

УДК: 581.526.325:502.171

Ю.С. ШЕЛЮК, Н.Н. КОРНЕЙЧУК

Житомирский госуниверситет им. И. Франко, каф. ботаники,
06500 Житомир, ул. Пушкинская, 42, Украина

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ Р. ТЕТЕРЕВ (УКРАИНА)

Представлены результаты исследований таксономического разнообразия фитопланктона, фитомикроэпифитона и фитомикроэпилитона р. Тетерев от истока до впадения в Киевское водохранилище, включая зарегулированные участки реки и некоторые притоки. Идентифицировано 692 вида водорослей, представленных 871 внутривидовым таксоном, включая те, которые содержат номенклатурный тип вида. В целом в реке доминируют представители *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Euglenophyta*. Около 50 % видовых и внутривидовых таксонов р. Тетерев идентифицированы нами впервые. Установлено высокое видовое сходство между фитомикроэпилитоном и фитомикроэпифитоном реки.

Ключевые слова: таксономическое разнообразие, р. Тетерев, фитопланктон, фитомикроэпифитон, фитомикроэпилитон.

Введение

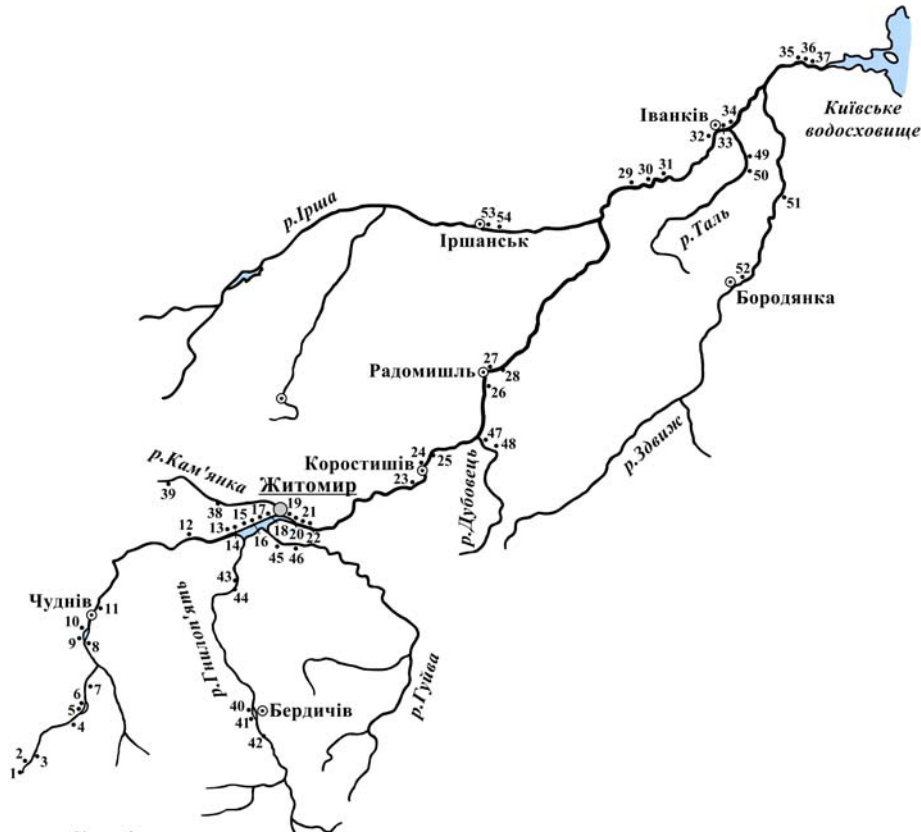
Альгофлора Украины является одной из самых богатых в Европе, что обусловлено в первую очередь разнообразием климатических и биотопических условий ее территории, а также уровнем изученности (Разнообразие ..., 2000). Несмотря на высокий уровень изученности водорослей в Украине, некоторые их группы на отдельно взятой территории изучены недостаточно полно. Проблема инвентаризации особенно актуальна для альгофлоры притоков Днепра, подверженных зарегулированию и большой антропогенной нагрузке бассейна реки. До настоящего времени исследование водорослевых сообществ правого притока Днепра – р. Тетерев и расположенных на ней водохранилищ носило фрагментарный характер.

Целью нашей работы было исследование таксономического разнообразия водорослевых сообществ р. Тетерев.

Материалы и методы

Исследования фитопланктона и фитомикроперифитона р. Тетерев проводили в 2003-2007 гг. на стационарных станциях, расположенных на Житомирском и Промышленном водохранилищах, речном участке ниже г. Житомира, где пробы отбирали каждые десять дней (рис. 1). Исследования проводили также в сезонных экспедициях 2004-2005 гг. на 54 станциях – от истока

(4 км на юго-запад от с. Носовка Чудновского р-на Житомирской обл.) и вниз по течению к впадению реки в Киевское водохранилище. Исследованиями было охвачено шесть тетеревских водохранилищ: Троцанское, Чудновское, Денишевское, Видсичное, Житомирское и Промышленное. Всего было отобрано 1177 альгологических проб.



Карта-схема размещения станции отбора проб фитопланктона, фитомикроэпифитона и фитомикрозоопланктона на р. Тетерев

Пробы фитопланктона отбирали батометром Рутнера объемом 5 дм³ во временном интервале с десяти утра до двенадцати дня. Для учета вертикальной динамики водорослей и минимизации погрешности, вызванной их миграцией в толще воды, на глубоководных станциях пробы отбирали через каждый метр водной толщи, начиная с поверхностного горизонта и до придонного слоя. Отобранные пробы сливали в одну посуду, из которой отбирали интегрированные пробы объемом 1 дм³. На мелководных станциях, глубина которых не превышала 2 м, аликвоту отбирали с поверхностного горизонта. Пробы фиксировали формальдегидом, концентрировали осадочным методом (Щербак, 2000).

Пробы фитомикроперифитона отбирали на тех же станциях. При изучении фитомикроперифитона использовали метод прямого сбора водорослей обрастаний каменных и растительных субстратов с последующим микроскопированием.

Обрастания с поверхности каменных субстратов снимали соскобом с площади 100 см². Растительный субстрат вынимали из воды, снимали налет с помощью щеточки, избегая попадания частичек субстрата в пробу (Кордэ, 1956; Сиренко, Сакевич, 1975; Топачевский, Масюк, 1984; Методи ..., 2006). Полученные пробы с растительных и каменных субстратов помещали в специально подготовленную посуду (Миркин, Розенберг, 1978; Водоросли ..., 1989).

Таксономический состав водорослей определяли с учетом последних флористических сводок (Разнообразие ..., 2000; Царенко, Петлеванный, 2001). Видовой состав диатомовых водорослей под световым микроскопом уточняли с помощью диатомового анализа (Диатомовые ..., 1974).

Обработку полученных данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel 2002, матрицы коэффициентов сходства обрабатывали с помощью пакета «Статистика» (Гаркавий, Ярова, 2004). Статистическую обработку полученных данных проводили по стандартным методикам (Лакин, 1980).

Результаты и обсуждение

За период исследований (2003-2007 гг.) фитопланктона и фитомикрופерифитона р. Тетерев мы идентифицировали 692 вида водорослей (представленных 871 внутривидовым таксоном, учитывая те, которые содержат номенклатурный тип вида) относящихся к 8 отделам: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Cryptophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Xanthophyta* и *Chlorophyta*. Полученные данные показали, что разнообразие водорослей планктона и обрастаний р. Тетерев составляет 13 % видового богатства альгофлоры Украины (Разнообразие ..., 2000). В перифитоне найдено 626 видов (687 внутривидовых таксонов), в фитомикроэпилитоне – 408 (437), в фитомикроэпифитоне – 475 (513); в фитопланктоне – 334 вида (400 разновидностей и форм водорослей). Соотношение водорослей разных систематических отделов в фитопланктоне, фитомикроэпилитоне и фитомикроэпифитоне показано на рисунке.

Таксономический анализ водорослевых сообществ реки показал, что наибольшим разнообразием характеризовался состав водорослей из отдела *Chlorophyta* – 268 видов, представленных 306 разновидностями и формами, и *Bacillariophyta* – 219 видов (304 внутривидовых таксонов), что составляет 35,1 и 34,9 % общего числа видовых и внутривидовых таксонов соответственно. Во флористическом спектре доля отдела *Euglenophyta* составляла около 14,1 % (85 видов, представленных 123 разновидностями и формами) (табл. 1).

В составе *Cyanophyta* идентифицировали 62 вида (74 внутривидовых таксона), что составляет 8,5 %; *Chrysophyta* – 24 (24) – около 2,8 %; *Dinophyta* – 16 (22) – 2,5 %; *Xanthophyta* – 13 (13) – 1,5 %; *Cryptophyta* – 5 (5) – 0,6 % соответственно.

На уровне классов доминировали *Bacillariophyceae* (29 %), *Chlorophyceae* (25 %), *Euglenophyceae* (14 %), *Zygnematomyceae* (7 %), *Hormogoniophyceae* (6 %), *Fragilariophyceae* (4 %), *Chrysophyceae* и *Chroococcophyceae* (по 3 % соответственно), *Dinophyceae* (2 %).

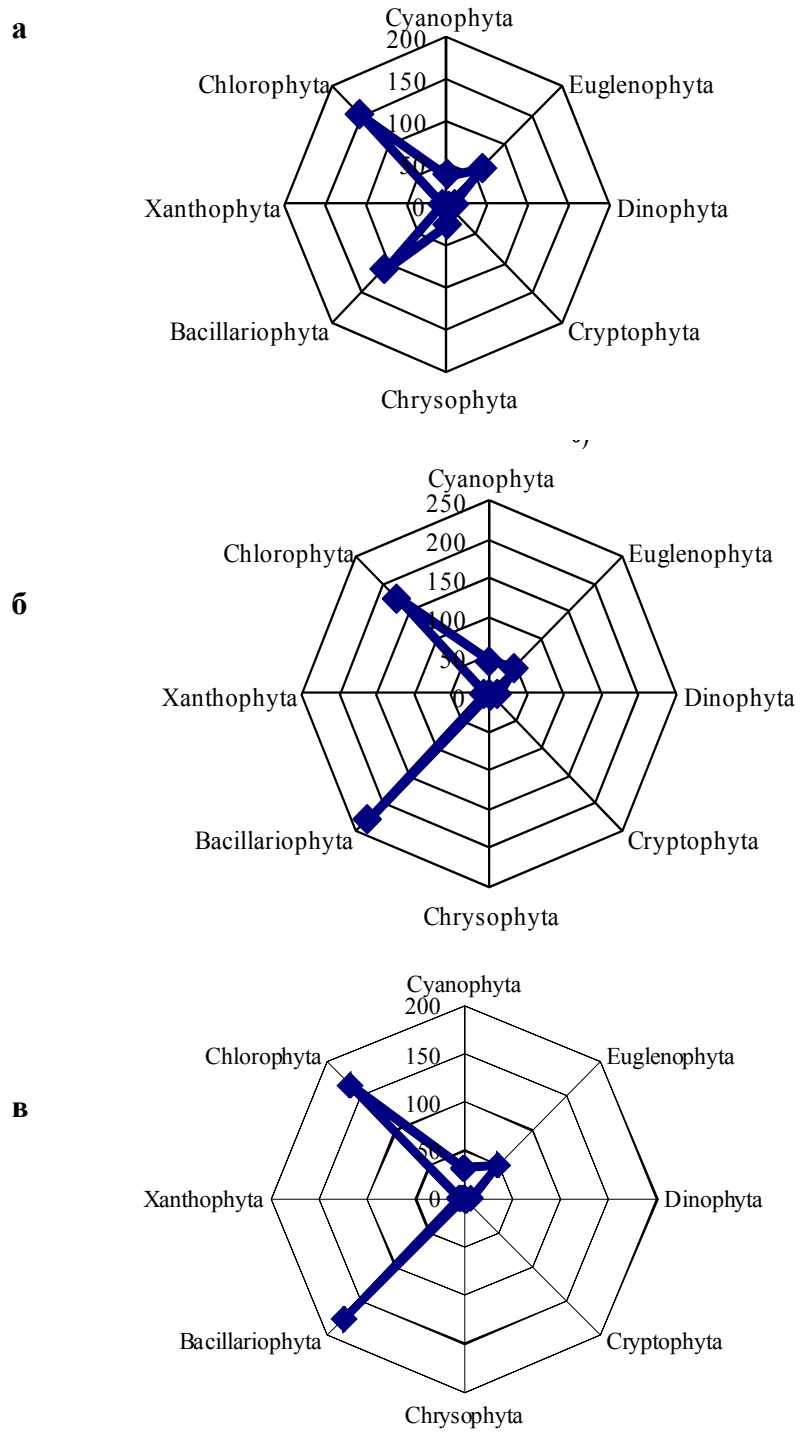


Рисунок. Соотношение водорослей разных систематических отделов в фитопланктоне (а), фитомикроэпилитоне (б) и фитомикроэпифитоне (в) р. Тетерев

Среди *Cyanophyta* наибольшее количество видовых и внутривидовых таксонов имели порядки: *Oscillatoriales* (39 % общего числа видовых и внутривидовых таксонов синезеленых водорослей), *Chroococcales* (32 %) и *Nostocales* (23 %). 93 % эвгленовых водорослей принадлежали к порядку *Euglenales*. Среди динофитовых доминировали представители *Peridinales* (77 %). Для *Chrysophyta* характерно доминирование по числу видов, разновидностей и форм водорослей порядка *Ochromonadales* (63 %). Среди диатомовых водорослей наибольшим разнообразием отличались порядки: *Naviculales* (38 %), *Symbellales* (15 %), *Fragilariales* (12 %) и *Bacillariales* (11 %). 77 % числа видовых и внутривидовых таксонов желтозеленых водорослей принадлежали к порядку *Mischococcales*. У *Chlorophyta* доминировали порядки: *Chlorococcales* (55 %), *Desmidiiales* (20 %) и *Chlamydomonadales* (12 %). *Chlorococcales*, *Naviculales*, *Euglenales* и *Symbellales* составили 58 % всего видового и внутривидового разнообразия водорослевых сообществ р. Тетерев.

Таблица 1. Таксономический спектр водорослевых сообществ планктона и обрастаний р. Тетерев (2003-2007 гг.)

Отдел	Число таксонов, ед.				Родовой коэффициент
	Класс	Порядок	Род	Вид (ввт)	
<i>Cyanophyta</i>	3	6	27	62 (74)	2,3
<i>Euglenophyta</i>	1	2	16	85 (123)	5,3
<i>Dinophyta</i>	1	3	7	16 (22)	2,3
<i>Cryptophyta</i>	1	1	1	5 (5)	5,0
<i>Chrysophyta</i> *	1	2	9	24 (24)	2,7
<i>Bacillariophyta</i>	3	15	54	219 (304)	4,1
<i>Xanthophyta</i>	1	4	7	13 (13)	1,9
<i>Chlorophyta</i>	5	12	114	268 (306)	2,4
Всего	16	45	235	692 (871)	2,9

Примечания: ввт – внутривидовые таксоны, включая номенклатурный тип вида; * – представители отдела в составе фитообрастаний не идентифицированы. Данные приведены по фито-планктону.

В результате ранговой оценки родового состава водорослей планктонных и перифитонных сообществ реки обнаружено 13 ведущих по таксономической значимости родов. Из них *Navicula* и *Phacus* составляли около 10 % всего видового и внутривидового разнообразия альгофлоры р. Тетерев (табл. 2).

Важным показателем систематического разнообразия водорослей является родовой коэффициент, который рассматривается как наименее зависимый от площади исследуемой флоры показатель (Шмидт, 1984). Родовой коэффициент, рассчитанный для водорослевых сообществ р. Тетерев, составлял 2,9 (см. табл. 1).

Таблица 2. Ранговая оценка родового состава водорослевых сообществ планктона и обрастаний р. Тетерев в разные сезоны (2003-2007 гг.)

<i>Navicula</i> Bory $\frac{5,3\%}{1}$	<i>Phacus</i> Duj. $\frac{4,5\%}{2}$	<i>Trachelomonas</i> Ehr. $\frac{3,4\%}{3}$	<i>Closterium</i> Nitzsch $\frac{3,3\%}{4}$
<i>Nitzschia</i> Hass. $\frac{3,0\%}{5}$	<i>Pinnularia</i> Ehr. $\frac{2,5\%}{6}$	<i>Euglena</i> Ehr. $\frac{2,4\%}{7}$	<i>Cymbella</i> Ag., <i>Oscillatoria</i> Vauch. $\frac{2,0\%}{8}$
<i>Desmodesmus</i> (Chod.) An, Friedl er Hegew. $\frac{1,8\%}{9}$	<i>Gomphonema</i> (Ag.) Ehr. $\frac{1,7\%}{10}$	<i>Surirella</i> Turp. $\frac{1,4\%}{11}$	<i>Fragilaria</i> Lyngb. $\frac{1,3\%}{12}$

Примечание. Над чертой – процент числа видовых и внутривидовых таксонов, под чертой – ранговое место рода.

Сравнение значений родового коэффициента, рассчитанных для разных отделов, показало максимальное насыщение родов видами для эвгленовых, криптофитовых и диатомовых водорослей. Несмотря на лидирующее по количеству видов положение, зеленые водоросли занимали лишь 5 место по значению родового коэффициента, что объясняется наличием большого числа маловидовых родов.

В фитопланктоне и фитомикроперифитоне идентифицировано 216 общих видовых и внутривидовых таксонов: среди *Cyanophyta* – 17, что составляет 23 % общего числа видовых и внутривидовых таксонов отдела, *Euglenophyta* – 19 (15 %), *Dinophyta* – 2 (9 %), *Cryptophyta* – 2 (40 %), *Chrysophyta* – 0 (0 %), *Bacillariophyta* – 83 (27 %), *Xanthophyta* – 1 (8 %) и *Chlorophyta* – 92 (30 %). При этом 27 видовых и внутривидовых таксонов встречались в фитопланктоне и фитомикроперифитоне во все сезоны: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Oscillatoria amphibia* Ag., *O. geminata* (Menegh.) Gom., *O. planctonica* Wołosz., *Asterionella formosa* Hass., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *Cymbella cymbiformis* Ag., *C. affinis* Kütz., *Fragilariforma virescens* (Ralfs) Will. et Round, *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. viridula* Kütz., *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Hant. in Rabenh., *N. pusilla* Grun., *N. acicularis* (Kütz.) W. Sm., *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun., *Synedra acus* Kütz., *Monoraphidium irregulare* (G. Sm.) Kom.-Legn. in Fott, *Chlamydomonas globosa* Snow, *Coelastrum microporum* Näg. in A. Br., *Oocystis borgei* Snow, *Acutodesmus acuminatus* (Lagerh.) Tsar., *Tetrastrum triangulare*

(Chod.) Kom., *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew., *Schroederia setigera* (Schröd.) Lemm. Большая часть этих таксонов, характеризующихся максимальной встречаемостью, относится к группе массовых, образующих основу численности и биомассы водорослей реки.

Для сравнительной характеристики водорослей разных экологических сообществ использовали коэффициент видового сходства Серенсена. Средние значения этого показателя составляли 0,21-0,86. Показатели видового сходства между фитомикроэпифитомом и фитомикроэпилитомом были достаточно высокими в пределах всех отделов: 0,49 для эвгленовых водорослей, 0,55 – для синезеленых, 0,60 – для диатомовых, 0,86 – для криптофитовых. В целом коэффициент видового сходства между фитомикроэпилитомом и фитомикроэпифитомом составлял 0,63. Однако между фитопланктоном и обрастаниями растительных и каменных субстратов фиксировали значительно меньшее сходство, что, вероятно, обусловлено значительными отличиями экологии этих сообществ. Так, планктонные водоросли ведут преимущественно свободно-плавающий образ жизни, а перифитонные – прикрепленный. Поэтому показатели разнообразия фитопланктона используются преимущественно для оценки экологического состояния речной экосистемы на момент отбора проб, а фитомикроперифитона – за более длительный период времени. Коэффициент видового сходства между фитопланктоном и фитомикроэпилитомом составлял 0,42, между фитопланктоном и фитомикроэпифитомом – 0,41. На уровне отделов наибольшие отличия отмечены для эвгленовых и динофитовых (0,21-0,35). Представителей *Chrysophyta* в составе обрастаний не найдено.

На основании многолетних литературных и оригинальных данных (Кузьмінчук, 2007; Корнійчук, 2007) нами были установлены сукцессионные изменения водорослевых сообществ р. Тетерев (табл. 3). Обзор литературных данных по фитопланктону реки приведен нами ранее (Кузьмінчук, Щербак, 2004). Он свидетельствует о том, что эти данные носят фрагментарный характер и касаются нескольких отдельных станций отбора проб. Литературные сведения о фитомикроперифитоне реки, а также об альгофлоре тетеревских водохранилищ практически отсутствуют.

Первые упоминания об альгофлоре реки содержатся в работе В.К. Совинского (1877). В ней приведены результаты альгологического исследования реки в районе Радомышльского уезда. Некоторые сведения о таксономическом разнообразии водорослевых сообществ р. Тетерев возле с. Дениши (14 км выше г. Житомира) и ниже места спуска сточных вод на окраине г. Житомира были представлены Т.В. Догадиной (Догадіна, 1975).

Всего в альгофлоре р. Тетерев мы обнаружили 323 вида водорослей, представленных 386 разновидностями и формами, включая номенклатурный тип вида. Доминировали зеленые (38 %), диатомовые (27 %), эвгленовые (14 %) и синезеленые (11 %) водоросли.

Более половины видовых и внутривидовых таксонов водорослей в р. Тетерев идентифицированы нами впервые.

Таблица 3. Сукцессия водорослевых сообществ р. Тетерев

Станция исследования	Биотопическая приуроченность	Кол-во видов и ввт		
		по литературным данным		по оригинальным данным (2003-2007 гг.)
с. Ставки, г. Коростышев	Планктон, перифитон, бентос	Совинский, 1887	123	149
Ниже г. Житомир	Планктон	Гідробіологія ..., 1978	42	141
Ниже г. Коростышев	Планктон	Гідробіологія ..., 1978	44	88
Вблизи с. Тетерев	Планктон	Гідробіологія ..., 1978	49	116
В районе с. Денеши	Планктон, перифитон, бентос	Догадіна, 1975	261	125
Ниже г. Житомир в р-не спуска сточных вод	Планктон, перифитон, бентос	Догадіна, 1975	337	406
Вблизи пгт. Иванков, с. Тетерев, с. Кухари	Планктон (хлорококковые водоросли)	Царенко, 1984	107	63
Вблизи г. Радомышль, г. Коростышев, пгт. Брусилов, с. Денеши	Планктон (хлорококковые водоросли)	Царенко, 1984	57	45
Вблизи с. Тетерев	Планктон	Клоченко, Митківська, 1993	64	116

Кроме того, в фитопланктоне р. Тетерев 20 видов (21 внутривидовой таксон) идентифицированы впервые для Украинского Полесья: *Euglena hemichromata* Skuja, *Phacus striatus* Fr., *Diplopsalis acuta* (Apstein) Entz., *Chromulina rosanoffi* (Woronin) Bütschli, *Ch. truncata* Conrad, *Kephyrion inconstans* (Schmid) Bourr., *K. parvulum* (Schmid) Bourr., *Ochromonas mutabilis* Klebs, *O. sociata* Pasch., *Pseudokephyrion cinctum* (Schill.) Schmid, *P. latum* (Schill.) Schmid, *P. minutissimum* Conrad, *P. ovum* (Pasch. et Ruttn.) Schmid, *P. pilidium* Schill., *P. undulatum* (Klebs) Pasch., *Syncrypta pallida* (Korsch.) Bourr., *Synura lapponica* Skuja, *Uroglena americana* Calk., *Tetraedron pentaedricum* W. et G. S. West, *Ulothrix moniliformis* Kütz., *Closterium juncidum* Ralfs var. *brevius* (Ralfs) Roy.

Заключение

Полученные нами данные позволяют рассматривать водорослевые сообщества планктона и обрастаний р. Тетерев как довольно богатую и разнообразную совокупность видов разных таксономических групп, среди

которых доминируют отделы *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Euglenophyta*. В целом в реке, включая водохранилища, идентифицировано 692 вида водорослей, представленных 871 внутривидовым таксоном с номенклатурным типом вида. Согласно рассчитанному коэффициенту видового сходства Серенсена, водорослям каменных и растительных обрастаний свойственно высокое видовое сходство. Небольшое сходство между водорослями планктона и фитомикроэпилитона, а также фитомикроэпифитона обусловлено отличиями их экологических характеристик.

Благодарности

Авторы благодарны д.б.н., проф. П.М. Царенко за любезно предоставленную для использования последнюю флористическую сводку по флоре водорослей Украины «Algae of Ukraine».

Yu. Shelyuk, N.N. Korneychuk

Zhitomyr State University, Depature of Botany,
42, Pushkinskaya St., 06500 Zhitomyr, Ukraine

TAXONOMIC DIVERSITY OF ALGAL COMMUNITIES IN THE TETEREV RIVER (UKRAINE)

The paper deals with the results of original studies of phytoplankton, phytomicroepiphyton, phytomikroepiliton taxonomical diversity investigations from the headwaters of the Teteriv River to the flow into the Kiev water reservoir, including the regulated river stretches and some of the tributaries. 692 species have been identified, represented by 871 infraspecific taxa including the nomenclative species type. In general, representatives of *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* and *Euglenophyta* dominate in the river. Approximately 50 % of species and infraspecific taxa in the Teteriv River are identified for the first time. High level of species similarity in the river phytomicroepiliton and phytomicroepiphyton is established.

Keywords: taxonomical diversity, Teteriv River, phytoplankton, phytomicroepiphyton, phytomikroepiliton.

Водоросли: Справочник / Под общ. ред. С.П. Вассера. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.

Диатомовые водоросли СССР, ископаемые и современные / Под ред. А.И. Прошкиной-Лавренко. – Л.: Наука, 1974. – 404 с.

Догадіна Т.В. Характеристика альгофлори різних ділянок р. Тетерева // Укр. бот. журн. – 1975. – **32**, № 1. – С. 19-23.

Гаркавий В.К., Ярова В.В. Математична статистика. – К.: Професіонал, 2004. – 384 с.

Гідробиологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я / В.В. Поліщук, В.С. Трав'янюк, Г.Д. Коненко, І.Г. Гарасевич. – К.: Наук. думка, 1978. – 270 с.

Клоченко П.Д., Митківська Т.І. Фітопланктон приток верхнього Дніпра // Укр. бот. журн. – 1993. – **50**, № 2. – С. 69-78.

- Кордэ Н.В.* Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 4, ч. 1. – С. 383-413.
- Корнійчук Н.М.* Фітомікроперифітон різнотипних субстратів частково зарегульованої річки (на прикладі річки Тетерів): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Київ, 2007. – 25 с.
- Кузьмінчук Ю.С.* Продукція і таксономічний склад фітопланктону середньої притоки Дніпра: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Київ, 2007. – 25 с.
- Кузьмінчук Ю.С., Щербак В.І.* Фітопланктон р. Тетерів. Стан вивчення проблеми // Вісн. Житомир. держ. ун-ту ім. Івана Франка. – 2004. – Вип. 19. – С. 269-274.
- Лакін Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
- Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод /* За ред. В.Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
- Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Фитоценология. Принципы и методы. – М.: Наука, 1978. – 210 с.
- Разнообразие водорослей Украины /* Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. – 2000. – 10, № 4. – 309 с.
- Сиренко Л.А., Сакевич А.И.* Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. – Киев: Науч. мысль, 1975. – 248 с.
- Совинский В.К.* Материалы для флоры водорослей Радомишльского уезда (р. Тетерев) // Зап. Киев. об-ва естествоиспыт. – 1887. – 6, вып. 1. – С. 119-130.
- Топачевский А.В., Масюк Н.П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Высш. шк., 1984. – 336 с.
- Царенко П.М.* Хлорококові водорості річок правобережної частини Українського Полісся // Укр. бот. журн. – 1984. – 41, № 1. – С. 33-43.
- Царенко П.М., Петлеванный О.А.* Дополнение к разнообразию водорослей Украины. – Киев: Ин-т ботаники им. Холодного НАНУ, 2001. – 130 с.
- Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. – Л.: Наука, 1984. – 288 с.
- Щербак В.І.* Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41-47.

Получена 17.03.08

Рекомендовал к печати П.М. Царенко