

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

*На правах рукопису*

АНДРУЩИШИН  
Оксана Петрівна

ІНФУЗОРІЇ ПРИДОННОГО ШАРУ ВОДОЙМ  
ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

03.00.18 - Гідробіологія

АВТОРЕФЕРАТ  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук

Київ - 1996



Дисертація є рукопис 00344020 (D)

Робота виконана у Львівському державному  
університеті  
ім. Івана Франка

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК :**

кандидат біологічних наук, доцент

*І.Т.Олексів***ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ :**

доктор біологічних наук

*В.В.Поліщук*

кандидат біологічних наук

*А.А.Небрат***ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ :***Чернівецький державний університет**імені Ю.Федьковича*Захист відбудеться " *28* " *січня* 1997 р.о *10* ..... годині

на засіданні Спеціалізованої Вченої Ради Д 01.77.01  
Інституту гідробіології НАН України (254210, Україна,  
Київ-210, пр. Героїв Сталінграду, 12)

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці  
Інституту гідробіології НАН України

Автореферат розісланий " *25* " *грудня* 1996 р.

Вчений секретар

Спеціалізованої Вченої Ради

кандидат біологічних наук

*Н.М.Смірнова*

046-30.670

### 1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

*Актуальність і ступінь дослідженості проблеми.* Війчасті найпростіші (Ciliophora, Doflein, 1901) широко розповсюджені в усіх біотопах і природних зонах, освоїли морські (Бурковський, 1978) та прісноводні водойми (Чорик, 1990). Вони є інтегрально-функціональною ланкою між живими системами будь-якого гідробіоценозу, складають значну частину біологічної продукції, відіграють важливу роль у кругообігу біогенних елементів, а також у продукційно-деструкційних процесах (Олексів, 1985; Ковальчук, 1994), і є показовими при оцінці санітарно-біологічного статусу поверхневих вод суші (Олексів, 1992). Найбільш повно на Україні вивчені інфузорії великих водойм басейну Дніпра (А.А.Небрат, А.А.Ковальчук, Р.В.Бабко), Дунаю і Дністра (А.А.Ковальчук). Водойми ставкового типу досліджували В.М.Кравченко (Харківська, Сумська області), І.Т.Олексів (західний регіон). Інфузоріям придонного шару ставів спеціальна увага не приділялась.

В дисертації через спостереження за складом, життєдіяльністю і кількісною представленістю інфузорій у ставках дослідженнями в 1988-1992 р.р. ми ставили перед собою завдання сприяти розробці автоматизованої інформаційно-пошукової системи моніторингу якості води ставів, забруднених речовинами органічної природи і важкими металами; стеженням з'ясовували особливості поведінки окремих видів та їх біоценотичних сукупностей в умовах ставів, де проявляється визначальна роль органічного і хімічного забруднення у формуванні середовища. Увага приділялась ситуації у придонному шарі, де є великою депонуюча здатність донних відкладів і багато розчинених органічних речовин (ОР), які при поступанні в екосистему металів не встигають повністю зв'язати найтоксичніші іонні форми металу до того, як вони почнуть

поглинатися біотою (Жулидов, 1989). Дослідження інфузорій придонного шару показало, що це своєрідне угруповання з певними закономірностями в поведінці протягом року, сильно залежне від кисневих, світлових і харчових умов, його роль в продукційно-деструкційних процесах дуже велика.

В роботі, крім екологічних досліджень популяцій циліат, розглядаються також актуальні проблеми біотестування і використання інфузорій в якості показових тест-об'єктів.

**Мета роботи** : за матеріалом із ставів західних областей України проаналізувати видовий склад і екологічні особливості популяцій інфузорій придонного шару; визначити за допомогою індикаторних організмів рівень органічного забруднення ставів; оцінити їх роль у продукційно-деструкційних процесах. На прикладі інфузорій визначити токсичний вплив пестицидів, стоків багатокомпонентного складу, важких металів.

#### **Основні завдання :**

1. Популяційно-аналітичним підходом встановити видовий склад циліофауни придонного шару, її чисельність, біомасу, розмірну структуру, продукцію.
2. Виявити закономірності сезонної динаміки видового складу, сукцесійних процесів, які протікають у циліоценозах.
3. Проаналізувати роль інфузорій як індикаторів органічного забруднення ставів та у деструкційних процесах.
4. Дослідити морфо-фізіологічні відхилення у *Paramecium caudatum* Ehrb. під час інтоксикації деякими пестицидами, стічними водами багатокомпонентного складу, деякими пріоритетними забруднювачами - важкими металами та їх сумішами.

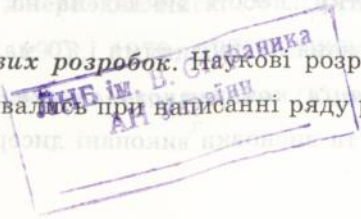
**Наукова новизна і теоретична значимість.** Вперше піддано глибокому аналізу поведінку популяцій інфузорій придонного шару

ставів. Всебічно досліджено цю специфічну за кисневими умовами ділянку водного стовпа. Детально розглянуто сезонні зміни розвитку 56 видів у часовому і просторовому режимах. Наводиться 31 вид інфузорій вперше для України і 66 - вперше для західного регіону. Експериментально встановлено індивідуальні ваги 157 видів циліат. При якісному і кількісному вивченні популяцій інфузорій запропоновано новий методичний прийом, який не відповідає традиційному.

Проаналізована наявна література з токсикології інфузорій. Вперше описано схему лабораторного регламенту токсикологічних експериментів з використанням *P. caudatum* як показового тест-об'єкту та досліджено вплив на інфузорій таких пестицидів, як ялан, базагран, карбофос, сатурн, ронстар, лентагран. Для цих пестицидів, стічних вод багатокомпонентного складу і хімічних елементів - Cu, Ni, Co, Cr, Ba, Mg та їх сумішей встановлено концентрації гостролетальні, хронічнолетальні і мінімальнолетальні та критерії токсичності - ряд морфо-функціональних змін інфузорій під впливом даних токсикантів.

*Практичне значення роботи.* В роботі детально описано алгоритм методичних прийомів, які потрібно використовувати при вивченні інфузорій, оскільки застосування у циліопланктології лише методу фільтрації живих проб на мембранних фільтрах або лише методу фіксації і відстоювання проб у камерах Утермоля не виправдане. Їхнє поєднання рекомендується як ефективний гідробіологічний прийом. Запропоновано лабораторний регламент тестування з використанням *P. caudatum* як показового тест-об'єкту та встановлено нелетальні концентрації деяких пестицидів і хімічних сполук.

*Реалізація наукових розробок.* Наукові розробки, викладені у дисертації, використовувались при написанні ряду розділів у звітах



з держбюджетних тематик, які виконувались у гідробіологічній лабораторії при кафедрі зоології Львівського держуніверситету. В їх числі три розділи збірника та методичні розробки. Деякі впровадження в практику здійснювались шляхом використання матеріалів роботи у трьох госпдоговірних темах, зокрема, вони застосовані у рибництві. На прикладі інфузорій встановлено, що за допомогою тест-організмів і тест-процедур можна визначити токсичність природних і стічних вод, яка не виявляється хіміко-аналітичними методами. За матеріалом з 8-ми цехів ВО "Кінескоп" доведено, що впровадження в практику контролю стічних вод біотеста *P. caudatum* дозволяє виділити найбільш токсичні компоненти і спрямувати їх на локальне знешкодження, визначити рівні безпечного розведення промстоків для встановлення гранично-допустимої концентрації (ГДК) стоків, які потрапляють в ріки, і вирішити ряд природоохоронних завдань.

*Апробація роботи.* Матеріали дисертації доповідались на : 1-й Всесоюз.конф. по рибогосп.токсикол., Рига, 1988; 5-й Всесоюз. конф. по водній токсикол., Одеса, 1988; ІУ з'їзді Всесоюз. гідробіол. товариства, Мурманськ, 1991; Конф. "Урбанізація як фактор змін біогеоценотичного покриву", Львів, 1994; Міжнародній нараді "Проблеми гідробіології континентальних вод і їх малакофауна", Санкт-Петербург, 1996.

*Публікації.* По темі дисертації опубліковано 10 робіт.

*Структура і об'єм роботи.* Дисертація складається з вступу, восьми розділів, висновків, списку літератури, що включає 420 джерел, і додатку. Робота викладена на 142 стор. машинописного тексту, ілюстрована 39 таблицями і 70 малюнками.

*Декларація конкретного внеску.* Всі матеріали зібрані, їх обґрунтування та висновки виконані дисертантом особисто.

## ЗМІСТ РОБОТИ

### 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень - інфузорії придонного шару (стовп води 0-20 см від дна ставу), вивчення яких проводилось за матеріалом проб, відібраних у 1988-1992 р.р. на 22 ставах Львівської, Волинської, Ів.-Франківської областей. Основна увага була приділена ситуації у 8 ставах (по 2 спускні стави рибдільниць "Солонсько", "Дусанів" Львівського рибкомбінату, 4 неспускні стави агрофірми "Провесін", м.Львів), які відрізнялись ступенем забруднення. Кількість оброблених проб: 325 - для встановлення видового складу; 272 - з метою уточнення методичних прийомів оцінки показників розвитку; 650 - для з'ясування кількісної динаміки цілюфауни; 198 гідрохімічних аналізів води ставів. При проведенні токсикологічних досліджень було виконано : 264 експерименти з тест-культурою *P. caudatum* для вивчення впливу пестицидів; 288 гідрохімічних аналізів стоків ВО "Кінескоп" (м.Львів); 65 експериментів з *P. caudatum* для виявлення її реакцій на дію промстоків і 108 - для встановлення характеру впливу їх пріоритетних забруднювачів - Mg, Ba, Co, Cr, Cu, Ni. Проби для дослідження придонних цілюценозів відбирали нами сконструйованим батометром на висоті 0-20 см від дна. Живі проби обробляли протягом 1-2 год. Одночасно 500 см<sup>3</sup> води фіксували насиченим розчином хлориду ртуті, ці проби опрацьовували методом седиментації в камерах Утермоля.

Таксономічне уточнення проводили за Kahl (1930-1935), Corliss (1979) та іншими джерелами (Bick, 1972; Dragesko, Dragesko-Kerneis, 1986; Foissner, 1978, 1979, 1981, 1987). Рух інфузорій гальмували розчином оксипропілцелюлози (Ковальчук, Бошко,

1979). Як фіксатор і для проявлення макронуклеуса використовували насичений розчин сулеми, для прижиттєвого забарвлення користувались розчинами метиленового-зеленого і нейтрального червоного. Тотальні препарати виготовляли за методиками Klein (1926), Foissner (1982). Біомасу інфузорій визначали шляхом прирівнювання окремих форм до простих геометричних фігур, об'єми яких брали з номограм для визначення ваги водних організмів (Численко, 1968), попередньо вимірявши розміри всіх наявних видів. Коефіцієнти подібності видового складу вираховували за Czekanowski (1913), Sorensen (1948), Jaccard (1908). Для оцінки видового різноманіття використовували індекс Margalef (1951, 1960) і функцію Shannon (1963), враховуючи чисельність. Добову продукцію визначали трьома способами: 1) через питому продукцію (Fenchel, 1974; Заика, 1983), з врахуванням індивідуальних ваг циліат і температурної поправки (Винберг, 1983); 2) через чисельність та індивідуальні ваги за формулою А.А.Ковальчука (1988); 3) через деструкцію ОР і коефіцієнт  $K_2 = 0,44$  (Хлебович, 1982). Деструкцію і споживання кисню циліатами вираховували за Т.В.Хлебович (1979, 1987) з врахуванням температурної поправки. Сапробність визначали за Pantle, Buck (1956) і за Zelinka, Marvan (1961, 1966).

При порівнянні двох методів обробки проб вдалося встановити, що вірогідність числових значень, отриманих лише за живим матеріалом, сконцентрованим на мембранних фільтрах малоімовірна. Проте цей метод є необхідним для ідентифікації більшості видів. Основними його недоліками є: а) лізис клітин з ніжними кортикальними покривами під дією нестабільних температурних умов або незначного вакууму (найчутливіші роди: *Askenasia*, *Hastatella*, *Actinobolina*, *Vorticella*, *Loxodes*, *Prorodon*,

Frontonia, Spirostomum); б) повна його непридатність для так званих "хаткових" форм (роди Codonella, Tintinnidium, Tintinnopsis), які під дією вакууму прилипають до фільтра. Все це дає неточні підрахунки. Метод фіксації і відстоювання проб у камерах Утермоля має один недолік: він непридатний для таксономічної ідентифікації такого матеріалу, який під дією фіксатора втрачає основні видоспецифічні риси будови. Ми рекомендуємо поєднання цих методів, як ефективний прийом, що забезпечує отримання адекватних природній ситуації показників якісного і кількісного розвитку інфузорій.

Всі види робіт : занесення даних, підрахунки цифрового матеріалу, побудова матричних таблиць, графіків і діаграм, виконані за допомогою спеціальної комп'ютерної програми "Cilia", а також FoxPro 2.5a, Microsoft Word 2.0, Foxgraph.

### 3. УМОВИ ІСНУВАННЯ ІНФУЗОРІЙ У СТАВАХ

У розділі розглянуто комплекс природно-географічних і гідрохімічних умов існування інфузорій придонного шару досліджених ставів. Наведено дані про морфо-географічні особливості ставів, їх водопостачання, проточність; проаналізовано фізико-хімічні (рН, мутність, електропровідність, температура) і гідрохімічні показники ( $O_2$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_2$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $SiO_3^{-2}$ ,  $PO_4^{-3}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Fe_{заг.}$ , БПК<sub>5</sub>, лужність, твердість, сухий залишок), а також мікроелементний склад води (з 37-ми елементів, які визначались, виявлено 22 : Ba, Be, Pb, Sn, Ti, Mn, Nb, Ga, Cr, Ni, Mo, V, Cu, Zn, Zr, Ag, Y, La, Li, Sb, Bi, Sr).

За пресом хімічних елементів найнесприятливіші умови для життя гідробіонтів у ставах складаються у квітні-червні.

#### 4. ИНФУЗОРИИ ТИПУ CILIOPHORA (DOFLEIN, 1901)

##### ПРИДОННОГО ШАРУ СТАВІВ

У досліджених водоймах виявлено 157 видів інфузорій. Видовий список наведений з індивідуальними вагами циліат для кожного виду. 66 з них виявлені вперше у західному регіоні, 31 вид - вперше для України. Найбільше представників класу Kinetofragminophora (44 % від загального числа видів), класу Oligohyumenophora - 21 %, класу Polyhyumenophora - 35%. Фауна ставів агрофірми "Провесін" найбагатша, тут виявлено 127 видів інфузорій, а найбідніша - фауна ставів рибдільниці "Дусанів" (73 види). Коефіцієнти подібності видового складу коливались в межах 52,7-94,1 %. Найбільш подібні між собою стави рибдільниць, оскільки ці водойми однакової спеціалізації.

Спільними для всіх водойм є 55 видів. Найбільшої чисельності серед них досягають : *Coleps hirtus*, *Holophrya gargamellae*, *Lacrymaria pumilio*, *Prorodon viridis*, *Urotricha furcata*, *Cyclidium obliquum*, *Halteria grandinella*, *Strobilidium hyalinum*, *Strombidium viride*, *Tintinnidium pusillum*, *Tintinnopsis cylindrata*. Ефімерні форми представлені : *Phascolodon vorticella*, *Stokesia vernalis*, *Disematostoma butschlii*, *Lembadion bullinum*, *Condylostoma vorticella*. Серед родів за різноманіттям виділяються : *Enchelys*, *Holophrya*, *Lacrymaria*, *Nassula*, *Prorodon*, *Urotricha*, *Paramecium*, *Vorticella*, *Euplotes*, *Strombidium*, *Strobilidium*, *Tintinnidium*. Основу придонних угруповань складають роди : *Loxodes*, *Frontonia*, *Stentor*, *Spirostomum*, *Metopus*. Рідкісні види такі: *Acaryophrya sphaerica*, *Dysteria ovalis*, *Enchelyodon trilineatus*, *Enchelys gasterosteus*, *Homalozoon vermiculare*, *Lacrymaria coronata*, *Nassula rotunda*, *Plagiopyla nasuta*, *Epistylis urceolata*, *Zoothamnium elegans*, *Brachonella spiralis*, *Caenomorpha lauterborni*, *Euplotes muscicola*,

*Metopus bacillatus*, *M.pulcher*.

В залежності від сезону видовий склад інфузорій включає такі екологічні угруповання : 1.Інфузорії, які з`являються весною та восени, і тоді дають спалахи чисельності; 2.Термофільні інфузорії, які зустрічаються при температурі води 17-20°C; 3.Постійно присутні евритермні інфузорії, які зустрічаються у всі сезони, але максимальної чисельності досягають восени.

Для 43 розповсюджених і 13 фонових евритермних видів, які є домінантними або субдомінантними, в роботі детально описано їх екологічну поведінку за сезонами року. Серед фонових видів температурою лімітуються : *S.hyalinum*, *T.pusillum*, *T.cylindrata*, *Urotricha pelagica*, *U.furcata*. З падінням домінуючого статусу цих видів пріоритет отримують *H.grandinella*, *Strobilidium velox*, які займають вільні екологічні ніші влітку із зростанням температури води. Температурою не лімітується розвиток таких видів : *Codonella cratera*, *C.hirtus*, *Cyclidium oblongum*, *C.obliquum*, *C.singulare*, *S.virde*.

Основними чинниками, що викликають коливання чисельності інфузорій в придонному шарі ставів є : обмеження можливості розселення в зв`язку із різкою зміною фізичних факторів, кількісний та якісний склад їжі, екзометаболіти синьозелених водоростей, біотичні фактори, пов`язані з густиною популяцій. В дисертації наводиться опис і малюнки 86 видів.

## **5. КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОЗВИТКУ ПРИДОННИХ ЦИЛОЦЕНОЗІВ СТАВІВ**

У ставах інфузорії придонного шару витримують порівняння з мезозоопланктоном, вони є вагомою частиною цього угруповання. За чисельністю на їх долю приходить до 99,90%, за біомасою - від 0,13 до 96,41%. У неспускних ставах "Провесінь" доля інфузорій

значна у всі сезони - 91,72-99,90%. Щодо спускних ставів рибдільниць, то тут найнижча частка інфузорій у відношенні до мезопланктону була весною : 49,50-94,35% угруповання організмів зоопланктону, влітку - 90,07-95,23%, восени - 92,25-97,14%. За біомасою придонні циліати поступаються організмам мезозоопланктону, проте і в цьому випадку їх вклад не можна визнати малим. У неспускних ставах питома вага інфузорій за біомасою становила весною 38,63-95,72%, влітку - 4,60-96,41% і восени - 2,49-73,39%. У спускних ставах ситуація інша. Навесні частка біомаси придонних циліат складала 0,13-30,61%, влітку - 2,13-7,62%, восени - 41,30-56,19%.

Чисельність циліат придонного шару у 1991-1992 р.р. становила 116,7-382500,0 тис.екз./м<sup>3</sup>, біомаса - 1,69-199140,83 мг/м<sup>3</sup>. Ліміти коливань чисельності інфузорій у ставах "Дусанів" і "Солонсько" складала 123,8-117000,0 тис.екз./м<sup>3</sup>, біомаси - 1,69-28080,31 мг/м<sup>3</sup>. Найвищі показники припадали на серпень-жовтень. У ставах "Провесін", де вода на зиму не спускається і трофічність вища, картина динаміки чисельності і біомаси інша. Чисельність інфузорій придонного шару становила 116,7-382500,0 тис.екз./м<sup>3</sup> і найнижчою була у листопаді-грудні. Найвищий розвиток зафіксовано влітку, причому у липні спостерігались масово види роду *Frontonia*, а в серпні - роду *Loxodes*. Така особливість характерна лише для придонного шару. Криві біомас є аналогічними, оскільки види, що домінували за чисельністю, загалом великих розмірів і давали високі показники біомаси. Її ліміти у ставах агрофірми складала 5,13-199140,83 мг/м<sup>3</sup>.

Криві розвитку циліат придонного шару були трьох типів : одновершинний - пік розвитку припадав на осінь; двовершинний - піки зафіксовано влітку або восени, але крім того значний розвиток інфузорій спостерігався навесні; багатoverшинний - літні пікові різкі

10

коливання чисельності. Розвиток інфузорій залежить від тривалості вегетаційного періоду, видового складу на початку сезону експлуатації ставів, опосередковано через особливості кисневого і термічного режимів. Піки біомаси визначались масовим розвитком видів із значною індивідуальною вагою : *C.vorticella*, *Stentor coeruleus*, *S.polymorphus*, *Frontonia acuminata*, *F.leucas*, *Loxodes magnus*, *L.striatus*, *L.rostrum*, *Spirostomum ambiguum*, *S.teres*. Нестабільність можна інтерпретувати як результат регуляції цих показників на екосистемному і популяційному рівнях. Самостійність механізмів в значній мірі позначається на ставах спускних.

У комплекс домінуючих видів в ставах (їх чисельність сягає 50% і більше) входять : навесні - *H.gargamellae*, *P.viridis*, *S.viride*, *U.furcata*, *C.obliguum*; влітку - *C.hirtus*, *L.rostrum*, *H.grandinella*, *U.furcata*, *C.obliguum*, *F.acuminata*, *S.velox*, *C.cratera*; восени - *U.furcata*, *T.cylindrata*, *C.singulare*. Постійне "ядро" угруповань складають дрібні види, які живляться в основному бактеріальною масою і здатні концентрувати її навіть із сильно розведеного стану, та гістофар *C.hirtus*.

Субдомінантами, чисельність яких коливається в межах 30,0-49,8% загальної, у придонному шарі ставів є: *Colpoda cucullus*, *C.oblongum*, *Didinium nasutum*, *Glaucoma pyriformis*, *L.pumilio*, *Monodinium balbiani*, *Metopus es*, *S.coeruleus*, *S.ambiguum*, *S.hyalinum*, *U.pelagica*, *Tintinnidium fluviatile*, *T.pusillum*, *Vorticella natans*. Крім домінант і субдомінант, в придонних угрупованнях є ряд видів-сателітів (23), чисельність яких становила 10-30% загальної у різні сезони, вони з широкою екологічною валентністю.

Масовий розвиток великих бентосних видів родів *Loxodes*, *Frontonia*, *Stentor*, *Spirostomum* у літню пору (липень-серпень) пояснюється тим, що ці види регулярно мігрують із анексійної зони

під час літньої стратифікації, займаючи придонний шар водного стовпа з кращими кисневими умовами. Коли стратифікація щезає, популяції цих видів повертаються до бентосного способу життя. Інколи у придонному шарі з'являлись облигатні анаероби (*B.spiralis*, *C.lauterborni*, *Metopus campanula*, *M.es*, *M.pulcher*, *M.bacillatus*, *M.intercedens*). Здатність даних видів виживати в анаеробних умовах показує, що вони є факультативними чи облигатними анаеробами, дихання яких відбувається з використанням редукції нітратів на мітохондріальній мембрані як джерела енергії без затрат кисню (Finlay, Span, Harmann, 1983). Вони мають енергетичну перевагу. Інфузорії родів *Loxodes*, *Frontonia*, *Spirostomum* за рахунок їх здатності жити у безкисневій зоні займають область водного стовпа вільну від хижаків (коловертки і ракоподібні залежать від кисню). Розвиток придонних популяцій визначається кисневим режимом.

Слід зауважити, що мала представленість у придонному шарі таких видів, як *S.viride*, *S.velox*, *S.hyalinum*, пояснюється їх прагненням до світла, оскільки вони містять симбіотичні водорості (зоохлорели). Придонні види родів *Frontonia*, *Disematostoma*, *Euplotes* також містять симбіонти і, коли вони мігрують до оксидно-анексійної межі у придонному шарі, то в міру збільшення кількості світла стають густо набиті не лише зоохлорелами, в їх цитоплазмі вільно лежать захоплені клітини дінофлагелат і діатомових водоростей. Але їх залежність від симбіонтів не є тотальною, і при втраті водоростей та міграції до анексійної зони вони переходять на гетеротрофний тип живлення. Отже, основу придонних угруповань складають види-міксотрофи.

Сезонні сукцесії угруповань придонного шару зумовлюються такими чинниками : наявність їжі, кисневий режим (розташування киснево-анексійної межі визначає міграції бентосних видів на лінії

осад-придонний шар води), наявність світла для видів, що факультативно чи облігатно містять симбіонти, розвиток хижих Copepoda, Rotatoria, які живляться циліатами.

Індекси видового різноманіття надійно характеризують сукцесійні процеси. Протягом 1991-1992 р.р. індекс Маргалефа у ставах становив 0,20-2,90; індекс Шеннона - 0,48-2,65; індекс вирівняності видового розподілу - 0,36-0,93. Про ступінь порушеності умов середовища свідчать критерії розвитку циліоценозів, наведені у табл.1. Індекс Шеннона тісно корелює із загальною кількістю видів ( $r=0,87$ ), високою біомасою навесні і влітку ( $r=0,82$ ), і має обернену кореляцію ( $r=-0,59$ ), з кількістю доміантних видів, зменшення якої не призводить до руйнування угруповання, при цьому лише спрощується його структура.

На ранніх стадіях сукцесії у спускних ставах в головній ролі з'являються *H.grandinella*, *S.velox*, *U.furcata*, які живляться водоростями, бактеріями. Нагромадження ОР у серпні приводить до масового розвитку гістофага *C.hirtus* та альго-бактеріофага *C.cratera*. На заключній стадії сукцесії восени "ядро" угруповання знову визначається дрібними видами.

Таблиця 1

Біоценологічна характеристика придонних угруповань інфузорій ставів протягом вегетаційного періоду 1992 р.

Показники	Місяці спостережень									
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
Н-індекс	0,48-1,99	1,26-2,44	0,65-2,00	0,96-2,05	0,89-2,14	1,55-2,49	1,84-2,65	1,84-2,22	1,84-2,22	1,29-2,39
Заг.к-сть видів	50	28-53	18-66	21-66	44-65	45-47	28-62	31	31	29
К-сть доміант	1-4	0-4	1-3	1-3	1-4	0-4	2-4	0-1	0-1	0-1
Біомаса, г/м <sup>3</sup>	0,3-59,9	0,01-177,4	0,01-115,0	0,03-199,1	0,4-129,7	0,3-15,9	0,6-17,0	0,3-9,4	0,01-1,3	0,01-1,3

За іншою схемою відбуваються сукцесійні зміни у неспускних ставах. Тут угруповання характеризуються великою кількістю видів, високим різноманіттям, значною чисельністю і біомасою. На ранніх стадіях сукцесії розвиваються виражено весняні види (*H.gargamellae*, *P.viridis*) і дрібні бактеріофаги. Влітку в зв'язку із стратифікацією, термоклинном і нестачею кисню у придонному шарі головну роль відіграють бентосні види родів *Loxodes*, *Frontonia*, *Spirostomum*, *Stentor*, поряд з ними "процвітає" *C.hirtus*. На заключній стадії сукцесії восени із зниженням температури панують дрібні бактеріофаги або холодолюбні види - *M.balbani*, *T.cylindrata*, *T.fluviatile*. Типи протікання сукцесій у придонному шарі своєрідні : стійкість угруповань у часовому аспекті базується на принципі конкурентного виключення на рівні популяцій.

Роль придонних циліат у продукційних процесах в досліджених водоймах дуже велика. Протягом вегетаційного періоду 1991-1992 р.р. у спускних ставах добова продукція становила 0,94-9,93 г/м<sup>3</sup>, в середньому 4,39 г/м<sup>3</sup> або 9,17 кДж/м<sup>3</sup>. За вегетаційний період (180 днів) продукувалось 168,84-1787,40г/м<sup>3</sup>, в середньому 789,66 г/м<sup>3</sup> сирової ОР або 1648,81 кДж/м<sup>3</sup>. У неспускних ставах добова продукція коливалась в межах 2,80-71,59 г/м<sup>3</sup> (за 180 днів - 504,00-12886,20 г/м<sup>3</sup>), в середньому тут утворювалось 30,87 г/м<sup>3</sup> або 64,46 кДж/м<sup>3</sup> за добу (за 180 днів - 5556,60 г/м<sup>3</sup> сирової ОР або 11602,18 кДж/м<sup>3</sup>). Темпи відтворення біомаси придонних циліат досить високі. Середньодобові Р/В коефіцієнти за вегетаційний період коливались в межах 1,22-2,89 і в середньому становили 2,34. Коефіцієнт  $K_2$  для придонних інфузорій складав 0,56-0,72, тобто 56-72% засвоєної ОР речовини мінералізується інфузоріями в процесі життєдіяльності, а решта (28-44%) у вигляді їх біомаси поступає у кругообіг на наступні трофічні рівні. Основна продукція утворювалась за рахунок масового розвитку великих видів.

## **6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЙ-ВІДПОВІДЕЙ *PARAMECIUM CAUDATUM* ENRV. НА ДІЮ ПЕСТИЦИДІВ**

У розділі наводиться огляд наявної літератури з питань токсикології вільноживучих інфузорій. Біотестуванням на культурі *P. caudatum* вивчено вплив інсектоакарицидів та гербіцидів. Наслідком гострої інтоксикації інфузорій летальними концентраціями пестицидів були : асинхронна робота війок, збільшення інтенсивності їх миготливих рухів, безладний рух, зміна природної форми тіла, підвищення ритму роботи скоротливої вакуолі і лізис клітин. За головний показник гострої інтоксикації приймали абсолютний летальний час ( $LT_{100}$ ), коли гине 100% особин. Хронічні дослідження показали такі відхилення від норми : зниження густини популяції на 50-75%, зменшення розмірів клітин на 20%, збільшення часу генерації більш ніж у два рази, вакуолізацію і потемніння цитоплазми, що пов'язано із акумуляційним ефектом. Перебіг хронічної інтоксикації мав три фази у всіх випадках: стимуляції, пристосування, пригнічення. Порогові нелетальні концентрації складають : ялану - 0,00001%, базаграну - 0,001%, лентаграну - 0,00001%, ронстару - 0,000001%, сатурну - 0,0000001% від 100% випускних торгівлею матричних розчинів. За ступенем токсичності пестициди утворюють ряд : сатурн > ронстар > ялан > карбофос > лентагран > базагран.

## **7. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЙ-ВІДПОВІДЕЙ *P. CAUDATUM* НА ДІЮ СТОКІВ БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ**

У розділі детально описано алгоритм методу біотестування за схемою : токсикометричні характеристики ксенобіотиків, обладнання, процедура біотестування, опис тест-об'єкта, умови

ведення лабораторної культури, показники, що враховуються при біотестуванні. Гідрохімічні аналізи води 8-ми колодязів ВО "Кінескоп" (м.Львів) виявили, що пріоритетними забрудниками були: різкі коливання рН,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  та  $\text{Ba}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Cu}$ .

Досліди з гострим і хронічним біотестуванням локальних стоків на *P.caudatum* показали, що за ступенем токсичності колодязі утворюють такий ряд : ХК-23 (бал токсичності БТ=30) > ХК-14 (БТ=20) > 203 (БТ=10) > 863 (БТ=10) > ХК-3 (БТ=10) > 101 (БТ=1) > СКБ (БТ=1) > 801 (БТ=1). Експериментальне дослідження токсичності пріоритетних компонентів стічних вод і їх комбінованого впливу на *P.caudatum* дає підстави стверджувати, що ці інгредієнти виявляли хронічну інтоксикацію при таких концентраціях (в  $\text{мг/дм}^3$ ): барій - 6,62; кобальт - 0,203; хром - 3,54; мідь - 0,004; магній - 154,0; нікель - 0,0249. За ступенем токсичності вони розташовуються таким чином :  $\text{Cu} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Cr} > \text{Ba} > \text{Mg}$ . Вивчення комбінованого впливу сумішей цих металів у дво-, триелементних композиціях привело до висновку, що найтоксичніші з двокомпонентних (у дужках - концентрації в  $\text{мг/дм}^3$ ) :  $\text{Ba}(0,662)+\text{Ni}(0,249)$ ,  $\text{Co}(0,203)+\text{Ni}(0,249)$ ,  $\text{Mg}(1,54)+\text{Co}(2,03)$ ,  $\text{Mg}(1,54)+\text{Ni}(2,49)$ ; з трикомпонентних:  $\text{Cr}(3,54)+\text{Co}(2,03)+\text{Mg}(1,54)$ ,  $\text{Mg}(1,54)+\text{Cu}(0,04)+\text{Co}(2,03)$ ,  $\text{Ni}(2,49)+\text{Co}(2,03)+\text{Mg}(1,54)$ ,  $\text{Co}(2,03)+\text{Ni}(2,49)+\text{Ba}(6,62)$ . Комбінована взаємодія не змінює токсичності  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Cr}$ , проте токсичність  $\text{Ba}$  зростає на один, а  $\text{Mg}$  - на два порядки.

Відхилення від норми у *P.caudatum* під дією іонів такі ж, як при інтоксикації пестицидами. У розділі наведено діапазони виживання *P.caudatum* і графіки динаміки чисельності. Описано типи взаємодій між вивченими хімічними елементами.

## 8. РОЛЬ ІНФУЗОРІЙ В ПРОЦЕСАХ

### САМООЧИЩЕННЯ ВОДИ СТАВІВ

У розділі розглядається роль інфузорій як показників органічного забруднення ставів, їх участь в деструкції ОР. Рівень забруднення визначали за індикаторними організмами (100 видів), список яких уточнений за І.Т.Олексівим (1992). Із виявлених організмів-індикаторів 7%-олігосапоби, 4%-оліго- $\beta$ -мезосапоби, 34%- $\beta$ -мезосапоби, 10%- $\beta$ - $\alpha$ -мезосапоби, 31%- $\alpha$ -мезосапоби, 2%- $\alpha$ -мезо-полісапоби, 12%-полісапоби.

За рівнем забруднення стави утворюють чотири категорії :

- 1) з водою на стадії початкового середнього органічного забруднення (протягом року  $\beta$ -мезосапобна, рідко  $\alpha$ -мезосапобна зона), де велике значення детриту та бактеріопланктону;
- 2) з водою, яка протягом року по чергово відповідає то  $\beta$ -, то  $\alpha$ -мезосапобній зоні, її якість визначається надходженням стічних вод;
- 3) з водою, яка до середини липня є  $\beta$ -мезосапобною, далі  $\alpha$ -мезосапобною, тут велика біомаса фітопланктону;
- 4) з найзабрудненішою водою протягом року  $\alpha$ -мезосапобного класу, що живиться з торф'янистих, болотяних ґрунтів, багатих амонієм, фосфором у вигляді  $P_2O_5$  та Mn.

Для оцінки рівня забруднення використовували і показники подібності видового складу ставів. Коефіцієнт Чекановського-Серенсена становив 0,11-0,44, Жаккара - 0,06-0,28.

Роль інфузорій у деструкції ОР значна. Протягом 1991-1992 р.р. у спускних ставах добова деструкція в середньому становила 3,49 кДж/м<sup>3</sup>, у неспускних - 25,33 кДж/м<sup>3</sup>. За вегетаційний період (180 діб) деструкція складає від 628,89 кДж/м<sup>3</sup> до 4559,06 кДж/м<sup>3</sup>. Отже, у різнотипових ставах значна частина деструкції ОР припадає на долю інфузорного дихання.

## 9. ОБГОВОРЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

При якісному і кількісному аналізі проб циліопланктону, як було встановлено, доцільніше дотримуватися такого прийому: видовий склад встановлювати за живим матеріалом, сконцентрованим на мембранних фільтрах, а підрахунок чисельності вести за фіксованими пробами, відстояними у камерах Утермоля. Порівняння показників розвитку інфузорій, отриманих цими двома способами показало, що фільтраційний метод дає сильно занижені результати (в середньому у 5-10 разів).

Дослідження інфузорій придонного шару показало, що це своєрідне угруповання з певними закономірностями в поведінці протягом року, сильно залежне від кисневих, температурних, світлових і харчових умов. Фауна ставів відзначається значним видовим багатством - 157 видів. В ході сезонної сукцесії спостерігаються короточасні флуктуації кількісних показників циліат. У спускних і неспускних ставах вони суттєво відрізняються. Придонні інфузорії ставів є вагомою частиною угруповання мезозoopланктону, досягають значного кількісного і вагового розвитку навесні та влітку, що визначає їх як потенційний корм для личинок риб. Вони відіграють велику роль у продукційно-деструкційних процесах, особливо у неспускних, сильно евтрофованих ставах. Всі ці показники значно вищі у придонному шарі, ніж у товщі води, і найбільше влітку за рахунок масового розвитку бентосних видів, які мігрують під час літньої стратифікації за анексіно-кисневою межею. Звертає на себе увагу велика роль популяцій придонних інфузорій у деструкції ОР (у донних відкладах відбувається нагромадження ОР та важких металів). Інфузорії придонного шару на це вказують, вони є важливими індикаторами рівня органічного забруднення ставів.

Вода, яка живить стави, частково потрапляє з річок, що перенасичені хімічними елементами стоків підприємств, пестицидами та іншими ксенобіотиками, тому актуальними є проблеми тестування. Запропонована схема тестування з використанням високочутливих тест-організмів - інфузорій, і проведені токсикологічні експерименти довели, що у ході таких досліджень вдається визначити безпечні концентрації токсикантів, встановити морфологічні критерії інтоксикації циліат, і завдяки цьому вирішити ряд природоохоронних завдань.

Таким чином, в результаті проведених досліджень показана важлива роль інфузорій придонного шару у гідробіоценозах різнотипових ставів, як своєрідної екогрупи, встановлені особливості їх сезонної поведінки, динаміки розвитку, ролі у продукційно-деструкційних процесах. Експерименти з тестування мають на меті вирішення деяких проблем охорони довкілля.

## ВИСНОВКИ

1. У придонному шарі ставів західного регіону України виявлено 157 видів інфузорій. Вперше для цього регіону називаються 66 видів, вперше для України - 31.

2. Динаміка сезонних змін видового складу циліат незвичайна: із 157 видів 101 відноситься до рідких, 56 є розповсюдженими, але лише 13 з них можна назвати евритермними.

3. Чисельність інфузорій придонного шару ставів коливалась в межах 116,7-382500,0 тис.екз./м<sup>3</sup>, біомаса - 1,69-199140,83 мг/м<sup>3</sup>. Інфузорії є вагомою частиною угруповання мезозoopланктону, вони становлять до 99,90% за чисельністю і від 0,13 до 96,41% за біомасою. До основних чинників, що викликають коливання чисельності циліат, відносяться : зміна фізичних і біотичних факторів, склад їжі, екзометаболіти водоростей.

4. Криві динаміки чисельності і біомаси придонних інфузорій ставів трьох типів : одновершинні - з піками восени, характерні для спускних ставів; двовершинні - для ставів з нестабільним сольовим і газовим режимами (піки навесні і влітку або восени); багатoverшинні - для сильно евтрофованих ставів, де виявлено різкі коливання чисельності з максимальними значеннями влітку. Масовий розвиток влітку бентосних видів (роди *Frontonia*, *Loxodes*) є характерною особливістю придонних ціліоценозів. Піки біомаси визначались розвитком великорозмірних видів.

5. Угруповання ціліофауни імпульсивно стабільні, вони зазнають сукцесійного розвитку і є ценозами в часі. Індекс Шеннона у ставах протягом вегетаційного періоду коливався в межах 0,65-2,65, кількість домінант і субдомінант - 0-4.

6. Роль придонних ціліат у продукційних процесах велика : за вегетаційний період (180 днів) у спускних ставах в середньому продукувалось 789,66 г/м<sup>3</sup> сирої ОР або це відповідає 1648,81 кДж/м<sup>3</sup>, у неспускних - 5556,60 г/м<sup>3</sup> сирої ОР або 11602,18 кДж/м<sup>3</sup>. Добовий Р/В коефіцієнт становив 2,34. Коефіцієнт К<sub>2</sub> складав 0,56-0,72. Ведучими чинниками на продукування біомаси є трофічний і температурний фактори.

7. Внаслідок гострої інтоксикації тест-культури *P. caudatum* летальними концентраціями пестицидів зареєстровано ряд морфологічних змін. Хронічна інтоксикація мала виражені фази : стимуляції, пристосування, пригнічення. За ступенем токсичності досліджені пестициди утворюють такий ряд : сатурн > ронстар > ялан > карбофос > лентагран > базагран.

8. Біотестування рекомендується проводити згідно із запропонованим лабораторним регламентом з використанням *P. caudatum* як надійного тест-організму. Результати біотестування стоків ВО  
20

"Кінескоп" показали, що бал їх токсичності - 1 - 30.

9. У ході дослідження впливу пріоритетних компонентів стоків на *P. caudatum* з'ясовано, що за ступенем токсичності їх можна розташувати в такому порядку:  $Cu > Ni > Co > Cr > Ba > Mg$ . Найтоксичнішими із двокомпонентних сумішей даних елементів виявились:  $Ba+Ni$ ,  $Co+Ni$ ,  $Mg+Co$ ,  $Mg+Ni$ ; із трикомпонентних:  $Cr+Co+Mg$ ,  $Mg+Cu+Co$ ,  $Ni+Co+Mg$ ,  $Co+Ni+Ba$ . Критеріями інтоксикації є ряд нормативних морфо-функціональних відхилень від норми у інфузорій.

10. За рівнем органічного забруднення, виходячи з індексів сапробності, досліджені стави відповідають переважно  $\beta$ - або  $\alpha$ -мезосапробному класові якості води.

11. Роль циліат у процесах самоочищення води ставів значна. За вегетаційний період (180 днів) у 1991-1992 р.р. деструкція становила в спускних ставах - 628,89 кДж/м<sup>3</sup>, у неспускних - 4559,06 кДж/м<sup>3</sup>.

#### ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Олексів І.Т., Андрущишин О.П. Методика біотестування точкових стоків з використанням парамеції як тест-об'єкта// Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень. Теорія, методи, практика використання. За ред. Олексіва І.Т., Брагінського Л.П. - Львів : Світ, 1995. С.88-91.
2. Андрущишин О.П., Олексів І.Т. Біотестування промстоків багатокомпонентного складу на прикладі ВО "Кінескоп" (м.Львів)// Там же, С.199-274.
3. Олексів І.Т., Андрущишин О.П. Оцінка параметрів розвитку цілюценозів водних екосистем методом фільтрації на мембранних фільтрах і седиментації в камерах Утермоля// Там же, С.275-312.
4. Олексів І.Т., Андрущишин О.П. Выявление на свободноживущих инфузориях степени и характера токсичности воды, загрязненной

- биологически опасными веществами. - Львов : ЛГУ, 1991. 64с. Деп. в УкрНИИНТИ 07.06.91. № 843-Ук91.
5. Андрущишин О.П., Олексив И.Т. Токсикорезистентность планктонных инфузорий// Тез.докл. У Всесоюз. конф. по водн. токсикол., Одесса, 18-22 апр. 1988. М., 1988. С.98.
  6. Олексив И.Т., Андрущишин О.П., Ялынская Н.С. Аналитические сигналы *Paramecium caudatum* Ehrb. на пестициды// Тез. докл. 1-ой Всесоюз. конф. по проблемам рыбохоз. токсикол., Рига, декабрь 1988, ч.1. Рига, 1988. С.16-17.
  7. Олексив И.Т., Андрущишин О.П. Морфологические и физиологические отклонения от нормы у *Paramecium caudatum* Ehrb. под воздействием некоторых пестицидов// Тез. докл. VI съезда Всесоюз. гидробиол. общества, Мурманск, 1991. Т.2. Мурманск: Полярная правда, 1991. С.127-129.
  8. Ялинська Н.С., Олексів І.Т., Андрущишин О.П., Соболев Л.Б., Хамар І.С., Думич О.Я., Собко О.Р. Гідробіологічний моніторинг якості природних вод урбанізованого Розточчя// Урбанізація як фактор змін біогеоценотичного покриву: Мат. конф., Львів-Яремча, 21-23 вер. 1994. Львів, 1994. С.113-115.
  9. Андрущишин О.П. Биотестирование многокомпонентных промстоков, сбрасываемых в реки// Тез. докл. Международного совещания "Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна", Санкт-Петербург, 18-21 ноября 1996. С.8-9.
  10. Олексив И.Т., Андрущишин О.П. Принципиально новый подход к оценке параметров развития цилиоценозов водных экосистем// Там же, С.43-44.

## АНОТАЦІЯ

*Andrushchishin O.P. The Ciliates of the near bottom layer of the waters of the west Ukraine region.*

Dissertation for competition on scientific degree Candidate of biological sciences on the speciality of 03.00.18 - hydrobiology, Institute of Hydrobiology of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kiev, 1996.

It's supported the main positions of methodical and ecology-toxicological character, which follow from 5-years investigations of infusoria of the Phylum Ciliophora. Dissertation includes information about species structure, seasonal changes, quantitative development of the near bottom layer free-living infusoria of the different type ponds of the west Ukraine region. It is examined the role of peculiar ciliates community in production-destructional processes and as indicators of organic pollution level of the ponds. It is suggested laboratory testing reglament with using of infusoria as high sensitive test-organisms and are carried out toxicological experiments with pesticides, sewages and their main pollutants. It's shown that it is possible to determine undangerous concentrations, morphological and physiological criteria of ciliates intoxication during these researches and due to this to solve some nature preserving tasks.

**Андрущишин О.П. Инфузории придонного слоя водоёмов западного региона Украины.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.18 - гидробиология, Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 1996.

Защищаются основные положения методического и экологотоксикологического характера, вытекающие из 5-летних исследований инфузорий типа Ciliophora (Doflein, 1901). Диссертация содержит информацию о видовом составе, сезонных изменениях,

количественном развитии свободноживущих инфузорий придонного слоя разнотипных прудов западного региона Украины. Рассматривается роль этого своеобразного сообщества цилиат в продукционно-деструкционных процессах и как индикаторов степени органического загрязнения прудов. Предложен лабораторный регламент тестирования с использованием инфузорий как высокочувствительных тест-объектов, и проведены токсикологические эксперименты с пестицидами, сточными водами, их приоритетными загрязнителями. В ходе этих исследований удается определить безопасные концентрации ксенобиотиков и морфо-физиологические критерии интоксикации цилиат, и благодаря этому решить ряд природоохранных задач.

**Ключові слова :** інфузорії, придонний шар, стави, продукція, деструкція, індикація, інтоксикація, тестування.



248056

AB 36.676