

18. Proctor L.M., Fuhrman J.A. Viral mortality of marine bacteria and cyanobacteria // Nature. – 1990. – 343, n 6253. – P. 60 - 62.
19. Proctor L.M., Fuhrman J.A. Roles of viral infection in organic particles flux // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1991. – 69, n 1-2. – P. 133 - 142.
20. Proctor L.M., Fuhrman J.A. Mortality of marine bacteria in response to environments of the virus size fraction from seawater // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1992. – 87, n 3. – P. 283 - 293.
21. Sherr E.B. And now small is plentiful // Nature. – 1989. – 340, n 6233. – P. 429.
22. Waterbury J.B. Viruses of marine bacteria // Oceanus. – 1992. – 35, n3. – P. 107 - 108.
23. Wilcox R.M., Fuhrman J.A. Lytic rather than lysogenic production // Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1994. – 114, n 1-2. – P. 35 - 45.
24. Wommack K. E., Hill R.T., Kessel M. et al. Distribution of viruses in the Chesapeake Bay // Appl. Environ. Microbiol. – 1992. – 58, n 9. – P. 2965 - 2970.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 22.11.99.

O.A. STEPANOVA

THE PROSPECTS AND PROBLEMS OF STUDYING MARINE VIRUSES – BACTERIOPHAGES

Summary

The review of marine viruses ecology, in particularly bacteriophages is presented. It is emphasized that viruses are a factor of special importance in ecological control over the water microorganisms; they may be involved in the evolution of some hydrobionts and in the transport of substance and energy in the ocean and indirectly influence on marine biota production. Information about the research trends, prospects and problems of studying on the marine viruses ecology in the Institute of Biology of the Southern Seas NASU is given.

УДК 582.273:626.02 (262.5)

А. А. СТРОГОНОВ, И. К. ГОРДЕЕВА

ИЗУЧЕНИЕ БИОЦЕНОЗА *PHYLLOPHORA NERVOSA* НА ФИЛЛОФОРНОМ ПОЛЕ ЗЕРНОВА С ПОМОЩЬЮ ПОДВОДНОГО ОБИТАЕМОГО АППАРАТА

Наблюдениями из подводной лаборатории "Бентос" на Филлофорном поле Зернова установлено, что в 1989 г. здесь наблюдались не отмеченные ранее: взвесь, два вида налета на грунте и гидробионтах, заиливание грунта, погибшие филлофора и рыба, уменьшение численности мидии и биомассы филлофоры. Большинство этих явлений приурочено к юго-западной части Поля, что связано с затоками дунайских вод.

В центре северо-западной части Черного моря (рис. 1) расположено Филлофорное Поле Зернова - уникальное скопление красной водоросли филлофоры. Поле всегда было в центре внимания исследователей, которое особенно усилилось в последние годы [6, 7 и др.]. Запасы филлофоры, стабильные в первой половине 20-го столетия (около 10 млн т), в начале восьмидесятых годов сократились до 1,4 млн. Была высказана гипотеза [4, 5, 6], что причиной этого явилось вторжение на Филлофорное Поле дунайских вод. Выполненные нами исследования позволили выявить здесь многие негативные явления, которые ранее не наблюдались.

Материал и методика. В работе использованы материалы четырех съемок, выполненных на судах Базы "Гидронавт" (ныне ГНПП "Морские технологии" МГИ

НАНУ), - двух водолазных (летом 1978 и 1979 гг. - 97 и 76 станций) и двух на подводной лаборатории "Бентос-300" (ПЛБ) (весна 1988 г. - 405 ч непрерывных наблюдений; ноябрь 1989 г. - более 100 ч). Водолазные съемки проводились между 46° 05' и 45° 44' с. ш., с помощью ПЛБ площадь исследований была увеличена вдвое и простиралась до 45° 25' с. ш.

На водолазных станциях биомасса филлофоры *Phyllophora nervosa* определялась по методике [6]. На каждой станции водолаз визуально оценивал фракции грунтов (в %), а также прозрачность воды придонного слоя.

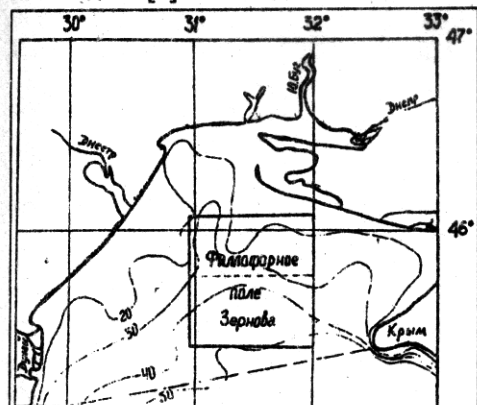


Рис.1 Филлофорное поле Зернова в северо-западной части Черного моря

Fig. 1 Zernov's Phyllophora meadow in the north-west part of the Black Sea

Наблюдения из ПЛБ проводились по методикам, разработанным и принятым на Базе "Гидронавт". При съемках в 1988 г. определения выполнялись по 9 меридиональным галсам, расположенным через 5 миль, они пересекались пятью косоугольными галсами; в 1989 г. таких галсов было семь.

Движение ПЛБ проводилось на буксире со скоростью 1 - 2 узла в 0,3 - 3 м над грунтом. Визуальные наблюдения вели через иллюминаторы диаметром 20 см при освещении галогенными лампами мощностью 100 Вт. В процессе подводной съемки регистрировали основные гидробионты (филлофора, мидии, рыба), характер распределения водорослей, обилие объектов,

гибель бентосных организмов, наличие органики на грунте и взвешенной органики в придонном слое, а также фракции грунтов и прозрачность воды. В расчет приняты определения, производимые каждые 15 мин (через 500 - 900 м). Во время наблюдений из ПЛБ визуально оценивалась высота пласта «h» и проективное покрытие дна «s» неприкрепленной (пластообразующей) водоросли. По данным водолажных наблюдений получена эмпирическая зависимость между «точечной» биомассой «b» (кг/м²) и высотой пласта «h»:

$$b = 0,0092 h^2 + 0,003 h \quad (1)$$

Биомасса "В" определялась из уравнения

$$B = b \times S \quad (2)$$

При наблюдении из ПЛБ некоторые популяционные характеристики филлофоры и значительная часть сопутствующих им характеристик определялись на качественном уровне, для картирования которых необходимы числовые оценки. Одним из видов определения измерений на картах являются балльные оценки, позволяющие характеризовать явления мерами, носящими промежуточный характер между качественными и количественными [3]. Баллы вводятся в упорядоченной классификации как порядковый номер, что позволяет распространять на качественные характеристики приемы количественной обработки данных.

Характер покрытия грунта филлофорой оценивался по пятибалльной системе: отсутствие водорослей - 0; единичные экземпляры (лежат на грунте в один слой) - 1 балл; пятна (10x20, 20x30 см, высотой до 10 см, покрытие менее 10%) - 2-3 балла; малые гряды (длиной до 1 м, шириной 20-30 см, высотой 10-15 см, покрытие до 25%) - 4 балла; гряды большие (длиной 3 - 10 м, соединенные между собой, высотой 20-30 см, покрытие до 40-60%) и поля (высота залежей 30-35 см, размер в поперечнике 30 - 70 м, покрытие 85-100%) - 5 баллов.

Биологическое состояние филлофоры оценивалось как: отличное (блестящая, не обросшая); хорошее; угнетенное (тусклая, темная, обросшая); погибая.

Для построения карт полей применен метод обратных расстояний, реализованный в пакете прикладных программ «Surfer» [9]. Данные наблюдений интерполировались в узлы регулярной сетки 2 x 2 мили. Радиус круга интерполяции принят равным 3 милям.

Результаты и обсуждение. На Филлофорном поле наблюдается значительное число возвышенностей и понижений дна. В центре и на западе северной части Поля расположены два мелководных отрога, на которых отмечено несколько поднятий. Между ними и изобатами 24 и 44 м лежит впадина с локальным понижением. Грунт представлен фракциями: ил, песок, целые и фрагменты раковин. Почти на всей поверхности дна под светлым грунтом обнаружен черный тонкодисперсный осадок. Как правило, возвышенности покрыты песком и ракушкой, впадины - илом. По данным 1978-1988 гг., средние значения фракций грунта по Полю составляли: ил - 33%, песок - 33%, ракушка - 37%. В 1989 г. площадь покрытия дна илом резко увеличилась и составила 54%. Особенно заиленной оказалась южная часть Поля.

Показано [9], что прозрачность воды может служить трассером распределения вод. В 1988 г. видимость в придонном слое достигала 10 м, в 1989 г. она ухудшилась до 5 - 0 м. На северо-западном и северном участках Поля наблюдались проникающие с севера замутненные мелкодисперсной взвесью шельфовые воды (видимость 0). В связи с этим в 1989 г. визуальные наблюдения здесь не проводились.

По материалам съемок 1978 - 1989 г. на Поле идентифицировано 25 скоплений филлофоры. Каждое из них примыкает к «своей» возвышенности или низине дна. В 1988 г. из-за изменения площади наблюдений таких скоплений отмечено 24 (рис. 2а), в 1989 г. (рис. 2б) - 18. Средняя биомасса водоросли уменьшилась от 143 г/м² в 1988 г. до 82 г/м² в 1989 г. Частично это можно объяснить уменьшением площади съемок, однако несомненно, что произошли существенные изменения в экосистеме Поля.

В 1988 г. наилучшее состояние филлофоры наблюдалось в юго-западной части Поля (рис. 2в). В 1989 г. южнее 45°55' с. ш. повсеместно отмечалась погибшая водоросль (рис. 2г), особенно много ее было на юго-западе. Распределение мидий было схожим с таковым филлофоры. В 1988 г. наиболее плотные скопления мидий были отмечены на востоке и юге Поля, в 1989 г. их плотность на юге и особенно юго-западе резко уменьшилась. Средняя плотность покрытия дна мидиями уменьшилась от 23 до 15%, в юго-западной части - в 2 - 3 раза. В 1989 г. в юго-западной и западной частях Поля наблюдалась погибшая рыба (ставрида, мерланг, катран), чего ранее (1978- 1988 гг.) не отмечалось. Судя по внешнему виду, рыба погибла от гипоксии, несомненно, незадолго до наблюдений.

В 1988 г. на дне обнаружен пухообразный осадок - агрегаты детрита. При движении ПЛБ он образует шарики (размером 1 - 3 см) или «колбаски» (до 10 см). Максимальные концентрации «пуха» - до 90% покрытия - зафиксированы на северо-западе, северо-востоке, юго-востоке и в центре Поля. Его поступление происходит с шельфовыми водами. В том же году впервые был отмечен бурый налет на грунте - уплотненный пухообразный детрит, включающий соединения железа [10]. Площади покрытия им были очень малы и потому он не картировался. В 1989 г. он встречался постоянно, достигая 80% покрытия в западной части Поля. Этот вид осадка достаточно плотен, его толщина 0,5 - 1 см, при касании ПЛБ грунта он не разрушается. Его распределение согласуется с распределением пухообразного осадка.

«Морской снег» ранее наблюдался только в пелагиали. В 1989 г. он впервые отмечен в придонном слое, с максимальными концентрациями в северной части Поля, где преобладали шельфовые воды, приносящие большое количество детрита.

Бактериальная пленка на грунте и донных гидробионтах в виде пятен белого цвета площадью от 0,3 до 1 м наблюдалась ежегодно. Микробиологический анализ показал, что это - сероводородные бактерии, развивающиеся в анаэробной среде. Численность этих пятен была очень мала, поэтому они не картировались. В 1989 г. обнаружены пятна (размерами 1,5 м) грязно-белой пленки, окаймленной черной полосой с вспученной центральной частью. Пленка очень плотная, при соприкосновении с ПЛБ она не разрушалась и не всплывала. Если под ней находилась филлофора, то последняя имела вид черной трухи. Максимальные концентрации пятен отмечены на юго-западе и в центральной части Поля.

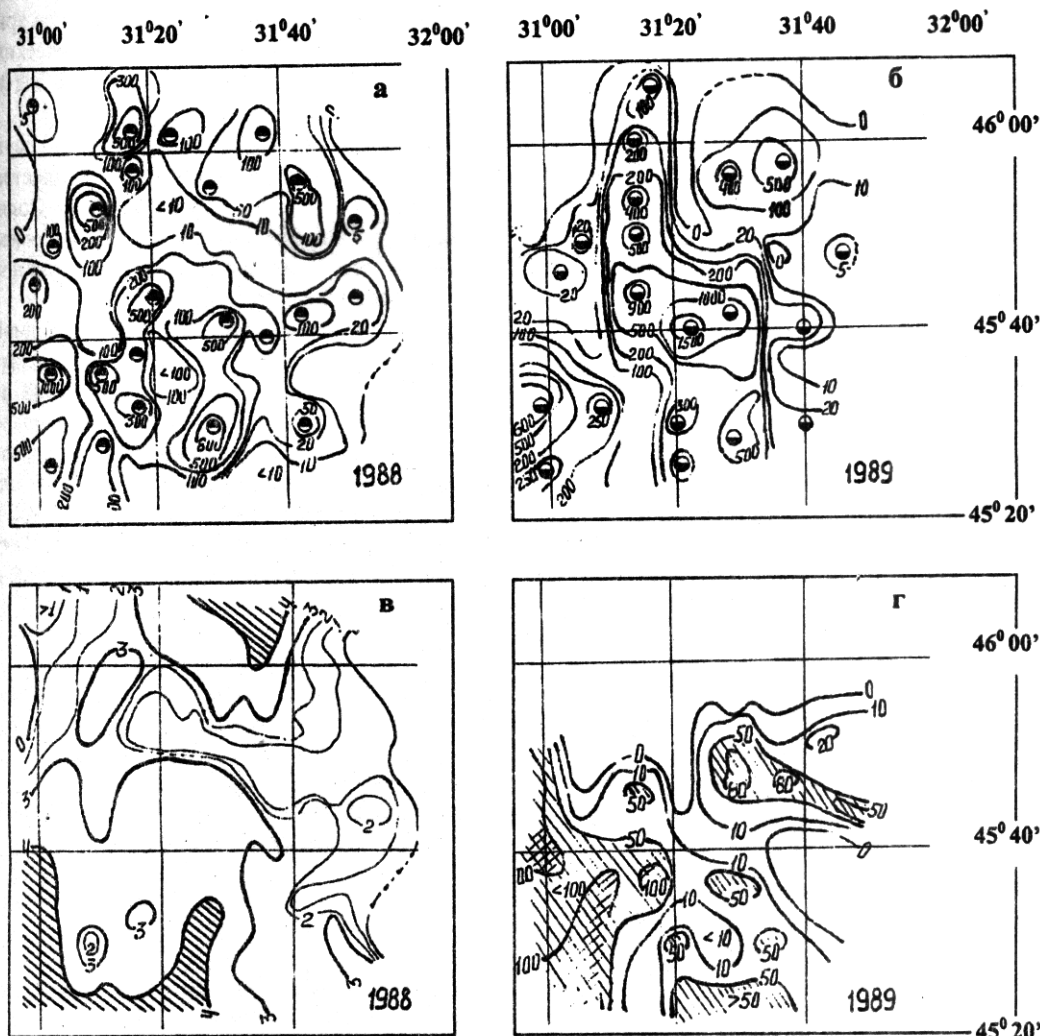


Рис.2. Распределение: 2а, 2б - биомасса филлофоры, г/м² (кружками показаны ядра скоплений), 2в - биологическое состояние филлофоры, 2г-погибшая филлофора, балл x 100.
 Fig. 2. Distribution: 2a, 2b-biomass of *Phyllophora*, g/m² (the circles are indicated the centers of crowds, 2b - biological condition of *Phyllophora*, 2г - the death *Phyllophora*, ball x 100.

Анализируя полученные данные, мы видим, что с весны 1988 г. по осень 1989 г. в экосистеме Филлофорного Поля произошли существенные изменения: отмечена массовая гибель филлофоры и рыб, уменьшилась численность мидий (чаще всего эти явления наблюдались на юго-западе Поля, с продвижением к его центру); на дне и донных гидробионтах появились осадки двух типов (их наибольшие концентрации отмечены на юго-западе); в придонном слое обнаружено значительное количество детрита двух видов, максимумы которых зафиксированы на севере и востоке; площадь покрытия дна илом увеличилась более чем в два раза.

Исследования, проведенные на Поле летом 1986 и 1989 гг. сотрудниками ИнБЮМ, показали [7], что продукция филлофоры в средней части Поля имела тенденцию к уменьшению, а в южной катастрофически падала. Показательным в этом отношении было лето 1989 г., когда за один месяц она уменьшилась от 1,8 до 0,2 %. Биомасса на исследованной площади в 1988 г. составила 0,71 млн. т, в 1989 г. - 0,34. На всех горизонтах, особенно в слое 30 м (средняя глубина Поля), наблюдалось увеличение уровней концентраций биогенов [8]. Резко снизился уровень кислорода, увеличилась площадь зон, подверженных гипоксии, особенно в юго-западной части Поля. Площадь с

удовлетворительным продуктивным уровнем освещенности пластов филлофоры за три года уменьшилась вдвое [2]. Был сделан вывод, что резкое ухудшение экологических условий в юго-западной части Поля произошло в результате затока дунайских вод и увеличения его стока в 1989 г. [2, 7, 8],

Поступление взвешенного детрита и органики на Поле шло в двух направлениях: с юго-запада (речным стоком Дуная) и с севера (стоками Днепра, Днестра и Южного Буга). Очевидно, что негативные изменения в юго-западной части Поля, отмеченные [7] летом и нами – осенью, вызваны дунайским стоком. С увеличением выноса биогенов и органики на Поле связано и его заиливание – антропогенное воздействие на шельф приобрело роль активного геологического фактора.

Выводы. По данным материалов наших съемок с применением подводной техники и картографо-статистического моделирования материалов съемок, а также данных, собранных ИнБЮМ (1986 и 1989 гг.), показано, что весной 1988 г. распределение абиотических и биотических характеристик на Поле было относительно равномерным, без явных признаков деградации. Осенью 1989 г. меньший участок Поля севернее параллели 45°50' с.ш. находился под воздействием речного стока рек юга Украины, большой, южный - стока Дуная. В связи с тем, что концентрация биогенов и органики в водах последнего значительно выше, южная часть Поля подверглась большей эвтрофикации и деградации: значительному заиливанию, гибели филлофоры и рыбы, снижению биомассы водорослей и моллюсков и т.д.

1. Атлас поверхностных течений Черного моря. - М.: Изд. ТУНО МО СССР, 1983. - 101 с.
2. Беляев Б.Н. Освещенность водной толщи северо-западного шельфа Черного моря в районах Каркинитского залива и Филлофорного поля Зернова // Экология моря. - 1993. - Вып. 43 - С.75 - 89.
3. Берлянт А.М. Образ пространства. Карта и информация. - М., 1986. - 239 с.
4. Зайцев Ю. П. Влияние антропогенных факторов на биологию северо-западного шельфа Черного моря // Системный анализ и моделирование процессов на шельфе Черного моря. - Севастополь: изд. МГИ, 1983. - С. 19 - 28.
5. Зайцев Ю. П., Гаркавая Г. П., Нестерова Д. А., Полищук Л. И. Дунай - основной источник эвтрофикации Черного моря // Гидробиол. журн. - 1989. - 25, № 4. - С. 21 - 25.
6. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. - Киев, 1975. - 247 с.
7. Калугина-Гутник А.А., Евстигнеева И.К. Морфологическая и продукционная характеристики слоевищ *Phyllophora nervosa* и *Ph. brodiaei* на Филлофорном поле Зернова в 1986 и 1989 г.г. // Экология моря - 1993. - Вып. 43. - С. 70 - 79.
8. Пархоменко А.В., Ковальчук Ю.Л. Исследование гидрохимического режима Филлофорного поля Зернова // Экология моря. - 1993. - Вып. 43. - С. 69 - 75.
9. Строгонов А.А. Пространственная структура морских систем. - Севастополь, 1995 - 287 с.
10. Ступак В.А. Роль дампинга в процессах осадконакопления в районе Керченского предпролива // Материалы Всесоюзной конференции "Социально-экологические проблемы Черного моря". - Керчь, 1991 - ч.1. - С. 24 - 25.

ГНПП "Морские технологии"
г. Севастополь

Получена после переработки 15.09.99

A. A. STROGONOV, I. K. GORDEEVA

THE STUDY OF *PHYLLOPHORA NERVOSA* BIOCENOSIS ON THE ZERNOV'S PHYLLOPHORA MEADOW WITH USING THE SUBMARINE LABORATORY

Summary

The observations made on the Zernov's *Phyllophora* Meadow with using the submarine laboratory "Bentos" have shown that in 1989 some negative phenomena in the pre-bottom layer were observed for the first time: suspensia, two types of thin coating on hydrobionths and ground, silting of ground, death *Phyllophora* and fishes, decrease of *Mytilus* quantity and *Phyllophora* biomass. The majority of these phenomena were observed in the south-western part of the Meadow connected with the Danube waters.