

Л. В. ГЕОРГИЕВА, Л. Г. СЕНИЧКИНА

ФИТОПЛАНКТОН ЧЕРНОГО МОРЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приведены результаты многолетних исследований состава и количественного развития фитопланктона; предложены перспективные направления дальнейших исследований структуры черноморского фитопланктона.

Интенсивное изучение фитопланктона Черного моря начато с середины тридцатых годов как отечественными [9, 11, 16—18, 23, 25], так и зарубежными исследователями [22, 38]. На основании этих и более поздних исследований [5, 15, 19, 26, 31, 42, 43] можно судить о современном состоянии фитоценоза Черного моря, в частности, о его структуре и распределении в разных регионах. В последние десятилетия уделяется значительное внимание влиянию прогрессирующего эвтрофирования на планктонные водоросли. Однако, ввиду того, что за длительный период исследований методики изучения фитопланктона заметно изменились (сбор материала, фиксация и обработка проб, расчет "истинных" объемов клеток) сопоставление многолетних результатов не всегда корректно.

Видовой состав фитопланктона. В фитопланктоне Черного моря насчитывается 746 видов и разновидностей водорослей, относящихся к семи отделам: диатомовым, пирифитовым, золотистым, зеленым, синезеленым, желтозеленым и эвгленовым [24]. Более 40% всех планктонных водорослей — пресноводные. Большое значение в планктоне Черного моря имеют диатомовые водоросли (342 вида и разновидностей), широко распространенные по всей акватории моря. Максимального обилия видов они достигают в прибрежных мелководных районах, так как большая часть их представлена неритическими формами. Наиболее широко представлены роды *Chaetoceros* Ehr., *Coscinodiscus* Ehr., *Thalassiosira* Cl., *Nitzschia* Hass. и *Rhizosolenia* (Ehr.) Brightw. Некоторые из них вегетируют круглогодично (*Chaetoceros curvisetus* Cl., *Rhizosolenia calcar avis* Schultze, *Rh. alata* Brightw.), но в основном, развитие диатомовых водорослей в Черном море приурочено к весне и осени. Весной в массовом количестве встречаются *Nitzschia seriata* Cl., *N. delicatula* Hasle, *N. closterium* (Ehr.) W.Sm., которые развиваются в больших количествах, как в прибрежной зоне, так и в открытом море, вызывая "цветение" воды.

Следующей значительной группой планктонных водорослей являются пирифитовые, также распространенные по всему морю (205 видов и разновидностей). Наибольшим количеством видов характеризуются роды: *Gymnodinium* Stein, *Gyrodinium* Kof. et Sw., *Glenodinium* Ehr., *Peridinium* Ehr., *Amphidinium* Clap. et Lachm., *Exuviaella* Cienk., *Ceratium* Schrank. Пирифитовые водоросли присутствуют в планктоне круглогодично, но основной пик их обилия приурочен к летнему сезону. Повсеместно и в значительном количестве развиваются мелкие формы фитопланктона — золотистые водоросли: кокколитофориды и силикофлагелляты (51 вид). Наиболее часто встречаемыми представителями этой группы планктонных водорослей являются из кокколитофорид — *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler, *Acanthoica quattropsina* Lohm., *Rhabdosphaera hispida* Lohm., *Rh. tubulosa* Lohm., из силикофлагеллят — *Distephanus speculum* (Ehr.) Hack. и *Hermisinum adriaticum* Zach. Эти виды довольно широко распространены в водоеме и нередко развиваются в массовом количестве. Довольно многочисленны и другие группы водорослей: зеленые — 91, синезеленые — 34 и эвгленовые — 17 видов [24]. Из них наиболее часто встречаются в планктоне Черного моря в разное время года: *Pterosperma cristatum* Schill., *Meringosphaera*

© Л. В. Георгиева, Л. Г. Сеничкина, 1996

mediterranea Lohm., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb., виды родов *Euglena* Ehr., *Chlamydomonas* Ehr. и некоторые другие.

Исследования последних лет показали, что отдельные виды пиропитовых водорослей практически лишены хлорофилла и могут переходить на гетеротрофный или миксотрофный тип питания. К ним относятся крупные виды рода *Peridinium* (*P. pellucidum* (Bergh) Schutt, *P. minusculum* Pav., *P. steinii* Jorg.), и представители родов *Glenodinium*, *Gyrodinium*, *Gymnodinium*. В последнее время в разных районах Черного моря в массовом количестве встречается мелкоклеточная миксотрофная водоросль *Hillea fusiformis* Schill., которая нередко составляет более 50% суммарной численности фитопланктона. В целом, гетеротрофный фитопланктон в последние годы развивался в значительных количествах, составляя на отдельных горизонтах до 90% суммарного фитопланктона. Представители гетеротрофного фитопланктона встречаются не только в менее освещенной нижней части эвфотической зоны, но и довольно часто представлены в фитоцено верхних слоев водной толщи. Увеличение количества гетеротрофного фитопланктона, по-видимому, является результатом возрастающего содержания растворенной органики и детрита — главных компонентов пищи этих форм.

Систематический состав фитопланктона Черного моря к настоящему времени изучен довольно полно, тем не менее, практически ежегодно обнаруживаются новые виды. Значительное количество видов фитопланктона ранее не известных для этого водоема, но постоянно встречающихся в Средиземном море, отмечено в прибрежном районе Черного моря [4]. В связи с этим необходимость продолжения исследования таксономического состава фитопланктона Черного моря очевидна, особенно в прибрежном его районе, где наиболее вероятно проникновение представителей средиземноморской флоры.

Количественное распределение. Количество фитопланктона в разные годы и сезоны значительно варьирует по акватории Черного моря. Наибольшие показатели фитопланктона получены в мелководной северо-западной части моря, где виды фитопланктона достаточно хорошо обеспечены биогенными веществами, поступающими с водами Дуная, Днепра, Южного Буга и Днестра, а также за счет более интенсивного вертикального водообмена и близости дна, где происходит регенерация биогенных элементов [40]. Особенностью этого района является также наличие гидрологических фронтов, образующихся в результате контакта речных и морских вод. Так, в декабре 1979 г. численность фитопланктона в этом районе колебалась от 10 млн. до 2 млрд. кл. $\cdot$ м^{-3} , а биомасса — от 20 мг до 2,5 г $\cdot$ м^{-3} , а средняя величина биомассы составляла 560 мг $\cdot$ м^{-3} [30]. Высокие величины численности и биомассы фитопланктона в северо-западной части моря были зарегистрированы в сентябре 1987 г., когда на взморье р. Днестр концентрация клеток фитопланктона достигала 2,8 млрд. кл. $\cdot$ м^{-3} , а биомасса — 18,5 г $\cdot$ м^{-3} [5]. Близкие величины для этого района были получены и ранее [19].

В результате многолетних исследований выявлены и другие довольно продуктивные участки моря. К ним можно отнести неритическую зону в районе Севастополя [13, 17, 28, 35], Судака, Карадага и даже отдельные районы открытого моря. К последним относится район Крыма (между мысами Херсонес и Тарханкут), район азиатского побережья (между мысами Делилишвили и Инеболу), прибрежная глубоководная область между Новороссийском и Туапсе и участок против Керченского пролива [16]. Значительно беднее фитопланктоном оказался прибрежный район Черного моря. За период наблюдений с 1958 по 1972 г. численность фитопланктона там колебалась в пределах 8—181 млн. кл. $\cdot$ м^{-3} , а биомасса — 23—317 мг $\cdot$ м^{-3} [4].

Анализ результатов многолетних исследований фитопланктона в открытых районах Черного моря [16] показал, что по количественным показателям фитопланктона резких отклонений не выявлено. Однако, исследования последних лет, проведенные в разные сезоны 1985, 1986 и 1987 гг. [5, 26], показали, что величины биомассы фитопланктона в открытой части моря

могут различаться в пределах нескольких порядков. Особенно эти различия заметны в период "цветения" диатомей, когда в пятне скопления водорослей биомасса фитопланктона достигала нескольких граммов в м³, а на соседних участках, где подобного "цветения" не наблюдалось — снижалась до нескольких десятков мг. Представления о количественном развитии и пространственном распределении первичного органического вещества очень важны и требуют дальнейшего изучения с охватом, по возможности, всего моря.

Толщина слоя обитания фитопланктона в открытых участках моря достигает 200 м, и даже 300 м [34]. Основное количество фитопланктона (56—90%) в Черном море сосредоточено в верхней части эвфотической зоны в слое 0—50 м. Клетки фитопланктона обнаружены даже в сероводородной зоне (включая контактную), где преобладали неидентифицированные жгутиковые и оливково-зеленые клетки, а также мелкоразмерные виды диатомовых, пиропитовых и золотистых водорослей. Факт нахождения клеток фитопланктона в сероводородной и контактной зонах очень важен и в дальнейшем следует продолжить эти исследования. Распределение фитопланктона в водной толще по сезонам существенно меняется. Наиболее равномерно оно в зимнее время, в период интенсивного перемешивания водных масс. По мере прогревания верхних слоев и образования термоклина происходит концентрирование фитопланктона над термоклином в верхнем перемешанном слое.

Вертикальное распределение фитопланктона тесно связано с гидрологией Черного моря, особенно в тех районах, где присутствуют разнородные водные массы, заметно отличающиеся по температуре и солености (северо-западная часть и прибосфорский район). В первом из них основная масса фитопланктона сосредоточена в верхнем распределенном 10-метровом слое [5, 19]. Резкие перепады в вертикальном распределении фитопланктона наблюдаются в районе гидрофронта — зоне контакта речных и морских вод. Так, весной 1990г. в этой зоне основной фитопланктон концентрировался в верхнем 25-метровом слое, над термоклином, затем его количество снижалось в 10—40 раз. В прибосфорском районе моря наряду с поверхностным слоем максимальной концентрации фитопланктона в периоды усиления нижнебосфорского течения образовывался второй глубинный слой максимума фитопланктона [3, 4]. В этом слое отмечали некоторое скопление водорослей, видимо, принесенных сюда из Мраморного моря, где они довольно интенсивно вегетировали. Зачастую над придонным пикноклином, образованным черноморскими и мраморноморскими водами, скапливался и отмирающий черноморский фитопланктон.

Временные изменения фитоцена. В сезонном цикле развития фитопланктона в основном наблюдается два максимума: зимне-весенний и осенний. Обычно доминируют одни и те же виды с некоторыми изменениями: зимой — в основном диатомей (*Chaetoceros socialis* Laud., *Ch. curvisetus*, *Skeletonema costatum* и некоторые другие), весной, с прогревом воды — диатомей из родов *Nitzschia* (*N. delicatula*, *N. seriata*, *N. closterium*), *Chaetoceros* (*Ch. curvisetus*, *Ch. socialis*). Обычно этим видам сопутствуют *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Rh. calcar avis* и отдельные виды из рода *Thalassiosira*. Летом образуется комплекс видов, основу которого составляют пиропитовые водоросли (преимущественно *E. cordata*, *P. micans*, виды из рода *Ceratium*) и кокколитофориды — *Emiliania huxleyi*. В конце лета (август—сентябрь) происходит дальнейшая смена видов и вновь появляются диатомей: *Cerataulina bergonii* Perag., *Rh. calcar avis*, *Rh. alata*, *Leptocylinthus danicus* Cl. и некоторые другие. При сопоставлении данных по годам обнаружена некоторая вариабельность в сроках сезонной смены видов, в количестве и степени развития максимумов фитоцена. Количество максимумов может колебаться от двух до четырех, их длительность — от нескольких недель до нескольких месяцев. Иногда частые максимумы, следующие друг за другом, могут привести к общему подъему количества фитопланктона.

Сезонные изменения количественных показателей развития довольно

высоки, а различия значений максимумов и минимумов могут достигать десятков раз. Особенно они возросли в настоящее время, когда все чаще наблюдаются вспышки "цветения" диатомовых водорослей и кокколитофорид. Так, в июне 1991 г. в районе о. Змеиный наблюдали зону "цветения" воды (около 20 миль в диаметре) диатомовыми водорослями: *Cer. bergonii*, *Rh. fragilissima* Berg. и *Ch. socialis*. Биомасса фитопланктона, зарегистрированная в центре пятна "цветения" в слое 0—5 м, достигала $1,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, вода имела яркую темную окраску и неприятный запах гниения. В июле 1992 г. в результате развития золотистой водоросли *E. huxleyi* (более 10 млрд. кл. $\cdot \text{м}^{-3}$, в западной и восточной частях моря прозрачность воды составляла менее 4 м. Для изучения этого явления необходимо проводить круглогодичные исследования фитопланктона по всей акватории моря.

Численность и биомасса фитопланктона Черного моря претерпевают значительные межгодовые изменения. Варьируют они и по акватории моря: от наиболее продуктивных прибрежных до обедненных открытых районов. В период с 1978 по 1990 гг. средняя биомасса фитопланктона варьировала в пределах $44\text{—}537 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ [6]. Наибольшие её значения отмечены весной 1988 г. во время "цветения" диатомовых водорослей, которые составляли более 95% всего крупного автотрофного планктона и 30% общей численности, включая пикопланктон. Несколько меньшие величины наблюдали в позднелетний сезон 1985 г., когда основную массу создавали, наряду с диатомовыми, мелкие перидиниевые и золотистые водоросли. Фитопланктон был крайне неравномерно распределен по акватории моря. Разброс величин численности составлял от 1 млн. до 6 млрд. кл. $\cdot \text{м}^{-3}$, а биомасса, в зависимости от комплекса видов, изменялась в 46 раз. Величины одного порядка были получены за период с 1978 по 1987 годы (за исключением 1985 г.), когда средняя биомасса фитопланктона, несмотря на разные сезоны съемок, колебалась незначительно. Не намного отличались максимальные и минимальные значения: наибольшие приходились на те годы, когда исследования проводили в период "цветения" планктонных водорослей, наименьшие — когда фитопланктон представлял собой сбалансированное сообщество. В целом, в последние годы наблюдается тенденция увеличения количества фитопланктона как в прибрежных, так и в открытых районах моря.

Антропогенное воздействие. Прибрежные акватории Черного моря в последние десятилетия испытывают постоянное и нарастающее антропогенное воздействие, что существенно ограничивает традиционное (рекреационное, лечебно-оздоровительное, эстетическое и др.) использование этих зон. Тревожные симптомы нарушения или изменения структуры отдельных компонентов прибрежной экосистемы особенно четко проявляются в районах хронического загрязнения (зоны выпуска сточных вод, устьевые зоны рек, акватории крупных портов и т.п.). Изменения, происходящие в открытой части, пока не столь очевидны, поэтому разделение естественных, долгопериодных и антропогенных трендов весьма затруднительно. Только систематические многолетние наблюдения за отдельными компонентами экосистемы позволяют достоверно определить темпы эвтрофирования и прогнозировать возможные изменения качества морских вод.

Изучение влияния антропогенных факторов на структуру фитопланктона Черного моря начато сравнительно недавно [33, 36, 37]. Причиной этого является не только трудоемкость обработки проб фитопланктона, методические особенности сбора материала в загрязненных водах, но и "молодость" проблемы [1, 2, 12]. Из-за непродолжительности исследований нельзя сказать, связаны ли конкретные изменения видовой, размерной и количественной структуры фитопланктона с антропогенным воздействием или обусловлены значительными сезонными и межгодовыми колебаниями. Так, например, с эвтрофированием связывают увеличение средней биомассы фитопланктона во многих замкнутых и полужамкнутых морях [12]. В Черном море поля высокой биомассы фитопланктона, как правило, приурочены к шельфовым районам. Даже при равномерном поступлении загрязняющих веществ, например, через выпуски

сточных вод, под воздействием гидрометеорологических факторов наблюдается "пятнистость" в их распределении [19, 33, 35—37, 40].

О направлениях и перспективах будущих исследований. При сохранении всего спектра исследований, ведущихся в настоящее время в Черном море, целесообразно обратить внимание на следующие вопросы: получение четких данных о количественном развитии суммарного фитопланктона в разных районах моря (по сезонам и годам); исследование динамики "цветения" фитопланктона, а также годовых циклов водорослей, определяющих "цветение" воды; связь "цветения" воды с антропогенным воздействием; исследование гетеротрофного нано- и микрофитопланктона в районах, подверженных антропогенному воздействию (прибрежье и открытые акватории моря).

При планировании экспедиционных работ для более углубленного исследования параметров структуры фитопланктона, как важнейшего компонента экосистемы, представляется целесообразным сочетать отдельные комплексные съемки с долговременными наблюдениями в реперных точках, характеризующих типичные районы моря.

Интеркалибрация и унификация методик изучения фитопланктона при проведении комплексного мониторинга является необходимым условием адекватной оценки сезонных и долгопериодных трендов структурных параметров фитопланктона, что может быть сделано только с привлечением всех данных по исследованию Черного моря. Необходимо также проводить оценку поступающих в Черное море со стоком рек планктонных водорослей, их таксономической, количественной и размерной структуры, количественных характеристик, авто- и гетеротрофности массовых видов фитопланктона. Кроме того — выяснять их вклад в суммарные величины живой, отмирающей и мертвой фракций водорослей в разных районах моря (приустьевых и устьевых участках рек, их приустьевом взморье, в открытых районах моря и у Босфора). Отбор проб необходимо проводить в основных динамически активных слоях фотической зоны: в верхнем перемешанном слое, слое температурного скачка и придонном слое на мелководье или в холодном промежуточном слое — в открытой части моря.

С учетом последних, хорошо оправдавших себя методических разработок, при изучении фитопланктона следует учесть, что: отбор проб должен осуществляться только пластиковыми батометрами; сгущение проб воды объемом 0,5—1,0 л (в пресных и опресненных устьевых зонах) и 1—5 л (в зоне предустьевого взморья и в морских водах) следует выполнять методом обратной фильтрации [39] в 2—250 раз [11] с использованием ядерных (нуклеопоровых) фильтров с разным размером пор (0,2; 1,0 мкм и др.); достоверный учет клеток [14] пико- (менее 2), нано- (2—15) и микро- (более 15 мкм) фитопланктона [39, 41, 46], разделение живых и мертвых клеток [7, 8], а также автотрофных и гетеротрофных видов планктонных водорослей [27, 44] проводить методом люминесцентной микроскопии; при измерении фактических размеров клеток и колоний водорослей для вычисления "истинных" их объемов [29, 31, 32] использовать следующие коэффициенты: для диатомовых водорослей — $K = 2,2$ [20, 21], для протококковых — $K = 1,7$ [45], для колониальных синезеленых водорослей (в зависимости от видового состава) — $K = 2,0-10,0$ [10].

Наблюдаемая в последние годы тенденция изменения параметров структуры фитопланктона в связи с антропогенным стрессом, требует дальнейшего изучения и объединения специалистов фитопланктологов всех стран бассейна Черного моря.

1. Алфимов Н. Н. К методике гидробиологических исследований для санитарной оценки прибрежных морских вод // Тр. Всес. гидробиол. о-ва, 1959. — 9. — С. 360—366.

2. Герлах С. А. Загрязнение морей. —Л.: Гидрометеиздат, 1985. —263 с.
3. Георгиева Л. В. Фитопланктон прибосфорского района Черного моря. Качественный состав и количественное распределение фитопланктона. —В кн.: Водообмен через Босфор и его влияние на гидрологию и биологию Черного моря. —Киев: Наук. думка, 1969. —С. 184—196.
4. Георгиева Л. В. Влияние водообмена через Босфор на фитопланктон Черного моря // Тез. докл. на VII съезде УБО в г. Ялте, апрель 1982 г. —Киев: Наук. думка, 1982. —С. 288—289.
5. Георгиева Л. В. Фитопланктон Черного моря в позднелетний период 1987 г. // Гидробиол. журн. —1989. —13 С. —Деп. в ВИНТИ 01.08.89. —№ 5095—В89.
6. Георгиева Л. В. Фитопланктон. Видовой состав и динамика фитопланктона. — В кн.: Планктон Черного моря. —Киев: Наук. думка, 1993. —С. 31—55.
7. Горюнова С. В. Применение метода флюоресцентной микроскопии для определения живых и мертвых клеток водорослей // Вест. АН СССР, —1951. —6. —С. 100—102.
8. Горюнова С. В. Техника применения метода люминесцентной микроскопии для гидробиологических исследований // Жизнь пресных вод СССР. —М.-Л.: Наука, 1956. —4, ч.1. —С. 272—278.
9. Иванов А. И. Характеристика качественного состава фитопланктона Черного моря. — В кн.: Исследование планктона Черного и Азовского морей. —Киев: Наук. думка, 1965. —С. 19—35.
10. Иванов А. И. К методике определения биомассы синезеленых водорослей при массовом развитии. —В кн.: "Цветение" воды. —Киев: Наук. думка, 1968. —С. 363—365.
11. Иванов А. И. Фитопланктон устьевых областей рек Северо-Западного Причерноморья. —Киев: Наук. думка, 1982. —212 с.
12. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. —М.: Гидрометеиздат, 1984. —560 с.
13. Ковалева Т. М. Сезонные изменения фитопланктона в неритической зоне Черного моря в районе Севастополя // Биология моря. —1969. —Вып. 17. —С. 18—31.
14. Кольцова Т. И., Лихачева Н. Е., Федоров В. Д. О количественной обработке проб фитопланктона. 1. Сравнение объемов выборок при исследовании различных структурных характеристик морского фитопланктона // Биологические науки, —1979. —№ 6. —С. 96—100.
15. Маштакова Г. П., Роухияйнен М. И. Сезонная динамика фитопланктона. — В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. —Киев: Наук. думка, 1979. —С. 85—88.
16. Кондратьева Т. М., Белогорская Е. В. Распределение фитопланктона в Черном море // Тр. Севастоп. биол. станции, —1961. —14. —С. 45—63.
17. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции, —1948. —6. —Ч.1. —С. 39—172.
18. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции, —1954. —14. —Ч.2. —С. 11—99.
19. Нестерова Д. А. Влияние эвтрофирования на сукцессии фитопланктона северо-западной части Черного моря. —В кн.: Изменчивость экосистемы Черного моря; естественные и антропогенные факторы. —М.: Наука, 1991. —С. 311—317.
20. Оксий О. П., Юрченко В. В. К методике определения биомассы фитопланктона // Гидробиол. журн. —1965. —5, № 6. —С. 104—107.
21. Оксий О. П., Юрченко В. В. О весе диатомовых водорослей // Гидробиол. журн. —1971. —7, № 3. —С. 116—119.
22. Петрова В. И. Фитопланктон Черного моря у болгарского берега за период 1958—1960 гг. // Изв. ин-та по рибов. и рибол. —Варна. —1964. —5. —С. 5—33.
23. Пицык Г. К. Исследования фитопланктона Черного моря в 1953—1963 гг. — В кн.: Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов. —Киев: Наук. думка, 1968. —С. 30—39.
24. Пицык Г. К. Систематический состав фитопланктона. —В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. —Киев: Наук. думка, 1979. —С. 63—70.
25. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря. — М.-Л.: Из-во АН СССР, 1955. —243 с.
26. Ратькова Т. Н. Фитопланктон открытой части Черного моря. —В кн.: Структура и продукционные характеристики планктонных сообществ Черного моря. —М.: Наука, 1989. —С. 38—52.
27. Роухияйнен М. И., Сеничкина Л. Г. Люминесцентный анализ фитопланктона Черного моря // Гидробиол. журн. —1985. —20, № 1. —С. 12—16.
28. Сеничева М. И. Состав и количественное развитие фитопланктона неритической зоны в районе Севастополя в осенний период 1968—1969 гг. // Биология моря. —1971. —Вып. 24. —С. 3—12.

29. Сеничкина Л. Г. К методике вычисления объемов клеток фитопланктона // Гидробиол. журн. —1978. —14, № 5. —С. 102—106.
30. Сеничкина Л. Г. Фитопланктон северо-западной части Черного моря в зимний период. —В кн.: Сезонные изменения черноморского планктона. —М.: Наука, 1983. —С. 55—65.
31. Сеничкина Л. Г. Вычисление объемов клеток диатомовых водорослей с использованием коэффициентов объемной полноты // Гидробиол. журн. —1986. —22, № 1. —С. 56—59.
32. Сеничкина Л. Г. Вычисление объемов клеток видов рода *Euxydiaella* Cienk. / Гидробиол. журн. —1986. —22, № 3. —С. 92—94.
33. Сеничкина Л. Г. Особенности развития фитопланктона в зоне влияния антропогенных факторов на примере Ялтинского залива. —В кн.: Моделирование процессов самоочищ. вод шельф. зоны Черного моря. —Л.: Гидрометеиздат, 1991. —С. 135—152.
34. Сеничкина Л. Г., Бочарова Р. К., Манжос Л. А. Фитопланктон глубоководной зоны Черного моря в июне 1985 г. —В кн.: Современ. пробл. океанол. Черного моря. —Севастополь: Из-во МГИ АН УССР, 1986. —Ч.1. —С. 74—82. —Деп. в ВИНТИ 06.03.86. —№ 1579—В96.
35. Сеничкина Л. Г., Манжос Л. А. Многолетняя динамика фитопланктона на модельном полигоне в шельфовой зоне Черного моря у Крыма // Гидробиол. журн. —1991. —С. 36. —Деп. в ВИНТИ 03.01.92. —№ 5—В92.
36. Сеничкина Л. Г., Чепурнова Э. А. Изменение некоторых гидробиологических показателей в локальных районах Черного моря под воздействием антропогенных факторов. —В кн.: Изменен. физ.-хим. св-в морских вод под влиянием загрязнения. —Л.: Гидрометеиздат, 1987. —С. 150—181.
37. Сеничкина Л. Г., Чепурнова Э. А., Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П. Влияние хозяйственно-бытового загрязнения на гидробиологический и гидрохимический комплекс прибрежной зоны Черного моря. —В кн.: Изменчивость экосистемы Черного моря: естественные и антропогенные факторы. —М.: Наука, 1991. —С. 322—327.
38. Сколка В. Х., Бодяну Н. Исследования фитопланктона Прибосфорской части Черного моря // *Revue de biologie*. —Бухарест. —1963. —8, № 1. —С. 89—104.
39. Сорокин Ю. И. К методике концентрирования проб фитопланктона // Гидробиол. журн. —1979. —15. —С. 71—76.
40. Сорокин Ю. И. Черное море. —М.: Наука, 1982. —216 с.
41. Суханова И. Н. Концентрирование фитопланктона в пробе. —В кн.: Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. —М.: Наука, 1983. —С. 97—106.
42. Суханова И. Н., Беллева Т. В. Видовой состав, распределение и суточные изменения фитопланктона Черного моря в октябре 1978 г. —В кн.: Экосистемы пелагиали Черного моря. —М.: Наука, 1980. —С. 65—91.
43. Суханова И. Н., Георгиева Л. В., Микаэлян А. С., Сергеева О. М. Фитопланктон открытых вод Черного моря в поздневесенний период. —В кн.: Современное состояние экосистемы Черного моря. —М.: Наука, 1987. —С. 86—96.
44. Суханова И. Н., Чебан Е. А. Гетеротрофный фитопланктон Черного моря в ранневесенний период развития фитоплана // *Океанология*. —1990. —30, № 6. —С. 979—986.
45. Черницкая Л. Н. Определение веса протококковых водорослей // Гидробиол. журн. —1975. —11, № 6. —С. 194—206.
46. Caron D. Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton using epifluorescence microscopy and comparison with other procedures // *Appl. and Environ. Microbiol.*, —1983. —46, № 2. —P. 491—498.

Получено 12.02.93

L. V. GEORGIEVA, L. G. SENICHKINA

PHYTOPLANKTON OF THE BLACK SEA: CURRENT SITUATION AND THE RESEARCH PROSPECTS

Summary

The results of long-term studies of phytoplankton of the Black Sea are given. Literature available on the subject and original data obtained by the authors have been used. Quantitative development and taxonomic composition of phytoplankton are described along with changes found in the vertical profiles and along the transects. In recent years abundance of phytoplankton has been reported to increase all over the Black Sea. Phytoplankton blooms usually appeared owing to diatoms (*Nitzschia delicatula*, *Cerataulina bergonii*, *Chaetoceros socialis* a.al.) and *Chrysophyta* (*Emiliania huxleyi*).

Phytoplankton becomes more and more abundant whether it is in a coastal area or at the open sea.

The trends and prospects of further research are outlined, taking into account the enhancing anthropogenic impact upon coastal and deep-sea areas. The authors offer to add to the list of traditional topics problems related to algae blooms that change correlations between auto- and heterotrophic complexes of nanno- and microphytoplankton. It is suggested to unify diverse sampling, treatment and processing techniques applied by phytoplanktologists from different countries in order to reach the conformity of results.

УДК 582.26 + 582.252 (262.5)

Ю. В. Б Р Я Н Ц Е В А, В. А. Б Р Я Н Ц Е В,
Л. А. К О В А Л Ь Ч У К, Э. З. С А М Ы Ш Е В

К ВОПРОСУ О ДОЛГОСРОЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ БИОМАССЫ ДИАТОМОВЫХ И ПЕРИДИНИЕВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ЧЕРНОГО МОРЕЯ В СВЯЗИ С АТМОСФЕРНЫМИ ПЕРЕНОСАМИ

В статье рассматривается многолетняя динамика (1957 — 1989 гг.) биомассы диатомовых и перидиниевых водорослей Черного моря, а также изменение в соотношении их обилия для северо-западного и восточного районов. Эти изменения сопоставлены с индексами атмосферных переносов, отражающих особенности циркуляции вод и погодные условия акватории Черного моря. Методическую основу исследования составил адаптивный корреляционный анализ. Полученные связи между биомассой водорослей и атмосферными переносами с уровнем значимости не ниже 95% оказались специфичными для исследованных районов Черного моря.

Существенные изменения в экосистеме Черного моря, отмеченные многими авторами, вызвали обоснованную тревогу и интенсифицировали исследования водоема в последние годы [4]. В ряде работ [5, 7, 11] сделан анализ многолетней изменчивости в составе и обилии фитопланктона Черного моря. При этом выявленные существенные изменения авторы увязывают с возросшим влиянием антропогенных факторов. Вопрос о возможной связи этих изменений в фитопланктоне с естественными флуктуациями условий среды оказался выпавшим из рассмотрения. Между тем выявление такой связи интересно во многих отношениях. Исходя из того, что указанная изменчивость фитопланктона может быть обусловлена атмосферной циркуляцией (через ряд лимитирующих факторов), мы сопоставили суммарную биомассу двух групп водорослей (диатомовых и перидиниевых) с индексами атмосферных переносов.

Материал и методика. Исходными данными послужили результаты обработки сборов, проведенных в ходе зимних (февраль—март), весенних (май) и летних (июнь, июль, август) комплексных съемок на судах ЮгНИРО в период с 1957 по 1989 гг. (рис. 1). Эти данные представлены в публикациях [5, 7, 11] и научных отчетах сотрудников ЮгНИРО. Пробы фитопланктона были отобраны батометром Нансена с горизонтов 0, 10, 25, 50 и 100 м и фиксированы

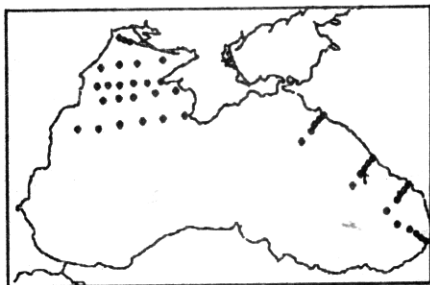


Рис. 1. Схема стандартных комплексных океанологических станций ЮгНИРО в Черном море