

УДК 574.587:593.17(477.87)

А. А. Ковальчук

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ  
РАЗВИТИЕ ДОННЫХ ИНФУЗОРИЙ Р. УЖ В  
ПРЕДЕЛАХ УКРАИНЫ (БАССЕЙН ТИСЫ)**

Изучен видовой состав донных инфузорий р. Уж (бассейн Тисы), а также их количественное развитие в сезонном аспекте. Оценивается влияние некоторых условий местообитания на характер изменений численности и биомассы инфузорий.

*Ключевые слова:* инфузории, видовой состав, численность, биомасса.

Река Уж протекает по территории двух государств — Украины и Словакии и относится к средним рекам. Общая длина реки — 133 км, площадь водосбора — 2750 км<sup>2</sup>. В пределах Украины от истоков до границы ее длина составляет 107 км и водосбор — 2010 км<sup>2</sup> [1]. Река постепенно изменяется от типично горной в верхней части до равнинной ближе к Ужгороду, с островами по течению.

**Материал и методика исследований.** Исследования инфузорий проводили в 2002—2003 гг. Основными биотопами р. Уж являются камни, а именно галька, валуны и реже глыбы с активной (обращенной вверх) площадью преимущественно от 30 до 120 см<sup>2</sup>. Диаметр камней составляет соответственно 10—30 см, поэтому основное внимание уделялось именно этому твердому субстрату. Формирующиеся на нем сообщества простейших и микробеспозвоночных можно также трактовать как перифитонные [11]. В связи с этим для сообществ дна в настоящей работе используется термин «перифитон». Отбор проб перифитона проводили в двух повторностях путем помещения отдельных камней площадью 30—100 см<sup>2</sup> в банки объемом 700 мл с герметичными крышками, которые доставляли в лабораторию и обрабатывали в «живом» состоянии по возможности максимально быстро. Если это по техническим причинам было невозможно, то пробы помещали в холодильник при температуре 6—8°C, что позволяло предотвратить быстрые качественные и количественные изменения в сообществах инфузорий. Материал обрабатывали путем смыва перифитона с камней с помощью жесткой зубной щетки. Определение численности инфузорий было многоуровневым, когда первыми просчитывались наиболее многочисленные виды путем последовательного просмотра вытяжек воды из пробы в камере Нажотта, на предметном стекле и в камере Богорова — Цееба [4, 5 и др.]. Видовое опре-

© Ковальчук А. А., 2010

деление инфузорий проводили в висячей капле параллельно с просчетом, с использованием литературных источников [14—18]. Для снижения двигательной активности живых инфузорий применяли раствор оксипропилцеллюлозы [6]. Иногда использовали также несколько модифицированный «сухой» метод серебрения по Кляйну [19], позволяющий работать с отдельными клетками инфузорий [7].

Бентос (преимущественно песок различной степени заиления) отбирали в нескольких повторностях горловиной банок площадью 3—5 см<sup>2</sup> на глубину до трех сантиметров.

Первичные результаты просчетов подвергались компьютерной обработке с помощью авторских специализированных программ, написанных на языке Turbo Basic.

Долина р. Уж была условно разделена на три участка — верхний, средний и нижний. На каждом определяли по две постоянные, а также дополнительные станции (рис. 1). Интервалы между отборами проб составляли около двух месяцев. Всего осуществлено пять последовательных отборов. Общее количество обработанных проб — 33.

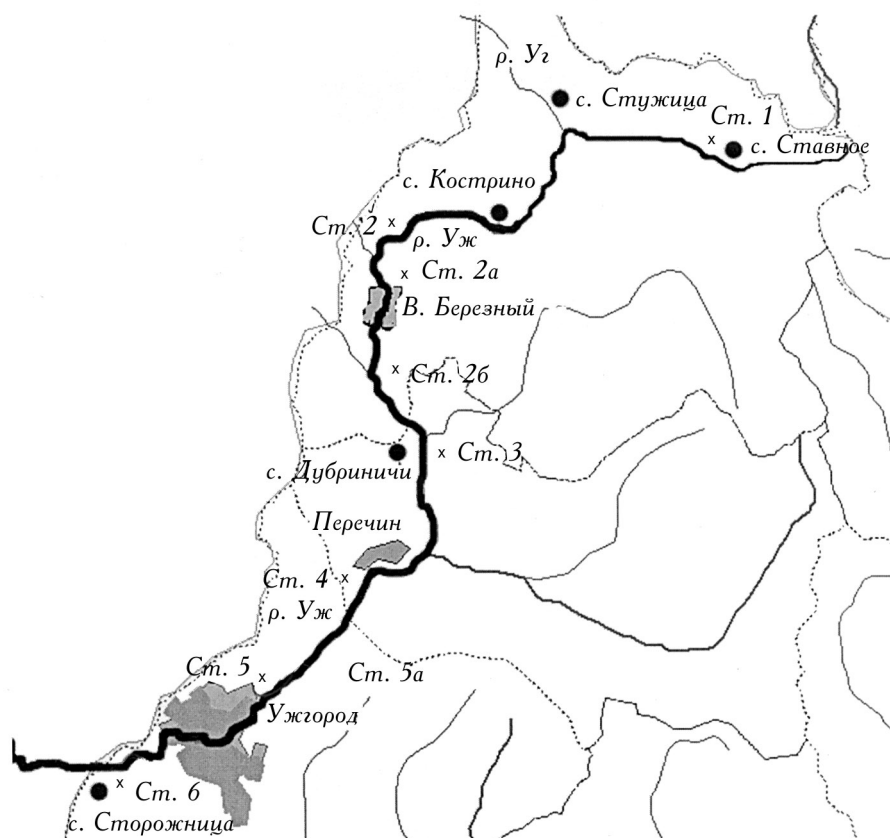
### Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенных исследований для р. Уж выявлено 127 видов и вариантов инфузорий. Для верхнего участка установлено 62 вида, для среднего — 59, а для нижнего — 88 видов. Сезонное распределение было таким: летом обнаружено 47 видов, осенью — 76, зимой — 46 и весной — 35 видов инфузорий. Отметим, что осенью осуществлено два цикла отборов, однако, на количество видов, безусловно, повлияло не только это, но и относительная стабильность гидрофизического и гидрологического режима (как следствие отсутствия в этот период значительных паводков).

Во все сезоны отмечено лишь 12 видов инфузорий. Среди них: *Trachelius ovum* Ehr., *Litonotus fasciola* (O. F. M.), *Chilodontopsis depressa* Perty, *Trithigmostoma srameki* Foissner, *Cinetochilum margaritaceum* Perty, *Cristigera setosa* Kahl, *Strobilidium cometa* From., *Holosticha pullaster* Mueller, *H. monilata* Kahl, *Oxytricha setigera* Stokes, *Aspidisca lynceus* (O. F. M.) и *Stylonichia mytilus* complex. Термин complex рекомендуется [13] для отдельных трудно- или даже неразличимых с помощью световой микроскопии видов.

Вместе с тем некоторые инфузории отмечались лишь в определенные сезоны. Так, гистофаг *Coleps hirtus* Nitzsch., а также крупные хищники цилиофаги *Amphileptus pleurosigma* Stokes и *Loxophyllum helus* (Stokes) встречались только летом. В целом же летом выявлено 15 видов инфузорий.

Существенно большее количество видов инфузорий обнаружено осенью. Это более 30 видов, среди которых достаточно много хищников-цилиофагов, в частности *Dileptus margaritifer* (Ehr.), *Litonotus lamella* (O. F. M.), *Lacrymaria filiformis* (Maskell), *L. olor* (O. F. M.). Как реликтовый [3] может квали-



1. Карта-схема станций отбора проб донных инфузорий на р. Уж.

фицироваться найденный лишь осенью очень редкий *Cyclidium helgolandicum* Mansfeld.

Зимой установлено 16 видов. Некоторые из них являются очень редкими. Только по одному разу до этого находили *Urotricha mattesi tristicha* Foissner et Pfiester, *Paraurotricha weissei* (Stein) и *Spathidium muscilola* Kahl. Лишь зимой выявили крупного цилиофага *Homalozoon vermiculare* Stokes, а также одного из двух пресноводных представителей р. *Dysteria* — *D. navicula* Kahl.

Исключительно весной установлено наличие мелкого варианта одного из наиболее известных и одновременно наиболее крупных видов инфузорий — *Stentor coeruleus* (Pallas) и еще одного пресноводного представителя р. *Dysteria* — *D. fluviatilis* Stein. Всего же только в этот сезон установлено 6 видов инфузорий. Отметим, что один из найденных весной вариантов крупного гистофага *Ophryoglena flava* может являться новым для науки.

Несколько иная картина возникает при учете результатов предыдущих исследований р. Уж и некоторых водоемов-спутников [5, 21]. Количество известных для р. Уж видов и вариантов, среди которых нет представителей

класса Colpodea, возрастает до 185. Среди других классов количество видов распределяется таким образом: класс Kinetofragminophora — 83 вида, класс Oligohymenophora — 50 видов, класс Polyhymenophora — 52 вида. Многие виды, обнаруженные нами в настоящем исследовании лишь в один из сезонов, ранее отмечались как достаточно обычные и в другие сезоны, однако в иных биотопах.

Показательным является факт, что множество крупных видов выявлено лишь для станций среднего участка. Это — *Urostyla grandis* Ehr., *P. weissei*, *Stentor igneus* Ehr., *Monilicaryon monilatus* Stokes и *Zoothamnium adamsi* Stokes. Лишь на нижнем участке встречается высокосапробный вид *Paramecium caudatum*.

Ряд видов (13) в доступной нам литературе для Украины не приводились. Это — *Enchelyodon fusidens* Kahl, *Vorticella limnetis* Foissner, *Stylonichia putrina* Stokes, *Plagiocampa minima* Kahl, *Pseudenchelis terricola* Foissner, *Protospathidium terricola* Foissner, *Nassula exigua* Kahl, *N. flava* Clap. et L., *Epistylis anastatica* L., *T. srameki*, *O. setigera*, *Z. adamsi* и *Opisthotricha procera* Kahl.

*Количественное развитие и биомасса.* Усреднение результатов проводилось по участкам — верхнему, среднему и нижнему, а также по сезонам. Средние значения получали как средние геометрические, поскольку распределение в подобных выборках является логнормальным [12]. Как оказалось, достоверного спада или повышения численности инфузорий от сезона к сезону не наблюдалось, как впрочем и биомассы (табл. 1). В целом же средняя численность инфузорий по сезонам колебалась в пределах 3,1—5,6 млн. экз/м<sup>2</sup>, а биомасса — 65—105 мг/м<sup>2</sup>. Практически идентичными с этими были и данные для р. Уж, полученные в июне 1989 г. Усредненные по всему массиву значения показателей для Тисы и Прута, а также некоторых притоков (всего 13 проб) практически согласовывались с нашими результатами, составившими 5,8 млн. экз/м<sup>2</sup> и 58,5 мг/м<sup>2</sup> [5].

Что же касается распределения численности и биомассы по участкам, то наивысшие значения характерны для нижнего участка — около 5,8 млн. экз/м<sup>2</sup> и 105 мг/м<sup>2</sup>. Несколько более низкие значения этих показателей зарегистрированы в верхнем участке реки — 5,1 млн. экз/м<sup>2</sup> и 88 мг/м<sup>2</sup>, а наиболее низкими они оказались на среднем участке, где средняя численность составляла лишь 3,6 млн. экз/м<sup>2</sup> при биомассе 66 мг/м<sup>2</sup>.

Наивысшие показатели количественного развития инфузорий установлены для верхнего участка, в частности для ст. 2а (выше пгт Великий Берёзний). Летом в зоне воздушно-водной растительности (рогоз широколистный) их численность достигала 38 млн. экз/м<sup>2</sup>, а на ст. 6 у с. Сторожница (ниже Ужгорода) зимой — 27 млн. экз/м<sup>2</sup>. Вместе с тем высокая биомасса инфузорий наблюдалась на различных участках, то есть какой-либо определенной привязанности в пространственном отношении не наблюдалось, в отличие от сезонного распределения биомассы, когда ее значения были невысоки весной (табл. 2). Это, вероятно, связано с весенними паводками, влияющими на структуру сообществ инфузорий таким образом, что восстановление видового состава этих простейших начинается с мелких видов с

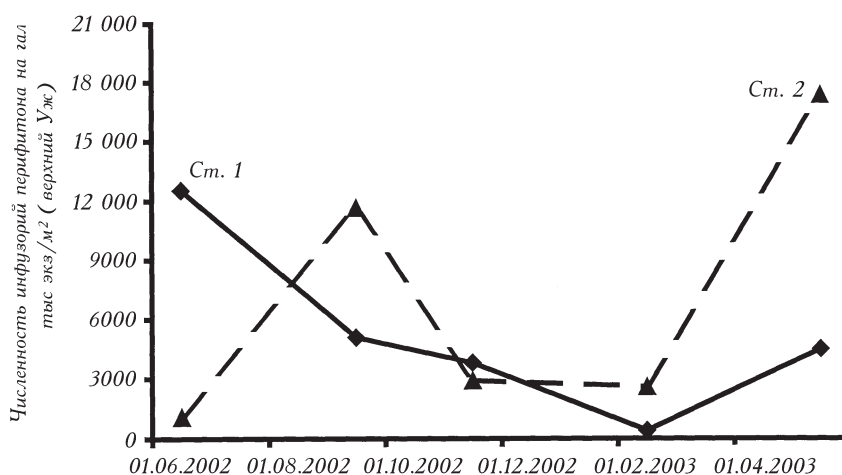
### 1. Средняя численность и биомасса инфузорий дна р. Уж по участкам и сезонам (2002—2003 гг.)

Участки и сезоны	Численность, тыс. экз/м <sup>2</sup>	Биомасса, мг/м <sup>2</sup>	n
Верхний	5113 (8,54 ± 1,26)	88 (4,49 ± 1,14)	12
Средний	3648 (8,20 ± 0,79)	66 (4,21 ± 1,21)	10
Нижний	5819 (8,67 ± 0,80)	105 (4,66 ± 0,93)	11
Лето	5426 (8,60 ± 1,22)	86 (4,46 ± 0,93)	8
Осень	5578 (8,63 ± 0,46)	105 (4,66 ± 1,11)	13
Зима	3183 (8,07 ± 1,62)	88 (4,49 ± 1,53)	6
Весна	4966 (8,51 ± 0,76)	65 (4,18 ± 0,70)	6

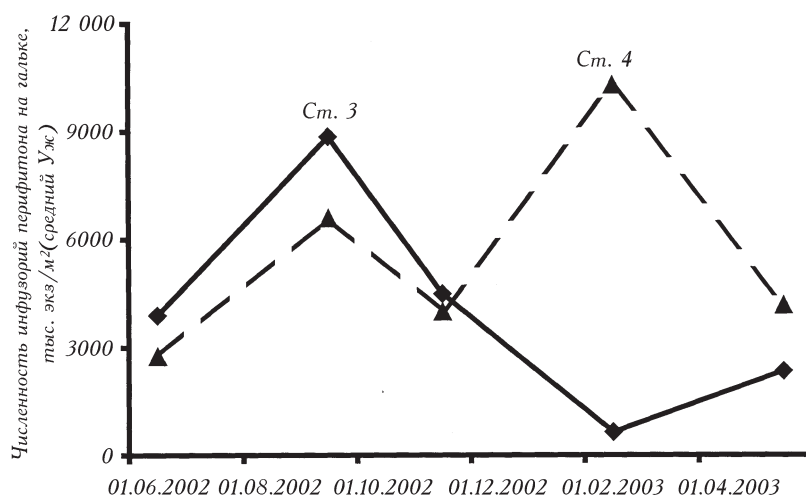
Примечание. Данные являются средними геометрическими, полученными путем логарифмирования значений выборок. В скобках — средние из логарифмированных значений показателей и среднеквадратические отклонения.

коротким временем генерации. Интересно, что абсолютный максимум биомассы — 530 мг/м<sup>2</sup> наблюдался зимой на ст. 6 (там же, где и максимальная численность).

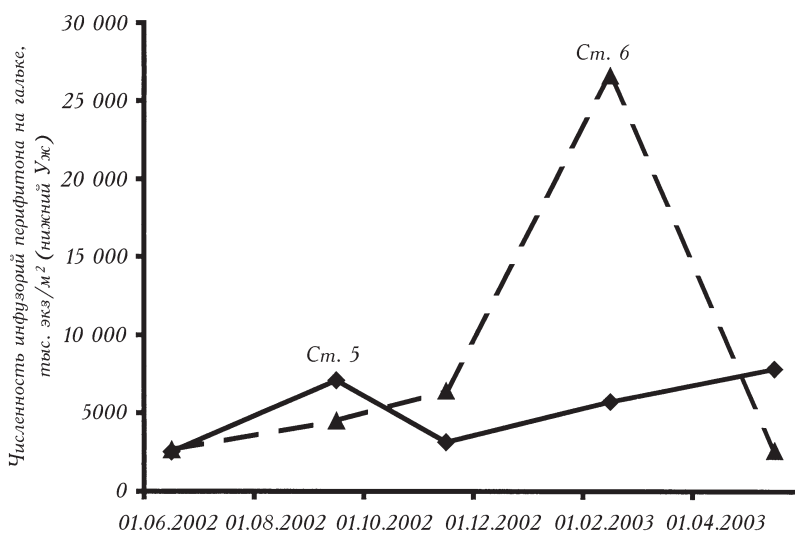
Проанализируем сезонные изменения численности и биомассы инфузорий на отдельных участках. Наиболее типичным для инфузорий является характер изменений исследуемых показателей на верхнем участке (рис. 2). Это значительное снижение численности зимой, что обусловлено физическими факторами, в частности уменьшением температуры, а также относительной нестабильностью гидрологического режима верхнего горного участка р. Уж в зимнее время, где ледовый покров имеет фрагментарный характер. В дальнейшем (весной) наблюдается резкое повышение численности. Подобная динамика количественного развития донных инфузорий (со



2. Сезонные изменения численности инфузорий на гальке верхнего участка р. Уж.



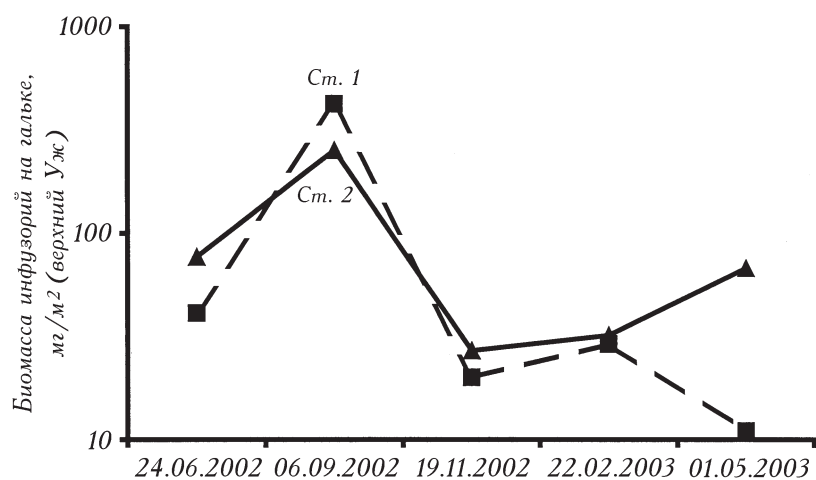
3. Сезонные изменения численности инфузорий на гальке среднего участка р. Уж.



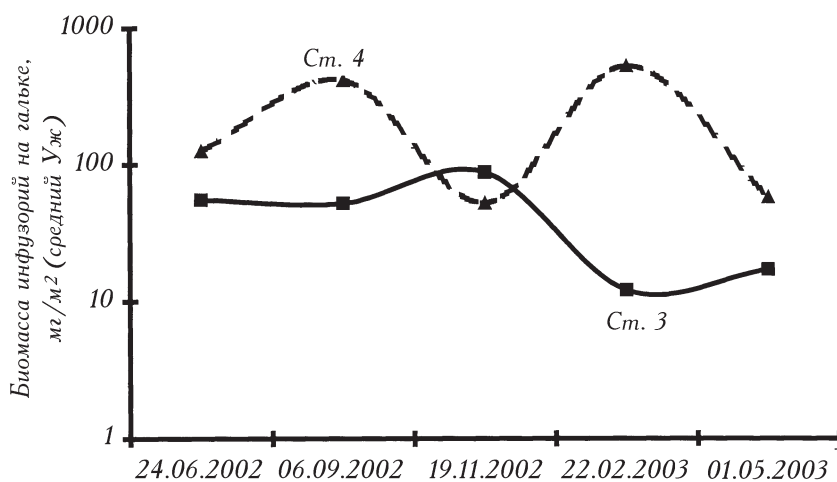
4. Сезонные изменения численности инфузорий на гальке нижнего участка р. Уж.

спадом показателей зимой) характерна и для многих других изученных к настоящему времени водоемов [2, 8—10 и др.], хотя многие авторы указывают на изменчивость во времени возникновения максимумов количественного развития.

Существенно иной характер изменений численности наблюдается на среднем участке (рис. 3). И если эти изменения на переходной ст. 3 в общих чертах напоминают таковые на верхних, то на ст. 4 не только наблюдаются



5. Сезонные изменения биомассы инфузорий на гальке верхнего участка р. Уж.

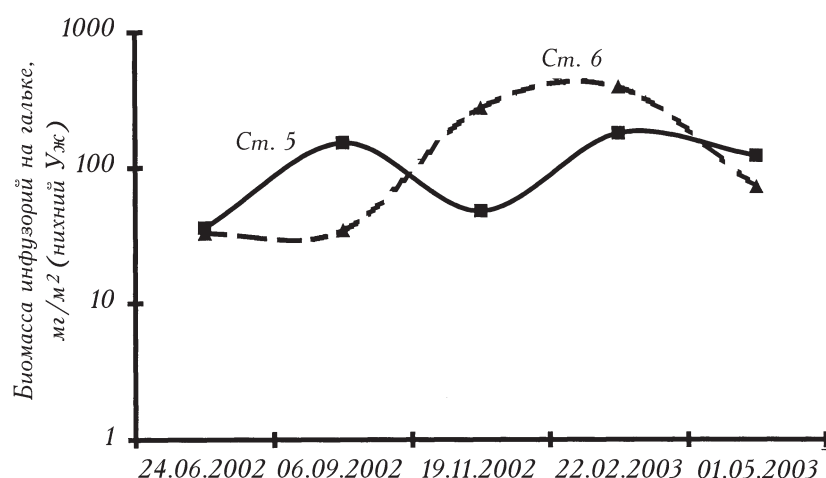


6. Сезонные изменения биомассы инфузорий на гальке среднего участка р. Уж.

два максимума численности, но и второй, больший из них, зарегистрирован зимой. Такой характер динамики численности свойствен (с большей или меньшей степенью выраженности) и для нижнего участка (рис. 4).

Таким образом, выявлено два типа сезонных изменений численности инфузорий: с минимумом зимой, что характерно для горной части р. Уж, и максимумом (или, по меньшей мере, с относительным повышением) зимой, типичным для равнинного участка.

Еще своеобразнее картина изменений биомассы инфузорий в зависимости от участка. Для наглядности, в связи со значительными различиями зна-



7. Сезонные изменения биомассы инфузорий на гальке нижнего участка р. Уж.

чений, некоторые графики выполнены в логарифмическом масштабе и (или) сглаженном варианте. Так, для верхнего участка (рис. 5) типична своеобразная кривая с выраженным максимумом биомассы в сентябре и дальнейшим незначительным ее повышением к середине зимы.

Схожая, но с наличием максимума в ноябре, картина изменений биомассы инфузорий наблюдается на ст. 3 среднего участка (рис. 6). Что же касается ст. 4, то здесь особенности динамики иные, а именно: характерные для ст. 5 равнинного нижнего участка два максимума, один из которых зимний (рис. 7). И, наконец, чисто равнинная ст. 6 с одним выраженным максимумом биомассы зимой. Отдельные возможные причины этого явления, отмеченного для ручьев и источников, уже обсуждались нами ранее [5]. Причины возникновения зимних максимумов количественного развития могут быть разными для различных типов водоемов. В горных реках Карпат это, прежде всего, стабильность гидрологического режима и уменьшение пресса хищников.

### Заклучение

Таким образом, для р. Уж с водоемами-спутниками к настоящему времени установлено 185 видов и вариететов инфузорий. Средняя численность инфузорий по сезонам колеблется в пределах 3,1—5,6 млн. экз/м<sup>2</sup>, а биомасса — 65—105 мг/м<sup>2</sup>. Достоверных различий в средних значениях показателей количественного развития донных инфузорий между отдельными участками р. Уж не наблюдается, в отличие от характера сезонной динамики с осенним максимумом на верхнем участке и зимним — на нижнем.

\*\*

*Протягом 2002—2003 років вивчалися донні вільноживучі інфузорії р. Уж (басейн Тиси, Закарпаття). З урахуванням попередніх досліджень для цієї річки вста-*



новлено 185 видів і варієтетів інфузорій. Вивчено сезонну динаміку чисельності та біомаси на різних станціях верхнього, середнього та нижнього Ужа. Середні значення чисельності та біомаси не мають достовірних відмінностей по сезонах та ділянках Ужа, але характер сезонної динаміки цих показників на окремих станціях має суттєві відмінності.

\*\*

*In 2002—2003 the free-living benthic ciliates of the river Uzh (the Tisa basin, Transcarpathia) were investigated. Taking into consideration the previously obtained data the species and varieties amount of the ciliates is 185. Seasonal dynamic of quantity and biomass on the different sampling sites on the upper, middle and on the lower reaches of the Uzh was studied. The average data of quantity and biomass do not differ seasonably and spatially but the character of seasonal dynamic on the sampling sites is various.*

\*\*

1. Географічна енциклопедія України: В 3 т. / Відп. ред. О. М. Маринич та ін. — К.: Українська Енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1989—1993. — Т. 3. — 1993. — 480 с.
2. Жариков В.В. Свободноживущие инфузории Волги: состав, динамика и пространственно-временное распределение в условиях полного гидротехнического зарегулирования реки: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — СПб., 1999. — 45 с.
3. Ковальчук А.А. О находках реликтовых инфузорий в Киевском водохранилище // Гидробиол. журн. — 1980. — Т. 16, № 4. — С. 36—40.
4. Ковальчук А.А. Протисто-, микрозоо- и мезозообентос, их биопродукционная роль и значение в процессах самоочищения // Биопродуктивность и качество воды Саськского водохранилища в условиях его опреснения. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 127—157.
5. Ковальчук А.А. Простейшие и микрофауна // Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. — Киев: Наук. думка, 1993. — С. 119—148.
6. Ковальчук А.А., Бошко Е.Г. Об использовании оксипропилцеллюлозы для затормаживания движения простейших // Вестн. зоологии. — 1979. — № 2. — С. 62.
7. Ковальчук А.А., Бабко Р.В. Новый вид планктонной инфузории из бассейна Днепра // Зоол. журн. — 1989. — Т. 48, № 8. — С. 126—127.
8. Кузьміна Т.М. Війчасті найпростіші епіфітону в умовах вищої водної рослинності різних екологічних груп та їх роль у продукційно-деструкційних процесах: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 2000. — 19 с.
9. Локоть Л.И. Экология ресничных простейших в озерах центрального Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1987. — 152 с.
10. Олексив И.Т. Планктонные инфузории прудов западной части УССР: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — Київ, 1985. — 21 с.
11. Протасов А.А. Пресноводный перифитон. — Киев: Наук. думка, 1997. — 307 с.
12. Elliott J.M. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. — Freshwater Biol. Ass. — Ferry House: Sci. Publ., 1977. — Vol. 25. — 160 p.

13. *Foissner W.* Taxonomic and nomenclatural revision of Sladceks list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality // *Hydrobiologia*. — 1988. — Vol. 166. — P. 1—64.
14. *Foissner W., Blatterer H., Berger H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd. I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft*. — 1991. — 1/91. — 478 s.
15. *Foissner W., Berger H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd II: Peritrichia, Heterotrichida, Odon-tostomatida. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft*. — 1992. — 5/92. — 502 s.
16. *Foissner W., Berger H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft*. — 1994. — 1/94. — 548 S.
17. *Foissner W., Berger H., Blatterer H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. Bd IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctoria. — *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft*. — 1995. — 1/95. — 540 S.
18. *Kahl A.* Urtiere oder Protozoa. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In *Dahl F.: Die Tierwelt Deutschlands*. — Jena.: G. Fischer, 1930—35. — Bd. 18, 21, 25, 30. — 860 S.
19. *Klein B.* Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten // *Arch. Protistenk.* — 1926. — Bd. 56. — S. 243—279.
20. *Kovalchuk A.A.* Cilioperiphiton of the river Tisa (in Ukraine) // *Proc. of the Intern. scientific-practical conf. «International aspects of study and conservation of the Carpathians biodiversity», 25—27 Sept., 1997*. — Rakhiv, 1997. — P. 94—98.
21. *The Upper Tisa Valley*. — Szeged: Tisza Club-Liga Pro Europa, 1999. — 502 p.