

**Национальная Академия Наук Украины  
Институт биологии южных морей  
им. А.О. Ковалевского**

**100-летнему юбилею  
со дня рождения Владимира  
Алексеевича Водяницкого  
посвящается**

**МОРСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Ответственный редактор  
доктор биол.наук С.М. Коновалов**

Институт биологии  
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 37475

**Севастополь, 1994**

УДК 551.46.09.504.42.054:665.6:374.5

## В.А. ВОДЯНИЦКИЙ И МОРСКАЯ САНИТАРНАЯ ГИДРОБИОЛОГИЯ

О.Г. Миронов

Берясь за тему, вынесенную в заголовок статьи, мне хотелось наряду с научной информацией дать некоторые штрихи к общению с В.А. Водяницким и мое видение тех событий, свидетелем которых я был. Шел 1964 г. Молодой Институт биологии южных морей, созданный в 1963 г. профессором В.А. Водяницким на базе Севастопольской, Одесской и Карадагской биологических станций, разворачивал научную и хозяйственную деятельность. Особенно активно этот процесс шел в Севастополе – создавались новые отделы, шло жилищное строительство, приглашенные для работы научные сотрудники въезжали в новые квартиры. Началось и расширение самого здания Севастопольской биологической станции. По традиции, перешедшей Институту от биологической станции, основу научной тематики составляла биологическая продуктивность. Однако, активная хозяйственная (бесхозяйственная) деятельность заставляла задумываться и о природоохранных исследованиях. В эти годы у нас в стране, особенно по отношению к морям и океанам, бытовало представление о безграничности и неисчерпаемости их ресурсов. Однако, загрязнение морской среды принимало все более угрожающий характер и развитие работ в этой области было необходимо.

Следует отметить, что В.А. Водяницкий и ранее поддерживал и предоставлял лаборатории Севастопольской биостанции для работ, связанных с оценкой санитарного состояния Черного моря. Вскоре после войны здесь ряд лет собирал материалы адъютант кафедры общей гигиены Военно-Морской Медицинской Академии Н.Н. Алфимов, ставший впоследствии профессором и начальником этой кафедры. В пятидесятые годы в период моей учебы в Военно-Медицинской Академии во время летних отпусков проводились работы по выживаемости мидий в различных концентрациях сточных вод и

изучался химический состав некоторых промысловых беспозвоночных. В последующем (я уже был врачом-гигиенистом Керченско-Феодосийской военно-морской базы) В.А. Водяницкий оказывал мне постоянное содействие в обработке ряда материалов на базе Биостанции, собранных в Феодосийском заливе.

В ноябре 1964 г. на Ученом Совете института был поставлен вопрос о создании, как выразился В.А. Водяницкий, небольшой лаборатории морской санитарной гидробиологии. Тогда внутренне я не был с этим согласен, т.к. перед этим предлагал В.А. Водяницкому широкую программу санитарно-биологических исследований. С большим тактом Владимир Алексеевич убедил меня, что надо начать с небольших экспериментальных работ: "Когда я был во Франции, то увидел у профессора Сене колбу с бактериями, выделенными из моря, которые поедали нефть. Очень интересно". Вот так одной фразой я был "перевербован" на нефтяную тематику, хотя первоначально мыслил продолжать свои исследования по влиянию хозяйственно-бытовых стоков. Потом я, естественно, понял, что В.А. Водяницкий предвидел перспективность и глобальность данного направления с одной стороны, а с другой, как опытный администратор, он успокоил общественность Института, что эти работы никак не повлияют на отток средств из основной тематики. Это было мудрое решение, т.к. в то время, да и многие годы спустя, природоохранная тематика в Институте, в частности то, чем я занимался, относилось к науке второго сорта. Это "чисто прикладная" тематика, которой не пристало заниматься в стенах старейшего морского учреждения, проводившего фундаментальные исследования по биологической продуктивности. И не случайно, чтобы поддерживать направление, лаборатория морской санитарной гидробиологии была организована при отделе гидрологии и гидрохимии, который возглавил сам В.А. Водяницкий.

Сейчас обстановка изменилась и многие из противников природоохранной тематики активно включаются в эти работы. А тогда, тридцать лет назад, небрежное, если не сказать варварское, отношение к природным ресурсам исповедовалось учеными очень высокого

академического ранга. С подачи В.А. Водяницкого я вошел в созданную по решению Президиума АН СССР в марте 1969 г. Комиссию по разработке проблем охраны природных вод под председательством вице-президента АН СССР академика Н.Н. Семенова, которая являлась специальным оперативным, научно-консультативным и научно-организационным органом Президиума АН СССР. Работая в составе комиссии, мне приходилось слышать из уст членов Президиума АН СССР высказывания типа: "Если Родине нужна будет энергия и химия, то мы будем вырубать леса и использовать водоемы по своему усмотрению". Много печальных примеров подтверждает сказанное. Но вернемся к решению Ученого Совета, утвердившего в ИнБЮМе санитарно-биологическое направление. Тогда же В.А. Водяницкий выделил две ставки лаборанта и 6 тыс. рублей, как он выразился, "на зубок". А через неделю дал грузовую машину для закупки в Одессе лабораторного стекла и элементарного оборудования. По тем временам на шесть тысяч удалось закупить оборудование и загрузить полностью автомашину, а по приезде в Севастополь складировать это все в квартире моего отца Глеба Николаевича Миронова (своего помещения лаборатория пока еще не имела). Однако, началу работ это не помешало. Мне разрешили работать в лаборатории микробиологии, и первым объектом исследований стали тысячи музейных культур бактерий, выделенных из моря. Решено было проверить их на способность роста на нефтяных углеводородах как источнике углерода и энергии. Однако, длительная работа ничего не дала – находящиеся в коллекции бактерии отказались потреблять нефть, о чем я и информировал В.А. Водяницкого. Поиск был продолжен непосредственно в Севастопольской бухте и первые же пробы дали положительный результат. Через некоторое время я уже мог продемонстрировать В.А. Водяницкому колбу с ростом нефтеокисляющей культуры. Так было положено начало систематическому изучению этой группы бактерий в море.

Севастопольская бухта, прибрежная зона Крымского побережья и, наконец, зимой 1966 г. – первая попытка выйти в открытое море. "Академик Ковалевский" вышел в рейс с двумя сотрудниками: мной и

геологом Симоненко В.Н. из Киева. Зимнее Черное море доставляет мало удовольствий, особенно для малотоннажного судна, каким был "Академик Ковалевский". Команда тоже не испытывала большого желания работать в таких условиях, но это выражалось лишь в шутливо-добродушном ворчании. И все выходило на заснеженную палубу помогать бороться с дночерпателем, который отчаянно раскачивался при его подъеме и спуске. Однако, погода брала свое и пришлось сокращать время работ.

Полученные микробиологические материалы в зимних условиях не прояснили картину закономерного распределения нефтеокисляющих бактерий и работы интенсивно продолжались. Систематические сезонные наблюдения в море, проведенные у западной оконечности Крыма, позволили проследить за численностью и видовым составом микроорганизмов, растущих на нефтепродуктах в акваториях, имеющих различную степень нефтяного загрязнения. Полученные материалы показали, что наиболее часто в этом районе моря встречаются бактерии, отнесенные к родам *Bacterium* и *Pseudo-bacterium*.

Большинство нефтеокисляющих микроорганизмов выделялось в летние месяцы, чему способствовала, по всей видимости, более высокая температура морской воды. Численность микроорганизмов, способных расти на углеводородах нефти, была примерно одинакова на станциях, расположенных в районах загрязнения, и составляла, в среднем, для зимних месяцев —  $100 \text{ клеток} \cdot \text{мл}^{-1}$ , для летних —  $1000-100000 \text{ клеток} \cdot \text{мл}^{-1}$ . На станциях, где нефтяное загрязнение было мало, количество этой группы микроорганизмов было на 2-3 порядка меньше. Нефть, попадающая на поверхность моря, со временем мигрирует на дно и накапливается в донных осадках. При этом содержание нефтепродуктов достигает в грунтах значительных величин. Исследование микрофлоры, окисляющей нефть в грунтах Черного моря, ранее практически не проводилось. В этой связи параллельно с морской водой изучалась нефтеокисляющая микрофлора донных осадков на тех же станциях. Всего было выделено

138 бактериальных культур, из которых 55 оказались способными расти на минеральной среде с нефтью в качестве единственного источника углерода и энергии. Выделенные микроорганизмы были отнесены к пяти родам: *Pseudomonas*, *Bacterium* (4 вида), *Pseudobacterium* (3 вида), *Vibrio* (2 вида), *Chromobacterium* (1 вид). Отмечается прямая зависимость между содержанием в грунтах углеводов и видовым разнообразием микроорганизмов, способных расти на нефти и нефтепродуктах в качестве единственного источника углерода и энергии.

Наряду с целенаправленным выделением из морской воды нефтеокисляющих микроорганизмов, была изучена способность роста на нефтепродуктах некоторых микромицетов, выделенных в этом районе моря. Всего в опытах участвовало 46 культур грибов, относящихся к следующим родам: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Verticillium*, *Hiocladium*, *Cephalosporium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Stachybotris*, *Helmintosporium*, *Cladosporium* и из пикнидиальных грибов – 3 штамма. Опыты показали, что все испытанные нефти и нефтепродукты оказались пригодными в качестве единственного источника углерода для роста той или иной группы грибов. Причем, процент культур, способных расти на этих углеводородах, оказался примерно одинаков – 52–65%, и лишь на анастасиевской нефти смогло расти всего 10 штаммов (21%). Таким образом, полученные материалы свидетельствовали о широком распространении и видовом разнообразии в этом прибрежном районе Черного моря микроорганизмов, растущих на нефти [3].

Необходимо было расширять географию исследований, но возможности выхода за пределы Черного моря были ограничены. В начале 1967 г. в Институт обратились из промразведки с просьбой выделить двух биологов для проведения работ в Аравийском море. В задачу входило определение некоторых физико-химических параметров среды, в частности, распределение температуры и кислорода на горизонтах траления. На первую должность был предложен А.М. Парухин, который мог дополнить плановое задание

изучением гельминтофауны рыб. Заняться работами по второму заданию В.А.Водяницкий предложил мне, заметив, что времени для занятия микробиологией будет достаточно. Я с радостью согласился и в мае 1967 г СРТМ "Голубь мира" покинул Севастополь и, зайдя в Херсон, взял курс на Босфор. Уже в начале рейса удалось взять интересный материал в устьевой зоне и Днестре.

Какая же открылась картина распределения организмов? Рост нефтеокисляющих бактерий идет медленно и результаты по черноморским пробам были получены, когда судно находилось уже в Аравийском море. После обнаружения роста нефтеокисляющих микроорганизмов в районе Херсонеса и устья Днестра, в центральной части моря рост данной группы бактерий практически отсутствовал. Картина резко изменяется в проливе Босфор с его интенсивным судоходством и высокой степенью загрязнения вод нефтепродуктами, где на всех 4-х станциях отмечался рост микроорганизмов на нефти. При переходе в Мраморное море, пролив Дарданеллы и далее в Эгейское и Красное моря вновь значительно уменьшается количество микроорганизмов, растущих на нефти. Зато в зоне Суэцкого канала на всех пяти проведенных станциях выделялись нефтеокисляющие микроорганизмы. В районе побережья полуострова Индостан прослеживается та же закономерность: тесная связь между видовым разнообразием и количеством культур нефтеокисляющих микроорганизмов и наличием нефтяного загрязнения морской воды. Так, если на всех станциях, расположенных в этом районе (39 станций), было выделено 48 культур, то на четырех станциях в портах Коломбо и Бомбей выделено 20 культур, относящихся к 14 видам [2].

Шестидневная война 1967 г. внесла свои коррективы в работе на "Голубе мира" и из-за закрытия Суэцкого канала пришлось возвращаться вокруг Африки. Это позволило значительно расширить район работ. В северо-западной части Индийского океана по разрезу Бомбей - Мозамбикский пролив (до 10° южной широты) из 35 отобранных проб рост микроорганизмов на нефти наблюдался в 30 пробах, что составляет свыше 85 %. В дальнейшем количество

положительных проб на таком же отрезке пути снизилось более чем в два раза – из 25 было всего 10, или 40%. На наш взгляд, такое распределение микроорганизмов, растущих на нефти, объяснялось, в основном, следующим: к Аравийскому морю примыкают нефтеносные районы Ближнего Востока, откуда начинаются основные пути транспортировки нефти. Поэтому, вполне естественно предположить частое попадание нефтепродуктов в морскую воду в этих акваториях как при откачке балласта танкерами, так и при бункеровочных операциях. Существующие течения способствуют заносу вод, содержащих нефть, из Персидского залива и района нефтеперевозок в центральные участки Аравийского моря и прилегающие районы Индийского океана. А южно-экваториальное течение служит своего рода барьером, препятствующим распространению этих вод южнее 10° южной широты. Можно отметить, что и в остальных случаях, например, Атлантическом океане, положительные пробы группировались в акваториях, прилегающих к крупным портам или местам работ промысловых флотилий, то есть местам, подвергающимся нефтяному загрязнению. Та же картина была обнаружена и в Средиземном море [9].

Большинство бактерий, растущих на нефти, способно развиваться и на других источниках углерода. Было высказано предположение, которое затем подтвердилось, что жизнеспособность микроорганизмов этой группы может поддерживаться в море за счет других источников углерода, находящихся в морской воде, включая и углеводороды автохтонного происхождения (углеводороды морских организмов). Широкое распространение углеводородоокисляющих микроорганизмов в природе, а также большая изменчивость бактерий указывает на реальность переключения их в зависимости от условий к потреблению того или иного источника углерода в качестве энергии. Последнее обстоятельство может в значительной степени сказаться на замедлении процессов самоочищения морской воды от нефти при загрязнении ее другими веществами, например, хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Впервые параллельно с микробиологическими работами проводились экспериментальные исследования по влиянию нефти и нефтепродуктов на массовых представителей черноморской флоры и фауны. Получены данные о влиянии нефти и нефтепродуктов в широком диапазоне концентраций на 42 массовых вида морских организмов Черного моря: фито- и зоопланктона, рыб, организмов бентоса. Отмечено четкое замедление размножения планктонных водорослей и их гибель в морской воде, содержащей нефть и нефтепродукты. Планктонные виды более чувствительны к нефтяному загрязнению, чем бентопланктонные. Разница в чувствительности к нефтяному загрязнению отдельных видов одноклеточных водорослей доходит до нескольких порядков величин. Организмы зоопланктона гибнут в течение первых суток при содержании в морской воде нефтепродуктов порядка  $0,05-0,1 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$ . Концентрация  $0,001 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$  вызывает ускорение гибели подопытных организмов по сравнению с контролем. Сеголетки рыб обладают определенной стойкостью к нефтяному загрязнению, оставаясь жизнеспособными на протяжении ряда суток в морской воде, содержащей нефтепродукты в концентрации  $0,1 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$ . Из изученных рыб наибольшей стойкостью к нефти обладала кефаль. Время гибели рыб значительно ускоряется при эмульгировании нефти, что связано с механическим воздействием мельчайших капель на жаберный аппарат. Нефть оказывает определенное токсическое воздействие на организмы бентоса, однако, отмечается большое различие в восприимчивости к ней отдельных видов. Ранние стадии морских организмов высоко чувствительны к нефтяному загрязнению. Личинки бентосных ракообразных погибают в морской воде, содержащей нефть в концентрации  $0,01 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$ , что на два порядка ниже той, которую выдерживают взрослые формы. Особо восприимчива к нефти развивающаяся икра рыб. При концентрации нефти  $10^{-5} \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$  количество уродливых личинок, выходящих из развивающейся икры камбалы, увеличивается в несколько раз по сравнению с контролем. Нефть оказывает поражающее воздействие на морские организмы при кратковременном воздействии (минуты, часы),

приводя к гибели гидробионтов и после дальнейшего пребывания их в чистой морской воде.

Полученные данные позволили установить уровни токсичности нефти и нефтепродуктов, выявить наиболее чувствительные к ним виды и определить восприимчивость к нефти гидробионтов на различных стадиях развития [4,5]. Проведенные исследования, а также литературные данные свидетельствовали, что существующие в то время уровни загрязнения морской среды (исключая аварийные ситуации, районы, примыкающие к подводным нефтеразработкам и некоторым портам) являются, в основном, губительными для ранних стадий развития гидробионтов и не вызывают быстрого и массового вымирания взрослых организмов. Это может приводить к постепенному\* выпадению определенной части потомства, видимые последствия которого для данного вида организмов скажутся в будущем. В природных условиях вредному влиянию нефти подвергаются сообщества гидробионтов и поражение того или иного вида из данного сообщества приводит к перестройке биоценозов, чему в значительной степени способствует различная видовая восприимчивость организмов к нефтяному загрязнению. Последнее обстоятельство дало основание для установления индикаторной роли того или иного гидробионта, хотя в условиях комбинированного загрязнения морской среды различными токсикантами, индикаторную роль будут играть не отдельные виды, а сообщества организмов, что было продемонстрировано в последующих работах [7].

Таким образом, через пять лет после начала систематических санитарно-биологических исследований и организации лаборатории, был получен большой массив данных, в частности, по Черному морю. Материалы требовали обобщения, что было сделано. На титульном листе автореферата докторской диссертации значилось "Научный консультант член-корреспондент АН УССР, заслуженный деятель науки Украинской ССР В.А. Водяницкий". Это была дань глубокой благодарности за постоянную поддержку нового направления в исследованиях Института биологии южных морей. Дальнейшие работы

по санитарной биологии развивались в том же направлении, как это было сформулировано вначале. Проблема исследований – взаимодействие морских организмов и их сообществ с загрязнением: а) влияние загрязнений на морскую биоту, б) роль биоты в трансформации загрязнений до простых соединений и включение их в общий поток вещества и энергии в морских экосистемах. Конечная цель – использование морских организмов и их сообществ в борьбе с загрязнением: а) биомониторинг, б) очистка загрязненных морских вод, в) санация (оздоровление) прибрежных акваторий. Продолжались широкомасштабные работы по изучению численности, закономерности распространения и биохимическим особенностям нефтеокисляющих микроорганизмов, охватившие обширные районы Мирового океана, что явилось новым направлением в морской и океанической микробиологии [10]. Большой объем экспериментальных работ был проведен по оценке активности выделенных культур нефтеокисляющих бактерий различных морей и океанов. Для изучения этого процесса в Черном море В.А. Водяницким были выделены средства на строительство специального плавучего стенда.

Полученные материалы позволили рассчитать потенциальную возможность бактериального окисления нефтепродуктов у побережья Черного моря (по 100 м изобате) от устья Дуная до порта Батуми (2 тыс. г в год). Последующие работы в этом направлении легли в основу Международного проекта по биоиндикации нефтяного загрязнения [11]. Наряду с нефтеокисляющими бактериями была изучена группа фенолоокисляющих микроорганизмов [1], а в последние годы активно началось изучение морских микромицетов. Многолетнее изучение в Черном море численности, видового состава и трофической структуры бентосных организмов с одновременным химическим составом грунтов, на которых они обитали, позволили установить пять уровней деградации биоты от степени загрязнения донных осадков. Полученные данные являются не только отправным пунктом для дальнейшего биомониторинга Крымского и Кавказского побережья, но дают материалы для прогнозирования изменения биоты в Черном море в случае дальнейшего усиления или ослабления антропогенного

воздействия. Усилились работы по изучению тех организмов, которые могут быть перспективными для использования в гидробиологических системах очистки морской воды и оздоровления прибрежных акваторий (например, моллюски-фильтраторы мидии) [6,8,12].

Прошло четверть века. Работы отдела получили известность у нас в стране и за рубежом, опубликованы сотни статей и свыше десятка монографий. Создана школа морских санитарных гидробиологов — только в стенах отдела подготовлены и защищены 2 докторские и 15 кандидатских диссертаций. И сейчас, оглядываясь назад, еще больше понимаешь ту помощь и поддержку, которую оказал В.А. Водяницкий в становлении нового направления в морской гидробиологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ермолаев К.К., Миронов О.Г.* Роль фенолразрушающих микроорганизмов в процессе деструкции фенола в Черном море // Микробиол.— 1975.— 44, вып.5.— С.928-932.
2. *Миронов О.Г.* Нефтеокисляющие микроорганизмы в море.— Киев: Наук. думка, 1971.— 233 с.
3. *Миронов О.Г.* Нефтяное загрязнение и жизнь моря.— Киев: Наук. думка, 1971.— 233 с.
4. *Миронов О.Г.* К вопросу о роли нефтеокисляющих микроорганизмов в самоочищении и индикации нефтяного загрязнения // Океанология.— 1970.— N 5.— С.10.
5. *Миронов О.Г.* Мидии как элемент гидробиологической очистки загрязненных морских вод // Водные ресурсы.— 1988.— N 5.— С.104-111.
6. *Миронов О.Г.* Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение.— М.: Пищевая пром-сть, 1972.— 105 с.
7. *Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.* Преобразование парафиновых углеводов в желудке и мантийной жидкости мидий // Биол.науки.— 1989. N1.— С.71-75.
8. *Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.* Углеводы в морских организмах // Гидробиол. журнал.— 1976.— 12, N 6.— С.5-15.

9. *Mironov O.G.* Distribution of hydrocarbon-oxidizing micro-organisms in some seas // Atti 5 Colloq. Int. Ocean. Med., Messina, 1973.— P.315-324.

10. *Mironov O.G.* Microorganisms growing in oil and oil products in western and central regions of the Mediterranean Sea // Rev.Intern. Oceanogr. Med.— 1920.— 27.— P.81-85.

11. *Mironov O.G.* Oil pollution impact on marine communities and a problem of sea water quality improvement // Acta Hydrochim. Hydrobiol.— 1988.— 16, N 3.— P.269-280.

12. *Mironov O.G.* Scientific basis for oil pollution biological monitoring in the Mediterranean Sea // IV Journ. Etud. Pollution.— Antalya, CIESM.— 1978.— P.91-92.

V.A. Vodyanitsky and marine sanitary hydrobiology.  
O.G. Mironov

It IBSS marine sanitary hydrobiology dates from 1964 when the first laboratory of such orientation has been established. It was the time when Professor V.A. Vodyanitsky, a corresponding member of Ukrainian Academy of Sciences, headed the institute. Owing to his competence and support this trend of research was given close attention and yielded good results. Along with making a brief survey of the progress achieved, the author recalls how the first steps in promoting sanitary biology studies were taken and what role V.A. Vodyanitsky played in this.