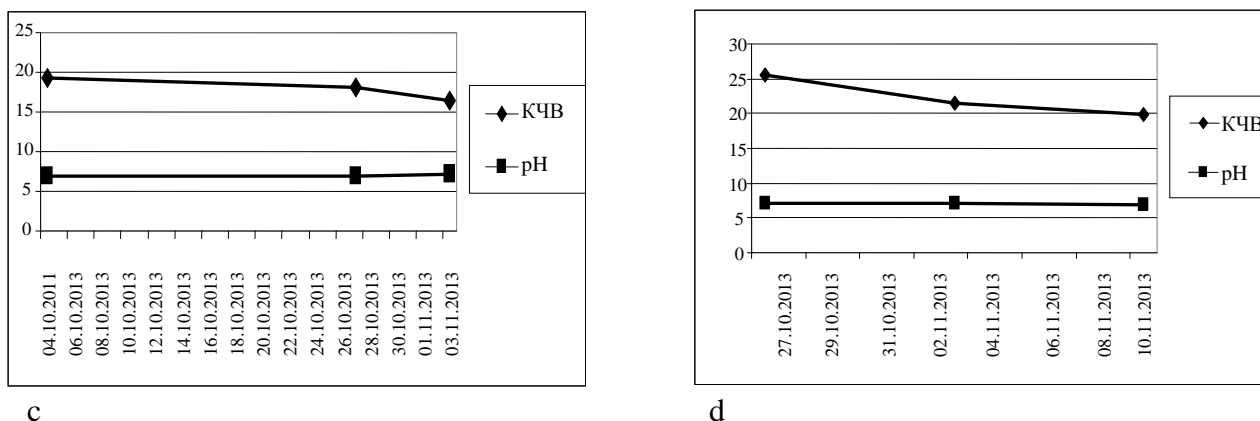


Рис. 3. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від значення рН середовища: а – *E. coronata*, б – *V. submicrostoma*, в – *V. microstoma*, г – *C. batorliqetiense*

За результатами досліджень було встановлено, що інтенсивність живлення круговічастих інфузорій в ОСК-1 та в ОСК-2 різко відрізняється. Значення критерію Стюдента двох вибірок представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення критерію Стюдента при порівнянні показників інтенсивності живлення перітрих ОСК-1 і ОСК-2 м. Житомира

Назва виду	Середні показники інтенсивності живлення (КЧВ)		t – критерій	p
	ОСК-1	ОСК-2		
<i>E. plicatilis</i>	174,56±21,40	108,58±15,16	2.97	0.005
<i>E. longicaudatum</i>	116,00±11,08	72,92±10,83	2.75	0.010
<i>V. microstoma</i>	24,44±5,08	11,24±0,37	2.43	0.021
<i>V. submicrostoma</i>	43,83±9,67	12,91±1,45	2.35	0.037
<i>V. convallaria</i>	39,94±8,74	19,35±3,16	2.45	0.026

Для всіх видів р становить менше 0,05. Це свідчить про те, що гіпотеза стосовно нижчих значень показників інтенсивності живлення круговічастих інфузорій в очисних спорудах, де відбувається очищення промислових вод, порівняно із значеннями інтенсивності живлення перітрих очисних споруд, де відбувається очищення переважно побутових вод, підтверджується. Найбільш ймовірно, що це пов'язано із токсичністю промислових стоків.

Перспективним у майбутньому є подальше дослідження інтенсивності живлення інших перітрих, розширення списку рекомендованих індикаторних видів відхилень від оптимальних значень гідрохімічних показників активного мулу та виявлення серед круговічастих інфузорій видів-індикаторів якісного складу промислових стоків. Важливим є подальше впровадження результатів наших досліджень у практику з метою контролю за якістю очистки стічних вод та швидкого реагування на зміни технологічного режиму роботи очисних споруд.

ВИСНОВКИ

1. Найбільші середні значення показників інтенсивності живлення (КЧВ) притаманні саме колоніальним формам круговічастих інфузорій: *E. plicatilis*, *E. entzii*, *E. longicaudatum* та *E. coronata*.

2. Для трьох із досліджених видів, *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma*, встановлена пряма залежність між значеннями КЧВ та концентрацією розчинного кисню в змішаній рідині активного мулу. Коефіцієнти кореляції становлять 0,75, 0,60 та 0,35 відповідно.
3. Для трьох із досліджених видів, *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum* встановлена обернена залежність між значеннями КЧВ та муловим індексом, відповідно і навантаженням на активний мул. Коефіцієнти кореляції становлять $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ відповідно.
4. Для чотирьох видів, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. Batorliqetiense*, встановлена обернена залежність між значеннями КЧВ та активної реакції середовища. Коефіцієнти кореляції становлять $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ та $-0,38$ відповідно.
5. Для усіх досліджених видів встановлено, що інтенсивність їх живлення в очисних спорудах, де відбувається очистка промислових стічних вод менша, ніж інтенсивність живлення їх в очисних спорудах, у яких очищуються побутові стоки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Банина Н. Н. Тип Инфузории / Н. Н. Банина // Фауна аэротенков: атлас. – Л.: Наука, 1984. – С. 136–186.
2. Банина Н. Н. Сидячие перитрихи как эбионтные организмы / Н. Н. Банина, И. Л. Бойцова, Л. А. Полякова // Изв. ГОСНИОРХ. – 1977. – Т. 119. – С. 53–73.
3. Curds C. R. The Role of Protozoa in the Activated-Sludge Process / C. R. Curds // Amer. Zool. – 1973. – Vol. 13. – P. 161–169.
4. Curds C. R. Protozoa in biological sewage-treatment processes. II. Protozoa as indicators in the activated-sludge process / C. R. Curds, A. Cockburn // Water Res. – 1970. – Vol. 4. – P. 237–249.
5. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: Луч, 1997. – 172 с.
6. Константиненко Л. А. Новый показатель интенсивности питания перитрих (Ciliophora, Peritrichia) в условиях очистных сооружений / Л. А. Константиненко, И. В. Довгаль // Вестник зоологии. – 2007. – Т. 41, № 6. – С. 437–443.
7. Пат. Україна, МПК С 02 F 3/34, G01 N 33/18. Спосіб визначення якості роботи систем очистки стічних вод / Л. А. Константиненко, І. В. Довгаль; С. Ю. Шевчук. – N 95441 – Заяв. 29.05.2007; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15. – 4 с.
8. Konstantynenko L. A. The nutrition rates in peritrichous ciliates (Ciliophora, Peritrichia) under conditions of the treatment facilities of Zhytomir (Ukraine) / L. A. Konstantynenko, I. V. Dovgal // Natura montenegrina. – 2009. – Vol. 8 (2). – P. 51–61.
9. Константиненко Л. А. Залежність інтенсивності живлення перитрих (Ciliophora, Peritrichia) від гідрохімічних показників активного мулу / Л. А. Константиненко // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – № 4. – С. 64–69.
10. Константиненко Л. А. Круговійчасті інфузорії (Ciliophora, Peritrichia) очисних споруд Житомира: дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.08 / Константиненко Людмила Анатоліївна. – Житомир, 2008. – 198 с.
11. Метальников С. И. К физиологии внутриклеточного пищеварения у простейших / С. И. Метальников // Изв. С-Пб. биол. лаб. – 1911. – Т. 11, № 4. – С. 3–121.

REFERENCES

1. Banina N. N. Tip Infusorii / N. N. Banina // Fauna aerotenvok: atlas. – L.: Nauka, 1984. – S. 136–186.
2. Banina N. N. Sidyachie peritrikhi kak epibiontnye organizmy / N. N. Banina, I. L. Boytsova, L. A. Polyakova // Izv. GOSNIORKH. – 1977. – T. 119. – S. 53–73.
3. Curds C. R. The Role of Protozoa in the Activated-Sludge Process / C. R. Curds // Amer. Zool. – 1973. – Vol. 13. – P. 161–169.
4. Curds C. R. Protozoa in biological sewage-treatment processes. II. Protozoa as indicators in the activated-sludge process / C. R. Curds, A. Cockburn // Water Res. – 1970. – Vol. 4. – P. 237–249.
5. Zhmur N. S. Upravlenie protsessom i kontrol rezultata ochistki stochnykh vod na soopuzheniyakh s aerotenkami / N. S. Zhmur. – M.: Luch, 1997. – 172 s.
6. Konstantinenko L. A. Novyy pokazatel intensivnosti pitaniya peritrikh (Ciliophora, Peritrichia) v usloviyakh ochistnykh sooruzheniy / L. A. Konstantinenko, I. V. Dovgal // Vestnik zoologii. – 2007. – T. 41, № 6. – S. 437–443.
7. Pat. Ukrayina, MPK C 02 F 3/34, G01 N 33/18. Spocib vyznachennya yakosti roboty system ochystky stichnykh vod / L. A. Konstantinenko, I. V. Dovgal; S. Yu. Shevchuk. – N 95441 – Zayav. 29.05.2007; opubl. 10.08.11, Byul. № 15. – 4 s.
8. Konstantynenko L. A. The nutrition rates in peritrichous ciliates (Ciliophora, Peritrichia) under conditions of the treatment facilities of Zhytomir (Ukraine) / L. A. Konstantynenko, I. V. Dovgal // Natura montenegrina. – 2009. – Vol. 8 (2). – P. 51–61.
9. Konstantynenko L. A. Zalezhnist intensyvnosti zhyvlennya peritriykh (Ciliophora, Peritrichia) vid gidrokhimichnykh pokaznykiv aktyvnogo mulu / L. A. Konstantinenko // Nauk. zap. Ternop. ped. un-ru. Ser. Biol. – 2010. – № 4. – S. 64–69.
10. Konstantynenko L. A. Krugoviychasti infuzoriyi (Ciliophora, Peritrichia) ochysnykh sporud Zhytomyra: dys. ... kandydata biol. nauk: 03.00.08 / Konstantynenko Lyudmyla Anatoliyivna. – Zhytomir, 2008. – 198 s.
11. Metalnikov S. I. K fiziologii vnutrikletochnogo pishevareniya u prosteyshikh / S. I. Metalnikov // Izv. S-Pb. biol. lab. – 1911. – T. 11, № 4. – S. 3–121.

УДК 581. 524. 1

ОНТОГЕНЕТИЧНИЙ РОЗВИТОК ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В РІЗНИХ ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Скляр В.Г.

Сумський національний аграрний університет

40021, Україна, Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160

skvig@mail.ru

Розглянуті основні особливості онтогенетичного розвитку дуба звичайного в лісах Новгород-Сіверського Полісся. Показано, що існування дуба в абсолютній більшості лісових фітоценозів регіону супроводжується проявом незавершеного онтогенезу та переходом частини особин в стан торчків. Особливості онтогенетичного розвитку дуба узагальнені в ряді моделей. Надано інформацію про характерні особливості онтогенетичної структури популяції дуба звичайного в різних лісорослинних умовах регіону досліджень.

Ключові слова: онтогенез, лісові фітоценози, дуб звичайний, Новгород-Сіверське Полісся