

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

На правах рукопису

КОВАЛЬЧУК АНДРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

ВІЛЬНОЖИВУЧІ ІНФУЗОРІЇ ВНУТРІШНІХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ
ТА ЇХ РОЛЬ В ПРОДУКЦІЙНО-ДЕСТРУКЦІЙНИХ ПРОЦЕСАХ

03.00.18 - Гідробіологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук

К и ї в - 1994



Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті географії НАН України

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, академік

АН Молдови

І. І. Ледю

доктор біологічних наук, професор

І. В. Бурковський

доктор біологічних наук

Л. В. Шевцова

Провідна організація: Дніпропетровський державний
університет

Захист відбудеться "16" грудня 1994р. 010 год.

На засіданні спеціалізованої вченої ради Д 016.19.01
Інституту гідробіології НАН України (252210, Україна,
Київ-210, пр. Героїв Сталінграду, 12)

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту
гідробіології НАН України

Автореферат розісланий "12" листопада 1994р.

Вчений секретар

Н. М. Смирнова

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність та ступінь дослідженості проблеми. Сучасні погляди на систему природи передбачають існування найпростіших як окремого царства Protista (Corliss, 1984). Найбільш еволюційно просунутою і морфологічно складною групою вільноживучих найпростіших є інфузорії. Вони широко розповсюджені у всіх природних зонах земної кулі - від Антарктичних островів (Smith, 1978), до екваторіальної Африки (Dragesco, 1970). З однаковим успіхом інфузорії освоїли як морські (Dragesco, 1960; Бурковский, 1984), так і прісноводні водойми (Чорик, 1968), де зустрічаються у складі всіх відомих екогруп: бентосі, планктоні, перифітоні, нейстоні та ін. Роль інфузорій, та інших найпростіших, в процесах трансформації органічної речовини (ТОР), дозволила В.І.Вернадському (1967) розглядати їх як важливу складову глобальних геохімічних процесів на Землі.

Рівень вивченості прісноводних інфузорій різних регіонів неоднорідний. Крайне досліджені ці найпростіші в Німеччині (Kahl), Австрії (Foissner), Франції (Fouge-Fremiet, Villeneuve-Brachon), Азербайджані (І.Х.Алекперов, А.Р.Алієв) і Молдавії (Ф.П.Чорик). Після досягнення Україною незалежності виникла природна потреба в систематизації і переосмисленні наявного матеріалу щодо вільноживучих інфузорій. Раніше цілісно вивчались лише інфузорії планктону водоймищ Дніпра (А.А.Небрат), інфузорії малих річок його басейну (Р.В.Бабко), ставків Західної України (І.Т.Олексів), каналів (В.А.Мовчан), а також таких специфічних водойм, як охолоджувачі теплових та атомних електростанцій (Г.В.Нестеренко).

В представленій роботі висвітлюються особливості фауни інфузорій зі складу бентосу, планктону і перифітону водойм різних водних басейнів, їх кількісний розвиток, функціональна активність і співвідношення з іншими групами гідробіонтів. Такий підхід дозволив оцінити місце інфузорій у водоймах різного типу в залежності від сезону і біотопу. Дослідженнями охоплено період з 1977 по 1992р. Вивчені основні типи водойм басейнів Дніпра, Дунаю та Дністра. Структурно дисертація побудована за басейновим принципом.

Відпрацьовуваний напрям досліджень можна назвати продукційною циліологією. Якщо продукційна біологія, в цілому, забезпечує раціональну експлуатацію видових популяцій (Заика, 1983), то продукційна циліологія дозволяє застосувати наявні знання про одну з найважливіших груп гідробіонтів.

Методологічною основою дисертаційної роботи послужив системний підхід, який передбачає комплексне вивчення водних екосистем у просторі-часі. Неможливо одержати вичерпне уявлення про об'єкт дослідження без достатньо глибокого вивчення супутніх процесів і умов їх формування. Значить, вивчати вільноживучих інфузорій необхідно в тісному зв'язку з іншими групами гідробіонтів. В представленій роботі переважно розглядається рівень найпростіших і мікробезхребетних. Достатньо повне уявлення про роль інфузорій в екосистемі водойми можна одержати лише шляхом оцінки частки участі інфузорій в продукційно-деструкційних процесах в порівнянні з іншими групами гідробіонтів.

Мета роботи: Вивчити видовий склад та екологічні особливості вільноживучих інфузорій, як надзвичайно важливого компоненту екосистем внутрішніх водойм України, і оцінити їх участь в продукційно-деструкційних процесах.

Основні завдання:

1. Розробити придатні для вирішення конкретних гідробіологічних завдань методи збору та обробки матеріалу. Створити відповідне програмне забезпечення для розрахунку основних гідробіологічних показників, характеризуючих угруповання найпростіших і мікробезхребетних; сформувати банки даних з екології окремих видів.

2. Провести експериментальні дослідження споживання кисню, розмноження і раціонів інфузорій різного розміру в різноманітних кисневих та температурних умовах для наступного використання одержаних біоенергетичних коефіцієнтів при оцінці участі цих найпростіших в ТОР.

3. Вивчити видовий склад інфузорій різних екогруп водойм різного типу основних водних басейнів України.

4. Показати сезонні та біотопічні зміни чисельності, біомаси, продукції і деструкції ОР(ДОР) інфузоріями.

5. Оцінити участь інфузорій в продукційно-деструкційних процесах у водоймах і водотоках різного типу.

Наукова новизна і теоретична значимість. Вперше в такому повному обсязі вивчені вільноживучі інфузорії трьох найкрупніших водних басейнів Європи. Описано 14 нових для науки видів і 9 варієтетів інфузорій. Кількісний розвиток і функціональна активність інфузорій вивчалися за допомогою нових методів і підходів, а також традиційних, вдосконалених для вирішення конкретних поставлених завдань.

Велика експериментальна і теоретична робота виконана при визначенні і уточненні біоенергетичних показників інфузорій, які лягли в основу подальших оцінок участі інфузорій в процесах ТОР.

Всі розрахунки виконувались з допомогою розробленого

пакета прикладних програм мовою Turbo-Basic. Оригінальна система комп'ютерного кодування дозволяє автоматично коректувати неправильні або застарілі назви. Розраховуються значення біомаси, ДОР, продукції угруповань, раціонів альгофагів, бактеріофагів та ін., індекси сапробності.

Вперше в світовій практиці виконані такі масштабні оцінки участі інфузорій в продукційно-деструкційних процесах у водоймах різного типу. Показано, що роль вільноживучих інфузорій у водних екосистемах є найбільш значимою в угрупованнях найпростіших і мікробезхребетних.

Встановлено, що оцінки загальної ДОР за споживанням кисню угрупованнями не завжди адекватно відображають ситуацію через значний розвиток анаеробної деструкції. Глибоке вивчення цього питання, постановка великої кількості експериментів з продукції і ДОР, використання відомостей з літератури, дозволило скласти енергетичний баланс, котрий дав можливість встановити характер і направленість процесів ТОР на мілководдях водоймищ Дніпра. Такий підхід може широко використовуватись для екосистем водойм різного типу, а також підсистем, що показано нами на прикладі підсистеми планктону рибоводного ставка.

Практичне значення роботи. В роботі є ряд методичних розробок, які використовуються в практиці протистологічних і гідробіологічних досліджень. Це спосіб загальмовування інфузорій і дрібних безхребетних для прижиттєвого вивчення, нітроцелюлозний метод виготовлення препаратів, камера спеціальної конструкції, яка дозволяє вимірювати споживання кисню дрібними організмами полярографічним методом за допомогою датчика від звичайного киснеміра, ряд вдосконалень приладів і апаратури для роботи з інфузоріями. Розробки

підтверджені відповідними публікаціями, а також 5 рацпропозиціями і Авторським свідоцтвом.

Сформовані комп'ютерні банки даних по інфузоріях (більш як 400 видів), корененихках (більше 130 видів), коловертках (близько 50 видів) і тихоходках - приблизно 40 видів, - дозволяють швидко оцінити стан водних екосистем за органічним забрудненням при допомозі організмів-біоіндикаторів. Програмне забезпечення розрахунків первинної продукції (ПП) і ДОР, по даних прямих дослідів в планктоні, бентосі або перифітоні, дозволяє максимально спростити розрахунки при різних експозиціях і площах субстрату, а також враховує зміни температури експонування і спосіб визначення кисню.

Практичний інтерес представляє вдосконалена методика розрахунків загальної ДОР з врахуванням анаеробного компоненту, а також розробка поправок на вміст кисню і температуру води для коректування показників функціональної активності інфузорій.

Реалізація наукових розробок. Наукові розробки, викладені в дисертації, використовувались при написанні ряду розділів держбюджетних тем Інститутів гідробіології та географії НАН України. Впровадження в практику здійснювалось шляхом використання матеріалів дисертації в п'яти господарних темах. Авторські методи та прикладні програми для ЕОМ використовуються в Інститутах гідробіології та географії НАН, а також в Інституті АКВІРГ Мінсільгоспу України, Сумському ДУ, інституті VITUKI (Будапешт) та інших закладах.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались на: Респ. науково-теоретичній конференції вчених і спеціалістів Таджикистану, Душанбе, 1980; VI Міжн. протозоол. конгресі, Варшава, 1981; 5 Всес. лімнолог. нараді, Іркутськ, 1981; 1 і 2

Всес. симпозиумах по екол. морських і прісноводних найпростіших, Саласпілс, 1984 і Ярославль, 1989; Всес. конференції по лімнол. гірських водойм, Єреван, 1984; Всес. симпозиумі по біоіндикації і біотестуванню природних вод, Ростов-на-Дону, 1986; 5 з'їзді ВГБО, Тольяті, 1986; 4 Всес. з'їзді протозоол., Ленінград, 1987; Нараді по водно-земельних ресурсах, Перм, 1987; 26 и 29 Міжн. лімнол. конференція по Дунаю, Пассау, 1987 і Київ, 1991; 3 Всес. лімнол. конференції, Іркутськ, 1988; Міжн. конференції по контролю за забрудненням в басейні Дунаю, Новий Сад, Югославія, червень 1989; 1 Верещагінській байкальській міжн. конференції, Іркутськ, 1989; 3 Всес. Симп. "Трофические связи и продуктивность водных сообществ", Чита, 1989; Всес. нараді з проблеми кадастру і врахування тваринного світу, Уфа, 1989; Міжн. конф. "East Carpathians Fauna its present state and prospects of preservation", Ужгород, 1993; 17 Міжн. дунайській конференції з гідрол. прогнозування і основ управління якістю води, Будапешт, 1994.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 70 робіт.

Об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків і списку літератури, що включає 215 джерел. Робота викладена на 279 сторінках і ілюстрована 57 таблицями і 50 рисунками. Є 2 томи Додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

2. ФОРМУВАННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО РОЛЬ ІНФУЗОРІЙ В ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ВОДОЯМАХ

Об'єктивно про роль інфузорій в екосистемі можна судити по участі в процесах ТОР. Ця участь виражається у споживанні угрупованнями інфузорій ОР, що призводить до реалізації двоєдиного процесу - продукції и ДОР. Необхідні також дані

про інтенсивність процесу ТОР в цілому. Надається перевага ПП і ДОР, що безпосередньо вимірюються у водоймах.

Пріоритетною в таких дослідженнях слід визнати оцінку А.П.Шербакова (1967) по планктону оз.Глибокого. Частка найпростіших (основу угруповання складала інфузорії) складала 29.7% від загальної ДОР. Для оз.Дальнього одержали результат - 11.5% (Сорокин,Павельєва,1972), а для оз.Отрадного (Авинский,1978) - 8.5%.

Значний вклад у вивчення обговорюваної проблеми внесла Т.П.Смирнова-Арсланова. Одержані результати, викладені в декількох публікаціях (Петрова,Смирнова,1977;Арсланова-Смирнова,1981; Арсланова,Кузнецова,1982), дозволили встановити, що звичайно роль інфузорій в ДОР - 3-9% від загальної деструкції, з крайніми значеннями 1.3-23.3%.

В 1972р. А.Д.Приймаченко з співавторами застосувала вказаний підхід до планктону Київського водоймища. Встановлено, що 9% деструкції ОР здійснюється інфузоріями.

На Єнісеї (Шевелева,Приймаченко,1989) близько 18% загальної ДОР в планктоні здійснюється інфузоріями.

Частка донних і епіфітонних інфузорій внутрішніх водойм в ДОР залишалась до теперішнього часу невідомою.

Пріоритетність у вивченні споживання інфузоріями ПП належить українським вченим (Приймаченко та ін.,1978). Для Кременчуцького водоймища показано, що тільки 13% ПП споживається безхребетними і інфузоріями, а решта утилізується бактеріями після відмирання. Дещо нижчою є роль цілопланктону в споживанні ПП (СПП) в озерах: 0.6-6.1% (Арсланова,1983).

Розрахунки для донних інфузорій були виконані за результатами різностороннього дослідження ставка в зоні тундри

штату Аляска (Fenchel, 1975). ПП в бентосі слабо споживається інфузоріями (0.03%), що викликало сумніви у самого автора.

Спробу оцінити частку всього угруповання в споживанні ПП бентосу, зробили Хоббі та ін. (Hobbie et al., 1974, згідно Fenchel, 1975). Виявилось, що мікрофауністичними угрупованнями (термін авторів) споживається близько 55% чистої ПП.

Узагальнюючи наявні відомості щодо участі різних груп гідробіонтів в ТОР, деякі автори (Сорокин, 1987; Shonborn, 1992) намагаються одержати кількісні характеристики процесів ТОР у внутрішніх водоймах.

3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА

Дослідженнями 1977-1992рр. охоплені басейни Дніпра, Дністра і Дунаю. В басейні Дніпра вивчали деякі водоймища каскаду, водойми зони підтоплення, Дніпровсько-Бузький лиман, ставки, мале водоймище, заплавні водойми і очисні споруди. В басейні Дунаю досліджувались його дельта, основні притоки в межах України, Сасикське водоймище, придунайські озера (лимани) і деякі інші типи водойм. В басейні Дністра вивчені його верхня та середня ділянки, малі ріки басейну, Дністровський лиман, Тернопільське водоймище. Кількість оброблених проб інфузорій у басейнах: Дніпра - 887, Дунаю - 693, Дністра - 148.

Основним об'єктом досліджень були інфузорії. Використовували систему Корліса (Corliss, 1977), з виділенням класу Colpodea (Small, Lynn, 1981; Foissner, 1985). Враховували також гетеротрофних джгутиконосців, корененіжок, нематод, коловерток, гастротріх, мікротурбеларій, копепод, остракод, кладоцер і тихоходок. Такий підхід до групового складу найпростіших і мікробезхребетних ґрунтується на поглядах Я.Я.Цеєба (1937; 1958).

Планктон відбирали батометром Рутнера, а на незначній глибині безпосередньо в 100мл банки. Для відбору бентосу використовували мікробентометр МБ-ТЕ (Травянюк, Евдокимова, 1968), його модифікацію (Бабко, 1989), або безпосередньо плексигласові циліндри і горловини банок. Перифітон відбирали, вмішуючи яку-небудь частину рослин в 0.5-1.0л банку. Далі проводили очистку стебла м'якою щіточкою і необхідні виміри для розрахунку площі поверхні.

Облік інфузорій і гетеротрофних джгутиконосців проводили виключно на живому матеріалі. Методика обробки проб опублікована нами раніше (Ковальчук, 1990; 1993).

В ряді випадків виникала необхідність виготовлення постійних препаратів (Ковальчук, 1980; Klein, 1926).

Індивідуальні маси гідробіонтів розраховували методом об'ємних співвідношень Ломана (Nesterenko, Kovalchuk, 1991).

Спільність видового складу інфузорій визначали індексом Шинкевича-Сімпсона (Simpson, 1943; Песенко, 1982):

$$K = C/V * 100\% \quad (1)$$

де К - індекс спільності; С - кількість спільних видів для 2-х водойм; В - кількість видів в меншому списку.

ДОР оцінювали за споживанням кисню (СК). СК найпростішими і мікробезхребетними визначали за допомогою полярографа ОН-105 (Угорщина). Основні робочі формули для визначення СК та інших функціональних показників інфузорій, представлені в наступному розділі.

При обробці результатів досліджень використовували також методи кореляційного, регресійного, кластерного, факторного та інших видів статистичного аналізу (Алексеев, 1971; Лакин, 1990; Комп'ютерна біометрика, 1990 та ін.).

Сапробність оцінювали методом Зелінки і Марвана з роз-

рахунком по І.К.Тодерашу(1980).

Поставлено 15 дослідів з розмноження інфузорій різних екогруп. Експонували угруповання з невисокою чисельністю хижих інфузорій. Якщо чисельність останніх була високою, то швидкість розмноження враховувалась тільки для них. В більшій кількості дослідів не було необхідності, тому-що залежність швидкості розмноження інфузорій від їх розмірів виявилась статистично ідентичною *in vitro* і *in vivo*.

Досліди по споживанню їжі (СІ) інфузоріями ставили для 6 видів. При цьому використовували 3 способи оцінки СІ: за зменшенням кількості травних вакуоль, за прямим споживанням водорості *Chlorella vulgaris*, за зменшенням кількості в травних вакуолях *Oocystis submarina* і *Chlorella* sp.

ПП і ДОР угрупованнями звичайно оцінювали за балансом кисню (кисень визначався методом Вінклера, або портативним киснеміром) в ході прямих дослідів за допомогою склянкового методу в кисневій модифікації (Винберг, 1960). Як правило (басейн Тиси, мілководдя Кременчуцького водоймища, придунайські озера, водойми зони підтоплення, очисні споруди) такі досліді поставлені особисто автором (звичайно, спільно з іншими дослідниками). Деякі дані були люб'язно надані: для Дніпровсько-Бузького лиману В.С.Поліщуком і О.А.Давидовим, для Цибульницької затоки Кременчуцького водоймища Л.В.Скорик, для ставків і водойми комплексного призначення Ю.В.Дубровським. Інколи загальну деструкцію враховували за виділенням CO_2 (Романенко, Романенко, 1969), або за балансом HCO_3^- і CO_3^{2-} (Ковальчук та ін., 1991).

4. БІОЕНЕРГЕТИКА ВІЛЬНОЖИВУЧИХ ІНФУЗОРИЙ

Оцінка ролі інфузорій в ТОР можлива лише на основі розрахунків потоку енергії через систему в цілому, і угрупован-

ня циліат зокрема. В літературі є відомості з деяких перерахованих питань, однак дослідження, виконані за єдиною схемою, не проводились. Через це провели вивчення всіх найважливіших складових енергобюджету вільноживучих інфузорій і на цій основі виконали розрахунки відсоткової участі інфузорій різних екогруп в продукційно-деструкційних процесах.

Споживання кисню. Деякі дані про залежність СК від індивідуальної маси інфузорій є (Винберг, 1949; Беляцкая, 1959; Хлебович, 1986; 1987; Laybourn, Finlay, 1976; Klekowski, Tumantseva, 1981; Vugity, 1985 et al.). Цілком відсутня інформація про вплив вмісту в середовищі кисню на інфузорій.

В дослідях по СК використовували інфузорій 6 видів: *Cyclidium citrullus*, *Uropea marginum*, *Paramecium caudatum* культивували на настої сіна; *Spirostomum minus*, *Stentor roesei*, *Urostylea grandis* брали з природного місцезнаходження.

За характером СК в різних діапазонах концентрацій цього газу вивчені види розпадаються на дві групи. Для першої, куди входять *U. marginum* і *Sp. minus*, характерна порівняно слаба залежність СК від концентрації O_2 , а для решти видів, - сильно виражена S-подібна залежність.

Великий інтерес представляє вивчення залежності СК від індивідуальної маси інфузорій при різних концентраціях O_2 у воді. Апроксимація одержаних при 20° даних до функції виду:

$$\lg R = [(\lg R_1 + R_1) + (b + b_0) * \lg W_m] + S_{yx} \quad (2)$$

виявила параметри рівняння регресії, що дозволяють розраховувати СК інфузоріями в різних інтервалах концентрацій O_2 . Інфузорії різного розміру адекватно реагують на зниження концентрації кисню. Це дозволяє розробити універсальні поправки для розрахунку СК при різних рівнях насичення води киснем. СК інфузоріями при концентраціях, що перевищують

$3\text{млO}_2 / \text{л H}_2\text{O}$ ($\approx 4.3\text{мг O}_2$), може бути прийняте за нормальне:

$$R = a * 43.391 * W_m^{0.700} \quad (3),$$

де R - СК, пкл/(екз.*год); W_m - індивідуальна маса, мг;
а - киснева поправка.

Результати експериментів переконливо доводять, що концентрація O_2 суттєво впливає на інфузорій. Падіння концентрації O_2 до 1мкл/мл води еквівалентно для них зниженню СК при падінні температури від 20 до 5 градусів.

Якщо порівняти СК інфузоріями з СК безхребетними (Nemingsen, 1960), для чого приведемо формулу 3 до коефіцієнту регресії 0.751, то одержимо:

$$R = 36.986 * W_m^{0.751} \quad (4)$$

тобто СК інфузоріями майже в півтора рази вище.

Продукція інфузорій. Застосовувався метод розрахунку, що ґрунтується на понятті питомої швидкості росту:

$$P = \ln 2 * \bar{N} * t / T \quad (5)$$

Викликає інтерес ступінь відповідності швидкостей розмноження інфузорій *in vivo* і *in vitro*. Як вже зазначалось (Заика, 1983), розвиток інфузорій в чисельностях, що піддаються обліку, визначається сприятливими умовами місцепроживання з достатньою забезпеченістю кормом. Наявність у інфузорій широкого оптимуму концентрацій їжі (Кокова, Лисовский, 1976) представляється нам пристосуванням, що забезпечує в цих умовах стійкий ріст популяцій циліат. Виявляється, що навіть зміна концентрації їжі в 40(!) раз помітно не впливає на швидкість розмноження інфузорій (Curds, Vandyke, 1966).

Для вивчення розмноження інфузорій в природних місцезнаходженнях на Каховському водоймищі і Дніпровсько-Бузькому лимані при різній температурі були поставлені продукційні досліді з інфузоріями різних екогруп. Регресійний аналіз за-

лежності часу генерації по індивідуальній масі, з приведенням до коефіцієнту регресії 0.3, дозволив одержати рівняння:

$$a) \text{ при } 5-7^{\circ} \quad T_a = 20.683 * W_m^{0.300} \quad (6)$$

$$б) \text{ при } 11-12^{\circ} \quad T_a = 6.114 * W_m^{0.300} \quad (7)$$

$$в) \text{ при } 20-22^{\circ} \quad T_a = 3.492 * W_m^{0.300} \quad (8)$$

де T_a - одержаний *in situ* час генерації, в годинах; W_m - середня індивідуальна маса, мг.

В лабораторних умовах виконані дослід з розмноження 9 видів інфузорій при 20-21°:

$$T_e = 2.897 * W_m^{0.300} \quad (9)$$

Аналіз помилок вільних членів рівняння регресії показав, що рівняння 8 і 9 достовірно не відрізняються. В подальшому використали рівняння 8, через те, що воно одержане на більшому масиві даних в умовах, наближених до природних.

Порівняння одержаних даних з аналогічними результатами Фінлея (Finlay, 1977) і Т.В.Хлебович (1986) показало статистичну ідентичність всіх рівнянь.

Відомо (Ивлева, 1981; Тодераш, 1984), що температурна залежність фізіологічних процесів добре апроксимується:

$$Q_t = Q_1 * t^{\circ k} \quad (10)$$

де Q_t - температурная поправка, t° - температура. Одержали:

$$Q_t = 80.979 * t^{\circ -1.468} \quad (11)$$

Таким чином, за вихідне при 20 градусах слід прийняти рівняння 8, попередньо помноживши його на 0.9 (коректування згідно температурної поправки):

$$T = 4.344 * W_m^{0.300} \quad (12)$$

Тепер розрахуємо добову продукцію інфузорій в енергетичних одиницях, враховуючи співвідношення 0.82 кал/мг "сирої" маси (Finlay, 1978):

$$P = 24 * \ln 2 * W_m / T = 3.140 * W_m^{0.700} \quad (13)$$

де Р - добова продукція, мккал/(екз.*добу).

Кількісні закономірності живлення інфузорій. При температурі 22 градуси оцінили СІ інфузоріями 6 видів (Р. caudatum на 2-х типах корму). Результати дослідів апроксимуються рівнянням, яке після приведення до коефіцієнту регресії 0.700, з врахуванням енергетичного еквіваленту 1кал/мг "сирої" маси (Суденя, 1975 и др.), виглядає при 20 так:

$$C=14.005 \cdot W_{\text{ш}}^{0.700} \quad (14)$$

де С - добовий раціон, мккал/(екз.*добу). Тепер можна одержати загальний бюджет інфузорій з врахуванням добового СК:

$$R=5.030 \cdot W_{\text{ш}}^{0.700} \quad (15)$$

де R - СК, мккал/(екз.*добу). Коефіцієнт асиміляції:

$$a=(P+R)/C=(5.03+3.14)/14.01=0.58 \quad (16)$$

Коефіцієнт ефективності використання спожитої їжі на ріст:

$$K_1=P/C=0.22 \quad (17)$$

Коефіцієнт ефективності використання засвоєної їжі на ріст:

$$K_2=P/(P+R)=3.14/(3.14+5.03)=0.38 \quad (18)$$

При продукційних розрахунках виявились корисними і деякі інші співвідношення: $C:R=2.78$, $C:P=4.46$, $P:R=0.62$.

У зв'язку з необхідністю зіставлення ступеня участі окремих груп гідробіонтів в процесах ТОР, виконані також експерименти по СК і обгрунтовані способи розрахунку продукції для деяких груп вільноживучих найпростіших і мікробезхребетних (Кипніс, Ковальчук, 1986; Ковальчук, 1988а; Ковальчук, 1988б; Ковальчук, Воликов, 1990; Ковальчук, 1992 та ін.).

5. ІНФУЗОРІЇ ВОДОЯМ БАСЕЙНУ ДНІПРА

В водоймах басейну Дніпра виявлено 679 видів і варієтетів вільноживучих інфузорій. З врахуванням літературних даних їх кількість перевищує 750 видів.

5.1. Водоямища Дніпра

На даний час Дніпро повністю зарегульований. Тут створено 6 водоймищ загальним об'ємом 43,8 куб. км. Кременчуцьке і Каховське водоймища є водоймами озерного типу, решта - озеро-річкового типу з водообміном 9-20 раз на рік.

5.1.1. Планктонні інфузорії

Планктонні інфузорії водоймищ Дніпра визначались А.А.Небрат (1977; 1980; 1985; 1988 та ін.). Для планктону водоймищ відомо більш як 100 видів інфузорій. Середні чисельності і біомаси циліопланктону водоймищ по роках досить сильно змінювались. В 1972-74рр. ці показники складали 930-3500 тис. екз./куб. м і 80-170 мг/куб. м. Середня для Кременчуцького водоймища величина ДОР планктонними циліатами - близько 400 кал/(куб. м*сут.), для Київського - близько 100 кал/куб. м*добу. Продукція ОР інфузоріями планктону була вищою в Кременчуцькому водоймищі - в середньому 130-190 кал/(куб. м*добу), ніж в Київському - 60-70 кал/(куб. м*добу). Частка циліопланктону водоймищ Дніпра в ДОР в планктоні складає 9%, в СПП (валової) - 4-6%, в споживанні бактеріальної продукції - 11-12% (Приймаченко та ін., 1972; 1978; Головка та ін., 1989).

5.1.2. Донні інфузорії

В донних відкладах водоймищ Дніпра виявлено 474 види і варієтети вільноживучих інфузорій. Найбільш багато представлений в водоймищі р. *Metopus* - 23 види і варієтети.

Кількісний розвиток, деструкція і продукція ОР

Піски різного ступеня замулення. Для Київського водоймища і Цибульницької затоки Кременчуцького водоймища (дослідження 1976-79рр.) характерною є така сезонна динаміка всіх показників: деякий спад від зими до весни з наступним наростанням до літа. Для Каховського і Кременчуцького водоймищ (дослідження 1981-86рр.) встановлено наявність достатньо

різкого літнього (Каховське), або осіннього (Кременчуцьке) мінімуму. Зимом встановлені високі чисельності і біомаси донних інфузорій - не нижче середньосезонних значень. Характерні величини середньосезонних чисельностей і біомас донних інфузорій: 2500-11900 тис. екз./м² і 42-121 мг/м². Найбільш високі середньосезонні рівні ДОР інфузоріями в цьому біотопі спостерігаються в Київському і Каховському водоймищах. Для Київського водоймища, на відміну від Каховського, типовим є потужний літній максимум продукції і ДОР цілобіонтосом.

Піщанисті і глинисті мули. Для всіх водоймищ характерна наявність весняного спаду в розвитку інфузорій. Коливання середньосезонних показників чисельності у водоймах складали від 1300 до 8550 тис. екз./м², а біомаси - 19-74 мг/м², що нижче, ніж на замуленому піску. Максимальна функціональна активність інфузорій на мулах вказаного типу спостерігається влітку. Її рівні в 1.5-2.0 рази нижчі, ніж на замулених пісках. Максимальні середньосезонні значення - близько 60 кал/(м²*добу), - зазначені для Київського водоймища.

Торф'янисті мули. Враховуючи різноманітність видів едифікаторів (вища водна рослинність) це найбільш неоднорідний біотоп. Він також характеризується високими показниками кількісного розвитку донних інфузорій. Середньосезонні значення чисельності інфузорій на торф'янистих мулах 4200-12900 тис. екз./м², а біомаси - 74-153 мг/м², що в 1.5-2.0 рази вище від аналогічних показників з інших біотопів. В середньому по сезонах ДОР інфузоріями 44-88 кал/(м²*добу), а продукція - 13-42 кал/(м²*добу). Максимальних значень біопродукційні показники досягають влітку.

Участь в продукційно-деструкційних процесах

Частка інфузорій в СПП фітомікробентосу і в ДОР, за да-

ними для Цибульникської затоки (1978р.), слабо залежить від сезону і ділянки. Не встановлено відмінностей між мілководними і глибоководними біотопами. Середньосезонна частка інфузорій в споживанні ПП дещо вища, ніж в деструкції: відповідно, 2.5% і 2.1%.

З мілководних ділянок Кременчуцького водоймища в 1983р. найбільш повно вивчені Сульські мілководдя, на які сильно впливає режим скидання води з цього водоймища. Середньосезонна частка інфузорій в ДОР складала для Сульських мілководь 2.8%, а в СПП - 1.9%, що непогано узгоджується з раніше одержаними даними. Середня частка інфузорій в ДОР на Коробовських і Ольшанських мілководдях близька до значень, встановлених для Сульських мілководь - 2-3%. В умовах Коробовських мілководь ними споживається 23% ПП, Ольшанських - 2%. Частка інфузорій в ДОР на Адамовських мілководдях 5%, а СПП фітомікробентосу 15%.

Статистичний аналіз наявного матеріалу щодо участі інфузорій в продукційно-деструкційних процесах, по всьому наявному масиву даних в сезонному аспекті, а також для відкритих і закритих мілководь, показав, що сезонні зміни частки донних інфузорій в ДОР відсутні (зміни від 2.2 до 2.5%). Інша річ - СПП. Весною рівень споживання 2.06% (1.12 ± 1.19), влітку - 10.96% (2.48 ± 1.77), а восени - 7.31% (2.12 ± 1.57). Порівняння результатів для весни і літа дає достовірні відмінності на 5% рівні. Таким чином, влітку на мілководдях відбувається зростання СПП фітомікробентосу інфузоріями. Середньосезонне СПП інфузоріями (5.5%) суттєво перевищує частку цих найпростіших в ДОР.

Принциповим також є висновок про більш високу роль інфузорій в ДОР на мілководдях відкритого типу у порівнянні

з закритими мілководдями. Так, частка споживання ПП інфузоріями на Коробовських і Аламовських мілководдях складала 15-23%, в ДОР - 3-5%, тоді як на закритих Ольшанських і близьких до них Сульських (обидва в гирлах рік) - по 2-3%.

Для мілководь відкритого типу характерна збалансованість продукційно-деструкційних процесів, що проявляється в незначній швидкості накопичення ОР - $315 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$. На мілководдях закритого типу швидкість суттєво вища - до $4500 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{рік})$.

Врахування анаеробної ДОР донними угрупованнями на мілководдях Кременчуцького водоймища, дозволило визначити величини загальної деструкції, які в ряді випадків перевищували $40 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{добу})$. Аеробна деструкція на мілководдях закритого типу складала, як правило, менше 50% загальної ДОР, суттєво збільшуючись на мілководдях відкритого типу.

В цілому, для водоймищ Дніпра середня відсоткова частка цілюбентосу в ДОР складає 2-5%, а СПП фітомікробентосу - 5-6%.

5.1.3. Інфузорії епіфітону

Інфузорії епіфітону досліджувались Л.І.Локоть (1985), З.М.Мильниковою (1987), В.А.Мовчан (1989) та ін.

Я вивчав інфузорій цієї екогрупи на 12 видах ВВР. За період досліджень знайдено 173 види і варієтети інфузорій.

Серед зануреної водної рослинності водоймищ суттєве місце займає кушир (*Ceratophyllum demersum*), який в повністю ідентичних умовах найкраще заселяється інфузоріями. Гірше заселяється різак (*Stratiotes aloides*) і ще слабше уруть (*Myriophyllum spicatum*) - показовий факт при вивченні впливу розчленованості поверхні рослини на угруповання епіфітонних інфузорій.

Середньосезонні показники, які характеризують угруповання епіфітонних інфузорій на куширі: чисельність - 720екз./дм², біомаса - 35мкг/дм², ДОР - 29мкал/(дм²*добу) і продукція - 13.5мкал/(дм²*добу). Середня за вегетаційний період (180 днів) ДОР інфузоріями епіфітону на рдеснику блискучому (*Rotamogeton lucens*), складала 3.5кал/м², або близько 1% від загальної ДОР. Продукція фітоперифітону на рдеснику в 3 рази вища за загальну деструкцію. Більша частина раціону епіфітонних інфузорій на рдеснику формується за рахунок споживання водоростей. Тому, споживання валової ПП перифітону інфузоріями наближається до 0.5-0.7% (враховуючи C:R=2.8).

Середня для очерету загальна добова ДОР епіфітоном складає 0.2ккал/м² (Величко, 1979), а середня ДОР інфузоріями за добу складає близько 0.003ккал/м², або 1.5%. Звідси, частка інфузорій в ДОР на ВВР складає 1.0-1.5%. ПП перифітону на очереті в декілька разів перевищує деструкцію (Величко, 1979). Через це, частка інфузорій в СПП перифітону на очереті, в середньому, складає 0.1-0.4%, що дещо нижче, ніж одержано для рдесника.

В липні 1986р. були започатковані додаткові дослідження ролі інфузорій в ТОР в епіфітоні. В експериментах використали 5 видів вищих водних рослин, в тому числі 3 види занурених і 2 види повітряно-водних рослин. Рослини були взяті з Дніпра і водойм зони підтоплення водоймищ.

Загальна ДОР в перифітоні (з врахуванням виду-ефікатора!) коливалась від 5.6 до 15.3кДж/(м²*добу). Деструкція ОР власне епіфітоном змінювалась в межах 2.0-9.3кДж/(м²*добу), в середньому 6.5±2.4кДж/(м²*добу). Відмінності середніх часток в ДОР інфузоріями епіфітону на зануреній і повітря-

но-водній рослинності значимо не відрізняються, а розподіл варіант наближається до нормального. Через це провели усереднення по всьому масиву даних ($n=7$) без вирівнювання, що дало $1.08\% \pm 1.01$.

Таким чином, частка інфузорій епіфітону в ДОР складає близько 1% загальної. Їх роль суттєво нижча, ніж у більшості груп макроепіфітону і коловороток, однак вища, ніж у інших груп мікро- і мезоепіфітону.

5.2. Дніпровсько-Бузький лиман

Дніпровсько-Бузький лиман - найкрупніший з причорноморських лиманів, - наближається до сильно стратифікованих естуаріїв з вираженим клином солоної води. Лиман є одним з найбільш рибопродуктивних водойм світу.

Виявлено 210 видів і варієтетів інфузорій: 107 видів і варієтетів в планктоні, 154 види і варієтети в бентосі. 24-25% загального числа видів інфузорій - галобіонти.

5.2.1. Планктонні інфузорії

Виявлені достовірні особливості гідробіологічних показників угруповань планктонних інфузорій верхньої ділянки. В середньому ці показники були на 2-3 порядки нижчі, ніж на решті ділянок лиману. На верхній ділянці лиману оптимальні для інфузорій планктону умови виникають в літній період, тоді як на інших ділянках - весною. Восени і взимку спостерігається різкий спад всіх показників. Весною максимальна кількість видів циліопланктону розвивається в приповерхневих шарах. Влітку значний вплив на видове багатство інфузорій має вміст сірководню в придонних шарах. Восени найбільше видове багатство інфузорій зазначалось в придонному шарі води. Лешо інший характер має вертикальний розподіл кількісних показників циліопланктону. Весною на всіх

станціях максимальні чисельності інфузорій спостерігались в шарі від 2 до 8м. Влітку максимальні чисельності встановлені для поверхневого або приповерхневого шарів. Восени зафіксовано рівномірний розподіл кількісних показників циліопланктону в товщі води, окрім поверхневого шару, де планктонні циліати взагалі не відмічались. Для розподілу біомаси планктонних інфузорій лиману яких-небудь схожих закономірностей встановити не вдалося. Максимальна функціональна активність в весняний і літній періоди, звичайно, спостерігається в поверхневому і приповерхневому шарах, восени - в придонному.

Участь планктонних інфузорій в ТОР по ділянках лиману неоднорідна. Для верхньої ділянки їх частка виявилась достовірно нижчою. Для інших ділянок весною і влітку показно споживання близько 30% валової ПП фітопланктону; восени - десяти відсотка. В ДОР частка інфузорій на цих ділянках явно знижується від весни до осені від 35 до 0.12%. Вертикальний розподіл відсоткової частки в споживанні інфузоріями ПП фітопланктону характеризується підвищенням до 100% для шару 4-8м. В верхньому шарі (0-4м) споживається від декількох відсотків до 10-20% ПП, створеної в цьому шарі. Глибше 6м споживається також фітопланктон, що походить з верхніх шарів води. Строгої закономірності у вертикальному розподілі відсоткової частки інфузорій в ДОР немає.

При одержанні середньосезонних величин участі інфузорій в продукційно-деструкційних процесах не враховували значень для верхньої ділянки, де встановлена частка в ДОР - 2-3% і СПП 3-4%. Середньосезонна частка планктонних інфузорій лиману в ДОР складала 18-19%, а СПП - 20-21%.

5.2.2. Донні інфузорії

Якщо в планктоні суттєвої різниці між основними

гідробіологічними показниками угруповань інфузорій середньої, нижньої і осьової ділянок не спостерігається, то для бентосу характерна інша картина. Це пов'язано з наявністю на окремих станціях осьової ділянки сірководню.

Розрахунки середніх для верхньої ділянки показників відсоткової частки інфузорій в ДОР дали 0.3-0.4%, а в СПП - 0.6-0.7%. На середній, нижній і осьовій ділянках їх частка в ДОР звичайно на 1-2 порядки вища. В цілому, участь бентосних інфузорій в продукційно-деструкційних процесах, що відбуваються в Дніпровсько-Бугському лимані, дещо нижча, ніж планктонних, і складає 6-7% загальної ДОР і 10-11% в СПП фітомікробентосу.

5.3. Водойми зони підтоплення

Водойми зони підтоплення є суттєвим проявом дії водоймищ на оточуюче середовище. Вивчені водойми: групи 1 - мілководні (глибина 0.4-0.5м) з заростанням ВВР до 20-40%, групи 2 - більш глибокі (1.0-1.2м) з заростанням 15-25%, умовно названа нами група 4 - нетипові водойми. Водойми групи 3 (глибина 1.5-2.0м) не вивчалися.

У водоймах зони підтоплення виявлено 182 види і варієтети інфузорій. В складі планктону знайдено 30, бентосу - 148 і перифітону - 71 таксон інфузорій.

Для бентосу перевірили наявність відмінностей між дослідженими групами водойм. Найкращого розвитку інфузорії досягають влітку в водоймах першої групи. Достовірно відрізняються між групами водойм картини сезонних змін кількісних показників. Середньосезонні значення кількісних, і функціональних показників розвитку донних інфузорій у водоймах групи 1 і 2 відповідають показникам для озер.

Порівняння функціональної активності різних груп гідро-

біонтів у водоймах зони підтоплення, показало найбільшу значимість в процесах ТОР інфузорій.

5.4. Ставки і малі водоймища

До ставок відносяться водойми, корисний об'єм яких не перевищує 6.2млн/куб.м. Водойми більшого об'єму відносяться до малих водосховищ (Коненко, 1971).

Інфузорії ставок достатньо добре вивчені завдяки доступності цих водойм, а також через потреби практики.

Детально досліджені нагульний ставок № Таращанської рибоводно-меліоративної станції поблизу с.Тараша (ТРМС), такий же ставок Київської рибоводно-меліоративної станції поблизу с.Здоровка (КРМС), водойма комплексного призначення (мале водоймище) біля с.Саливінки (ВКП), "дикий" ставок в Голосіївському парку м.Києва (ГС) і деякі інші ставки (поблизу с.Снетинка, біля м.Біла Церква, № ТРМС), однак всі у межах Київської області. Водойми (окрім ВКП, водойми с.Снетинка і ГП) є спускними. Площа спускних нагульних ставок КРМС - 32га, ТРМС № - 8га, ВКП - 215га. Вивчали планктон, придонний планктон і бентос.

Виявлено 247 видів і варієтетів вільноживучих інфузорій. Планктон виявився багатомасовою екогрупою - 164 види, що навіть дещо більше, ніж знайдено у бентосі - 155 видів.

Кількісні особливості розвитку інфузорій вивчалися на прикладі ставів КРМС і ТРМС № і ВКП поблизу с.Саливінки.

5.4.1. Планктонні інфузорії

У планктоні і у придонному планктоні має місце така схема розвитку сезонної сукцесії: після весняного максимуму настає спад кількісних показників в червні, підвищення в липні, спад і осіннє підвищення у вересні.

На прикладі ГС м.Києва показано значне видове багатство

циліопланктону в зимовий період - 37 видів з 30 родів, при середніх чисельностях 1.2-2.3 млн. екз./куб.м, що суттєво вище, ніж значення, що наводились С.І.Мажейкайте (1982). Середні значення біомаси кріофільного циліопланктону складали 45-83 мг/куб.м. Власне зимовий період для ставкового циліопланктону супроводжується різким падінням чисельності і біомаси і настає значно пізніше льодоставу - в січні. Сприяється формуванням на льоду суцільного снігового покриву.

Функціональна активність найпростіших планктону і придонного планктону визначається переважно їх кількісним розвитком, через те, що температура в період досліджень була відносно стабільною. На початку літа відмічається різкий спад участі циліопланктону в ДОР. Їх роль в ТОР в ставах, в цілому, вища, ніж у водоймищі.

Участь планктонних інфузорій ставів в продукційно-деструкційних процесах виражається часткою 4-8% в ДОР, ними споживається 2-6% ПП фітопланктону. Для водоймища показані частки, відповідно, 1-2% і 0.4%.

Для ставка №5 ТРНС виконані розрахунки потоків енергії по трофічних ланцюгах підсистеми планктону. Деструкція ОР в цілому по ставу складала 974.0 (тут і в подальшому $\text{кДж} \cdot 10^6$). Частка окремих груп в ДОР: гіллястовусі - 16.2%, циклопоїди - 10.5%, фітопланктон - 10.1%, інфузорії - 9.1%, коловертки - 4.2%, каланоїди - 2.3%, гетеротрофні флагелляти - 2.2%, бактерії - 40.4%; абіотичне окислення прийняли за 5%. ПП фітопланктону складала 987.0. СПП фітопланктону: гіллястовусі - 24.3%, інфузорії - 14.2%, циклопоїди - 10.3%, коловертки - 3.9%, каланоїди - 1.6%. Таким чином, найпростішими і зоопланктоном споживається 57.4% ПП фітопланктону. Невикористаною в їжу залишається 42.6%, тобто

$420.5 \text{ кДж} \cdot 10^6$, що при кормовому коефіцієнті 50 може складати близько 2.5ц риби з 1га. Продукція бактерій (262.3) споживалась: інфузоріями - 37.2%, гіллястовусими - 30.5%, гетеротрофними флагеллятами - 20.8%, коловертками - 6.6%, циклопоїдами - 2.8%, каланоїдами - 0.2%; не споживається 1.9% даної продукції, тобто $5.0 \text{ кДж} \cdot 10^6$. З продукції гіллястовусих (73.9) 25.8% споживалось циклопоїдами, 0.1% - коловертками, залишається 54.7. З продукції циклопоїд (16.3) 0.6% споживалось коловертками, залишається $16.2 \text{ кДж} \cdot 10^6$. З продукції каланоїд (7.7) 18.2% споживалось циклопоїдами, залишається $6.3 \text{ кДж} \cdot 10^6$. З продукції інфузорій (44.4) 36.0% споживалось гіллястовусими, 33.3% - циклопоїдами, 28.2% - каланоїдами, 2.0% - коловертками, тобто використовується практично вся продукція. З продукції гетеротрофних флагеллят (13.1) 38.4% споживалось циклопоїдами, 30.5% - гіллястовусими, 20.6% - інфузоріями, 10.5% - каланоїдами. Продукція гетеротрофних флагеллят споживається повністю.

Потенціальна рибопродуктивність за рахунок зоопланктону, при кормовому коефіцієнті 10, складає 2.5ц/га. Детритний "дош" планктону в бентос - не менше $300 \text{ кДж} \cdot 10^6$.

5.4.2. Донні інфузорії

Середньосезонні показники кількісного розвитку в досліджених водоймах $5\text{--}16 \text{ млн. екз./м}^2$, а біомаси $86\text{--}160 \text{ мг/м}^2$.

Сезонна динаміка кількісного розвитку бентосних інфузорій відрізняється від планктонних відсутністю різкого мінімуму на початку літа і, в цілому, схожа з нею.

Найважливіша роль в ДОР належить інфузоріям - від 4 до $9 \text{ кДж/(м}^2 \cdot \text{добу)}$. Це відповідає частці від 34 до 70% (в середньому 40%) від загальної (аеробної) ДОР. На наступних позиціях йдуть коловертки, нематоди і гетеротрофні джгутико-

носці.

5.4.3. Вплив деяких факторів середовища на інфузорій

Динаміка індексу сапробності, розрахованого по колоретках планктону і придонного планктону, абсолютно не відповідає динаміці перманганатної і біхроматної окислюваності води, які являються прямими показниками наявності, відповідно, легкодоступної ОР і всієї розчиненої ОР (РОР). Немає відповідності між цими показниками і індексами сапробності, визначеними по циліопланктону, а по інфузоріях придонного планктону спостерігається лише фрагментарна подібність з окислюваністю. Значно краще відображають динаміку вмісту ОР індекси сапробності по донних інфузоріях.

Зворотний зв'язок наявний між рН і кількісними показниками розвитку найпростіших. Виявлена зворотна кореляція чисельності донних інфузорій з фосфором і тотальним азотом.

Пошук шляхів строгого вивчення впливу на угруповання циліат "зовнішніх" факторів передбачає використання факторного аналізу. Важливим є наявність або відсутність функціональних підсистем в умовах рибоводних водойм. Якщо вплив загальних факторів на організми планктону і бентосу суттєво відрізняється за направленістю дії, то це вказує на певний рівень автономності планктону і бентосу, і на наявність функціональних підсистем. Відносно визначального загального фактору сумнівів практично не виникає. Це продуктивність фітопланктону. Що торкається другого за важливістю фактору, то ним може бути РОР. Суттєвими можуть виявитись відмінності режиму. ВКП є водоймою з природним режимом і пасовищним рибництвом, в КРМС практикувалось годування риби і спорадичне внесення добрив, а в ТРМС М5 вносились азотно-фосфорні добрива без годування риби. Факторні навантажен-

ня в КРМС, ТРМС і ВКП характеризуються вираженими відмінностями в направленості дії першого фактору на планктон і бентос. Найбільш виражена автономність підсистем для КРМС і ВКП. Достовірний вплив першого фактору встановлено для планктонних найпростіших. Цей вплив протилежний впливу на кількісний розвиток бентосу. Подібність між КРМС і ВКП вичерпується характером дії і значною вираженістю впливу на планктон першого фактору. У ВКП направленість дії фактору 2 співпадає для ознак, що характеризують планктон і бентос. Такий фактор може ідентифікуватись, як вміст в воді РОР. Для ставів направленість дії другого загального фактору протилежна і також співпадає для планктону і бентосу. Враховуючи високу густину посадки, характер живлення коропа і товстолобика, можна ідентифікувати другий фактор в рибоводних ставах, як фактор "риба".

5.5. Малі ріки

Для малих рік басейну Дніпра відомо близько 250 видів вільноживучих інфузорій (Бабко, 1989; Бабко, Ковальчук, 1992).

Планктонні інфузорії. Спостерігаються максимуми кількісного розвитку влітку і восени. Зазначене зростання чисельності від витоків до гирла. Середня чисельність планктонних інфузорій складає 15млн.екз./куб.м, біомаса - 0.7г/куб.м. Середні рівні добової деструкції - 130-150 кал/куб.м, продукції - 60-80кал/куб.м. Частка планктонних інфузорій малих рік в ДОР складає 5-6%, а СПП - 7-8%.

Донні інфузорії. На замулених пісках зазначені літній і осінній максимуми цього показника. На мулах зберігається тільки осінній максимум біомаси. Середні чисельності інфузорій бентосу - 1.4-4.9млн.екз./м², біомаси - 120-180мг/м². ДОР інфузоріями максимальна на замуленому піску і мінімальна

на піску. Частка інфузорій бентосу в ДОР нінялась в межах 0.6-3.9% загальної деструкції. Середня частка складає 2.0%.

5.6. Очисні споруди

В очисних спорудах і місцях скидання сточних вод Києва, Львова, Івано-Франківська і Ужгорода виявлено 70 видів інфузорій.

У верхньому каналі аеротенка частка інфузорій в деструкції ОР невисока і вони поступаються в цьому відношенні коловерткам. На початку регенератора, в результаті завантаження активного мулу, створюються штучні умови для потужної мінералізації ОР і частка інфузорій в ДОР на порядок перевищує всі інші групи найпростіших і мікробезхребетних разом взятих, складаючи в середньому 46%. До водостоку роль інфузорій в деструкції різко знижується і в умовах вторвідстійника і магістрального каналу їх частка складає, в середньому, тільки 0.0-1.7%. При попаданні побутових стоків Києва в Дніпро на віддалі 500м проходить майже повне розбавлення їх водами ріки, що проявляється в падінні рівнів загальної деструкції до контрольних. На всіх ділянках Дніпра біля гирла магканалу частка інфузорій планктону і бентосу в ДОР була близькою, складаючи для планктону 1.0%, а для бентосу - 1.6%.

6. ІНФУЗОРІЇ ВОДОЙМ БАСЕЙНУ ДУНАЮ

Різноманітність ландшафтів і природних зон обумовлює своєрідність угруповань інфузорій, що населяють водойми басейну Дунаю. Виявлено 310 видів і варієтетів цих найпростіших.

В більшості досліджених водойм відсутній сформований циліопланктон, а для деяких типів водойм досить важко виявилось провести межу між бентосом і перифітоном.

6.1. Притоки Дунаю

Найкрупнішими притоками Дунаю, в цілому, є Тиса (966км) і Прут - (926км). Вивченню інфузорій Тиси присвячено декілька робіт (Ковальчук, Ковальчук, 1984; Pujin, Stanojevic, 1979; Josa, 1981). Інфузорій Прута не вивчали. В басейні Прута і Тиси в складі бентосу, планктону і перифітону мною виявлено 111 і 255 видів і варієтетів інфузорій.

6.1.1. Планктонні інфузорії

Кількісне вивчення планктонних інфузорій притоків Дунаю розпочали в червні 1989р. Суттєвий вплив на їх розвиток справляє сильна течія і концентрація у воді ОР. При наявності крупних населених пунктів зростання чисельності може бути дуже різким (наприклад, р.Уж), без них воно менш помітне (Прут).

Навесні середня чисельність інфузорій планктону закономірно знижувалась від нижньої до верхньої ділянки. Літній період характеризується максимальним розвитком інфузорій планктону середньої ділянки р.Тиси. На відміну від середньої ділянки, на нижній ділянці від весни до літа чисельність інфузорій різко не змінювалась, в цілому зберігаючись на невисокому рівні. Різке зниження показників кількісного розвитку планктонних інфузорій спостерігається восени.

У складі планктону найбільш значима участь в ТОР інфузорій. Від верхньої до нижньої ділянки їх відсоткова частка в ДОР знижується від декількох відсотків до десятих і навіть сотих часток відсотку. В середньому, частка ціліопланктону р.Тиси в ДОР складає 0.1-2.0%, а СПП - 0.1-0.5%.

6.1.2. Донні інфузорії

Середня чисельність донних інфузорій у всіх досліджених водоймах - 5.8млн/м², біомаса - 58.5мг/м² (без 1991р.). В

1991р. встановлені чітке підвищення чисельності і біомаси інфузорій від верхньої ділянки ріки до середньої. з наступним зниженням показників до нижньої (в межах України). Перманентна повинь впливає на інфузорій бентосу різко негативно. Так, в листопаді їх середня чисельність для Тиси і притоків складала лише 200-900 тис. екз./м², а біомаса - 2-7 мг/м².

Хоч, в цілому, середньосезонна чисельність бентосних інфузорій водотоків Тиси не перевищує 2-6 млн. екз./м², подекуди встановлені екстремально високі значення. Так, влітку, на ділянці р. Ріка нижче м. Міжгір'я чисельність донних інфузорій була 50-60 млн. екз./м², а ДОР 1265 кал/(м²·добу).

Нестійкий режим гірських притоків обумовлює невисокі показники кількісного розвитку донних інфузорій. В ході сезонної сукцесії в таких ріках басейну Прута зазначається різкий літній спад їх чисельності. Осінні показники перевищують літні на 2 порядки.

Середня частка донних інфузорій в ДОР в притоках Дунаю складає 1-3%, а СІП фітомікробентосу - 1.6-5%.

6.1.3. Інфузорії перифітону

Середні показники чисельності циліоперифітону (на камінні !) Тиси 1-9 млн. екз./м², а біомаси - 30-150 мг/м². В листопаді біомаса циліоперифітону не перевищує 5-10 мг/м².

Перевірка придатності кількісних показників для зональної класифікації ділянок водотоків виконувалась шляхом попереднього виділення 5 зон за ландшафтно-кліматичним принципом.

- 1 - Ділянки на чистих гірських ріках;
- 2 - Гірські ділянки нижче населених пунктів;
- 3 - Сильнозабруднені гірські ділянки нижче великих міст;
- 4 - Ділянки передгірські і рівнинні за межами великих міст;
- 5 - Ділянки передгірські і рівнинні нижче великих міст.

Застосували агломеративно-ієрархічний кластерний аналіз (класифікація з навчанням) з розбивкою на 5 кластерів. Як перемінні використали чисельності в перифітоні інфузорій, коловороток і нематод, що є найбільш важливими і постійними компонентами біоти водотоків Тиси. В деяких випадках одержали хороше співпадіння даних класифікації з даними превентивного зонування. Необхідне коректування: зона 2 включається в 1 з загальною назвою: чисті і порівняно чисті гірські ділянки; третю зону (скоректована друга) можна назвати: ділянки порівняно забруднених водотоків в гірських умовах; четверту і п'яту зони (скоректована третя і четверта) слід зберегти, причому, якщо четверта (скоректована третя) виділяється достатньо логічно, то п'яту (скоректована четверта) необхідно уточнити - ділянки Тиси (або крупних притоків) нижче великих міст на рівнині і в передгір'ях.

Максимальна функціональна активність циліоперифітону водотоків Тиси спостерігається влітку, коли для чистої гірської зони рівень ДОР перифітонними інфузоріями складає від 16 до 150 кал/(м²*добу). Чиста рівнинна зона характеризується більш високими значеннями цього показника - 40-300 кал/(м²*добу).

Під осінь, у зв'язку з несприятливим гідрологічним режимом, зазначається різке зниження активності перифітонних угруповань інфузорій. Взимку функціональна активність перифітонних циліат дещо підвищується.

Роль перифітонних інфузорій притоків Дунаю в ТОР суттєво залежить від сезону. Влітку їх частка в ДОР складає 4-8%, знижуючись до 1-2% восени. СПП циліоперифітоном: влітку - 3-7%, пізно восени - 0.4%. Принциповою відмінністю від бентосу є, звичайно, більш висока роль циліоперифітону в

ДОР, ніж в споживанні ПП.

6.2. Придунайські озера

Окрім праці Ф.П.Чорика і М.М.Вікола(1979) по оз.Кагул, даних по інфузоріях придунайських озер в літературі не було. Г результати вивчення донних і планктонних інфузорій в оз.Китай, Ялпуг, Катлабух, Саф'ян, Кугурлуй і Кагул мною виявлено 159 видів і варієтетів інфузорій, в тому числі 11 видів зі складу галолімнічного комплексу.

6.2.1.Планктонні інфузорії

Найзвичайніший тип сезонних змін основних показників ціліат характеризується літнім максимумом. Середньосезонні чисельність і біомаса інфузорій в озерах мінливі і складають, відповідно, 1-21 млн.екз./куб.м і 4-420мг/куб.м. Функціональна активність ціліат: ДОР - 4-360 кал/(куб.м*добу) і продукція ОР - 3-193 кал/(куб.м*добу). Найвищі значення показників встановлені для оз.Китай.

Середньосезонна частка планктонних інфузорій придунайських озер в ДОР і в СПП - 1-2%. Участь інфузорій у цих процесах максимальна влітку і знижується взимку.

6.2.2.Донні інфузорії

По більшості показників донних інфузорій (аналогічно до планктонних) виділяється оз.Китай. Тут їх значення на порядок вищі, ніж в інших озерах. Середні показники кількісного розвитку і функціональної активності у всіх озерах складають: чисельність - 12 млн.екз./м², біомаса - 126 мг/м², ДОР - 133 і продукція ОР - 65 кал/(м²*добу). Серед озер - Кугурлуй, Саф'ян, південь оз.Китай,- зазначається зменшення відносних площ ВВР, що супроводжується підвищенням коефіцієнту К2.

Середньосезонна частка в ДОР складає 3%, а СПП

фітомікробентосу - 4%. Максимальна роль інфузорій бентосу придунайських озер в ТОР встановлена влітку, мінімальна - восени.

6.3. Сасикське водоймище

Сасикське водоймище створене в 1978р. в ложі колишнього солоного лиману Сасик в результаті його інженерної реконструкції і опріснення. Це одна з найбільш рибопродуктивних водойм світу.

6.3.1. Планктонні інфузорії

В складі протистопланктону виявлено 40 видів інфузорій. Встановлено весняний максимум чисельності, біомаси і функціональної активності, і різке падіння показників влітку з подальшим поступовим зниженням до зими. Середньосезонні значення кількісного розвитку циліопланктону водоймища невисокі і складають: чисельність - близько 16 тис. екз./куб.м, біомаса - 2-3 мг/куб.м, ДОР - 0.8-1.0 кал/(куб.м*добу) і продукція близько 0.5 кал/(куб.м*добу).

Участь циліопланктону в ТОР виражається часткою в ДОР від 0.002 до 0.037%, середнє СПП - 0.001-0.014%, бактеріальної продукції - 0.003-0.016%, що нижче більшості відомих даних.

6.3.2. Донні інфузорії

В бентосі водоймища виявлено 117 видів і варієтетів інфузорій і 32 види знайдено в перифітоні. 17% видів відноситься до галолімнічного комплексу. Абсолютні максимуми чисельності донних інфузорій - 350 млн. екз./м², біомаси - 333 мг/м². Середньосезонні показники розвитку донних інфузорій - 14-19 млн. екз./м² і 121-135 мг/м². Загальний характер зміни кількісних показників: для північної частини - підвищення в осінньо-зимовий період, для південної - весняний

максимум. Середньосезонні рівні добової ДОР донними інфузоріями змінюються в межах 90-120кал/(м²*добу). Для північної частини по сезонах не спостерігається значних відмінностей в рівнях ДОР, а для південної встановлено наявність потужного літнього максимуму. Аналогічні закономірності сезонних змін продукції донних інфузорій.

Частка донних інфузорій в ДОР складала, в середньому, близько 8-9% загальної деструкції.

6.4. Дельта Дунаю

В Делюковому куті (відгалуження Анкудінового рукава Очаківського гирла Дунаю) виявили 88 видів і варієтетів донних інфузорій. Залежність кількості виявлених в пробах видів від вивченої площі ґрунту передається формулою ($n=24$):

$$S=6.445 \cdot Q^{0.453}, \quad (19)$$

де Q - площа відібраного ґрунту, м²; S - кількість потенційно проживаючих на такій площі видів інфузорій. Формула дійсна для значень Q , що не перевищують 70м². Звичайні міжбіотопічні значення індексів Шимкевича-Сімпсона - близько 0.50. Очевидно, дець близько 30% загального числа видів складають "обличчя" того чи іншого біотопу, що входить в екосистему екотону. Висока спільність видового складу угруповань інфузорій кута вказує на їх стійкість до заміщення. За абсолютними значеннями чисельності донних інфузорій - 13-34 млн.екз./м² і за рівнем функціональної активності цих найпростіших Делюків кут суттєво перевищує більшість водойм.

6.5. Інші водойми

Слабо вивченими залишалися до теперішнього часу інфузорії, що населяють струмки, джерела і деякі інші своєрідні водойми. В бентосі струмків виявлено 71 вид інфузорій. Відносно стабільний режим цих водотоків впливає і на сезонну

динаміку основних гідробіологічних показників вивчених угруповань найпростіших та мікробезхребетних. Характерним являється: весняний або літній максимум функціональної активності, відсутність вираженого лідера в ТОР, відносно низька роль нематод і висока роль гарпактикоїд в продукційно-деструкційних процесах. В джерелах, як і в струмках, циліопланктон не розвинений. Знайдено 22 види інфузорій. Виділено три основні типи джерел. В джерелах першого типу інфузорії відсутні. Максимальна кількість, біомаса і ДОР інфузоріями в джерелі типу 2 спостерігається влітку. В джерелі 3-го типу зазначено 2 максимуми всіх показників інфузорій - весняний і, більш потужний, осінній. Такі джерела, зберігаючи риси характерні для струмків, набувають особливостей функціонування, встановлених для більш крупних водойм - достатньо потужний весняний максимум всіх показників.

В планктоні високогірного озера Синевир інфузорії не виявлені. В перифітоні їх частка в ДОР складала 2-3%; в СПП близько 3%.

7. ІНФУЗОРІЇ ВОДОЙМ БАСЕЙНУ ДНІСТРА

Дністро є однією з найкрупніших рік Європи. Його довжина перевищує 1350км, річний стік - близько 12куб.м., - формується переважно в межах Карпатської ділянки.

Планктонних інфузорій вивчали в умовах малого водоймища в м.Тернопіль. У Дністрі і його притоках досліджували донних інфузорій.

7.1. Дністро, малі ріки і Дністровський лиман

В складі протистобентосу виявлено 216 видів інфузорій. Кількісний розвиток донних інфузорій вищий в Дністрі, ніж в малих ріках і у Дністровському лимані. Характерні чисельності для бентосних інфузорій Дністра і малих рік -

0.5-1.4млн.екз./м² - поступають середньосезонним показникам, встановленим для притоків Дунаю. Одержані для басейну Дністра середньосезонні показники біомаси - 26-50мг/м², також дещо поступають притокам Дунаю, однак перевищують значення, одержані для малих рік басейну верхнього Прута. Для угруповань бентосних інфузорій Дністра типовим є весняно-літній спад чисельності і біомаси. Для лиману - поступове зниження від зими до осені, а для малих рік - літній і зимовий максимуми. Типовим для притоків Дністра являється різкий спад кількісного розвитку восени. Функціональна активність донних інфузорій вища на забруднених ділянках (р.Тисмениця), а з біотопів - на торф'янистих мулах (р.Гнила Липа). Середньосезонні показники ДОР - 18-36кал/(м²*добу) і продукції - 15-30кал/(м²*добу), невисокі. Для Дністра типовим являється цілорічне збереження відносно постійного рівня ТОР інфузоріями. Рідше має місце двовершинна крива функціональної активності.

Частка в ДОР інфузорій бентосу басейну Дністра складає 0.6-1.2%. Роль цієї екогрупи в СПП фітомікробентосу вища і складає не менш 3-5%. Незважаючи на ряд прийнятих застережень, одержані результати участі бентосних інфузорій Дністра і його притоків в ТОР підтверджують дані розрахунків для притоків Дніпра та Дунаю.

7.2. Мале водоймище

Тернопільське озеро є фактично малим водоймищем озерного типу, що живиться від р.Серет. У складі планктону водоймища виявлено 34 види інфузорій.

Максимальний кількісний розвиток і функціональна активність інфузорій спостерігається навесні. Влітку виявлено суттєвий спад кількісного розвитку планктонних найпростіших,

що, згідно з нашими спостереженнями, є характерним для високотрофних водойм. Функціональна активність циліопланктону взимку, влітку і восени знаходиться приблизно на одному рівні. Найбільш високий рівень функціональних показників інфузорій зазначається на вході і виході водоймища.

Частка інфузорій в ДОР невисока і складає 0.3-1.0% загальної ДОР планктонним угрупованням. Інфузоріями споживається 0.03-0.20% валової ПП фітопланктону, що типово для високотрофних водойм.

9. ОБГОВОРЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вільноживучі інфузорії внутрішніх водойм України відрізняються значним видовим багатством - 734 види і варієтети. В ході сезонної сукцесії спостерігаються короткоперіодичні флуктуації кількісних показників циліат, що особливо характерно для планктону. Разом з тим, відбори проб з високою частотою дозволили встановити, що загальна тенденція розвитку сукцесії в часі зберігається.

При аналізі сезонних змін кількісних і функціональних показників угруповань інфузорій необхідно враховувати підвищення точності результатів при узагальненні по ділянках і сезонах. Кожен наступний рівень узагальнення матеріалу дозволяє підвищити достовірність одержаної інформації. Слід лише правильно вибрати відповідні критерії. Необхідним є узагальнення на рівні екогруп, за рік та по сезонах. В великих водоймах слід проводити узагальнення на рівні біотопів (приклад - водоймища Дніпра), а при різному гідрологічному і гідрофізичному режимі враховувати цей момент при аналізі гідробіологічних показників (приклад - Дніпровсько-Бузький лиман).

Більшість кривих розподілу попередніх даних з

кількісного розвитку, функціональної активності і навіть з відсоткових часток участі інфузорій в продукційно-деструкційних процесах має характер, відмінний від нормального розподілу. Як правило, наявна позитивна асиметрія, що описується розподілом Максвелла і трансформується до нормального розподілу шляхом логарифмування попередніх даних.

Частки планктонних інфузорій в ТОР в малих водоймищах і озерах близькі, як і частки в ставах і водоймищах Дніпра. Схоже, що подібність між водоймами по участі ціліопланктону в ТОР визначається ступенем сформованості угруповань. В цьому відношенні виділяється Дніпровсько-Бугський лиман. Можливо, що висока рибопродуктивність лиману пов'язана саме з потужним розвитком ціліопланктону. Інтенсивний розвиток цієї екогрупи спостерігається і в рибоводних ставах. Однак, Сасикське водоймище, що не поступається за рибопродуктивністю Дніпровсько-Бузькому лиману, характеризується слабким розвитком ціліопланктону. Висновок: рибопродуктивність і розвиток планктонних інфузорій в водоймі не зв'язані прямими і однозначними залежностями.

Своєрідна ситуація виникає при порівнянні ролі ціліопланктону в ТОР в водотоках різного розміру. В крупних водотоках (Дніпро, Тиса в нижній течії) є сформований еупланктон. Значить, цілком природно виглядає схожість ролі планктонних інфузорій таких водотоків з озерами і малими водоймищами. В середніх водотоках ступінь сформованості ціліопланктону нижча, ніж в крупних, що відображається на ролі цієї групи в ДОР. Для дрібних водотоків показані високі межі коливань ролі планктонних інфузорій в ТОР. Середні значення участі перевищують навіть показники, встановлені для крупних водотоків. Причиною може бути показане для деяких малих рік

вимивання інфузорій з донних відкладів. Інші малі ріки значною мірою зарегульовані, що призводить до зменшення водообміну і планктостоку.

Привертає до себе увагу виключно висока роль інфузорій бентосу в ставах. Показова постійно нижча роль донних інфузорій в продукційно-деструкційних процесах в водотоках, у порівнянні з водоймами. Роль цієї екогрупи циліат у водотоках різного розміру достатньо близька. На відміну від планктону, в бентосі помітна кореляція між рибопродуктивністю водойми і значенням інфузорій в ТОР. Послідовність: рибоводні ставки, Сасикське водоймище, Дніпровсько-Бузький лиман, водоймища Дніпра, придунайські озера, - відображає зниження ролі донних інфузорій в продукційно-деструкційних процесах і зниження рибопродуктивності. Можливо, інфузорії бентосу можуть бути індикаторами рибопродуктивності водойм, однак це припущення потребує підтвердження шляхом проведення спеціальних досліджень.

Таким чином, в результаті виконаних досліджень показана важлива роль вільноживучих інфузорій внутрішніх водойм України в ТОР, встановлені показники і особливості участі різних екогруп інфузорій в продукційно-деструкційних процесах в різнотипних водоймах.

ВИСНОВКИ

1. У водоймах басейнів Дніпра, Дністра і Дунаю виявлено всього 734 види і варієтети інфузорій, в тому числі: у водоймах басейну Дніпра - 679, Дунаю - 310, Дністра - 216 видів і варієтетів інфузорій різних екогруп; описано 14 нових для науки видів і 9 варієтетів інфузорій.

2. Рівень споживання кисню (СК) інфузоріями майже в 1.5 ра-

зи вищий, ніж середнє СК безхребетними такого розміру: залежність СК інфузоріями від його концентрації у воді буває двох типів - S-подібною і параболічною; величина коефіцієнту регресії в формулі залежності СК від індивідуальної маси інфузорій не залежить від концентрації кисню у воді.

3. Коефіцієнт ефективності використання інфузоріями спожитої їжі на ріст (K_1) склав 0.22, коефіцієнт використання засвоєної їжі на ріст (K_2) - 0.38, а коефіцієнт асиміляції (u) - 0.58.

4. В ході сезонної сукцесії в угрупованнях інфузорій різних екогруп спостерігається 1-3 максимуми кількісного розвитку і 1-2 максимуми функціональної активності, які не завжди співпадають.

5. Кількісні і функціональні показники, що характеризують угруповання інфузорій, а також роль циліат зі складу кожної екогрупи в процесах ТОР, показана для однотипних водоемів різних водних басейнів, як правило, статистично не відрізняється.

6. Кількісні і функціональні показники, що характеризують угруповання циліопланктону, відзначаються надзвичайною мінливістю. В умовах малої глибини і швидкої течії багатьох річок циліопланктон взагалі відсутній, а максимальний розвиток цієї екогрупи встановлено в умовах ставів: середньосезонна чисельність 4-222млн.екз./куб.м, біомаса - від 50 до 2000мг/куб.м, ДОР 150-3600 кал/(куб.м*добу) і продукція - 50-2000кал/(куб.м*добу).

7. Для угруповань донних інфузорій досліджених водоемів і водотоків характерні середньосезонні чисельності в межах 1-13млн.екз./м², біомаси 10-160мг/м², ДОР - від 3 до 140 і продукція від 1 до 70кал/(м²*добу).

8. Середньосезонні показники кількісного розвитку і функціональної активності інфузорій перифітону близькі до встановлених для ціліобентосу.

9. На прикладі ставів і малого водоймища показана значна функціональна автономність підсистем планктону і бентосу, що, зокрема, проявляється в характері зміни кількісних показників інфузорій бентосу і планктону.

10. Висока роль ціліопланктону в ТОР планктонним угрупованням спостерігається в умовах водоймищ Дніпра і ставів (2-10%), середня (1-2%) показана для придунайських озер і стабільних ділянок крупних рік; решта водойм і водотоків характеризуються невисокими частками ціліопланктону в продукційно-деструкційних процесах (менше 1%). Максимальні рівні участі планктонних інфузорій в ТОР встановлені для Дніпровсько-Бузького лиману (середні частки 18-21%), мінімальні - для Сасикського водоймища (середні частки 0.001-0.037%).

11. На прикладі Дніпровсько-Бузького лиману встановлені закономірності споживання ціліопланктоном ПП з глибиною: на глибині до 4м інфузоріями споживається не більше 10-20% валової ПП фітопланктону в цьому шарі; глибше 6м споживається переважно фітопланктон, що попадає сюди з верхніх шарів води.

12. Роль ціліобентосу в продукційно-деструкційних процесах в більшості водойм оцінюється частками 2-11%, в водотоках - 0.3-5.0%. Максимальна роль ціліобентосу в ТОР у складі донних угруповань встановлена в умовах ставків: 40-41% загальної ДОР здійснюється цією групою і близько 70% валової ПП фітомікробентосу споживається інфузоріями-альгофагами.

13. Встановлено, що в умовах мілководь значна частина міне-

ралізації ОР в донних відкладах водойм здійснюється по анаеробному шляху. Це явище частіше спостерігається на мілководдях закритого типу, в силу чого роль інфузорій в ТОР тут нижча, ніж на мілководдях відкритого типу.

14. Роль циліоперифітону в ТОР на камінні в водотоках виражається часткою 4-9%; в складі перифітону на вищій водній рослинності водойм (епіфітон) інфузоріями здійснюється 1-2% загальної ДОР і споживається менше 1% ПП фітоперифітону.

15. В ході сезонної сукцесії максимальна роль інфузорій в продукційно-деструкційних процесах спостерігається влітку. різко знижуючись пізно восени. Це явище чіткіше виявляється в споживанні валової ПП.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Маляревская А.Я...Ковальчук А.А. и др. Планктон и бентос днепровских водохранилищ как кормовая база рыб// Ред. Гидробиол. журн.. -Деп.ВИНИТИ. -1986. -№5881-В86. -216с.

2. Кушнір Б.Г...Ковальчук А.А. та ін. Природні багатства Закарпаття. -Ужгород: Карпати, 1987. -287с.

3. Харченко Т.А...Ковальчук А.А. и др. Биопродуктивность и качество воды Сасыкского водохранилища в условиях его опреснения. -Киев: Наук. думка, 1990. -275с.

4. Сиренко Л.А...Ковальчук А.А. и др. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов. -Киев: Наук. думка, 1992. -356с.

5. Харченко Т.А., Тимченко В.М., Ковальчук А.А. и др. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. -Киев: Наук. думка, 1993. -328с.

6. Ковальчук А.А., Бошко Е.Г. Об использовании оксипропилцеллюлозы для затормаживания движения простейших// Вестн.зоол. -1979.-№2. -С.62.

7. Ковальчук А.А. Некоторые данные о фауне и экологии инфу-

зорий семейства Metopidae Киевского водохранилища// Гидробиол. журн.. -1980. -16, №5. -С.45-51.

8.Ковальчук А.А. О находках реликтовых инфузорий в Киевском водохранилище// Гидробиол. журн. -1980. -16, №4. -С.36-40.

9.Ковальчук А.А. Быстрый метод изготовления постоянных препаратов инфузорий в экспедиционных условиях// Acta protozool. -1980. -19, №2. -С.187-190.

10.Ковальчук А.А. О некоторых вопросах определения пищевой структуры и структуры питания цилиоценозов// Acta hydrohim. hydrobiol. -1983. -11, №2. -С.241-243.

11.Ковальчук А.А. К экологии *Lembadion bullinum* Perty и *Lembadion lucens* Maskell в двух разнотипных водоемах// Гидробиол. журн. -1983. -19, №3. -С.100-103.

12.Kovalchuk A.A. Evaluation and using of ciliates generation time in their production calculations// Acta hydrohim. hydrobiol. -1984. -12, №5. -P.559-561.

13.Ковальчук А.А. О необходимости изучения свободноживущих инфузорий в заповедниках// Теоретические основы заповедного дела. -Москва, 1985. -С.115-118.

14.Charcenko T.A., Koval'chuk A.A., Parchuk G.V. et al. Das zooplankton und das Zoobenthos des Sasyk-stausees unter den bedingungen der aussosung// 26 Arbeitstagung der IAD. -Passau, 1987. -P.121-122.

15.Ковальчук А.А. Потребление кислорода *Gordius* sp. (*Gordiacea*, *Cephalorhyncha*)// Биол.науки. -1988. -№2. -С.48-51.

16.Ковальчук А.А., Ковальчук Н.Е. Видовой состав и некоторые экологические особенности коловраток бассейна Днестра// Вопросы гидробиологии водоемов Украины. -Киев: Наук. думка, 1988. -С.47-61.

17.Kovalchuk A.A., Skorik L.V. Consumption of the primary

production of phytomicrobenthos and destruction of organic substances by the free-living ciliates in the benthos of the Tsibulnik Bay of the Kremenchug Reservoir// Acta hydrochim. hydrobiol. -1989. -16, №2. -P.165-171.

18.Ковальчук А.А. К вопросу о роли инфузорий в бентосных сообществах(на примере р.*Enchelyodon* Clap.et Lach. Киевского водохранилища)// Гидробиол. журн. -1989. -25, №1. -С.26-31.

19.Ковальчук А.А., Шербак В.И., Андреев А.Д. Влияние донных инфузорий на придонный фитопланктон// Журн. общей биологии. -1989. -50, №3. -С.395-405.

20.Koval'chuk A.A. Ciliates fauna and the sources of it's forming in the transformed Sassyk Bay// Intern. conf. on water poll. control in the basin of the river Danube. Novi Sad, Jugoslavia, 20-23 June 1989. -P.157-159.

21.Ковальчук А.А., Бабко Р.В. Новый вид планктонной инфузории из бассейна Днепра// Зоол. журн. -1989. -48, №3. -С.126-127.

22.Ковальчук А.А., Воликов Ю.Н. Дыхание личинок хирономид при низких температурах и различных концентрациях кислорода в воде// Гидробиол. журн. -1990. -26, №1. -С.57-61.

23.Ковальчук Н.Е., Ковальчук А.А. Новый вид ракообразных (Copepoda, Parastenocaridae) из Горганского массива Украинских Карпат// Вестн.зоол. -1990. -№3. -С.75-78.

24.Ковальчук А.А., Скорик Л.В., Шадрина В.П. Интенсивность аэробной и анаэробной деструкции органического вещества в донных отложениях мелководий Кременчугского водохранилища// Гидробиол. журн. -1991. -27, №1. -С.57-64.

25.Ковальчук А.А. Структурная стабильность сообществ (на примере донных инфузорий) и критерий оценки ее уровня// Гидробиол. журн. -1991. -27, №3. -С.50-57.

26. Nesterenko G.V., Kovalchuk A.A. Determination of the ciliates individual mass by the improved "Volumes Ratio" method// Acta hydrochim.hydrobiol. -1991. -19, №1. -P.23-28.

27. Koval'chuk A.A., Partschuk G.W., Welitschko A.W. Anteil des Protysto- und des Zooplanktons in den Produktionsdestruktiven Prozessen von einigen Zuflüssen der Donau// Limnologische berichte. -IAD. -29 Arbeitstagung. -Kiew; Molod. 1991. -S.155-157.

28. Ковальчук А.А., Ковальчук Н.Е. Новый вид ракообразных (Copepoda, Harpacticoida) из Украинских Карпат// Вестн.зоол. -1991. -№2. -С.69-71.

29. Ковальчук А.А., Парчук Г.В. Коловратки Сасыкского водохранилища и их роль в продукционно-деструкционных процессах// Гидробиол. журн. -1992. -28, №1. -С.44-53.

30. Ковальчук А.А. Дыхание и продукция коловраток// Гидробиол. журн. -1992. -28, №6. -С.11-18.

31. Бабко Р.В., Ковальчук А.А. Матеріали до кадастру вільноживучих інфузорій Сумської області// Проблеми охорони і рац. використання природних ресурсів Сумщини. -Суми: Вид-во Сумського педінституту. -1992. -С.113-125.

32. Ковальчук А.А. Фауна і екологічні особливості вільноживучих інфузорій Східних Карпат// The east carpathians fauna: its present state and prospects of preservation. Uzhgorod, September, 1993. -Ужгород: Ужг. держуніверситет, 1993. -С.277-279.

33. Kovalchuk A.A. Primary production and destruction of organic substances in the waters of Tisa Basin in Ukraine. -Materials of XVIIth Conf. of the Danube countries. -Budapest, 5-9 September, 1994. -P.735-740.

34. Ковальчук А.А., Ковальчук Н.Е., Дубровский Ю.И. Участие

коловраток в потреблении первичной продукции и деструкции органического вещества в рыбоводных водоемах// Гидробиол. журн. -1994. -30, №1. -С.35-43.

35.Якубовский А.Б., Мережко А.И....Ковальчук А.А. и др. Устройство по регулированию спрямленных русел рек// Авторское свидетельство от 27.04.1990г. -Рег.№4470188.

36.Ковальчук А.А., Скорик Л.В. Роль донных инфузорий Цибульниковского залива Кременчугского водохранилища в потреблении первичной продукции фитомикробентоса и в деструкции органического вещества// Ред.Гидробиол.журн. -Деп.ВИНИТИ. -Киев, 1985. -№7792-В 85. -14с.

37.Ковальчук А.А. О термине "сапропелебионты" и правомочности его использования по отношению к инфузориям// Ред. Гидробиол.журн. -Деп.ВИНИТИ. -Киев, 1986. -№4892-В. -7с.

38.Ковальчук А.А., Бабко Р.В., Ковальчук Н.Е. Состояние изученности и перспективы изучения пресноводных свободноживущих инфузорий Украины// Ред.Гидробиол.журн. -Деп.ВИНИТИ. -Киев, 1987. -№3948-В87. -24с.

39.Ковальчук А.А., Бабко Р.В., Ковальчук Н.Е. Состояние изученности и перспективы изучения пресноводных свободноживущих инфузорий Украины. Часть 2.// Ред.Гидробиол.журн. -Деп.ВИНИТИ. -Киев, 1988. -№3739-В88. -14с.

40.Ковальчук А.А. О некоторых вопросах продукционной биологии применительно к инфузориям// Ред.Гидробиол.журн. -Деп.ВИНИТИ. -Киев, 1988. -№1102-В88. -15с.

41.Ковальчук А.А. Обнаружение морских видов инфузорий в Киевском водохранилище// Вестн. зоол. -1986. -№5. -С.85.

42.Ковальчук А.А. On the role of free-living ciliates of the Kiev reservoir in production and destruction of organic substances// Progress in protozool. -VI Int. Congress of

Protozoology. -Warszawa, 1981. -P.195.

43.Ковальчук А.А. Структурно- функциональные особенности важнейших групп цилиоценозов Киевского водохранилища// Экология морских и пресноводных простейших. -Саласпилс, 1984. -С.46-48.

44.Бабко Р.В., Ковальчук А.А. Потребление кислорода инфузориями при различных его концентрациях в воде// Современные проблемы протозоологии. -Мат. 4-го съезда ВОПР. -Л.: Наука, 1987. -С.57-58.

45.Ковальчук А.А., Ковальчук Н.Е., Дубровский Ю.В. Функционирование подсистемы планктона рыбоводного пруда// I Верещагинская байкальская международная конференция. -Иркутск: СО АН СССР, 1989. -С.58-59.

46. Ковальчук А.А., Полищук В.С. Вклад планктонных инфузорий Днепровско- Бугского лимана в потребление первичной продукции фитопланктона и в деструкцию органического вещества// Опер. инф. матер. к 3 симп. "Троф. связи и продукт. водных сообществ" (Чита, сентябрь 1989 г.). -Чита, 1989. -С.64-65.

АНОТАЦІЯ

Koval'chuk A.A. The free-living ciliates of the inland waters of Ukraine and their role in production-destructural processes

Dissertation (manuscript) of the doctor of biology on the speciality of 03.00.18-hydrobiology, Institute of Hydrobiology of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kiev, 1994.

It's supported 70 scientific articles wich include information on the fauna, quantity development, and functional activity of the free-living ciliates of the inland waters of Ukraine. It's shown the role of the main ciliates eco-groups in transformation of organic substances

in different conditions on the base of the detailed investigations of bioenergy of ciliates and the general production-destructional processes.

Ковальчук А.А. Свободноживущие инфузории внутренних водоемов Украины и их роль в продукционно-деструкционных процессах.

Диссертация (рукопись) на соискание доктора биологических наук по специальности 03.00.18-гидробиология, Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 1994.

Защищаются 70 научных работ, которые содержат информацию о видовом составе, количественном развитии и функциональной активности свободноживущих инфузорий внутренних водоемов Украины. На основе детального изучения биоэнергетики инфузорий и процессов трансформации ОВ в водоемах в целом, показано участие основных экогрупп этих простейших в трансформации ОВ в различных условиях.

Інфузорії, водойми, дихання, деструкція, продукція, роль

Подписано к печати 27.10.94 Зак. 2301 тир 100
размножено Г'ВЦ Минстата Украины 001

455909

HB 31.366
AB 31.366