

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОБЛЕМЫ МОРСКОЙ БИОЛОГИИ

К СТОЛЕТИЮ ИНСТИТУТА
БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1971

САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЧЕРНОМ МОРЕ

О. Г. Ми ро н о в

Первые работы по санитарной гидробиологии на Черном море связаны с именами Н. В. Морозовой-Водяницкой, которая в 1927 г. привела данные, свидетельствующие о влиянии сточных вод на распределение водорослей в Новороссийской бухте, и Е. А. Потеряева, сделавшего в 1934 г. доклад «Опыт санитарно-биологических исследований в Черном море». В дальнейшем оба автора, тесно связанные с работами Севастопольской биологической станции, не раз обращались к этой теме [8—10]. Д. М. Раузер-Черноусова [11], изучая донные осадки Севастопольской бухты, отмечала, что главнейшими источниками накопления органического вещества в грунтах наряду с планктоном, микрофитобентосом, водной растительностью являются отбросы города и судов. Сотрудники микробиологической лаборатории Севастопольской биостанции Ф. И. Копп [1], Ф. И. Копп и С. Б. Басина [2] провели интересные работы по выживаемости микробов кишечной группы в морской воде и разработали оригинальную методику санитарно-бактериологических исследований в море. Севастопольская биологическая станция широко предоставляла свои лаборатории для работ по изучению загрязнения моря сотрудникам других учреждений.

В настоящее время борьба с загрязнением моря стала актуальной международной проблемой, входящей как составная часть в проблему чистой воды. Все возрастающее количество попадающих в морскую воду различных отходов приводит к созданию новых неблагоприятных экологических факторов, способных нарушить существующие биологические связи в море и подорвать, в конечном счете, его продуктивность. В этой связи Институт биологии южных морей АН УССР выступил с инициативой создания в Советском Союзе первой лаборатории морской санитарной гидробиологии (декабрь 1965 г.), основной задачей которой является выяснение общих закономерностей влияния загрязнений на морские организмы и их сообщества и роли последних в процессах самоочищения морской воды.

В общей проблеме загрязнения морей и океанов одно из ведущих мест принадлежит углеводородам, и в первую очередь нефти и нефтепродуктам. В настоящее время количество сбрасываемой ежегодно в море нефти исчисляется многими миллионами тонн, что сравнимо, например, с годовой продукцией углеводородов в Мировом океане за счет фотосинтеза. Являясь высокотоксичными соединениями, нефть и нефтепродукты представляют значительную опасность для морской флоры и фауны. Попавшая в море нефть переносится на большие расстояния от

мест сброса, накапливается в донных отложениях, а затем вновь всплывает на поверхность, действуя на все группы морских организмов, обитающих как в толще воды, так и на дне. Поэтому основное внимание сотрудников лаборатории было направлено на изучение биологических аспектов нефтяного загрязнения морей.

Проведенные экспериментальные работы позволили впервые получить данные о влиянии нефти и нефтепродуктов в широком диапазоне концентраций на 40 массовых видов морских организмов Черного моря — фито- и зоопланктона, рыб, организмов бентоса [3—7]. Отмечено, в частности, четкое замедление размножения планктонных водорослей и их гибель в морской воде, содержащей нефть и нефтепродукты. Планктонные виды оказались более чувствительными к нефтяному загрязнению, чем бентопланктонные формы. Разница в чувствительности к нефтяному загрязнению отдельных видов одноклеточных водорослей доходит до нескольких порядков величин. Например, *Melosira moniliformis* нормально развивается при содержании в воде нефтепродуктов порядка 1,0 мл/л, а *Ditylum brightwellii* погибает при их концентрации 0,001 мл/л.

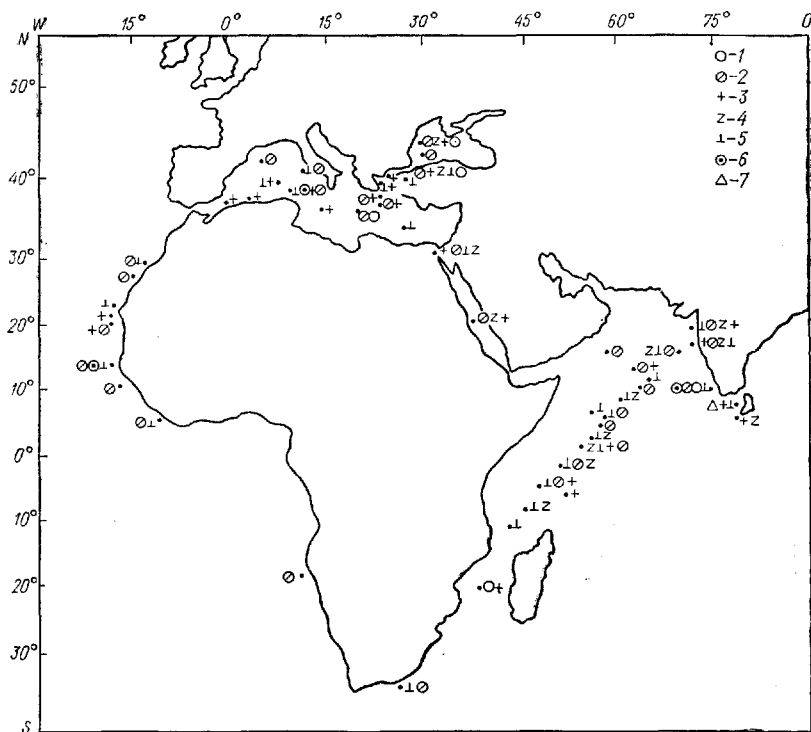
Организмы зоопланктона (*Acartia clausi*, *Oithona nana*, *Paracalanus parvus* и др.) гибнут в течение первых суток при содержании в морской воде нефтепродуктов порядка 0,05—0,1 мл/л. Концентрация 0,001 мл/л вызывает ускорение гибели подопытных организмов по сравнению с контролем.

Нефть оказывает определенное токсическое действие на организмы бентоса, однако отмечается большое различие в восприимчивости к ней отдельных видов. Например, *Rissoa euxinica* погибала быстрее в одних и тех же концентрациях углеводородов по сравнению с *Bittium reticularum* и *Gibbula divaricata*. *Pachygrapsus marmoratus* переносит высокие концентрации загрязнения, а *Diogenes pugilator* погибает через 6 час при наличии 0,1 мл/л нефти в морской воде. Загрязнение грунтов нефтепродуктами ускоряет гибель *Nereis diversicolor*.

Сеголетки рыб обладают определенной стойкостью к нефтяному загрязнению, оставаясь жизнеспособными на протяжении ряда суток в морской воде, содержащей нефтепродукты в концентрации 0,1 мл/л. Однако время гибели рыб значительно ускоряется при эмульгировании нефти, что связано с механическим действием мельчайших капель на жаберный аппарат.

Ранние стадии развития морских организмов высокочувствительны к нефтяному загрязнению. Личинки бентосных ракообразных погибают в морской воде, содержащей нефть в концентрации 0,1—0,01 мл/л, что на 2—3 порядка ниже той, которую выдерживают взрослые формы. Особо восприимчива к нефти развивающаяся икра рыб. При концентрации нефти 10^{-5} мл/л, что в десятки раз ниже существующих предельнодопустимых

концентраций, количество уродливых личинок, выходящих из развивающейся икры камбалы, увеличивается в несколько раз по сравнению с контролем. Нефть оказывает поражающее влияние на морские организмы при кратковременном действии (минуты, часы), приводя гидробионтов к гибели уже после дальнейшего пребывания их в чистой морской воде.



Распределение нефтеокисляющих микроорганизмов в море:
1—*Micrococcus*, 2—*Pseudomonas*, 3—*Bacterium*, 4—*Vibrio*, 5—*Pseudobacterium*,
6—*Bacillus*, 7—*Achromobacter*.

Следующим направлением научных исследований лаборатории является изучение самоочищения морской среды. Как известно, основная роль в трансформации углеводородных компонентов нефтяного загрязнения принадлежит микроорганизмам, способным использовать нефть и нефтепродукты в качестве единственного источника углерода и энергии. Микроорганизмы данной группы широко представлены в природе, однако распространение их в морях и океанах практически оставалось неизвестным. Осуществление экспедиционных работ в Индийском и Атлантическом океанах, Красном море и морях Средиземномор-

ского бассейна позволило впервые установить в этих районах закономерности распространения нефтеокисляющих микроорганизмов (см. рисунок). Основное количество выделенных культур этой группы бактерий относилось к родам *Bacterium*, *Pseudobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*.

Отмечена прямая зависимость между численностью и видовым разнообразием нефтеокисляющих микроорганизмов и интенсивностью нефтяного загрязнения морской воды. Наибольшее число культур выделялось в районах нефтяного загрязнения, при этом количество бактерий, растущих на нефти, доходило до 10^6 — 10^7 на 1 л морской воды. Это позволяет рассматривать нефтеокисляющие микроорганизмы как индикаторы нефтяного загрязнения. Существенную роль в распределении нефтеокисляющих микроорганизмов в море играют океанские течения. Нами была отмечена барьерная роль южноэкваториального течения в распространении микроорганизмов, растущих на нефти, в восточной части Индийского океана.

Изучение физиологических особенностей выделенных культур микроорганизмов показало, что большинство бактерий, растущих на нефти, способны развиваться и на других источниках углерода. Последнее обстоятельство может в значительной степени сказаться на замедлении процессов самоочищения морской воды от нефти при загрязнении ее другими органическими веществами, например хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Наличие в море микроорганизмов, способных использовать углеводороды нефти в качестве единственного источника углерода и энергии, свидетельствует о возможности целенаправленного использования их для ликвидации нефти в море и перспективности гидробиологического метода борьбы с нефтяным загрязнением морской среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копп Ф. И. — Тр. Севастоп. биол. ст., 6, 1948.
2. Копп Ф. И., Басина С. Б. — Тр. Севастоп. биол. ст., 6, 1948.
3. Миронов О. Г. — Зоол. журн., 10, 46, вып. 1, 1967.
4. Миронов О. Г. — Вопр. ихтиол., 10, 7, вып. 3, 1967.
5. Мironov O. G. Helgoländer wiss. Meeresunters, 17, 1968.
6. Миронов О. Г., Ланская А. А. — Бот. журн., 53, 1968.
7. Миронов О. Г. — Зоол. журн., 48, 7, 1969.
8. Морозова-Водяницкая Н. В. — Тр. Новоросс. биол. ст., 1, 4, 1930.
9. Морозова-Водяницкая Н. В. — Тр. Новоросс. биол. ст., 2, 1936.
10. Потеряев Е. А. — Тр. Новоросс. биол. ст., 2, 1936.
11. Раузер-Черноусова Д. М. — Нефтяное хоз-во, 11, 1935.

SANITARY AND BIOLOGICAL RESEARCHES IN THE BLACK SEA

O. G. MIRONOV

Summary

Initial researches on sanitary hydrobiology in the Black Sea are connected with names of N. V. Morozova-Vodianitskaya [8, 9], E. A. Poteryaev [10], D. M. Raizer-Chernousova [11], F. E. Kopp and S. B. Basina [1, 2].

At present efforts directed against pollution of the seas have become an urgent international problem which is an integral part of the general problem of pure water. In this connection the Institute of Biology of Southern Seas of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR initiated the creation of a marine sanitary hydrobiological laboratory the first of this kind in the U. S. S. R. (December 1965). The main task of this laboratory is to estimate the general effect of marine pollution on sea life, and to determine the role of marine organisms in the self-purification of sea water.

Hydrocarbons occupy the main place in the general problem of marine pollution and first of all it relates to oil and oil products. Thus the principale researches of the laboratory have been focussed on the studies of biological aspects of oil pollution of the seas.

Our recent experiments produced the data on the effect of oil and oil products applied to 40 species of marine organisms of the Black Sea — phyto- and zooplankton, fish and benthic organisms [3—7].

Marine organisms at the initial development stages proved to be particularly sensitive to oil pollution. The larvae of the same benthic organisms die in the sea water containing oil concentrations of 0.1—0.01 ml/l, which is by the order of 2—3 lower than concentrations in which adult forms survive. The developing eggs of fish are especially susceptible to oil pollution. In oil concentrations of 10^{-5} ml/l the number of abnormal larvae of *Rhombus maeoticus* increases several times as compared with a control number. Oil has a damaging effect on marine organisms if the latter are exposed to oil for a short time (minutes, hours), causing the death of sea organisms even after their subsequent staying in clear sea water.

The studies of self-purification of marine environment is the other direction in the researches of the laboratory. Expedition experiments in the Indian and Atlantic Oceans, the Red, Black and Mediterranean Seas made it possible to establish the general principles of distribution of oil oxidizing microorganisms in these regions. The main number of isolated cultures of this bacterial group refer to genera *Bacterium*, *Pseudobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*.

Direct relationship is noted between the number of oil oxidizing microorganisms and the intensity of oil pollution of sea water. The greatest number of cultures was isolated in regions of oil pollution, in this case the number of bacteria growing in oil was as high as 10^6 — 10^7 per litre of sea water. On this basis it is possible to regard oil oxidizing microorganisms as indicators of oil pollution of sea water. Ocean streams are of essential importance in the distri-

bution of oil oxidizing microorganisms. We noted that the South equatorial stream acted as a barrier in the distribution of microorganisms growing in oil in the eastern part of the Indian Ocean.

The studies of physiological peculiarities of microorganism cultures revealed that most bacteria growing in oil are capable of developing in other sources of carbon. The latter peculiarity may have a significant effect on the reduction of processes of self-purification of sea water from oil when it is contaminated by other organic substances, for instance by domestic wastes.

The presence in the sea of microorganisms capable of utilizing hydrocarbons as the only source of carbon and energy indicates that there exists a possibility of deliberate and purposeful utilization of microorganisms for the elimination of oil pollution in the seas and gives further prospects for the hydrobiological method of eliminating oil pollution in the seas.