

УДК 581.526.323(282.243.7.05)

В. И. Щербак, Э. Ш. Козийчук

**ДИНАМИКА ФИТОМИКРОБЕНТОСА РАЗНОТИПНЫХ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОТОРЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Проанализировано влияние некоторых экологических факторов (солености, типа донных отложений, скорости течения) на динамику фитомикробентоса разнотипных водных объектов Килийской дельты Дуная. Показано, что ответом донных микроводорослей на изменение экологических условий является преобразование их структурно-функциональной организации, выраженное в увеличении или уменьшении показателей видового разнообразия, численности, биомассы и в перестройке доминирующего комплекса.

Ключевые слова: фитомикробентос, Килийская дельта Дуная, соленость воды, донные отложения, течение, доминирующий комплекс.

Килийская дельта Дуная — молодая, динамическая гидроэкосистема, которая возникла в результате аллювиальных процессов около 350 лет тому назад и продолжает формироваться [4]. Выше г. Измаила основное русло Дуная делится на два рукава: левый — Килийский и правый — Тульчинский. Длина Килийского рукава 116 км, ниже г. Вилково (18 км выше устья) он веерообразно разветвляется и образует дельту [7]. Ее территорию пронизывает густая сеть естественных и искусственных водотоков и водоемов различного происхождения (речных рукавов, заливов, стариц, озер, ериков) с разными гидрологическими, физико-химическими и гидробиологическими характеристиками.

Благодаря высокой чувствительности водорослей к условиям обитания, их распространение, разнообразие и роль в биоценозах зависят от комплексного влияния гидрологических условий и локальных экологических факторов, важными из которых являются соленость, тип донных отложений и скорость течения. В то же время приспособляемость организмов к различным условиям существования «свидетельствует о большой потенциальной возможности их к сохранению вида» [3]. Видовое разнообразие микроводорослей, их способность к массовому развитию в значительной мере определяет структуру и функционирование водных экосистем.

Килийская дельта Дуная представляет большой интерес для изучения донных группировок водорослей, поскольку важнейшими гидрологически-

© В. И. Щербак, Э. Ш. Козийчук, 2016

ми и гидрофизическими особенностями ее рукавов являются высокая скорость течения и мутность воды, обусловленная большим количеством взвесей и наносов. Их среднегодовое содержание за многолетний период наблюдений составляет 170—200 г/м³ при колебаниях от 107 до 242, в отдельные годы — до 2300 г/м³. Общая масса твердого стока реки достигает 100 млн. тонн в год [5, 14, 17]. Прозрачность воды в рукавах колеблется в пределах 0,1—0,7 м, в водоемах — 0,2—1,3 м [10]. При снижении скорости течения взвешенные вещества оседают в устьях рукавов, образуя новые косы и острова и ежегодно наращивая общую площадь суши дельты.

Целью настоящей работы было изучить динамику качественных и количественных характеристик фитомикробентоса разнотипных водоемов и водотоков Килийской дельты Дуная в зависимости от некоторых экологических факторов.

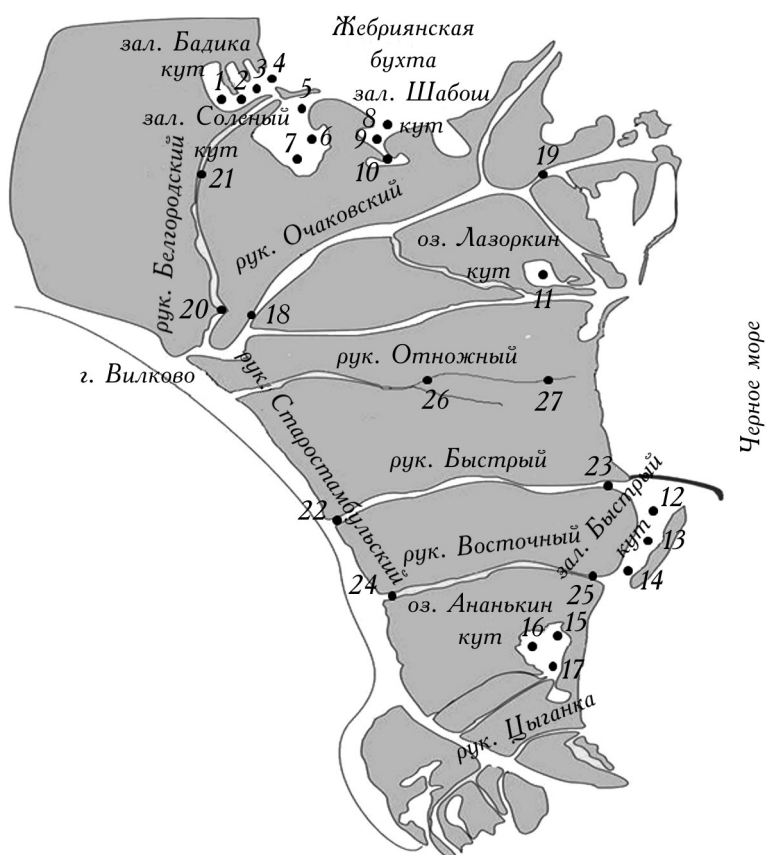
Материал и методика исследований. Материалом для работы послужили исследования фитомикробентоса в 2010—2013 гг. в водотоках (рукава Восточный, Быстрый, Очаковский, Белгородский, рукав-старица Отножный) и водоемах (пресноводных — Быстрый кут, Лазоркин кут, оз. Ананькин кут, солоноватоводных — Соленый кут, Бадика кут и Шабош кут) Килийской дельты Дуная (рис. 1).

Пробы отбирали трубкой Владимировой (площадь отбора — 20 см²) [2] по вертикальному профилю дна на глубинах 0—2,0 м в трех повторностях, в водотоках — в истоке и устье, в водоемах — по трансекте. Материал обрабатывали с применением общепринятых гидробиологических методик [13, 18].

Численность подсчитывали в камере Нажотта объемом 0,02 см³, биомассу устанавливали счетно-объемным методом [18]. Идентификацию диатомовых водорослей осуществляли на приготовленных препаратах [6]. К числу доминантов относили виды, биомасса или численность которых была равна или превышала 10% суммарных [22]. Названия таксонов приведены согласно [15, 20].

В соответствии с классификацией качества поверхностных вод суши и эстуариев по критерию солености выделяли следующие категории исследованных водоемов: гипогалинные (меньше 0,50‰), олигогалинные (0,51—1,00‰), β-мезогалинные (1,01—5,00‰), α-мезогалинные (5,01—18,00‰) [13].

Виды-индикаторы солености воды определяли согласно [1], где они разделены на следующие группы: полигалобы (гиперсоленые воды — 40—300‰), мезогалобы (5—20‰), олигогалобы (0—5‰). Олигогалобы в свою очередь разделяются на а) галофилов (в основном пресноводные, но распространены также в водах с невысоким уровнем концентрации NaCl); б) индифферентов (типичные пресноводные, иногда встречаются в слегка солоноватых водах и в) галофобов (типичные пресноводные, избегающие даже невысокую концентрацию NaCl).



1. Карта-схема отбора проб: ст. 1, 2, 3, 4 — зал. Бадика кут; 5, 6, 7 — зал. Солёный кут; 8, 9, 10 — зал. Шабош кут; 11 — оз. Лазоркин кут; 12, 13, 14 — зал. Быстрый кут; 15, 16, 17 — оз. Ананькин кут; 18, 19 — рук. Очаковский; 20, 21 — рук. Белгородский; 22, 23 — рук. Быстрый; 24, 25 — рук. Восточный; 26, 27 — рук. Отножный.

Чтобы проследить зависимость качественных и количественных характеристик фитомикробентоса от характера грунта, были обследованы наиболее распространенные и типичные для Килийской дельты Дуная субстраты, которые подразделяются в зависимости от содержания в них тонких фракций (частиц мельче 0,01 мм) на: пески (тонких фракций до 5%), заиленные пески (до 10%), серые и черные илы (до 50%) [16].

По гидрологическим характеристикам выделяли водотоки с разной скоростью течения [13]:

- малой (до 0,2 м/с);
- средней (от 0,2 до 1,0 м/с);
- большой (выше 1,0 м/с).

Результаты исследований статистически обрабатывали с использованием стандартного пакета компьютерных программ Microsoft Office 2003.

Результаты исследований и их обсуждение

Килийская дельта Дуная является уникальной водной экосистемой, в которой сформировались специфические биотопы и биоценозы, что обуславливает высокое разнообразие растительного мира, в том числе и донной альгофлоры.

Гидролого-морфологическая характеристика исследуемых объектов. Экосистема Килийской дельты охватывает две большие подсистемы рукавов: Очаковского (вытянута на восток на 17,8 км) и Старостамбульского (вытянута на север на 24,9 км) [4].

Во второй половине XX века сток воды в Килийской дельте сократился, что отразилось на системе Очаковского рукава. По динамическим показателям (снижение расходов и скорости течения) Очаковский рукав, средняя скорость течения которого 0,88 м/с, отмирает [21]. Белгородский рукав — затухающий, с малой скоростью течения. Быстрый и Восточный рукава являются наиболее крупными и активными левыми ответвлениями Старостамбульского, со средней скоростью течения соответственно 0,94 и 0,68 м/с [9, 21]. В рукаве Быстром происходит наращивание стока и увеличение скорости течения. По всей длине этот водоток находится в активной стадии эрозийного расширения. Рукав Восточный, наоборот, теряет гидролого-морфологическую активность [8, 21]. Рукав-старица Отножный обособился, утратил связь со Старостамбульским и отмирает. Глубины в дельтовых рукавах колеблются от 1 м до 11 м. Исследуемые водоемы, в отличие от водотоков, мелководны, с глубинами от 0,3 м до 1,8 м.

Физико-химическая характеристика исследуемых объектов. Водоемы и водотоки дельты характеризуются большим разнообразием субстратов для развития фитомикробентоса. В одном и том же водном объекте на разных станциях их представленность и доминирование могут существенно различаться. Преобладающим типом грунта в рукавах являются серые илы, на устьевых участках преобладают заиленные пески.

В пресноводных (олигогалинных) водоемах донные отложения представлены преимущественно черными илами (оз. Лазоркин кут, оз. Ананькин кут) [12]. Быстрый кут находится под воздействием рукавов (Восточного и Быстрого), которые опресняют его [10], грунты в нем представлены заиленными песками.

Солоноватоводные заливы Солёный кут, Бадика кут и Шабош кут, находящиеся под влиянием моря, являются α -мезогалинными с солёностью 2,2—12,0‰. Она минимальна в районе впадения Белгородского рукава в заливы Солёный кут и Бадика кут. На режим солёности приустьевого взморья и переднего края дельты влияние оказывают стонно-нагонные явления, но так как они недолговременны, то не меняют общих показателей солёности

исследуемых водных объектов. Преобладающим типом грунта здесь являются серые илы, в приморской части — пески и заиленные пески [11].

Таксономическое разнообразие фитомикробентоса. В целом за период исследований в фитомикробентосе исследуемых водных объектов обнаружено 383 вида, представленных 435 внутривидовыми таксонами (в. в. т.) водорослей, относящихся к 115 родам, 33 порядкам, 13 классам и 8 отделам (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta).

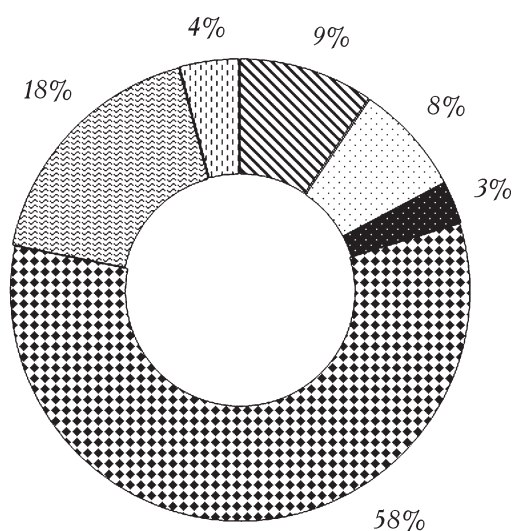
По количеству зарегистрированных в. в. т., доминировали диатомовые — 252 и зеленые — 77, что составило соответственно 58 и 18%. Меньшим количеством таксонов были представлены синезеленые (41 (9%)), эвгленовые (34 (8%)) и золотистые (13 (3%)). Остальные отделы включали от 4 до 10 в. в. т. (рис. 2).

В водотоках Килийской дельты обнаружено 176, в водоемах — 290 в. в. т. Таким образом, видовое и таксономическое богатство сообществ донных микроводорослей заливов дельты разнообразнее, чем рукавов.

Установлено, что фитомикробентос литоральной зоны водоемов и прибрежной части водотоков Килийской дельты Дуная представляет собой многокомпонентную экологическую группировку, которая включает бентосные, планктонные, планктонно-бентосные и перифитонные формы. Эта характеристика фитомикробентоса мелководных участков находится в прямой зависимости от биологических особенностей микроводорослей, многие из которых приспособились к разнообразным условиям окружающей среды и в период вегетации способны менять место обитания. Водоросли различных экологических групп продолжительные периоды могут входить в состав донного сообщества [3]. Также экологическому разнообразию фитомикробентоса способствует перемешивание вод литоральной зоны, вызываемое как ветровыми волнениями, так и конвекционными токами (благодаря суточным изменениям температуры) [3]. Приоритетная роль в составе бентосной альгофлоры исследуемых водных объектов принадлежит бентонтам.

Был проведен анализ влияния некоторых экологических факторов на динамику качественных и количественных характеристик фитомикробентоса.

Соленость. В солоноватоводных заливах выделяли три зоны соленых вод с различной интенсивностью развития донных микроводорослей: 2—5, 6—9, 10—12‰. Минимальные значения видового богатства (рис. 3), численности и биомассы фитомикробентоса (рис. 4) отмечены на участках с солевым диапазоном 6—9‰, где наряду с солоноватоводными видами (*Cyclotella kuetzingiana* Thwaites, *Gyrosigma spenceri* (Bailey ex Quekett) Griffith et Henfrey, *Nitzschia lorenziana* Grunow, *N. sigma* (Kützing.) W. Smith., *Oscillatoria amphibia* C. Agardh ex Gomont) в небольшом количестве встречались пресноводные виды-индиференты (*Chlamydomonas globosa* J. W. Snow, *Monoraphidium irregulare* (G. M. Smith) Komárková-Legnerová, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Navicula cryptocephala* Kützing).

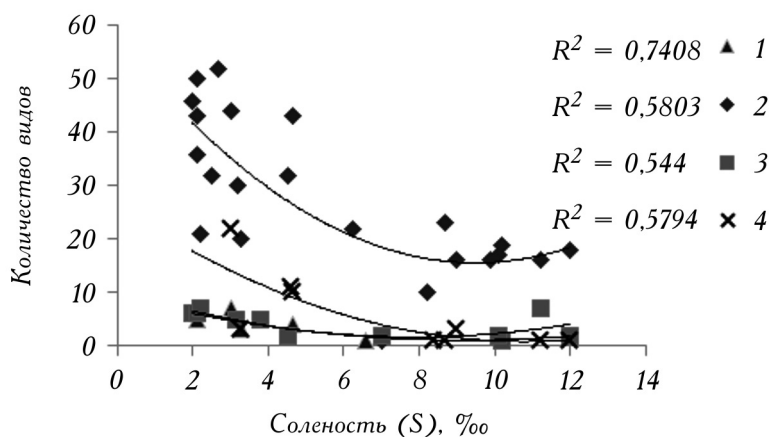


2. Таксономическая структура (%) фитомикробентоса Килийской дельты Дуная (2010—2013 гг.): 1 — Cyanophyta; 2 — Euglenophyta; 3 — Chrysophyta; 4 — Bacillariophyta; 5 — Chlorophyta; 6 — другие.

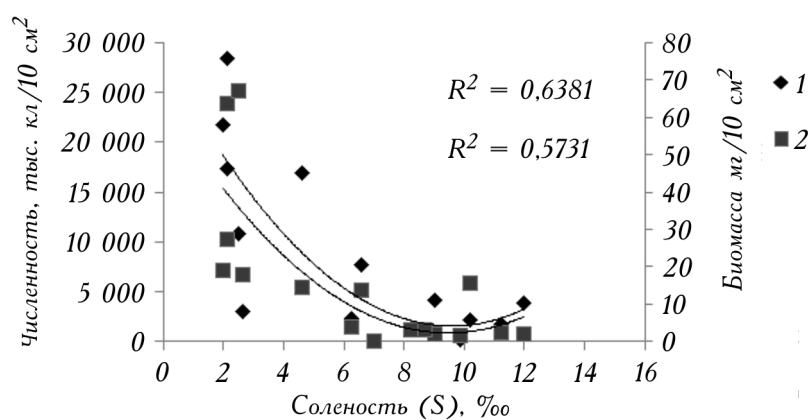
Количественные показатели фитомикробентоса возрастали в зоне выхода в море при повышении и установлении стабильной солености 10—12‰ (см. рис. 3, 4). Видовое разнообразие фитомикробентоса в основном представлено солоноватоводными и морскими формами — мезогалолами (*Craticula halophila* (Grunow) D.G. Mann, *Gyrosigma peisonne* (Grunow) Hustedt, *G. strigile* (W. Smith) Cleve, *Tryblionella circum-suta* (Bailey) Ralfs, *T. hungarica* (Grunow) Frenguelli, *T. punctata* W. Smith, *Nitzschia vitrea* G. Norman) с очень

малой долей пресноводных видов-индиферентов (*Amphora ovalis*, *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, *Schroederia setigera* (Schröder) Lemmermann).

В зоне уменьшения солености воды до 3—5‰ видовое богатство и количественные показатели резко увеличивались до максимальных за счет развития пресноводных видов разных отделов, при этом количество солонова-



3. Видовое богатство основных отделов фитомикробентоса в зависимости от солености воды: 1 — Cyanophyta; 2 — Bacillariophyta; 3 — Chlorophyta; 4 — другие.



4. Численность (1) и биомасса (2) фитомикробентоса в зависимости от солености воды.

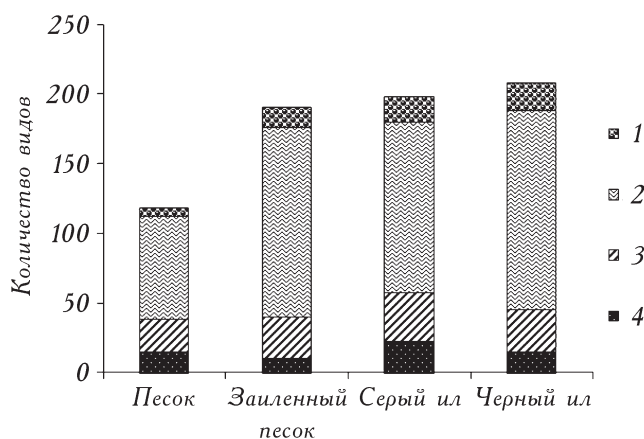
товодных форм заметно сокращалось. Такая картина расселения бентосных микроводорослей, несмотря на их адаптивные возможности, скорее всего связана с так называемым парадоксом солоноватых вод [19], что свидетельствует о влиянии фактора солености воды на многие биологические процессы в жизни водорослей (см. рис. 3, 4).

Донные отложения. Количество видов, численность и биомасса фитомикробентоса зависели от типа донных отложений, в исследуемых водоемах их выделено четыре типа (рис. 5).

Численность и биомасса фитомикробентоса колебались в широких пределах: 0,26—100,87 млн. кл./10 см² и 1,11—114,67 мг/10 см². Максимальные качественные и количественные показатели развития микроводорослей в бентосе приурочены к донным отложениям с преобладанием черных илов, богатых легкодоступными органическими веществами (внутридельтовые водоемы Ананькин кут и Лазоркин кут). Доминантами по биомассе в этих водоемах выступали *Fragilariforma virescens* (Ralfs) D. M. Williams et Round, *Synedra tenera* W. Smith, *Surirella tenera* W. Gregory, *Pinnularia major* (Kützing) Rabenhorst, *Melosira varians* C. Agardh, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow., по численности — *F. virescens*, *Oscillatoria tenuis* C. Agardh ex Gomont, *O. agardhii* Gomont, *O. amphibia*, *O. ucrainica* Vladimirova.

Меньшими значениями видового богатства, численности и биомассы отличалась бентосная альгофлора заливов, где преобладали серые илы и заиленные пески (Бадика, Солёный и Быстрый куты). По биомассе доминировали *Melosira varians*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Tryblionella hungarica*, *T. punctata*, *Gyrosigma strigile*, по численности — *M. varians*, *Oscillatoria amphibia*, *O. tenuis*.

Наиболее низкие показатели зафиксированы на песках (Шабош кут). В доминирующий комплекс видов по биомассе входили *Amphora ovalis*, *Tryblionella punctata*, *T. circumscuta*, *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst, по

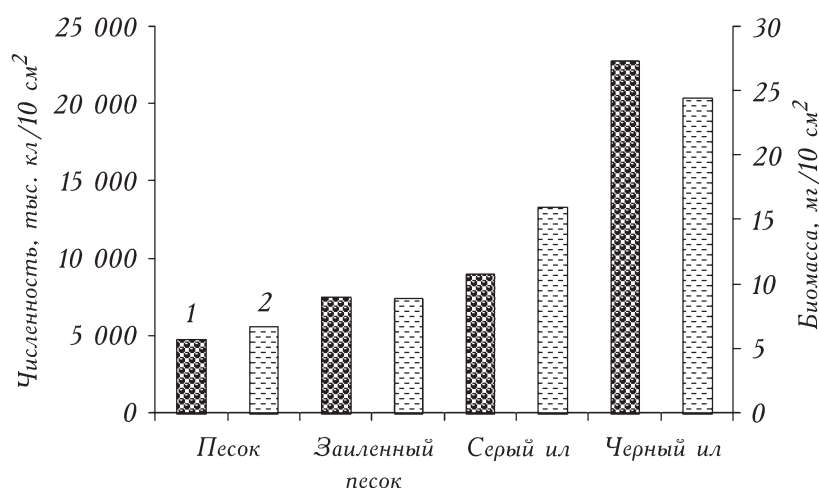


5. Видовое богатство фитомикробентоса на донных отложениях разных типов: 1 — Суанопхита; 2 — Вациллариопхита; 3 — Хлорофита; 4 — другие.

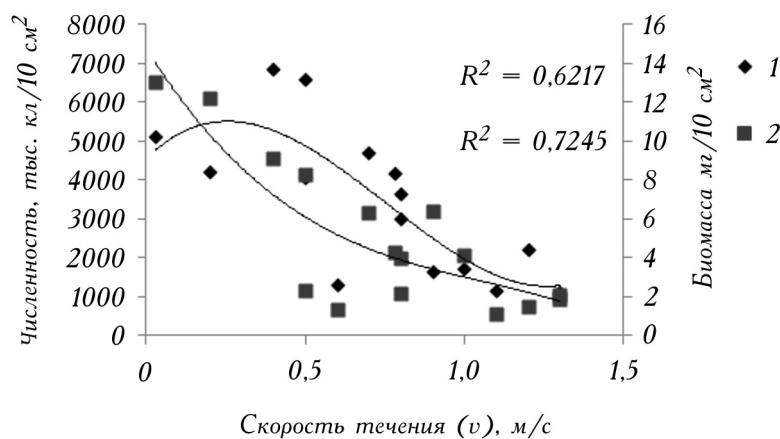
численности — *Stephanodiscus hantzschii*, *Oscillatoria limnetica* Lemmermann, *O. amphibia*.

Таким образом, при увеличении степени заиления донного субстрата от песков до серых и черных илов видовое богатство, численность и биомасса микроводорослей на дне увеличивались (см. рис. 5, 6). Это наблюдалось при переходе от приморской части до внутридельтовых водоемов.

Течение. Как известно, одним из гидрологических факторов, существенно влияющих на биоразнообразие (таксономическое, флористическое, количественное) альгофлоры, является скорость течения [23, 24]. Фитомикробентос рукавов Килийской дельты не богат в качественном и количественном отношении. Быстрое течение отрицательно сказывается на его развитии. Установлено, что большую часть видового богатства фитомикробентоса водотоков составляют диатомовые водоросли (*Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana* Kützing, *Melosira varians*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia ver-*

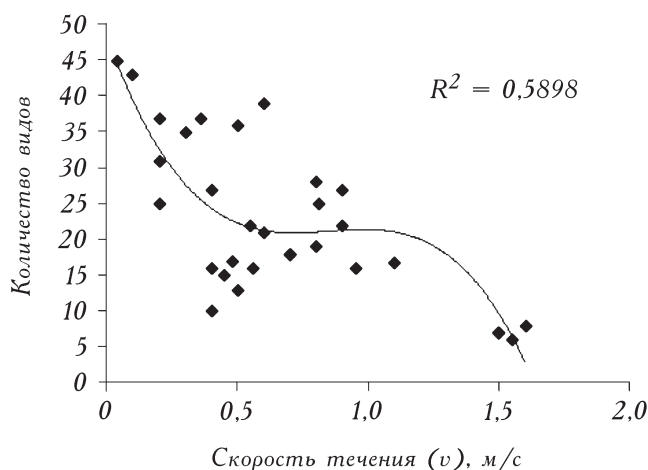


6. Численность (1) и биомасса (2) фитомикробентоса на разных типах донных отложений.



7. Численность (1) и биомасса (2) фитомикробентоса в зависимости от скорости течения.

micularis (Kützing) Hantzsch., *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Krammer et Lange-Bertalot, *S. tenera*). Изменение их обилия обуславливало динамику общей биомассы фитомикробентоса. В то же время, благодаря мелким размерам клеток и способности к массовому развитию, динамику численности донных микроводорослей в значительной мере определяли синезеленые водоросли (*Oscillatoria amphibia*, *Phormidium tenue* Gomont, *P. subfuscum* Kützing ex Gomont).



8. Динамика видового богатства фитомикробентоса в зависимости от скорости течения.

Рукава Быстрый и Восточный отличаются большими глубинами, высокой скоростью течения, значительной мутностью воды. Качественное и количественное развитие фитомикробентоса в них было минимальным. В рукавах Очаковском и Белгородском происходит снижение скорости течения и, как следствие, усиливается заиление. В таких условиях численность и биомасса фитомикробентоса увеличивались. В рукаве-стариче Отножный биомасса фитомикробентоса была максимальной при значительном уменьшении численности, чему способствовало минимальное течение, малые глубины и заиление.

При снижении скорости течения и, соответственно, уменьшении активности гидрологических процессов в рукавах, вначале отмечалось увеличение качественного и количественного разнообразия фитомикробентоса, в дальнейшем его биомасса продолжала расти, а численность уменьшалась вследствие изменения структурной организации (рис. 7). Количество видов начинало возрастать при значительном уменьшении скорости течения (рис. 8).

Таким образом, скорость течения в водотоках Килийской дельты Дуная существенно влияет на разнообразие и структурно-функциональную организацию фитомикробентоса.

Заключение

Проведенный анализ показал, что распространение и разнообразие донных микроводорослей и их роль в биоценозах зависит от комплексного влияния гидрологических условий и экологических факторов, важными из которых являются соленость воды, тип донных отложений и течение.

В целом за период исследований в фитомикробентосе исследуемых водных объектов обнаружено 383 вида, представленных 435 в. в. т. По количеству таксонов доминировали диатомовые — 252 и зеленые — 77 в. в. т., что составило соответственно 58 и 18%. Меньшим количеством в. в. т. представлены синезеленые (41 (9%)), эвгленовые (34 (8%)), золотистые (13 (3%)). Остальные отделы включали соответственно от 4 до 10 видов (в сумме 4%).

В солоноватоводных заливах выделяли три зоны соленых вод с различной интенсивностью развития донных микроводорослей: 2—5, 6—9 и 10—12‰. Минимальные значения видового богатства, численности и биомассы фитомикробентоса зафиксированы на участках с солевым диапазоном 6—9‰. Их увеличение наблюдалось в зоне выхода в море (при повышении и установлении стабильной солености 10—12‰). В зоне уменьшения солености воды до 3—5‰ они резко возрастали до максимальных за счет развития пресноводных видов разных отделов, при этом количество солоноватоводных форм заметно сокращалось.

Водоемы и водотоки дельты характеризуются большим разнообразием субстратов для развития фитомикробентоса. Его максимальные качественные и количественные показатели приурочены к донным отложениям с преобладанием черных илов, богатых легкодоступными органическими веществами (внутридельтовые водоемы Ананькин кут и Лазоркин кут). Меньшими значениями видового отличалась донная альгофлора субстратов с преобладанием серых илов и заиленных песков (Бадика, Солёный и Быстрый куты), а минимальные отмечены на песках (Шабош кут). При увеличении степени заиления донного субстрата от песков до серых и черных илов видовое богатство, численность и биомасса бентосной альгофлоры увеличивались. Это наблюдалось при переходе от приморской части до внутридельтовых водоемов.

Фитомикробентос рукавов Килийской дельты небогат в качественном и количественном отношении. По количеству видов и биомассе доминировали диатомо-

вые водоросли. Синезеленые водоросли, характеризующиеся мелкими размерами клеток, доминировали по численности.

**

Проведено аналіз впливу деяких екологічних чинників (солоності, типу донних відкладів, швидкості течії) на динаміку фітомікробентосу різнотипних водних об'єктів Кілійської дельти Дунаю. Відповіддю донних мікроводоростей на зміну екологічних умов є перебудова їх структурно-функціональної організації, виражена у збільшенні або зменшенні показників видового багатства, чисельності, біомаси та зміні домінуючого комплексу.

**

The paper deals with the effect of some ecological factors (salinity, type of bottom deposits, current velocity) on the dynamics of phytomicrobenthos in different water bodies of the Kiliya Delta of the Danube River. The response of bottom microalgae to variations of ecological conditions includes changes of their structural and functional patterns through increase or reduction of species number, abundance, biomass and transformation of bottom algae's dominant complex.

**

1. Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
2. Владимирова К.С. Удосконалений прилад для збору проб фітомікробентосу // Укр. ботан. журн. — 1961. — Т. 18, № 2. — С. 81—84.
3. Владимирова К.С. Фитомикробентос Днепра, его водохранилищ и Днепровско-Бугского лимана. — Киев: Наук. думка, 1978. — 230 с.
4. Гидрология дельты Дуная / Под ред. В.Н. Михайлова. — М.: ГЕОС, 2004. — 448 с.
5. Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов. — Киев: Наук. думка, 1993. — 328 с.
6. Диатомовый анализ / Под ред. А.Н. Криштофовича. — Л.: Гос. изд-во геол. лит-ры, 1949. — 240 с.
7. Дунай и придунайские водоемы в пределах СССР / Под ред. Я.В. Ролла // Тр. Ин-та гидробиологии АН УССР. — 1961. — № 36. — 311 с.
8. Дьяченко Т.Н. Динамика высшей водной растительности водоемов Килийской дельты Дуная в связи с антропогенным воздействием // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 30—42.
9. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Сравнительная характеристика показателей разнообразия макрофауны беспозвоночных украинской и румынской частей дельты Дуная // Там же. — 2009. — Т. 45, № 4. — С. 17—33.
10. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Биоиндикация качества вод Килийской дельты Дуная по организмам макрофауны водных беспозвоночных // Там же. — 2012. — Т. 48, № 4. — С. 45—66.
11. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е. Макробеспозвоночные морского края и приустьевого взморья Килийской дельты Дуная // Там же. — 2014. — Т. 50, № 6. — С. 3—22.

12. Ляшенко А.В., Зорина-Сахарова Е.Е., Санжак Ю.О. и др. Сравнительная характеристика таксономического состава макрофауны дельты Килийского рукава Дуная // Там же. — 2013. — Т. 49, № 1. — С. 29—43.
13. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
14. Михайлов В.Н., Вагин Н.Ф., Морозов В.Н. Основные закономерности гидрологического режима дельты Дуная и его антропогенных изменений // *Вод. ресурсы*. — 1981. — № 6. — С. 22—44.
15. *Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // *Альгология*. — 2000. — Т. 10, № 4. — С. 1—309.
16. Романенко В.Д. *Основы гідроекології*. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
17. Романенко В.Д., Ляшенко А.В., Афанасьев С.А. и др. Комплексная характеристика донных отложений разнотипных водных объектов авандельты Килийского рукава Дуная // *Гидробиол. журн.* — 2011. — Т. 47, № 3. — С. 3—20.
18. *Топачевский А.В., Масюк Н.П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 333 с.
19. *Хлебович В.В.* Критическая соленость биологических процессов. — Л.: Наука, 1974. — 235 с.
20. *Царенко П.М., Петлеванный О.А.* Дополнение к «Разнообразию водорослей Украины». — К., 2001. — 130 с.
21. *Шуйский Ю.Д.* Гидролого-морфологические черты формирования современной Килийской дельты Дуная // *Вісн. Одес. ун-ту*. — 2003. — Т. 8, вип. 11 — С. 4—17.
22. *Щербак В.І.* Методи досліджень фітопланктону // *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем*. — К., 2002. — С. 41—47.
23. *Щербак В.І., Майстрова Н.В., Морозова А.О. и др.* Національний природний парк «Прип'ять-Стохід». Різноманіття альгофлори і гідрохімічна характеристика акваландшафтів / Під ред. В.І. Щербака. — К.: Фітосоціоцентр, 2011. — 164 с.
24. *Щербак В.И., Семенюк Н.Е., Рудик-Леуская Н.Я.* Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульский», Украина / Под ред. В.И. Щербака. — Киев: Фитосоциоцентр, 2014. — 266 с.