

УДК 581.526.323(282.243.7.05)

Э. Ш. Козийчук

**КАЧЕСТВЕННОЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ
РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОМИКРОБЕНТОСА
ВОДОТОКОВ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ¹**

Представлены результаты натурных исследований фитомикробентоса водотоков Килийской дельты Дуная, проведенных в течение 2010—2013 гг. Определен видовой состав, количественные характеристики, проанализирована сезонная и многолетняя динамика численности и биомассы, показаны экотопические предпочтения доминирующих комплексов. Сравнительный анализ развития донных микроводорослей водотоков показал, что минимальные количественные показатели приходились на многоводные годы, максимальные — на маловодные. Широкий диапазон колебаний индекса Шеннона свидетельствовал о переходе от монодоминантной к полидоминантной структуре.

Ключевые слова: фитомикробентос, Килийская дельта Дуная, водотоки, видовой состав, флористический спектр, численность, биомасса, доминирующий комплекс.

Устьевый участок нижнего Дуная расположен в юго-западной части Украины (20% территории) и западной части Румынии (80%). От города Рени до устья (174 км) — бесприточная часть реки, где суммируется весь гидрологический (водный и твердый) и гидрохимический (растворенные вещества) сток, который выносится в Черное море [22].

Выше г. Измаила (Измаильский Чатал) основное русло делится на два рукава: левый Килийский и правый Тульчинский. Ниже г. Вилково (18 км выше устья) Килийский рукав разветвляется и образует вторичную дельту. Территорию дельты пронизывает сетка водотоков и водоемов с разными гидрологическими, физико-химическими и гидробиологическими характеристиками [32].

Важным первопродуцентом в водотоках дельты является фитомикробентос, видовой состав и количественное разнообразие которого дает интегральную оценку процессам, протекающим в водной среде.

¹ Работа выполнена за счет бюджетной программы «Поддержка развития приоритетных направлений научных исследований» (КПКВК 6541230).

Изучение бентосных водорослей Килийской дельты Дуная (КДД) начато с 1948 г. во время комплексных исследований Института гидробиологии АН УССР [10]. В дальнейшем, исследования донной альгофлоры носили фрагментарный характер [5, 13—15, 18, 26, 43] и обобщены в работах [16, 25], больше внимания уделялось изучению фитопланктона [5, 12, 17]. В 2006—2007 и 2011 гг. в рамках международных экспедиций проведены гидробиологические исследования трансграничных участков нижнего Дуная, в частности определен видовой состав фитомикробентоса [42]. Таким образом, закономерности качественного и количественного развития донных водорослей Килийской дельты в современный период изучены не в полной мере.

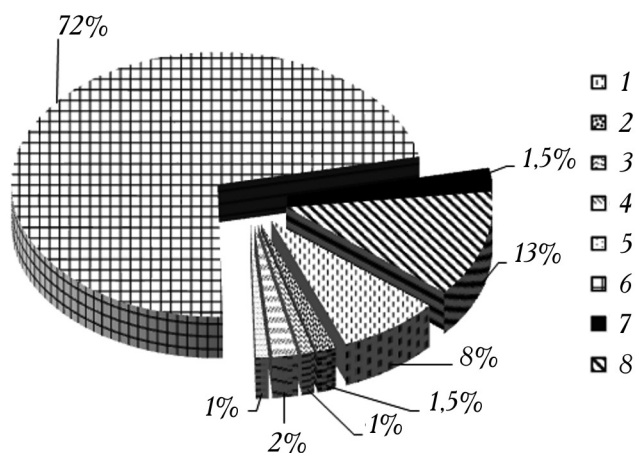
Цель работы — установить качественное и количественное разнообразие фитомикробентоса водотоков Килийской дельты Дуная в разные по водности годы.

Материал и методика исследования. Материалом для работы послужили исследования фитомикробентоса в разнотипных водотоках КДД: рукавах Восточный, Быстрый, Очаковский. Посезонный отбор проб в годы разной водности и их обработка проведены с применением общепринятых гидробиологических методов [4, 21, 33]. Подсчет численности производили в камере Нажотта объемом 0,02 см³. Биомассу водорослей устанавливали счетно-объемным методом [29]. Идентификацию диатомовых водорослей осуществляли на постоянных препаратах [9]. К числу доминантов относили виды, биомасса или численность которых превышала или была равна 10% суммарных [33]. Названия таксонов разных рангов приведены согласно [28, 31]. Биотопическую приуроченность водорослей устанавливали согласно [1, 19, 34]. Оценка информационного разнообразия фитомикробентоса проведена с использованием индекса Шеннона [24]. Показатель частоты встречаемости рассчитывали согласно [6]. Результаты исследований статистически обрабатывали с использованием стандартного пакета компьютерных программ Microsoft Office 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

Гидрологический режим. Согласно данных наблюдений Дунайской гидрометеорологической обсерватории [8, 23, 30] в 2010 г. сток воды в вершине дельты составил 299 км³, что соответствовало расходам 9470 м³/с. Модульный коэффициент годового стока [11] составил 1,45 (многоводный год). В конце мая и начале июня в бассейне Верхнего Дуная выпали сильные дожди, что привело к экстремальному росту уровней воды в устьевой части, которые превысили исторические максимумы за весь период наблюдений (с 1921 г.) на 19 см. Осенью 2010 г. средние уровни воды по всему Дунаю были в основном выше нормы. В то же время, средняя годовая мутность воды в водотоках составляла 148 мг/дм³.

В 2011 г. на украинском участке Дуная максимальные уровни воды достигали 452 см, минимальные — 2 см. Таким образом, годовая амплитуда достигла 450 см. Сток воды в вершине дельты составлял 169 км³, что соответствовало годовым расходам воды 5350 м³/с. Модульный коэффициент годового



1. Флористический спектр фитомикробентоса водотоков КДД (2010—2013 гг.): 1 — Cyanophyta; 2 — Euglenophyta; 3 — Dinophyta; 4 — Cryptophyta; 5 — Chrysophyta; 6 — Bacillariophyta; 7 — Xanthophyta; 8 — Chlorophyta.

го стока — 0,82 (маловодный год). В 2011 г. средняя мутность воды в водотоках была равна 67 г/м³.

Средние уровни воды на украинском участке Дуная практически весь 2012 г. были меньше нормы и колебались от 59 до 508 см. Сток в вершине дельты составлял 167 км³, что соответствовало средним расходам воды 5270 м³/с. Модульный коэффициент годового стока — 0,81 (маловодный год). В 2012 г. сред-

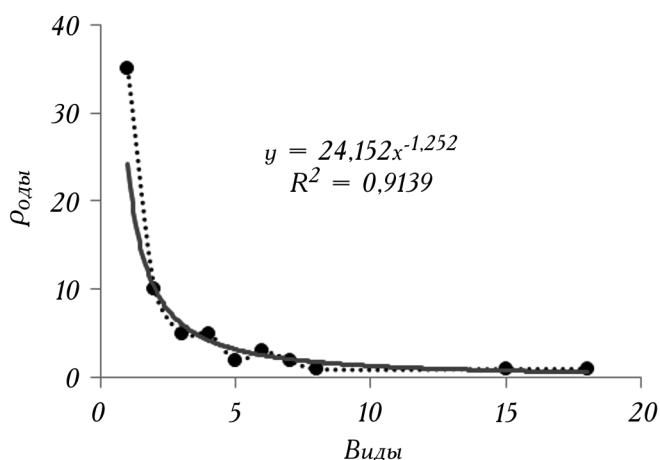
няя годовая мутность воды в водотоках КДД составляла 85 г/м³. Следовательно, при высоких уровнях воды (2010 г.) мутность дунайской воды увеличилась, при падении уровней (2011—2012 гг.) уменьшалось и количество взвешенных веществ.

В водотоках КДД формируются различные бентосные группировки. Известно, что одними из важных гидрологических факторов, существенно влияющих на биоразнообразие (таксономическое, флористическое, количественное, информационное) альгофлоры, является скорость течения и мутность воды [32].

За исследуемый период в водотоках КДД идентифицировано 153 вида, представленных 173 внутривидовыми таксонами водорослей (ввт), принадлежащих к 65 родам, 24 порядкам, 13 классам, 8 отделам. В флористическом спектре фитомикробентоса ведущим отделом является Bacillariophyta (рис. 1).

Классы водорослей содержали такие доли общего количества: Bacillariophyceae — 60% (104 ввт), Chlorophyceae — 12 (21), Nannoplanktonophyceae — 7 (12), Coscinodiscophyceae — 6 (11), Fragilariophyceae — 5 (10), остальные 1—3%. Основная роль принадлежала четырем порядкам, видовое богатство которых в сумме составляло 56%: Naviculales — 32 ввт (18%), Bacillariales — 26 (15%), Symbellales — 22 (13%). Chlorococcales — 18 (10%). Меньше были представлены Surirellales — 16 (6%), Euglenales — 15 (5%) и Fragilariales — 12 (4%).

Наиболее широко были представлены роды диатомовых (*Nitzschia* Hassal — 18 ввт, *Navicula* Bory — 15) и синезелених (*Oscillatoria* Vauch. — 8) водорослей. Значительной видовой насыщенностью (от 4 до 7 ввт) выделялись роды *Cymbella* Ag., *Gomphonema* (Ag.) Ehr., *Surirella* Turp., *Tryblionella* W. Sm., *Pinnularia* Ehr., *Diatoma* Bory emend. Heiberg, *Eunotia* Ehr., *Placoneis* Mer. emend. Cox, *Caloneis* Cl. in Cl. et Grove, *Desmodesmus*



2. Зависимость Виллиса для водотоков КДД.

(Chod.) An, Friedl et Hegew., *Monoraphidium* Kom.- Legn., *Cryptomonas* Ehr. Остальные роды насчитывали по 1—3 ввт.

В фитомикробентосе водотоков наибольшую долю составляли бентосные формы — 43%, планктонно-бентосные — 30, планктонные — 10 и перифитонные — 17%.

Среди бентосных форм выделены виды с частотой встречаемости 23—55%: *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Gyrosigma spenceri* (Quek.) Grif. et Henf, *Navicula tripunctata* (O.F. Müll.) Bory, *Nitzschia linearis* (Ag.) W. Sm., *Surirella tenera* Greg., *Oscillatoria tenuis* Ag.; в числе планктонно-бентосных (26—97%): *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *Melosira varians* Ag., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew., *Oscillatoria amphibia* Ag.; планктонных (19—84%): *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun., *S. astraea* (Ehr.) Grun., *Chlamydomonas globosa* Snow.; перифитонных (13—71%): *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) L.-B., *Encyonema ventricosum* (Ag.) Grun. in A. Schmidt, *Cocconeis placentula* Ehr., *Cymbella parva* (W. Sm.) Cl., *C. tumida* (Bréb. in Kütz.), *Merismopedia minima* G. Beck.

Для оценки репрезентативности полученных данных по таксономическому разнообразию была использована зависимость Виллиса [46] (рис. 2). Установлено, что распределение видов водорослей по родам приближается к гиперболе, то есть, разнообразие локальных альгофлор водотоков КДД изучены достаточно обстоятельно и приведенные уравнения свидетельствуют о достоверности полученных данных.

Количественные показатели фитомикробентоса исследованных водоемов представлены в таблице.

Количественные показатели фитомикробентоса водотоков КДД
(2010—2013 гг.)

Показатель	Быстрый рукав	Восточный рукав	Очаковский рукав
Количество видов	93	95	60
Численность, тыс. кл./10 см ²	228—4506	534—4496	1100—7985
	3082	3878	3410
Биомасса, мг/10 см ²	0,44—12,89	0,33—5,02	1,87—6,50
	3,15	3,21	3,42
Индекс Шеннона по численности, бит/экз	1,55—2,73	0,47—4,02	2,53—4,10
	2,30	2,79	3,29
Индекс Шеннона по биомассе, бит/г	0,84—2,56	1,59—4,07	1,79—4,17
	2,04	2,77	2,75
Скорость течения*, м/с	0,9—2,0	0,6—1,2	0,8—1,0
Прозрачность по диску Секки, м	0,1—0,5	0,2—0,5	0,2—0,6

Примечание. Над чертой — пределы колебаний; под чертой — средние значения; * согласно литературным данным [20, 36].

Особенности развития фитомикробентоса в водотоках. Рукав Быстрый. В фитомикробентосе рукава Быстрого обнаружено 93 вида, представленных 104 ввт, относящихся к 45 родам, 19 порядкам, девяти классам и шести отделам.

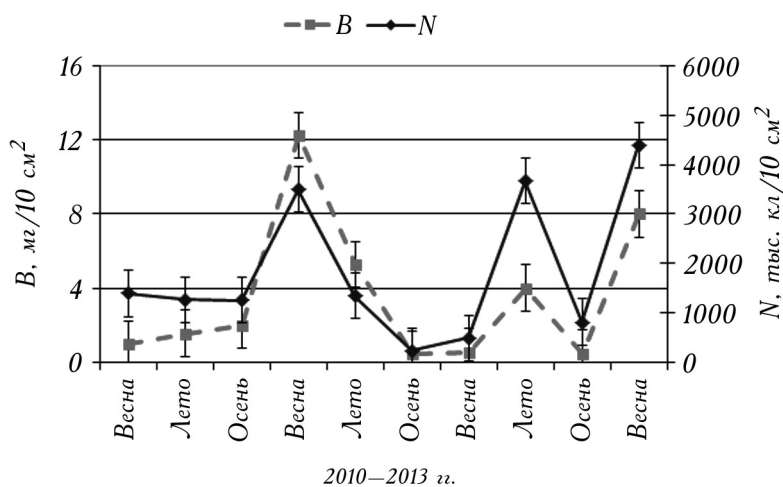
В видовом разнообразии доминировали Bacillariophyta — 84 ввт (80%). Меньшим количеством таксонов характеризовались Chlorophyta — 10 (10%) и Cyanophyta — 7 (7%). Остальные отделы представлены одним таксоном каждый.

В сезонной динамике численности и биомассы фитомикробентоса обнаружены весенний и летний пики, различающиеся структурой доминирующего комплекса видов и количественными показателями (рис. 3).

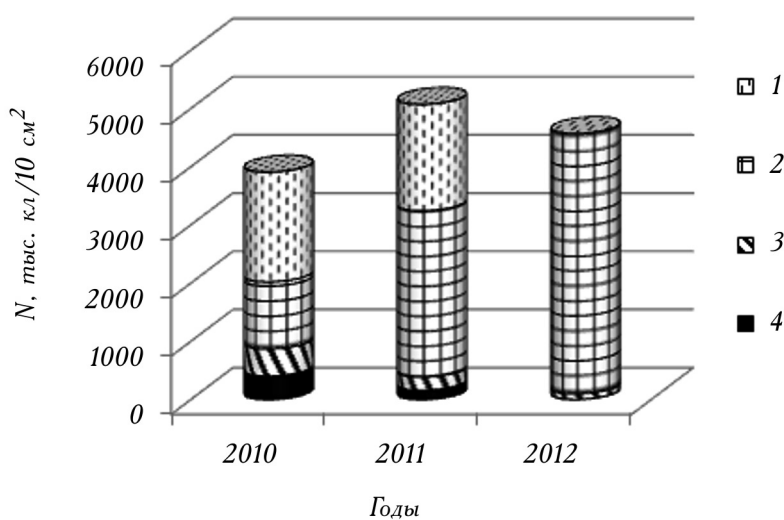
В формировании биомассы приоритетная роль принадлежала Bacillariophyta, основу численности в значительной степени обуславливали Cyanophyta и Bacillariophyta (рис. 4).

Наименьших показателей численности и биомассы фитомикробентос достигал в многоводный 2010 г., наибольших — в маловодные 2011—2012 гг.

Весной 2011 г. в фитомикробентосе рукава Быстрого доминировала *Melosira varians*, которая образовывала колонии в виде многочисленных длинных цепочек, с биомассой до 10 мг/10 см² и численностью до 2912 тыс. кл./10 см², что характеризует монодоминантную структуру фитомикробентоса. Наличие таких колоний *M. varians*, по-видимому, вызвано



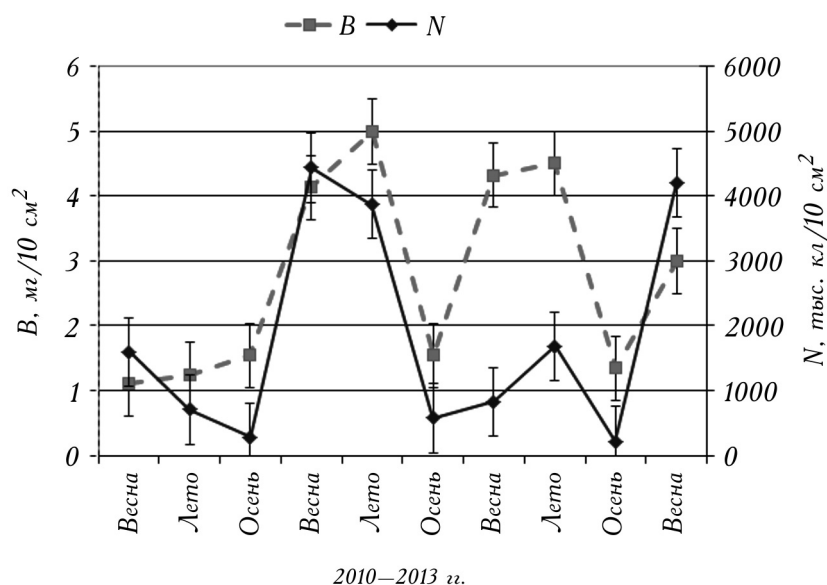
3. Сезонная динамика численности и биомассы фитомикробентоса рукава Быстрого.



4. Многолетняя динамика численности основных таксономических групп фитомикробентоса рукава Быстрого: 1 — Cyanophyta; 2 — Bacillariophyta; 3 — Chlorophyta; 4 — другие.

благоприятными для ее развития температурами и достаточной концентрацией фосфатов и кремния в воде [2, 38, 44]. Индекс Шеннона по численности и биомассе составил всего 1,55 бит/экз. и 0,84 бит/г.

Летом этого же года в фитомикробентосе по биомассе также доминировали диатомовые *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Suriella tenera*, тогда как по численности — Cyanophyta и Bacillariophyta (*Oscillatoria amphibia*, *Spirulina major* Kütz., *C. kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *S. han-*



5. Сезонная динамика численности и биомассы фитомикробентоса рукава Восточного.

tzschii). Индекс Шеннона по численности составил 2,51 бит/экз., по биомассе — 2,56 бит/г, что свидетельствовало о переходе от монодоминантной к полидоминантной структуре.

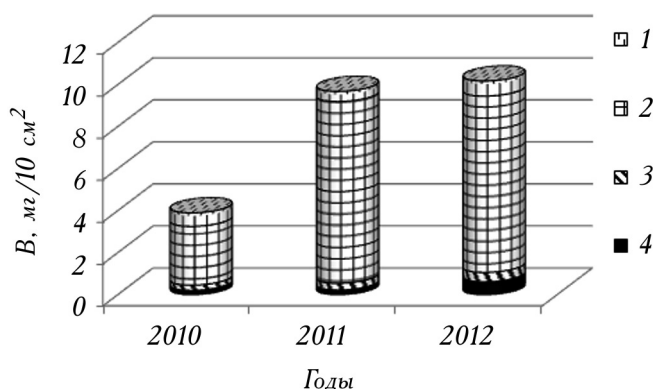
Во второй половине осеннего периода 2011 г. произошли изменения в структурно-функциональной организации доминирующего комплекса фитомикробентоса. Вследствие этого возросла руководящая роль центрических диатомовых водорослей (*C. kuetzingiana*, *S. hantzschii*), тогда как синезеленые отсутствовали, что привело к уменьшению численности и биомассы. Литературные данные [3, 7, 34, 35, 37, 39—41, 45] свидетельствуют, что преобразование структуры водорослевых сообществ может быть откликом на сезонное снижение температуры воды, уменьшение интенсивности солнечной радиации, изменение состава и доступности биогенных элементов.

Рукав Восточный. В фитомикробентосе рукава обнаружено 95 видов, представленных 105 ввт, относящихся к 53 родам, 23 порядкам, 11 классам и шести отделам.

По количеству ввт доминировали Bacillariophyta — 76 ввт (72%). Меньшим количеством таксонов представлены Chlorophyta — 16 (15%) и Cyanophyta — 8 (8%). Остальные отделы включали по одному — два таксона, что в сумме не превысило 5%.

В количественном развитии фитомикробентоса отмечено два пика — весной и летом, осенью интенсивность развития микроводорослей снижалась (рис. 5).

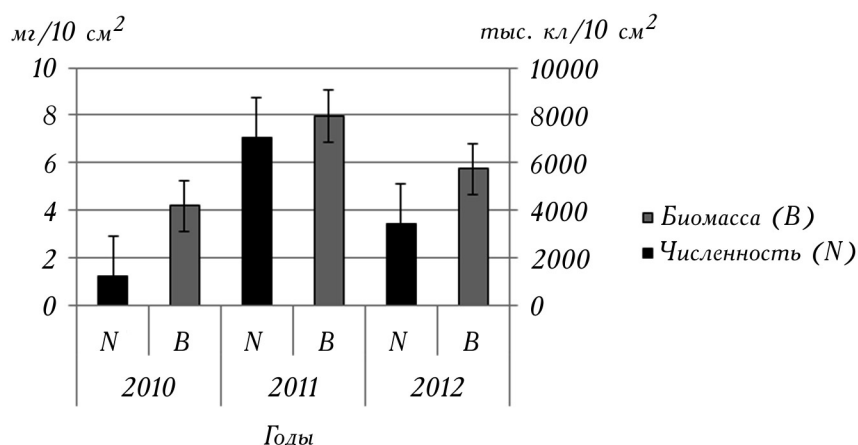
Минимальные количественные показатели донных водорослей рукава Восточный отмечались в многоводном 2010 г., а максимального развития фитомикробентос достигал в маловодные годы (2011—2012 гг.), когда по численности доминировали Суанопхита и Bacillariophyta (*M. varians*, *C. kuetzingiana*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Oscillatoria amphibia*, *O. tenuis*, *O. limnetica* Lemm., *Merismopedia*



6. Многолетняя динамика биомассы основных таксономических групп фитомикробентоса рукава Восточного: 1 — Суанопхита; 2 — Bacillariophyta; 3 — Chlorophyta; 4 — другие.

minima), по биомассе — Bacillariophyta (*Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Kram. et L.-B., *S. tenera*, *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Hant., *M. varians*) (рис. 6). Весной 2011 г. в фитомикробентосе рукава по численности доминировали *Melosira varians* и *Oscillatoria tenuis*, а по биомассе — *M. varians*. Летом по биомассе доминировала *Surirella tenera*, по численности — *Cyclotella kuetzingiana* и *O. amphibia*. Осенью ведущая роль принадлежала *M. varians* (по биомассе) и *C. kuetzingiana* (по численности). Широкие колебания индекса Шеннона по численности и по биомассе (см. таблицу) свидетельствовали о переходе от монодоминантной к полидоминантной структуре.

Рукав Очаковский. В фитомикробентосе рукава обнаружен 51 вид, представленный 60 ввт, относящихся к 28 родам, 13 порядкам, шести классам и четырем отделам. По количеству зарегистрированных ввт доминировали Bacillariophyta — 53, что составило 88%.



7. Количественные показатели развития фитомикробентоса рукава Очаковского в разные годы.

В сезонной динамике численности и биомассы фитомикробентоса отмечен летний максимум, когда руководящими выступали виды родов *Fragilari-forma*, *Navicula*, *Surirella*, *Stephanodiscus*, *Oscillatoria*.

В целом, наименьшие показатели количественного развития фитомикробентоса зафиксированы в многоводный, наибольшие — в маловодные годы (рис. 7). Ведущими видами выступали *Diatoma vulgare* Borg, *Melosira varians*, *Navicula tripunctata*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Fragilari-forma virescens* (Ralfs.) Will. et Round., *Surirella tenera*, *Oscillatoria limnetica*, *O. ucrainica* Vladimir., *O. tenuis*. Вместе с тем, значения индекса Шеннона были высокими (см. табл. 1), свидетельствующие о значительном разнообразии фитомикробентоса в рукаве, что может быть откликом водорослей на уменьшение скорости течения и увеличение прозрачности воды.

Заключение

В фитомикробентосе водотоках КДД обнаружено 153 вида, представленных 173 ввт водорослей с номенклатурным типом вида включительно, относящихся к 65 родам, 24 порядкам 13 классам, 8 отделам. В формировании биомассы приоритетная роль принадлежала Bacillariophyta, основу численности в значительной степени обуславливали преимущественно мелкоклеточные формы Bacillariophyta и Cyanophyta.

По биотопическому разнообразию в фитомикробентосе наибольшую долю составляли бентосные (43%) и планктонно-бентосные (30%) формы, на долю планктонных и перифитонных приходилось соответственно 10 и 17%.

В сезонной динамике численности и биомассы фитомикробентоса отмечены весенний и летний пики. Осенью структура доминирующего комплекса менялась, что может быть откликом на сезонное снижение температуры воды, уменьшение интенсивности солнечной радиации, изменение состава и доступности биогенных элементов.

Широкий диапазон колебаний индекса Шеннона свидетельствует о возможности перехода от монодоминантной к полидоминантной структуре фитомикробентоса.

В целом, анализ развития донных микроводорослей водотоков показал, что минимальных значений численности и биомассы фитомикробентос достигал в многоводные годы, максимальных — в маловодные.

**

Представлені результати натурних досліджень фітомікробентосу водотоків Кілійської дельти Дунаю у 2010—2013 рр. Визначені видовий склад, кількісні характеристики, проаналізована сезонна та багаторічна динаміка чисельності та біомаси, показані екологічні переваги домінуючих комплексів фітомікробентосу. Широкий діапазон коливань індексу Шеннона свідчив про можливий перехід від монодомінантної до полідомінантної структури. В цілому, аналіз розвитку донних микроводоростей водотоків показав, що мінімальних кількісних показників фітомікробентос досягав у багатоводні роки, максимальних — у маловодні.

**

The paper deals with the results of field studies on phytomicrobenthos in arms of the Kilia Danube Delta, carried out over 2010—2013. The species composition, quantitative characteristics, analysis the seasonal and long term dynamics of algae number and biomass and ecotopic preferences of phytobenthos dominant complex were determined. Wide range of Shannon's index indicates that the phytomicrobenthos structure changes from monodominant to polydominant. Comparative analysis of benthic microalgae in the arms has shown that the minimal quantitative parameters were observed in the high-water years, and the maximal — in the low-water year.

**

1. *Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
2. *Бегошвили Е.Д., Бонгаренко Н.А., Сакирко М.В. и др.* Изменение длины колоний планктонной диатомовой водоросли *Aulacoseira baicalensis* на разных стадиях годового цикла в озере Байкал // Гидробиол. журн. — 2007. — Т. 43, № 3. — С. 81—89.
3. *Богатова Ю.И.* Гидрохимический режим украинского участка взморья Дуная // Вод. ресурсы. — 2013. — Т. 40, № 3. — С. 295—305.
4. *Владимирова К.С.* Удосконалений прилад для збору проб фітомікробентосу // Укр. ботан. журн. — 1961. — Т. 18, № 2. — С. 81—84.
5. *Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов.* — Киев: Наук. думка, 1993. — 328 с.
6. *Девяткин В.Г., Митропольская И.В.* О соотношении встречаемости и численности видов в фитопланктоне // Альгология. — 1994. — Т. 4, № 2. — С. 34—38.
7. *Денисова А.И.* Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. — Киев: Наук. думка, 1979. — 292 с.
8. *Державний водний кадастр. Щорічні дані про якість поверхневих вод суши. Ч. 1. Річки. Вип. 1. Басейн Дунаю.* — К.: ЦГО, 2013. — 340 с.
9. *Диатомовый анализ* / Под ред. А.Н. Криштофовича. — Л.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1949. — 240 с.
10. *Дунай и придунайские водоемы в пределах СССР* // Тр. Ин-та гидробиологии АН УССР. — 1961. — № 36. — 311 с.
11. *Евстигнеев В.М., Магрицкий Д.В.* Практические работы по курсу «Речной сток и гидрологические расчеты». — М., 2013. — 108 с.
12. *Иванов А.И.* Фитопланктон устьевых областей рек северо-западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1982. — 212 с.
13. *Иванов О.Л., Карпезо Ю.Г.* Мікрофіти: фітопланктон і мікрофітобентос / Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління — К.: Наук. думка, 1999. — С. 161—168.
14. *Карпезо Ю.И.* Микрофитобентос советского участка Дуная // II съезд гидробиологов Молдавии. Тез. докл. — Кишинев: Штиинца, 1991. — С. 50—52.
15. *Карпезо Ю.И., Давыдов О.А.* Скорость течения воды как фактор, оказывающий влияние на уровень развития микрофитобентоса в Дунае // II

- з'їзд гїдроекологічного тов-ва України: Тез. доп. — Т. 1. — К., 1997. — С. 117—118.
16. Карпезо Ю.И., Давыдов О.А. Сапробиологическая характеристика по фитопланктону и микрофитобентосу // Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидрозкосистем Украины. — Киев, 2005. — С. 238—242.
 17. Карпезо Ю.И., Давыдов О.А. Флористическое богатство, первичная продукция сообществ (группировок) водорослей водоемов и водотоков в условиях антропогенного влияния // Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидроекосистем Украины. — Киев, 2005. — С. 90—102.
 18. Карпезо Ю.И., Иванов А.И. Материалы к биоразнообразию Дунайского заповедника (фитопланктон, микрофитобентос) // Материалы конф. «Итоги и перспективы гидроекологических исследований». — Минск, 1999. — С. 115—121.
 19. Корнева Л.Г., Генкал С.И. Таксономический состав и экологическая характеристика фитопланктона волжских водохранилищ // Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. — Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. — С. 5—112.
 20. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Сравнительная характеристика показателей разнообразия макрофауны беспозвоночных украинской и румынской частей дельты Дуная // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 4. — С. 17—33.
 21. *Методи гїдроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
 22. Михайлов В.Н. Гидрология дельты Дуная. — М.: ГЕОС, 2004. — 448 с.
 23. *Научно-технический отчет Дунайской гидрометеорологической обсерватории.* — Измаил, 2013. — 282 с.
 24. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
 25. Окснюк О.П., Давыдов О.А., Карпезо Ю.И. Оценка экологического состояния водных объектов по фитопланктону и фитобентосу (на примере украинского участка Дуная) // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 2. — С. 3—12.
 26. Окснюк О.П., Иванов А.И., Карпезо Ю.И. и др. Зависимость количественных показателей фитопланктона от взвешенных веществ в Дунае // Там же. — 1990. — Т. 26, № 3. — С. 42—47.
 27. Помазкина Г.В., Родионова Е.В., Мушников О.Ю. Микрофитобентос Южного Байкала (Россия) // Альгология. — 2008. — Т. 18, № 2. — С. 160—172.
 28. *Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — С. 1—309.
 29. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 333 с.
 30. *Український гідрометеорологічний центр* [Електронний ресурс]: www.meteo.gov.ua/
 31. Царенко П.М., Петлеванный О.А. Дополнение к «Разнообразию водорослей Украины». — Киев, 2001. — 130 с.

32. Щербак В.И., Козийчук Э.Ш. Динамика фитомикробентоса разнотипных водных объектов Килийской дельты Дуная в зависимости от некоторых экологических факторов // Гидробиол. журн. — 2016. — Т. 52, № 1. — С. 3—14.
33. Щербак В.И. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. — К., 2002. — С. 41—47.
34. Щербак В.И., Майстрова Н.В., Морозова А.О. та ін. Національний природний парк «Прип'ять — Стохід». Різноманіття альгофлори і гідрохімічна характеристика акваландшафтів / Під ред. В.И. Щербака. — К.: Фітосоціоцентр, 2011. — 164 с.
35. Щербак В.И., Семенюк Н.Е., Рудик-Леуская Н.Я. Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульський», Украина / Под ред. В.И. Щербака. — К.: Фітосоціоцентр, 2014. — 266 с.
36. Шуйский Ю.Д. Гидролого-морфологические черты формирования современной Килийской дельты Дуная // Вісн. Одес. ун-ту. — 2003. — Т. 8, вип. 11. — С. 4—17.
37. Butterwick C., Heaney S.I., Talling J.F. Diversity in the influence of temperature on the growth rates of freshwater algae, and its ecological relevance // Freshwater Biol. — 2005. — Vol. 50. — P. 291—300.
38. Crawford R.M. A fresh look at chain formation in planktonic diatoms // The Second Vereshchagin Baikal conference: Abstracts, Oct. 5—10, 1995. — Irkutsk, 1995. — P. 96—97.
39. Dauta A., Devaux J., Piquemal F., Boumnic L. Growth rate of four freshwater algae in relation to light and temperature // Hydrobiologia. — 1990. — Vol. 207. — P. 221—226.
40. DeNicola D.M. Periphyton responses to temperature at different ecological levels // Algal ecology: freshwater benthic ecosystems / Ed. by R. J. Stevenson, M. L. Bothwell, R. L. Lowe. — San Diego: Acad. Press, 1996. — P. 149—181.
41. Hansson L.-A. Factors regulating periphytic algal biomass // Limnol. Oceanogr. — 1992. — Vol. 37, Iss. 2. — P. 322—328.
42. Hydrobiocenoses of the transboundary sections of the Ukrainian and Romanian parts of the Danube delta. — К.: Кафедра, 2018. — 312 с.
43. Karpezo Yu.I., Davydov O.A. The development of algae in the spring plankton and benthos of the Danube river // Intern. conf. on water pollution control in the basin of the River Danube. — Novi Sad, 1989. — P. 350—352.
44. Lund J.W.G. An artificial alteration of the seasonal cycle of the plankton diatom *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. ssp. *subarctica* // J. Ecol. — 1971. — Vol. 59. — P. 521—533.
45. Williamson C.E., Salm C., Cooke S.L., Saros J.E. How do UV radiation, temperature, and zooplankton influence the dynamics of alpine phytoplankton communities? // Hydrobiologia. — 2010. — Vol. 648, Iss. 1. — P. 73—81.
46. Willis J. C. The birth and spread of plants // Boissiera. — Geneva: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville, 1949. — Vol. 8. — P. 1—561.