

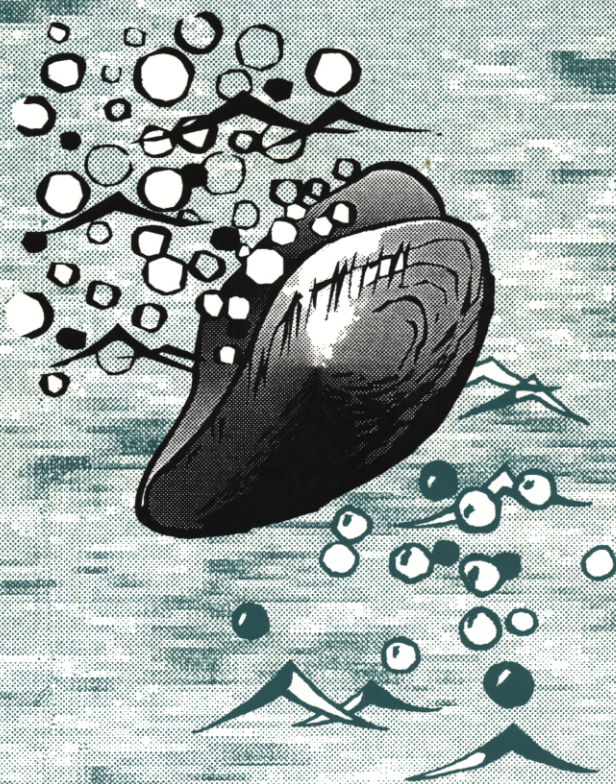
1871



О.Г. МИРОНОВ, О.А. СТЕПАНОВА,
Л.А. ГУБАСАРЯН, Е.В. ГУСЕВА,
О.В. ВОСКРЕСЕНСКАЯ, Т.В. КРАКОВА

МИКРОМИР

В МОРСКИХ САНИТАРНО- БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



СЕВАСТОПОЛЬ

1871



ИБСС
ИнБЮМ

О.Г. МИРОНОВ, О.А. СТЕПАНОВА,
Л.А. ГУБАСАРЯН, Е.В. ГУСЕВА,
О.В. ВОСКРЕСЕНСКАЯ, Т.В. КРАКОВА

МИКРОМИР

В МОРСКИХ САНИТАРНО- БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Под общей редакцией
доктора биологических наук профессора
О.Г. МИРОНОВА

Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

№ 41226

МАНУСКРИПТ
Национальной Академии Наук Украины
Севастополь
1995 год

Рецензент:

*Академик Национальной
Академии Наук Украины
В.И.БЕЛЯЕВ*

В монографии излагаются материалы изучения микромира в морских санитарно-биологических исследованиях - вирусов и фагов, бактерий, низших грибов, мейобентоса. Реакция мидий (по гистологическим показателям) на воздействие нефтяной интоксикации.

Книга рассчитана на гидробиологов, микробиологов, океанологов, специалистов в области охраны морской среды от загрязнения.

The monography provides materials on marine sanitary-biological investigations of microenvironment: viruses and phages, bacteria, fungi, meiobenthos, mussel response (hystological data) to an oil in toxication exposure.

The treatise is assigned for hydrobiologists, microbiologists, oceanologists, specialists in field of anti-pollution marine environment protection.

© Издательство "МАНУСКРИПТ", 1995 г.

© О.Г.Миронов, О.А.Степанова,
Л.А.Губасарян и др.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Осенью 1994 года исполняется 30 лет начала систематических морских санитарно-биологических исследований в Институте Биологии Южных морей Национальной Академии Украины и создание первой в СССР одноименной лаборатории, которая затем переросла в отдел. Выбранное и сформулированное направление исследований "Взаимодействие морских организмов и их сообществ с загрязнением как части общеприродного процесса трансформации вещества и передачи энергии в океане" плодотворно развивалось коллективом отдела. При этом решались как фундаментальные, так и прикладные вопросы. Была создана школа морских санитарных гидробиологов, которые работали в различных учреждениях, а теперь разных государствах, подготовлены и защищены 2 докторские и 15 кандидатских диссертаций. Курс на проведение целенаправленных фундаментальных исследований с обязательной конечной практической целью - внедрением результатов, позволил коллективу отдела выстоять в трудное время крушения единого государства и начала перехода в рыночную экономику. Примером этого является настоящая монография, которая выпускается на деньги, заработанные коллективом отдела морской санитарной гидробиологии.

В отличие от предшествующих монографий с обобщенными полученными ранее данными, в настоящем издании даются результаты новых направлений, которые составят основу тематики на ближайшие годы. В этой связи список литературы, приведенный в конце книги, разделен для удобства на две части. В первой дается основная цитированная литература по всем разделам монографии, во второй части - включенная в обзор по морским вирусам.

1. 30 ЛЕТ МОРСКИХ САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Попадающие в морскую среду отходы вступают в сложные взаимодействия с морской биотой. С одной стороны, загрязнения отрицательно влияют на морские организмы и их сообщества, а с другой - гидробионты участвуют в их преобразовании, разрушении до простых соединений, включая последние в общий круговорот вещества и передачи энергии в Мировом океане.

Исходя из этого, было выбрано и сформулировано направление исследований отдела морской санитарной гидробиологии: "Изучение взаимодействия морских организмов и их сообществ с загрязнениями как части общеприродного процесса трансформации вещества и передачи энергии в морской среде".

Основная цель состояла в познании роли морской биоты в индикации и трансформации загрязнений и на этой основе - разработке методов и приемов использования морских организмов и их сообществ в борьбе с загрязнением. Последнее привело к конкретному практическому выходу - разработке гидробиологических систем очистки загрязненных морских вод и санации (оздоровления) акваторий, а также биомониторингу, биоиндикации и биотестированию загрязнений.

Поскольку одним из основных токсикантов, загрязняющих морскую среду, является нефть и нефтепродукты, особое внимание было направлено на изучение этих соединений.

В географическом плане исследования проводились в морях Средиземноморского бассейна (наиболее подробно Черное море), а также в некоторых районах Тихого, Индийского и Атлантического океанов, т.е. в умеренных, тропических и полярных широтах.

С 1964 года впервые 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 [17, 18, 40].

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. Концентрация 0,001 мл/л вызывает ускорение гибели подопытных организмов зоопланктона 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 мл/л. 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.

Морские организмы на ранних стадиях развития высоко чувствительны к нефтяному загрязнению. Личинки бентосных ракообразных погибают в морской воде, содержащей нефть в концентрации на 2-3 порядка ниже той, которую выдерживают взрослые формы. Особо восприимчива к нефти развивающаяся икра рыб. При концентрации нефти 0,00001 мл/л количество уродливых личинок, выходящих из развивающейся икры камбалы, увеличивается в несколько раз по сравнению с контролем.

Нефть оказывает поражающее действие на морские организмы при кратковременном воздействии (минуты, часы), приводя к гибели гидробионтов уже после дальнейшего пребывания их в чистой морской воде.

Полученные данные позволили установить уровни токсичности нефти и нефтепродуктов, выявить наиболее чувствительные виды к нефтяному загрязнению и определить восприимчивость к нефти гидробионтов на различных стадиях развития.

Со временем нефть мигрирует на дно и накапливается в донных осадках. Проведенные многолетние исследования на Черном море позволили установить уровни загрязнения грунтов углеводородами в прибрежной части (до 100 м изобаты) [23].

Под влиянием загрязнения донных осадков происходит изменение в структуре морских сообществ (табл.1).

Все показатели состояния бентоса постепенно изменяются в сторону ухудшения от I к V уровню: уменьшается количество видов, снижается индекс Шеннона. При III уровне загрязнения резко изменяется трофическая структура [13, 24].

Под действием нефти и нефтепродуктов изменяется биохимический состав гидробионтов. В условиях хронического нефтяного загрязнения наблюдается повышенное содержание некоторых липидных фракций

(триглицеридов и холестерина) [12]. Прямые наблюдения, проведенные с целью определения влияния нефти на количество липидов у *Mytilus galloprovincialis* показали, что в загрязненной акватории жирность мидий выше на 20-40% [26].

Помимо физиолого-биохимических нарушений нефть приводит к патоморфологическим изменениям в организмах [18].

Таблица 1.

Показатели состояния макрозообентоса при различных уровнях хлороформэкстрагируемых веществ (ХЭВ), $M \pm m$

Уровни загрязнения	Х Э В, г/100г	Количество видов	Индекс Шеннона	Биомасса, г/м ²	Трофическая структура, % биомассы		
					сестонофаги	депонитофаги	плотоядные
I	0,05	76	$1,7 \pm 0,2$	$211,9 \pm 100,2$	92,8	0,1	7,1
II	0,05-0,09	64	$1,7 \pm 0,2$	$47,1 \pm 16,2$	88,0	0,6	11,4
III	0,10-0,49	58	$1,1 \pm 0,2$	$65,1 \pm 31,7$	54,0	0,7	45,4
IV	0,50-0,99	26	$0,7 \pm 0,1$	$18,1 \pm 17,3$	1,3	9,9	88,8
V	1,0-3,0	15	$0,6 \pm 0,1$	$16,7 \pm 12,5$	0,7	2,8	96,5

Хотя нефтяное загрязнение морей и океанов насчитывает не одно десятилетие, уровни содержания нефтяных углеводородов в морской биоте, в основном, давались для районов аварийных нефтяных разливов. Поэтому важным направлением исследований явилось изучение углеводородного состава морских организмов и процессов накопления и выведения нефтяных углеводородов. Этому предшествовали методические изыскания по различию углеводородов нефтяного и биогенного происхождения [27].

В табл. 2 представлены данные о составе углеводородной фракции, выделенной из мидий в бухтах разной степени загрязнения. Последующие работы по изучению углеводородного состава морских организмов из различных районов Мирового океана могут послужить точкой отсчета для слежения за динамикой величин нефтяного

Таблица 2.

**Состав углеводородной фракции мидий
(мг/100 г сырой массы) бухт разной степени
загрязнения / А - условно чистая бухта; Б - грязная/**

Месяц	Бухта	Сумма угле- водородов	Углеводороды		
			метано- нафthenовые	аромати- ческие	гетеро- атомные соединения
Декабрь	А	19,7	11,7	6,9	1,1
	Б	200,4	138,8	50,8	10,8
Январь	А	26,9	18,6	6,9	1,4
	Б	228,2	174,8	47,4	6,0
Февраль	А	23,2	14,0	7,6	1,6
	Б	177,6	104,8	69,9	2,9
Март	А	71,3	53,8	14,5	3,0
	Б	-	-	-	-
Апрель	А	59,8	42,6	13,3	3,9
	Б	103,6	62,8	37,9	2,9
Май	А	35,7	24,0	9,7	2,0
	Б	70,1	59,8	8,6	1,7
Июнь	А	37,7	23,9	10,2	3,6
	Б	-	-	-	-
Июль	А	57,4	33,3	19,9	4,2
	Б	100,7	69,5	28,0	3,2

Таблица 3.

**Содержание аренов в пробах мидий и барабули собранных
в районе Карадага, мкг/100г сырой массы**

А р е н ы	М и д и и	Б а р а б у л я
Октилбензол	8624,0	-
Тридецилбензол	-	83,2
Тетрадецилбензол	1374,4	-
Пентадецилбензол	764,8	-
Гексадецилбензол	-	76,8
Гептадецилбензол	800,0	-
Нафталин	4,5	-
1,8-диметилнафталин	2026,4	-
Аценафтен	-	108,4
Антрацен	246,4	19,2
Хризен	3680,0	-
Перилен	304,0	-
Флюорантен	1600,0	-

Примечание: "-" - не обнаружены

загрязнения в гидробионтах [27, 35, 36].

Накопленные нефтяные углеводороды одними организмами, например, мидиями, могут передаваться по пищевой цепи другим гидробионтам (крабам) [28]. Кроме того возможен перенос нефти в результате суточных миграций планктеров. Такой путь имеет место при накоплении нефти зоопланктоном [1].

Из нефтяных углеводородов значительный интерес представляют ароматические соединения, накопленные гидробионтами, что может представлять прямую угрозу здоровью человека. В условиях Черного моря ароматические углеводороды отмечены в ряде промысловых организмов не только в загрязненных акваториях, но и в заповедных регионах, например, Карадага (табл.3).

Поражающее действие нефти и нефтепродуктов рассматривалось, начиная с микроскопических водорослей. Однако нефть токсична и для более низкоорганизованных организмов - бактерий. В частности, хорошо известно антисептическое действие ряда углеводородов на патогенные микроорганизмы, а также на некоторые группы морских бактерий. С другой стороны, многочисленные виды микроорганизмов способны использовать нефть и нефтепродукты в качестве единственного источника углерода и энергии. С изучения этих бактерий начались в отделе исследования по выяснению роли морских организмов в процессе самоочищения. Широкомасштабные работы по изучению численности видового состава и биохимических особенностей нефтеокисляющих микроорганизмов явилось новым направлением в морской и океанической микробиологии [15, 16, 38, 39].

Проведенные работы, охватывающие значительные районы Мирового океана и наиболее подробно Черное море (рис. 1, 2) показали, что основное количество выделенных культур этой группы бактерий относилось к родам *Bacterium*, *Pseudobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*. Для отбора проб был сконструирован специальный прибор, позволяющий стерильно отбирать морскую воду на ходу судна и разработана методика первичной обработки проб. 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 литр морской воды. Это дает основание рассматривать нефтеокисляющие бактерии как индикаторы нефтяного загрязнения. Существенное влияние на распределение морских нефтеокисляющих микроорганизмов оказывают океанские течения. Нами была отмечена барьерная роль южно-экваториального течения восточной части Индийского океана в распространении микроорганизмов, растущих на нефти.

Большинство бактерий, потребляющих углеводороды нефти, способно развиваться и на других источниках углерода. Можно полагать в связи с этим, 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 углеводородокисляющих 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 органическими веществами, например, хозяйственно-бытовыми сточными водами.

На основании определения численности бактерий была рассчитана потенциальная возможность бактериального окисления в прибрежной акватории (до глубины 100 м) Черного моря, которая для района от устья Дуная до порта Батуми составила 2 тыс. тонн в год [16].

Результаты работ по влиянию загрязнений на морские организмы и их роли в процессе самоочищения явились научной базой для целенаправленного использования морских организмов с целью очистки загрязненных морских вод и санации прибрежных акваторий [19-22, 41]. Работы отдела получили известность за рубежом. Помимо участия в международных конференциях проводилась большая научно-организационная работа.

На нас была возложена координация научных исследований в СССР по международной программе СИСМ (Совместное Изучение Средиземного моря) и представление интересов нашей страны в этой организации. В рамках СИСМ была разработана и предложена программа по биоиндикации нефтяного загрязнения в морях Средиземноморского бассейна, которая была принята в качестве официального проекта Советского Союза.

На протяжении ряда лет в рамках государственного двустороннего сотрудничества с США проводились совместные работы по изучению влияния загрязнений на морские организмы. На той же основе осуществлялись многолетние работы с Болгарией, как в реализации нашего проекта в рамках СИСМ, так и по изучению биологических аспектов нефтяного загрязнения в Черном море.

Работы отдела морской санитарной гидробиологии по изучению влияния нефтяного загрязнения на морские организмы и их роли в процессах самоочищения моря от нефтяных углеводородов внесли определенный вклад в решение этой проблемы, о чем свидетельствовало приглашение для участия в работе международной группы экспертов по научным аспектам морского загрязнения (GESAMP).

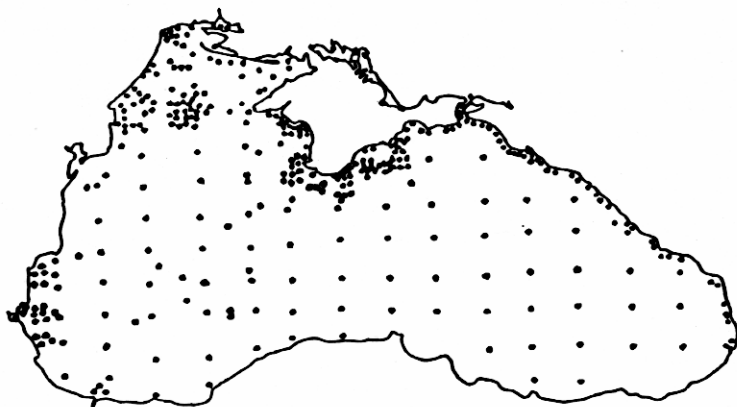


Рис.1 Станции отбора проб морской воды в Черном море



Рис.2 Станции отбора проб морской воды в Мировом океане

В рамках Украины мы входили в международную программу "ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА" по линии стран СЭВ. При этом был сформулирован и возглавлен субпроект 5 А "Влияние гидротехнических сооружений на морские экосистемы", в решении которого принимали участие Польша, Германия, Румыния и Болгария.

Таким образом, фундаментальные разработки легли в основу решения практических задач по охране морской среды от загрязнения.

Однако, если общее стратегическое направление "Взаимодействие" остается неизменным, то отдельные вопросы, которые входят в общее направление, могут изменяться в той или иной степени. Это и понятно, т.к. получение новых научных данных вносит те или иные коррективы в дальнейшее развитие работ, а они, в свою очередь, зависят от материально-технических и других возможностей, что особенно актуально в настоящее время. Рассмотрим, исходя из этого, как мы представляем себе развитие морских санитарно-биологических исследований на ближайшие годы четвертого десятилетия. Во-первых, можно ожидать значительного сокращения географии научных исследований. Если в первые 25 лет район работ охватывал основные районы Мирового океана и детальное изучение Черного моря, то за последние годы - только прибрежную зону Крымского полуострова. Такая тенденция сохранится и в ближайшие годы. Однако здесь возможно возобновление на новой основе исследований в северных морях, что ранее проводилось по государственным программам "ГИЗМ" и "СРЕДА" (изучение процессов трансформации нефтяного загрязнения в водах Аральского, Каспийского, Черного и Баренцева морей). Новым районом работ должно стать Азовское море, где предполагается проведение широкого спектра санитарно-биологических исследований.

В соответствии с сужением географии исследований претерпевают изменения биомониторинговые наблюдения. Они будут опираться на детальное слежение за изменением экологической обстановки отдельных бухт и их участков. При таком подходе работы последних лет позволили выявить интересную мелкомасштабную пятнистость нефтяного загрязнения донных осадков. Анализ этого явления показывает, что в бухтах, по всей видимости, благодаря течениям, загрязнения относятся от источников сброса и концентрируются в районах, где прямые источники загрязнения "не наблюдаются". Это ставит новые задачи, по сравнению с работами предшествующих десятилетий, в области биоиндикации и биотестирования. При этом многолетний опыт работ подтвердил, что для мониторинговых исследований по оценке экологического состояния акватории, в основном, должны исследоваться донные осадки и населяющие их сообщества. Анализ морской воды может служить только для оперативного контроля и бывает необходим в аварийных или других случаях залпового сброса загрязнений.

Определенные усилия будут направлены на разработку химических методов дифференциальной диагностики автохтонного и аллохтонного органического вещества, конкретно - компонентов липидно-углеводородного характера, в частности, ароматических углеводов и жирных кислот.

Произойдет изменение в микробиологической составляющей санитарно-биологических исследований. За счет сокращения традиционных микробиологических работ предполагается усилить исследования по анаэробной составляющей микрофлоры, морским низшим грибам и начинать изучение более мелких (чем бактерии) представителей планктона, относящихся, в частности, к вирусам и фагам (автохтонная составляющая их в морской среде).

Дальнейшее развитие получают работы по изучению роли макрозообентоса, включая мейобентос, в трансформации нефтяного загрязнения.

Токсикологические исследования будут ограничены теми группами гидробионтов, которые используются в биоиндикации, биотестировании и системах гидробиологической очистки. Наряду с применяемыми ранее физиолого-биохимическими подходами предполагается развивать гистологические исследования.

Научные заделы в этих направлениях и составляют основу настоящей монографии.

2. МОРСКИЕ МИКРОФОРМЫ КАК ОБЪЕКТ САНИТАРНО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Некоторые вопросы методики

Совершенствование микробиологической техники исследований шло по мере прогресса науки в других областях знаний, в частности, физики и химии. В основном это касалось улучшения оптических характеристик приборов, совершенствования синтетических сред, автоматизации трудоемких процессов, включая ЭВМ, и т.д. Появилась возможность более ранней и объективной оценки начала роста микроорганизмов, зависимость этого процесса от первичной бактериальной обсемененности материала, оценки продолжительности фаз роста и др. В ранее проводимых работах рост аэробных гетеротрофных бактерий определяли методом предельных разведений (1:10; 1:100; 1:1000 мл и т.д.) в пробирках по наличию мутности той или иной интенсивности (визуально). В настоящее время для этой цели был использован автоматический анализатор "Биоскрин-С" с программой BIORTN. Турбидометрический способ Биоскрина позволяет за более короткое время инкубации получить информацию (уже во время инкубации) в виде кривых роста. Предварительные работы на нем с гетеротрофными бактериями показали хорошее совпадение результатов, что видно из табл. 4 (повторность каждого разведения составляла 5 ячеек).

Графическое построение прибором показано на рис. 3. Здесь также видно четкое начало видимого роста и его зависимость от первоначальной концентрации бактерий. На графике приведены данные по 5 разведениям, начало роста которых обнаруживалось в первые 33 часа.

Таблица 4.

Характеристика роста чистой культуры гетеротрофных бактерий

№ разведения	Начало роста, часы	Максимальная абсорбция, часы
1	2-3	33
2	6-7	40
3	18	46
4	22	47
5	30-38	53
6	40	60
7	41	88
8	52,5	
9	72	
10	-	

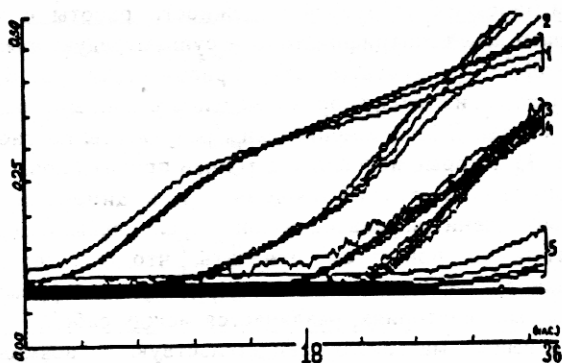


Рис.3. Рост гетеротрофных бактерий в различных разведениях 1-1:10, 2-1:100, 3-1:1 000, 4-1:10 000, 5-1:100 000

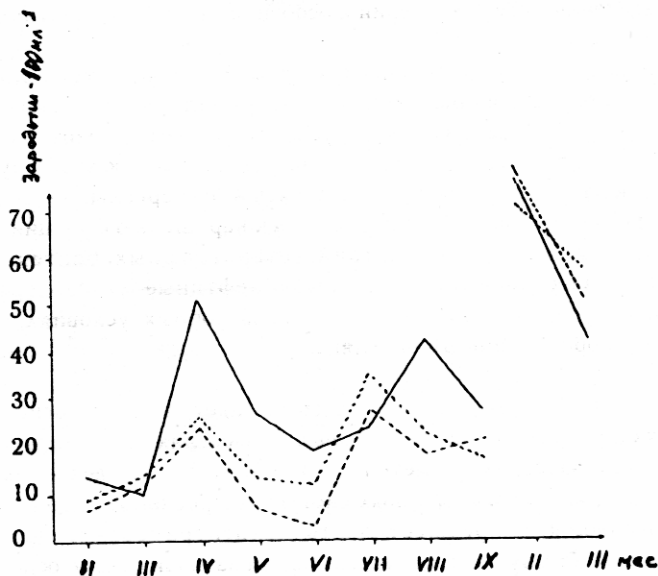


Рис.4 Численность проростков в морской воде

Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

№ 41226 17

Биоскрин-С позволяет работать и с некоторыми анаэробными бактериями. Предшествующие методические разработки параллельно с использованием Биоскрина показали надежность работы с такими группами бактерий, как денитрификаторы и сульфатредукторы. Ниже приводятся некоторые результаты этих работ (табл. 5, 6), где использовались пробы из лабораторных моделей с донными осадками Севастопольской бухты. Для сравнения даны результаты по тионовым бактериям (табл. 7), которые изучались в тех же пробах илов.

Хорошая сопоставимость наблюдалась и в динамике роста сульфатредукторов и денитрификаторов при параллельных посевах из одной пробы. Интересно при этом отметить, что характер кривых роста данных физиологических групп бактерий, культивируемых из проб, взятых в разных акваториях, различается между собой.

Приведенные выше материалы свидетельствуют о возможности получения сравнимых данных при использовании Биоскрина с ранее проводимыми работами, где применялся пробирочный метод. Наряду с этим появляется возможность более детально изучать особенности физиологии микроорганизмов, в частности, характер роста смешанных культур определенных групп бактерий и особенности роста в зависимости от района взятия проб.

Другим направлением методических разработок является поиск и выделение размерных форм, менее бактериопланктона, включая не клеточные частицы, например, вирусы, хотя размер некоторых из них может достигать 3 мкм. Интерес с нашей стороны к этой группе организмов заключается в том, что, внедряясь в бактериальную клетку, они приводят если не к прямой гибели ее, то к нарушению функции, что может сказаться на взаимодействии гетеротрофных бактерий с органическими загрязнениями, включая нефтяные углеводороды. Возможно и нарушение этих процессов в анаэробных условиях, где источником кислорода для нефтеокисляющих микроорганизмов являются сульфаты и нитраты.

Работа с данной формой живого вещества идет в двух основных направлениях: выделение на биологических моделях с последующей идентификацией различными методами и прямым определением с помощью оптических и электронных систем (микроскопов). Во втором случае этому должно предшествовать концентрирование частиц, например, на соответствующих фильтрах. Исходя из наших задач, основное направление исследований должно идти по второму пути.

Известно, что в микробиологии этот метод широко применяется как для изучения медицинских, так и биологических аспектов. При этом достигнуты определенные успехи в фильтрации планктонных форм из морской воды на уровне пико- и фемтопланктона (последний согласно квалификации Сибурта [43] включает частицы размером 2-0,1 мкм).

Таблица 5.

Сравнительная характеристика роста сульфатредукторов методом предельных разведений в пробирках и на Биоскрине

N посева	Биоскрин, разведения	Пробирки, разведения
	1 2 3 4	1 2 3 4
1	3 1 0 0	2 1 0 0
2	3 1 0 0	3 0 0 0
3	3 1 0 0	3 1 0 0
4	3 0 0 0	2 1 0 0
5	3 1 0 0	3 2 0 0
6	3 3 0 0	3 3 0 0
7	3 3 1 0	3 3 0 0
8	3 3 0 0	2 1 0 0

Таблица 6.

Сравнительная характеристика роста денитрификаторов методом предельных разведений (четыре десятикратных измерения) в пробирках и на Биоскрине

N посева	Биоскрин, разведения	Пробирки, разведения
	1 2 3 4	1 2 3 4
1	3 3 2 0	3 3 1 0
2	3 1 0 0	3 0 0 0
3	3 3 0 0	3 2 0 0
4	3 2 1 0	3 3 1 0
5	3 3 1 0	3 3 0 0
6	3 3 0 0	3 3 0 0
7	3 3 1 0	3 3 0 0
8	2 0 0 0	2 1 0 0

Таблица 7.

Сравнительная характеристика роста тионовых бактерий методом предельных разведений (четыре десятикратных измерения) в пробирках и на Биоскрине

N посева	Биоскрин, разведения	Пробирки, разведения
	1 2 3 4	1 2 3 4
1	3 3 3 3	3 3 3 2
2	3 3 2 0	3 3 2 0
3	3 3 3 3	3 3 3 3
4	3 3 1 0	3 3 0 0
5	3 3 3 1	3 3 3 2
6	3 3 3 3	3 3 3 3
7	3 3 3 0	3 3 3 1
8	3 3 3 0	3 3 2 0

2.2. Нефтеоокисляющие микромицеты в морской среде.

Первые работы по изучению роста на нефти и нефтепродуктах низших грибов, выделенных из морской воды в прибрежных водах Черного моря, были проведены нами в конце шестидесятих годов совместно с О.Я.Артемчук и М.И.Кучеренко [16].

Интересно при этом отметить, что впервые работы на Черном море по изучению микрофлоры были связаны с заболеванием и исчезновением морской травы *Zostera marina* [29]. Таким образом, толчком для изучения морских низших грибов послужили перестройки в естественных сообществах, вызванных как заболеванием, так и, в нашем случае, изучением процессов самоочищения, связанных с загрязнением морской среды. Наряду с нефтеоокисляющими бактериями низшим грибам, по всей видимости, принадлежит немалая роль в трансформации нефтяного загрязнения как составной части органического вещества в море. На роль грибов в круговороте веществ на Черном море, особенно в удержании органического вещества в окисленной зоне, указывала Морозова-Водяницкая [30]. Однако разрушению углеводородной составляющей органического вещества микромицетами, выделенными из Черного моря, практически не уделялось должного внимания, что видно из монографического обобщения Н.Я. Артемчук [2].

В то же время уровень современного нефтяного загрязнения, особенно портовых акваторий, требует самого пристального внимания к этой проблеме и для разработки гидробиологических методов борьбы с нефтяной угрозой морской среде [17, 22].

В этой связи для продолжения изучения низших грибов в акватории Севастополя были проведены отборы проб морской воды и донных осадков на содержание микромицетов. Исходя из цели работы, сезонный сбор материала проводился в районе нефтегазани, расположенной в глубине Севастопольской бухты. Отборы проб проводились ежемесячно с февраля по сентябрь 1991 г и в феврале-марте 1992 г. Всего было отобрано по 60 проб воды и грунта, 20 проб песка на границе заплеска и 20 проб почвы в 2-10 м от уреза воды. Всего было выделено 6250 колоний грибов. Из них в чистую культуру - 256 штаммов: вода - 66, донные осадки - 67, песок - 39, почва - 84. Из доставленных в лабораторию донных осадков и почв предварительно готовилась болтушка, которая высевалась на жидкую среду Чапека. Идентификация культур проводилась до рода. Результаты наблюдений представлены в табл.8

Наиболее частая встречаемость была у родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Первый также доминировал и в ранее выделенных пробах [16]. Процент встречаемости *Penicillium* достигал 100% в донных осадках и почве и был высок в морской воде и песке, соответственно 80 и 90%. Из грибов других родов 100%-ная высеваемость

Таблица 8.

Встречаемость грибов в различных биотопах нефтегавани, % от взятых проб субстрата

Р о д	вода	донные осадки	почва	песок
Mucor	20	40	50	20
Aspergillus	80	90	100	40
Cephalosporium	40	50	30	-
Gliocladium	10	10	10	10
Penicillium	80	100	100	90
Trichoderma	30	50	10	-
Fusarium	10	40	20	20
Chaetomium	10	10	-	-
Botrytis	10	-	-	10
Monilia	10	-	-	-
Cladosporium	60	20	60	40
Trichosporium	10	-	-	20
Stemphylium	10	-	10	10
Acremonium	-	-	20	-

Примечание: " - " - отсутствие данного рода

наблюдалась только у *Aspergillus* (почва). Наибольшее разнообразие родов наблюдается в морской воде (14). Далее идут донные осадки, почва - по 14 и песок - 9-10, т.е. резких колебаний не отмечено. С другой стороны, полученные данные могут свидетельствовать об определенном единстве грибного населения в данном районе в трех средах: берег - донные осадки - морская вода. Возможно, что несколько большее родовое разнообразие микромицетов в морской воде связано с переходом грибов в воду с берега и донных осадков. В данной работе мы не анализировали видовой состав микромицетов. Отметим только, что к роду *Aspergillus* было отнесено 11 видов, из которых наибольшее число (7) высевалось из почвы, а наименьшее (1) - из песка, в воде и донных осадках было 6 и 4 вида, соответственно.

Некоторые рода встречались только в одном биотопе: *Geotrichum* (донные осадки), *Monilia* (морская вода), *Acremonium* (почва).

Н.Я.Артемчук [2] отмечает трудности выявления сезонной зависимости между численностью грибов в морской среде. По-видимому, формальное отношение к сезонности (зима, весна, лето, осень) и даже данные по месяцам и более мелким отрезкам времени при относительно малых выборках, например, за один год действительно не дадут четкой картины. Обычные сезонные флуктуации естественных экологических факторов, например, температуры, солнечной радиации и т.д., наложение антропогенного воздействия, в частности, загрязнение, может значительно влиять на численность микромицетов. Поэтому каждое

исследование в данном направлении вносит определенный вклад в познание этой зависимости.

Результаты сезонных наблюдений за численностью проростков в морской воде показывают наличие трех пиков увеличения их численности (рис.4). Первый пик приходится на апрель, второй (двойной) - на середину и конец лета. При этом на станции, расположенной непосредственно у берега, он приходился на август, а на двух других, расположенных мористее - на июль. Следует отметить, что температура воды в эти месяцы была практически одинакова и составляла 26°C. Третий пик, наиболее высокий, приходился на зимние месяцы. Поскольку с ноября по январь пробы воды не отбирались, максимальные значения количества проростков определить не удалось. Было зафиксировано резкое снижение численности с февраля по март, однако и в марте по абсолютным величинам оно было примерно одинаково и даже выше, чем в апреле и в июле-августе. Интересна и следующая деталь, что январь-февраль 1991 и 1992 годов резко отличаются между собой по численности проростков. Это лишний раз подчеркивает наличие больших сезонных флюктуаций в различные годы.

Динамика численности проростков в донных осадках представлена на рис.5. Как и в морской воде, здесь тоже можно выделить три пика, которые в определенной степени совпадают по сезонам с тем, что наблюдалось в морской воде. Однако величины перепада абсолютной численности иные. Так, на станциях, расположенных мористее, практически смазан весенний пик. На станции, расположенной непосредственно у берега, зимний пик 1992 года практически совпадает как по величине, так и по динамике с зимним сезоном 1991 года.

Однако ход кривых отличается от такового морской воды. В частности, на станции, расположенной непосредственно у берега, не наблюдалось резкого падения численности с февраля по март.

Динамика выделения проростков в районе заплеска представлена на рис.6. Здесь также отмечен пик роста в летние месяцы. В то же время в районе, удаленном от берега на 10-15 м, в летний период отмечено уменьшение численности проростков. Возможно, что это связано с отсутствием влаги в почве.

Наряду с сезонным изучением микрофлоры акватории нефтегазани были проведены одномоментные съемки в других районах акватории Севастополя, в частности, в бухтах Камышовая и Балаклавская. Камышовая бухта расположена на расстоянии 3,5 миль от Севастопольской бухты и значительно меньше подвергается загрязнению. Балаклавская бухта находится на юго-восточной оконечности Крымского полуострова. В ноябре 1992 г были отобраны пробы также в Азовском море. Родовой состав грибной флоры, выделенной из перечисленных районов, представлен в табл. 9. Как видно из материалов таблицы, выделенные культуры микроми-

цетов отнесены к 13 родам, причем во всех биотопах встречались грибы, отнесенные к родам *Penicillium* и *Aspergillus*.

Проведенные в 1965 году работы Н.Я.Артемчук (2) в бухте Камышовой позволили ей выделить грибы, относящиеся более, чем к 20 родам. Как видно из таблицы, нами в этом районе были выделены грибы только 8 родов. Следует отметить, что наша съемка проводилась одномоментно в августе 1992 года. Что касается донных осадков Балаклавской бухты, то до настоящей работы микологических исследований здесь не проводилось. Результаты одномоментной съемки позволили выделить в этой акватории штаммы 7 родов. К пяти родам были отнесены культуры, выделенные из морской воды и донных осадков Азовского моря. Однако часть родов выделялась либо в воде, либо в донных осадках, поэтому в целом по Азовскому морю было выделено 7 родов.

Качественная характеристика активности роста культур на нефтепродуктах представлена в таблицах 10-13. Наиболее активно росли на соляре и мазуте (основные потенциальные источники нефтяного загрязнения в данном районе) роды *Aspergillus* и *Penicillium*. У этих родов наблюдалась и наиболее частая встречаемость (табл.8).

Из материалов таблиц 10-13 следует, что отдельные культуры других родов также обладали высокой активностью по росту на нефтепродуктах. Однако, благодаря более редкой встречаемости, их роль в процессах самоочищения от нефтепродуктов невелика.

Таблица 9.

Встречаемость микроицетов по результатам одной съемки в Камышовой, Балаклавской бухтах и Азовского моря

Род	Камышовая бухта			Балаклава	Азовское море	
	донные осадки	вода	Всего	донные осадки	донные осадки	вода
<i>Mucor</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Aspergillus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Botrytis</i>	+	-	+	-	-	+
<i>Cephalosporium</i>	+	+	+	-	-	-
<i>Monilia</i>	-	+	+	-	+	-
<i>Penicillium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Trichoderma</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Verticillium</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Alternaria</i>	-	+	+	-	-	+
<i>Cladosporium</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Phialophora</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Stemphylium</i>	-	-	-	+	-	-

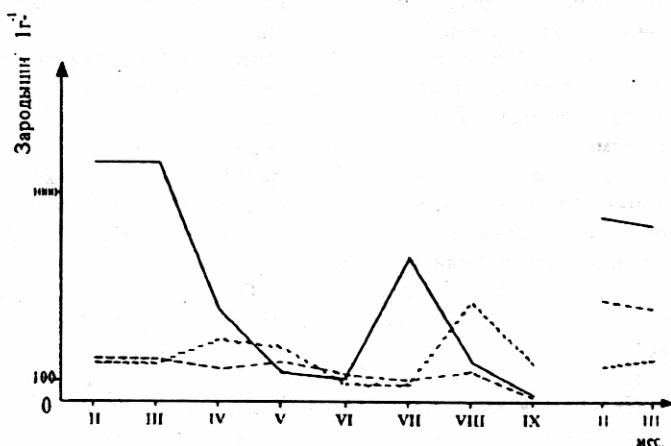


Рис.5 Численность проростков в донных осадках

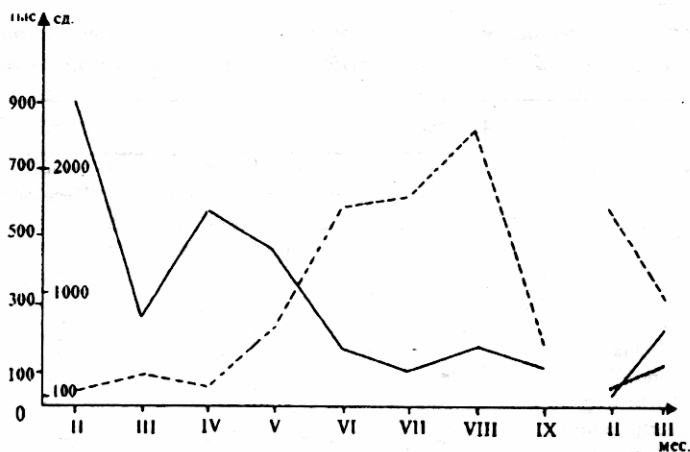


Рис.6 Численность проростков в почве

Таблица 10.

Рост грибов, выделенных из морской воды

/Здесь и в табл.11-13 : А - соля; Б - мазут/

Р о д	1 9 9 1 г о д				
	февраль А Б	март А Б	апрель А Б	май А Б	июнь А Б
Mucor					
Aspergillus			++ ++	+++	+++ ++
Botrytis				++ ++	
Cephalosporium				++ ++	
Gliocladium					
Monilia	++ +				
Penicillium	+++ +++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	
Trichoderma					
Verticillium					+
Alternaria					+ +
Cladosporium			++ ++	+++ ++	+ ++
Stachybotrys			+		
Stemphylium	+ +				
Fusarium					
Chaetomium		++ +			
Trichosporium					

Р о д	1 9 9 1 г о д			1 9 9 2 г о д
	июль А Б	август А Б	сентябрь А Б	февраль А Б
Mucor		+ +		+ ++
Aspergillus	+++ +++	++ +++	+++ +++	+++ +++
Botrytis				
Cephalosporium	- .		++ ++	
Gliocladium	+ +			
Monilia				
Penicillium	+++ +++	+++ ++	+++ ++	+ +
Trichoderma			++ ++	
Verticillium	++			
Alternaria	+ -	+++ ++	+++ ++	
Cladosporium	+ +	+++ ++	++ +	
Stachybotrys				
Stemphylium				
Fusarium		+ ++		
Chaetomium				
Trichosporium				

Таблица 11.

Рост грибов, выделенных из донных осадков.

Р о д	1 9 9 1 г о д				
	февраль А Б	март А Б	апрель А Б	май А Б	июнь А Б
Mucor	- -		+ +		
Aspergillus	++ ++	+++ +++	+++ +++	+ +	+++ +++
Cephalosporium					+ ++
Gliocladium					
Penicillium	++ ++	+++ +++	+++ +++	++ +++	+++ +++
Trichoderma	++ ++	+ ++	- -	+ +++	
Verticillium		++ ++			
Alternaria					
Cladosporium	+++ +++		+++ +++		
Stachybotris				+ +	
Fusarium		+++ +++	++ ++		+

Р о д	1 9 9 1 г о д			1 9 9 2 г о д	
	июль А Б	август А Б	сентябрь А Б	февраль А Б	
Mucor		+ +++		+ ++	
Aspergillus	+++ +++	+++ +++	++ ++		
Cephalosporium	+ ++	- -			
Gliocladium	+ +-				
Penicillium	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+++ +++	
Trichoderma	+ ++	+ +-			
Verticillium		++		+ ++	
Alternaria		+ +	- +-		
Cladosporium					
Stachybotris			+ +		
Fusarium	+				

Таблица 12.

Рост грибов, выделенных из песка в районе заплеска.

Р о д	1 9 9 1 г о д				
	февраль А Б	март А Б	апрель А Б	май А Б	июнь А Б
Mucor		+ ++		+ ++	+++ +++
Aspergillus			++ +++		+++ +++
Botrytis	+ -				

Gliocladium		++ +++	+++ +++	+ - +++ ++	+++ +++
Penicillium				+ ++	
Trichoderma			+ +		+ +
Verticillium					
Alternaria					
Cladosporium		++ ++			+ - ++
Stemphylium	++ +				
Fusarium		++ ++			

Р о д	1991 год		1992 год	
	июль		август	
	А Б	А Б	А Б	А Б
Mucor	++ +++	++ ++		
Aspergillus				
Botrytis				
Gliocladium				
Penicillium	+++ +++	+++ +++	++ +++	
Trichoderma	+ +			
Verticillium				
Alternaria				+ +
Cladosporium			+++ ++	
Stemphylium				
Fusarium				

Таблица 13.

Рост грибов, выделенных из почвы у уреза воды.

Р о д	1 9 9 1 г о д				
	февраль	март	апрель	май	июнь
	А Б	А Б	А Б	А Б	А Б
Mucor	+ +++	+ ++	+ ++		
Aspergillus	++ +++	+++ +++	++ ++	+++ ++	++ +++
Acremonium	+ +				
Cephalosporium					
Gliocladium					
Penicillium	+++ +++	+++ +++	+++ +++	++ ++	+++ +++
Verticillium					
Alternaria		+ +	+ +		
Cladosporium	++ ++		+ - +	++ ++	
Curvularia					

Таблица 13. Продолжение.

Р о д	1991 г о д			1992 г о д	
	июль А Б	август А Б	сентябрь А Б	январь А Б	февраль А Б
Mucor					
Aspergillus	++ ++	+ +	+++ +++		
Acremonium					
Cephalosporium					
Gliocladium			+ -		
Penicillium	++ ++	+++ +++	+++ +++		+++ +++
Verticillium					++ ++
Alternaria				+ +++	
Cladosporium	+ ++		+ +		
Curvularia			- -		
Helmintosporium				+ -	
Stachybotrys		- +			
Stemphylium					+ +
Fusarium		++ ++			

Количественный расчет полученных углеводов проводился путем расчета эталонной смеси. В 1 мг солярового масла содержится 0,587 мг нормальных и изо-строения углеводов.

Для получения ароматических соединений пробы разгоняли на силуфольных пластинках. Под ультра-фиолетовой лампой с использованием цветной реакции отмечались зоны моно-, би-, и три- ядерной ароматики. Затем они соскабливались, элюировались смесью гексана и эфира (1:1) и дальнейшее определение велось на МИЛЛИХРОМЕ при скорости протяжки ленты 300 мм/час и 30 мкл/мин. Всего было испытано 7 культур, из которых 4 были выделены из Балаклавской бухты (*Aspergillus* sp.), 2 - из Камышовой бухты (*Aspergillus* sp. и *Cephalosporium*), 1 - из Азовского моря (*Penicillium*). Экспозиция составляла 7 суток с момента внесения мицелия.

Известно, что в первую очередь при бактериальном окислении нефтепродуктов в море идет потребление парафинов. При этом наблюдается большое различие в активности культур. То же наблюдалось и в данном случае. В качестве примера приведем две хроматограммы, активнопотребляющей и слабопотребляющей культур (рис. 7, 8). Окисление парафинов в соляре (потеря массы по сравнению с контролем) происходило от 0 до 80-90% (три культуры из семи). Из мазута же было отмечено потребление парафинов всеми культурами грибов. При этом уменьшение по сравнению с контролем превышало 90%. Данный феномен трудно поддается объяснению, поэтому было проведено дальнейшее изучение материала методом газо-жидкостной хроматографии

Полученные результаты несколько проясняют картину. Так, в мазуте произошло практически полное поглощение изопрено-идных алканов (iC-13 - iC-21) и большинства нормальных парафинов. Из их диапазона (nC-14 и nC-27) остались алканы nC-15 - nC-18, а в культуре 12 К6 только nC-16 и nC-17. В соляре, наоборот, в большинстве случаев сохранились все первоначально определенные изо- и нормальные алканы (в ряде случаев происходило их количественное уменьшение). Исключение составляла культура N2 и N3, где из всего диапазона [nC-13-nC-23 и iC-15 - iC-20] остались нормальные алканы nC-13 - nC-18 и один изопреноидный -i18. Таким образом, можно судить, за счет каких индивидуальных алканов происходило наибольшее количественное изменение окисляемого субстрата. Однако причину в разнице потребления микромицетами парафиновой фракции, полученной после окисления мазута и соляра, пока определить трудно.

Наряду с ростом на традиционных источниках нефтяного загрязнения морской воды - дизельном и котельном топливе, о чем говорилось выше, некоторые культуры грибов давали рост и на бензоле, толуоле, пара- и мета-ксилоле (табл. 14). При этом многие культуры при своем росте на этих субстратах давали спороношение.

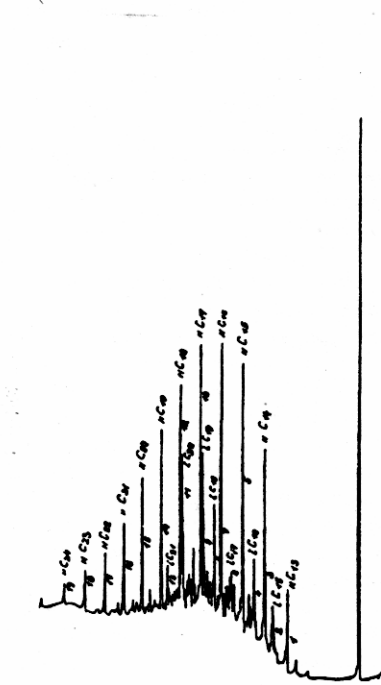
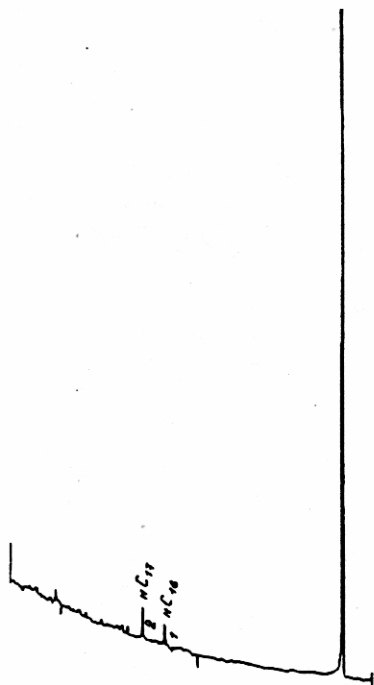


Рис.7 Активнопотребляющая культура

Рис.8 Слабопотребляющая культура

Таблица 14.

Качественная характеристика роста культур микромицетов

Субстрат	число культур	характеристика роста	
		очень хороший	хороший
Бензол	7	4	3
Толуол	8	5	3
Пара-ксилол	2	1	1
Мета-ксилол	5	1	4

Таблица 15.

Содержание ароматических соединений в мг на 1 мг исходной пробы топлива

Рост на соляре			Рост на мазуте	
№ культур	моно-ароматика	би-ароматика	моно-ароматика	би-ароматика
контроль	0,031	0,009	0,004	0,005
1	0,034	0,004	0,002	0,001
2	0,026	0,006	0,005	0,005
3	0,016	0,01	0,003	0,003
4	0,002	0,002	0,003	0,003
5	0,002	0,002	0,002	0,003
6	0,004	0,003	0,003	0,001
7	0,004	0,003	0,002	0,001

Значительный интерес представляет возможность утилизации микромицетами ароматических компонентов дизельного и котельного топлива. Ограниченное количество исходного материала не позволило получить четких данных по потреблению триароматических соединений. Изменение в моно- и би-ароматике показаны в табл.15.

Из данных таблицы видно, что в соляре по сравнению с мазутом наблюдалось значительное (в несколько раз) превышение исходного содержания моноароматики. Также отмечено различие в интенсивности потребления ароматических соединений различными культурами. В некоторых случаях, как например, культуры N1 и N3 для соляра и большинство культур на мазуте не потребляли моноароматику, а культура N7 уменьшила содержание этого соединения в 7 раз в соляре и 18 раз в мазуте. Примерно та же картина наблюдалась и с биароматическими соединениями. При этом, как и с моноароматикой, активность культур, растущих на соляре, была выше.

Таким образом, получены новые данные по потреблению нефтепродуктов микромицетами, выделенными из морской среды в прибрежных районах региона Севастополя и Азовского моря. Отмечено большое разнообразие в активности культур по потреблению нефтяных углеводов. Наиболее активные штаммы могут потреблять свыше 90% нормальных и изо-алканов.

2.3. Фильтрующиеся формы жизни в море (вирусы и фаги).

Предшествующие работы по исследованию бактериопланктона и бактериобентоса показывают необходимость более подробного изучения в санитарно-биологическом аспекте размерных форм, примыкающих как в ту, так и в другую размерную категорию - мейобентос и фемтопланктон (последний по классификации Сибурта). Изучение форм 0,2 мкм и менее позволит подойти в будущем к взаимодействию вирусов и фагов с бактериями, которые принимают участие в трансформации органических веществ, а именно, углеводов. Эта сторона в морском микромире практически не изучена, поскольку основные знания мы имеем по медицинской вирусологии, связанной непосредственно со здоровьем человека. В этой связи рассмотрим ретроспективно доступные литературные материалы по обнаружению в морской среде вирусов и фагов как отправной точки для последующего изучения в санитарно-биологическом аспекте данной размерной группы планктона.

Аллохтонные вирусы в море.

В моря и другие открытые водоемы со сточными водами заносятся различные вирусы, патогенные для человека и домашних животных. В сточных водах обнаружено до 100 видов вирусов человека [61] и, возможно, не меньшее количество вирусов животных и растений [72, 74, 88, 89]. Также в открытых водоемах обнаружены фаги (колифаги и др.), являющиеся индикаторами ряда кишечных бактерий, патогенных для человека и животных, и обитающих определенное время в водной среде [87].

На модели энтеро- и аденовирусов показано, что их содержание в водоемах составляет от 0 до 100%, а концентрация может достигать 620 инфекционных единиц в 1 л воды.

Вирусы могут распространяться в море в радиусе до 10 км от места их попадания [44]. Большинство из них способно длительное время выживать в воде, обладая сравнительно высокой устойчивостью к инактивирующим агентам естественной среды. Патогенные для человека энтеровирусы могут сохраняться в морской воде при 4-6° С до 130 дней [8].

Попадая в морскую воду, аллохтонные вирусы испытывают воздействие ряда физико-химических факторов - температура, соленость, солнечная радиация, наличие азота, ионов хлора, иода и др. Взаимодействие с суспендированным детритным материалом, водорослями и бактериями также имеет важное значение для выживания вирусов.

Путем эксперимента выяснили, что полная инактивация энтеровирусов в морской воде при температуре от 10 до 20° С происходит за

4-10 дней и за 5 недель в стерильной морской воде [3, 59, 61, 99 137]. Многие факторы способствуют выживанию вирусов. Так, морские моллюски - фильтраторы накапливают в своих тканях многие патогенные вирусы, что имеет немаловажное эпидемиологическое значение [8, 99].

Большинство кишечных вирусов, обнаруженных в морской среде, адсорбировано на взвешенных частицах, где вирус может сохранять инфекционность в течение 500 дней [34, 44, 159]. Было выявлено, что до 90% энтеровирусов, попавших в море, связывается с осадком уже через 10 мин [99]. Адсорбция энтеровирусов на взвешенных частицах, включая осаждение на панцире моллюсков и ракообразных, защищает их от разрушения [154, 162].

Из морской воды у берегов Греции, Италии, Франции, Испании, Великобритании, Германии, Новой Зеландии были выделены патогенные для человека, животных и растений вирусы [44, 79, 87, 89, 92, 99, 109, 134, 136, 155, 166, 187]. Так, в некоторых зонах купания у побережья Италии в 67% случаев были выявлены вирусы [17]. В морском осадке, взятом у побережья Барселоны на различном расстоянии от места впадения реки, несущей загрязненные стоками воды, энтеровирусы были обнаружены в 21 (55%) из 38 образцов. Пробы отбирали на расстоянии до 5 км от места впадения реки на глубине до 82 м [24].

Несмотря на многочисленные исследования в области загрязнения вирусами окружающей среды, количество работ о влиянии вирусов на водную среду и ее обитателей, начиная от простейших, одноклеточных водорослей и кончая сложными в эволюционном отношении гидробионтами, весьма недостаточно [50, 61, 112, 137, 138].

В литературе описаны наблюдения за падением инфекционности вирусов полиомиелита, Коксаки и ЕСНО в присутствии культур двух видов морских водорослей *Dunaliella tertiolecta* и *Cylindrotheca fusiformis* [136, 137]. Авторы предполагают, что это явление обусловлено взаимодействием между электрическими зарядами на вирусном капсиде и на оболочках клеток водорослей.

Благодаря успехам в исследовании вирусов простейших, в последние годы стали уделять внимание простейшим, как возможным резервуарам вирусов млекопитающих. Выявлено, что взаимоотношения зависят от вида простейших и типа вируса. С помощью методов иммунофлуоресценции и клеточных культур было изучено 130 систем, созданных из 26 видов простейших и 5 типов вирусов. Была установлена пенетрация вирусов в простейшие в 25 системах.

Из дальнейших исследований выяснилось, что вирус Коксаки В-5 способен реплицироваться и персистировать в *Tetrahymena pyriformis* и *Giardialamblia* [50].

Таким образом, вирусы, попадающие в море в результате сброса сточных вод, так или иначе "приспосабливаются" к выживанию в морской среде на длительные сроки. Они адсорбируются на детрите, вместе с детритом оседают на дно или на панцири морских гидробионтов, задерживаются в тканях фильтрующих моллюсков и в жабрах рыб, а некоторые способны реплицироваться и персистировать в организме простейших. Аллохтонные вирусы способны адаптироваться к новым экологическим условиям и, очень может быть, что они смогут циркулировать среди морских гидробионтов. В этой связи кратко рассмотрим этот вопрос с медицинской точки зрения.

Описана вспышка гастроэнтерита, возникшая в ноябре 1983 г, связанная с вирусом Норволк и произошедшая в результате употребления в пищу моллюсков, отловленных в районе сброса неочищенных сточных вод в США [178]. Потребление моллюсков, загрязненных стоками, вызывало вспышки гепатита А и вирусного гастроэнтерита в США и других странах [58, 189]. Обсуждается роль моллюсков в распространении кишечных инфекций (вируса гепатита А и энтеровирусов) в Италии [177]. В Испании описан случай заболевания гепатитом поп-А и поп-В после употребления в пищу моллюсков, загрязненных сточными водами [51].

В Англии моллюски часто являются причиной инфекционных вирусных заболеваний (гепатит А, гастроэнтерит и др.) [14, 35, 155]. В 1988 г эпидемия гепатита А в Китае охватила 300 тысяч человек, которые употребляли в пищу сырые моллюски. Тяжесть заболевания была пропорциональна количеству съеденных моллюсков. Наличие вирусов гепатита А доказали следующими методами: присутствием его в культуре клеток, заражением мармозеток, РНК-ДНК гибридизацией, цепной полимеразной реакцией. Вирусы, выделенные из моллюсков и от людей, были идентичны [90, 174, 194].

При исследовании французскими учеными моллюсков, собираемых в течение года на 8 различных станциях в секторах пролива Ла-Манш, Атлантическом и Средиземноморском, весной и летом были выделены антигены вируса гепатита А, однако сезонные колебания были статистически недостоверны [43, 85].

При исследовании с помощью рибозоида морских животных из загрязненной стоками воды во Франции в 63% от общего количества животных пробы были позитивными на энтеровирусы и в 67% - на вирус гепатита А. Причем из морских животных больше всего были инфицированы моллюски [97].

В Японии в результате двухлетнего изучения распространения кишечных вирусных инфекций у детей и сравнения с контаминацией устриц со дна залива Микава, было сделано заключение, что контаминация кишечными вирусами устриц зависит от распространенности кишечных вирусных инфекций у местных жителей. В общей сложности за это время вирусы были выявлены в 9 (17%) из 54 устричных

пулов [165,195].

У побережья Румынии энтеровирусы были найдены в 12% случаев в пищеварительном тракте моллюсков (9,4% у *Anadonta gygnea* и 13,2% у *Dreysena polymorpha*) и в 8,4% случаев в жабрах рыб (*Rutilus rutilus*, *Perca fluviatilis*, *Silurus glanis*) [34]. Некоторые партии устриц и мидий на 18,1-40,5% заражены энтеровирусами [8]. В 202 из 610 (т.е. свыше 30%) исследованных образцов морской воды, загрязненной сточными водами, и в моллюсках обнаружены различные вирусы. Из них в 45% и 87%, соответственно, обнаружены энтеровирусы и реовирусы методом цитопатогенного действия в культуре клеток почек обезьян. В единичных образцах методом ELISA выявлены ротавирусы и вирус гепатита А [60].

Полученные данные по зараженности фильтрующих гидробионтов патогенными для человека вирусами были экспериментально подтверждены в ряде опытов, когда моллюсков заражали известными количествами вирусов в условиях, приближенных к природным, и затем исследовали их ткани различными методами. Так, при инфицировании мидий *Mytilus galloprovincialis* известным количеством лабораторного штамма вируса гепатита А и вируса полиомиелита тип I было выявлено, что оба вируса быстро накапливались в мидиях, и максимальная их концентрация определялась уже через 1,5 часа. Очистка продолжалась до 24 часов [52]. Через 24-48 часов наблюдается полное очищение от энтеровирусов у слабозараженных и через 72 часа - частичная деконтаминация у сильнозараженных устриц [22].

По данным опытов ученых из Великобритании болезнетворные для человека вирусы могут сохраняться в мидиях свыше 72 часов. При этом длительное пребывание в воде с низкой концентрацией вирусов вызывает более устойчивое загрязнение мидий, чем кратковременное пребывание в воде с высокой концентрацией [113].

Изучение накопления и персистенции вируса гепатита А в моллюске *Mytilus chilensis* проводилось в условиях его оптимальной фильтрующей активности: 12° С, содержание солей - 3%, питание дважды в день клетками 2x10 *Dunaliella*. При этом происходила 100-кратная концентрация вируса гепатита А из окружающей воды как в фильтрующей, так и пищеварительной (гепатопанкреас) системах. Вирус гепатита А просуществовал в моллюске в течение 7 дней, элиминация его из моллюска шла медленнее в сравнении с таковой полиовируса в аналогичном опыте. При прекращении питания моллюска (что приводило к сокращению фильтрационной активности) не отмечалось повышения концентрации вируса гепатита А и очищение от него происходило медленнее [19, 48].

В процессе экспериментов было выявлено, что на очистку восточных устриц от вируса полиомиелита типа-I и вируса гепатита А ока-

зывают влияние температура, концентрация солей и срок экспозиции (контакта с зараженной водой). Причем, устрицы быстрее очищаются от вируса полиомиелита, чем от вируса гепатита А. Очистка устриц от последнего протекала более эффективно при температуре 23 °С и концентрации соли 28 частей на 1000. Через 2, 3, и 5 дней количество вируса гепатита А в устрицах соответствовало 5,4%, 4%, и 1% от исходного. Данные показывают, в процессе очистки вирус полиомиелита типа-I активно элиминирует из устриц. В то время как для очистки устриц от вируса гепатита А требуется повышенная концентрация солей [165]. Моллюски могут накапливать энтеровирусы из зараженной морской воды в течение 48-72 часов. Выделяемость полиовируса на 1 г моллюска составляет соответственно 11,7; 26; 21,5; и 2 бляшкообразующие единицы для *Mya arenaria*, *Mercentaria mercenaria*, *Mytilus edulis* и *Crassostrea virginica* при титровании методом бляшек в клетках почек обезьян [19].

Таким образом, скорость инфицирования и выведения вирусов из моллюсков зависят от вида моллюска и вируса, а также от некоторых физико-химических факторов среды.

На основании способности двустворчатых моллюсков задерживать и накапливать в себе вирусные частицы, присутствующие в прибрежных водах, исследователи из Италии высказали идею об использовании моллюсков для быстрого выделения кишечных вирусов из морской воды в целях оценки ее санитарного состояния и постоянного контроля качества воды в курортных зонах [109].

Пораженность (загрязненность) моллюсков в разных местах их обитания различна, но процент определения контаминированных гидробионтов зависит от применяемого метода выделения и исследования вирусов [97, 156, 197].

Однако морская среда и ее обитатели способны не только накапливать и сохранять патогенные микроорганизмы аллохтонного происхождения. В литературе описаны наблюдения и разработки, свидетельствующие о фармакологических возможностях морских обитателей, направленных, в частности, против аллохтонных и автохтонных вирусов.

Так, японскими исследователями была выявлена антивирусная активность в отношении вирусов рыб грубых экстрактов фототрофных бактерий, а также микроорганизмов из окружающей рыб воды [76, 184, 191].

В работах болгарских ученых уделено особое внимание изучению экстрактов зеленой водоросли хлореллы, которые подавляют размножение ряда арбовирусов [9].

Американские специалисты путем ряда экспериментов обнаружили, что сульфопептиды цианобактерий (сине-зеленых водорослей) обладают активностью против вируса СПИДа [62].

Из экстракта морской губки *Xestospongia muta*, собранной на Богамских островах, получены бромированные полиацетиленовые ненасыщенные кислоты, которые в определенной концентрации ингибируют протеиназу вируса иммунодефицита человека. К сожалению, те же концентрации обладают и выраженным цитотоксическим действием, что по мнению авторов, вместе с отсутствием специфичности в отношении вирусного фермента, делает нецелесообразной дальнейшую работу с этими соединениями как агентами для противовирусной терапии [135].

В 1991 г было опубликовано изобретение, касающееся выделения из губки *Chondrilla nucula* галактозо-специфического лектина, вызывающего сильный цитопротективный эффект в отношении вирусинфицированных или неинфицированных лимфоцитов крови в клеточной культуре или в организме животного. Предполагается возможность использования этого лектина для терапии заболеваний, в основе которых лежит вызываемое вирусными патогенами разрушение лимфоцитов [123].

Учеными из Сибири было изучено влияние метилана-биогликана, выделенного из мидии *Crenomytilus grayanus*, на течение и исход экспериментальной гриппозной инфекции у мышей. Метилан - один из биогликанов, экстрагируемых у морских беспозвоночных, вызывал защитный эффект при подкожном, внутримышечном и интраназальном введении. Выживаемость инфицированных животных достигала 50-60%. Более эффективное действие метилан оказывал при профилактическом введении за сутки до инфицирования мышей. Авторы полагают, что эффект ингибирования репродукции вируса гриппа обусловлен белковым компонентом метилана, хотя и не исключают возможности положительного эффекта за счет синтеза интерферона при введении метилана [12].

Вирусные болезни морских организмов.

Млекопитающие.

Большое внимание уделяется вирусным болезням морских млекопитающих, как наиболее высокоразвитых организмов и важных в промышленном и экономическом аспектах объектов [32].

Так, с 1988 г ведется тщательное изучение двух родственных морбилливирусов, вызвавших эпизоотии среди тюленей, дельфинов и нерпы в водах европейского побережья и в Сибири на оз. Байкал [4, 5, 39, 63, 81, 95, 103, 133, 140]. Возникшее у этих животных заболевание по клинике, гистологии и другим параметрам напоминало вирусную чуму собак (плотоядных) и было названо вирусной чумой тюленей. Дальнейшие вирусологические и серологические исследования подтвердили родственную связь вируса чумы собак и вируса чумы тюленей [67, 76, 130]. А в 1991 году появилось сообщение о первом случае изоляции морбилливируса из легочной ткани

лежбищной морской свиньи *Phocoena phocoena*, имевшей поражения, подобные чуме тюленей [111].

В процессе изучения этиологии возникшей в 1988 г эпизоотии среди морских млекопитающих были высказаны предположения о роли в заболевании других вирусов, в частности герпесвирусов, парамиксовирусов и др. [39 53, 67, 130, 133, 176]. Однако в ходе дальнейшего расследования эти же ученые пришли к выводу, что выделенные из тканей погибших во время эпизоотии 1988 г герпес- и другие вирусы не были причиной заболеваний, приведшей к летальному исходу морских млекопитающих. Герпетический вирус встречается у ряда морских животных, но не вызывает гибели, а протекает в виде незначительного и кратковременного поражения слизистых оболочек (конъюнктивы, дыхательных путей) и с выработкой вируснейтрализующих антител [77].

Разразившаяся в 1988-89 гг эпизоотия среди тюленей побережья северной Европы вызвала гибель около 20 тысяч особей [63, 175]. Ученые предполагают, что источником эпидемической вспышки могут быть брошенные в море заболевшие собаки в Гренландии (на пути миграции тюленей в Северное и Балтийское моря), либо инфицированные хомячки, живущие в дюнах на побережье Дании и контактировавшие с тюленями на отмелях. Рассмотрено и возможное влияние загрязнения моря токсическими продуктами на чувствительность тюленей к инфекции [167].

Так или иначе, по всей видимости, с суши в море пришла ранее неизвестная для морских организмов инфекция, поразившая популяции тюленей, дельфинов, морских свиней. Не исключена возможность вовлечения в эпидпроцесс китов, морских львов, котиков и других млекопитающих [140]. Для предотвращения гибели чувствительных к инфекции животных ведутся работы по проведению вакцинации и по индукции защиты организма специальными препаратами [66, 131, 132, 182, 188].

При более детальном и углубленном изучении морбилливирусов, выделенных от тюленей в северо-западной Европе и Сибири, было установлено, что эпизоотии, имевшие место в Европе и Сибири в 1987-89 гг были вызваны двумя различными морбилливирусами, обозначенными, как вирус чумы тюленей-1 и вирус чумы тюленей-2. Молекулярные и иммунологические исследования показали, что вирус чумы тюленей-1 (европейский изолят) достаточно отличен от вируса чумы собак и, по-видимому, является эндозоотическим вирусом морских млекопитающих. А вирус чумы тюленей-2 (сибирский изолят) не отличим по антигенным и молекулярно-биологическим характеристикам от вируса чумы собак [18, 149, 183]. Таким образом, было установлено, что вирус чумы тюленей в Европе является новым членом морбилливирусов, и, очевидно, эпизоотии среди тюленей в Европе и Сибири не были связаны между собой [183].

При изучении методом полимеразной цепной реакции морбилливирусов, выделенных от погибших морских свиней, установили, что эти вирусы близки к вирусам чумы крупного рогатого скота и мелких жвачных [184].

За последние 5 лет в литературе встречаются работы, посвященные изучению калицивирусов, вирусов гриппа и др., выделенных от тюленей, дельфинов, китов, морских львов, сивучей, морских котиков и других млекопитающих [21, 100, 108, 126]. Весьма интересно сообщение об инфекции, подобной гепатиту В, у тихоокеанского белобочкого дельфина, жившего в морском аквариуме [25].

Болезни морских млекопитающих, вызванные вирусами, изучены весьма недостаточно и потому представляют особый интерес для исследований различного направления, цель которых не только выявить и определить эпидемиологию различных заболеваний, но и предупредить их дальнейшее распространение на другие чувствительные организмы. Ведь нет никакой гарантии того, что инфекция может из моря не выйти на сушу и наоборот. А в пользу такого предположения говорит факт сенситивности морских львов и наземных млекопитающих (свиней) к калицивирусу. Так, в экспериментах с заразным материалом от морского льва инфицировали целое стадо свиней, которые болели и гибли с типичной картиной калицивирусного поражения [21].

Рыбы.

Впервые вирус от рыб был изолирован от больной кефали в 1957 г, а 25 лет спустя было описано уже около 50 видов вирусов и вирусоподобных частиц, выделенных либо обнаруженны электронной микроскопией в тканях исследуемых особей.

Описанные вирусы относились к основным группам, известными и у теплокровных: герпес-, иридо-, рабдо- и реовирусы. Предполагалась также и принадлежность их к адено-, калици- и лейковирусам. Течение инфекции у рыб может протекать остро и подостро, заканчиваясь летальным исходом, либо проходя в мягкой и даже в инapparантной форме, что свойственно и для взаимодействия вирус-хозяин у теплокровных. Была высказана мысль, что вирусы рыб не могут вызывать заболевания у человека и других теплокровных [192]. Вирусы рыб весьма устойчивы во внешней среде. Они передаются как горизонтально, так и вертикально [13, 83]. В более позднее время к представителям вирусов, поражающих рыб, помимо вышеперечисленных, еще присоединяются бирна-, парамиксо- и пикорнавирусы [30, 55, 69, 73, 74, 104, 152, 160, 198].

В 1984-1985 гг у белого осетра обнаруживается аденовирусная инфекция, сопровождающаяся поражением слизистой оболочки пищеварительного тракта [68].

Исследователи путем экспериментов и опытов определили, что входными воротами ряда вирусных инфекций рыб являются внешние

ткани (кожа, жабры, плавники) и что способность вирусов размножаться в этих тканях отражает чувствительность рыбы к инфекциям [16, 42].

Для защиты молоди от некоторых вирусных инфекций проводят их иммунизацию путем добавления к воде, где пребывает молодь, специфической вакцины [98].

В 1993 г описан первый случай выделения вируса инфекционного панкреатического некроза (бирнавируса форели) штамма-299 у японского угря [78]. В Японии выходит много работ, посвященных герпесвирусам рыб [37, 38, 153, 173, 179]. Герпесвирусными инфекциями рыб занимаются в США [26, 191], Канаде [46], Франции [94] и других странах. Существует много информации по вопросам эпидемиологии, клиники, диагностики, биохимии и прочим аспектам в отношении рабдо-, иридо-, рео- и других бирнавирусов [6, 7, 33, 36, 40, 41, 45-47, 69, 71, 80, 82, 93, 94, 114, 119, 142, 164, 190].

Есть сведения, что рыбы могут быть источником возбудителей некоторых вирусных инфекций других позвоночных. Так, предполагают, что рыба *Girella nigricans* является резервуаром вируса везикулярной экзантемы свиней (калицивируса, вызывающего эпизоотии среди свиней и морских львов). По-видимому, рыбы являются также резервуаром вируса гепатита уток [13]. В свою очередь в фекалиях диких водоплавающих птиц (цапель, диких уток и др.), посещающих места разведения лососевых рыб, был обнаружен вирус инфекционного некроза поджелудочной железы в тех же титрах, что и от рыб [110]. Весьма интересен случившийся в природе и описанный факт поражения рыб тиланий вирусом лягушки [54].

В результате экспериментов была выявлена способность размножаться рабдовируса рыб в культуре теплокровных [91] и, наоборот, в клеточных линиях рыб поддерживать рост вирусов млекопитающих [128, 158]. Так, патентуется способ получения вакцины из вируса гриппа А, выращенной в культуре клеток рыб. Нужно отметить, что при первом пассаже степень и скорость цитопатогенного действия была пропорциональна дозе заражения [57].

Исследуя кровь некоторых рыб, Н.Н.Харитонов [10] определила антигемагглютинины к вирусу омской геморрагической лихорадки, относящемуся к арбовирусам.

В литературе есть сведения о том, что не только морские млекопитающие, но и рыбы имеют признаки гриппозной инфекции. Употребление же в пищу строганины (сырой замороженной рыбы) является, вероятно, путем проникновения вируса в организм человека [1, 2, 11, 15, 120, 157].

Если рассматривать проблему вирусных болезней рыб с точки зрения постоянных генетических изменений и образования эволюционно новых вирусов, а также в свете вышеизложенного предположения, то нельзя полностью исключить опасности вирусных инфекций для

теплокровных животных и для человека от рыб, как источников и резервуаров вирусных инфекций.

Креветки.

Наиболее распространенными болезнями креветок, наносящими серьезный экономический ущерб в Японии являются бакуловирусный некроз железы внутренней кишки, вибриоз и болезнь черной жабры [118]. Бакуловирус железы внутренней кишки в морской воде инактивируется через 7 дней при 25 С, через 12 дней при 20 С и через 20 дней при 15 С [117].

За последние годы в литературе описаны заболевания креветок, вызванные рабдо-, бакуло-, парво-, рео- и пикорнавирусами [23, 101, 102, 107, 124, 169].

Моллюски.

Обзор вирусных инфекций моллюсков наиболее полно представлен [96, 156]. Вирусы морских моллюсков объединены в следующие семейства: педо-, папова-, герпето-, тога-, ретро-, иридо-, парамиксо- и реовирида. Некоторые вирусы моллюсков морфологически похожи на онкогенные вирусы теплокровных. Диапазон инфекционности этих вирусов еще не определен и, в частности, еще не известно, способны ли они вызывать болезнь у теплокровных, включая и человека.

Однако похоже, что между инфекциями моллюсков и рыб существует параллель, в частности, это касается реовирусной инфекции моллюсков и инфекционного панкреатического некроза рыб. На Тайване, где разводят аквакультуру двустворчатого моллюска *Meretrix lusoria*, при заболевании жабер из последних был выделен вирус. Последующие серологические и биохимические исследования показали, что все изоляты вируса из *Meretrix lusoria* подобны вирусу инфекционного панкреатического некроза, штамма АВ [105, 106]. Необходимость проведения дополнительных исследований вызвал факт выделения бирнавирусов (водных вирусов рыб) из моллюсков, отобранных в пробах воды из рыбных хозяйств [150].

Предполагается, что изменение окружающей среды, в частности, повышение температуры воды обитания двустворчатых, способствует усилению вирусной инфекции, к примеру, герпесвирусной инфекции со спорадической гибелью [49, 163].

Роль вирусов в развитии болезни у морских двустворчатых еще не очень понятна. Предстоит изучить и влияние всевозможных биологических, физических и других экологических факторов на возникновение и протекание вирусных болезней у этих организмов. Однако вопрос о способности вирусов моллюсков реплицироваться и вызывать болезни у теплокровных, включая и человека, остается открытым и по существу не изученным [96].

Водоросли.

В результате проведенных многочисленных исследований ученые из ФРГ пришли к выводу, что вирусная инфекция у нитчатых морских бурых водорослей - широко распространенное в мире явление. Так, вирусные инфекции у разных видов этих водорослей выявлены у берегов Ирландии, Калифорнии (США), Перу, юга Южной Америки, Австралии, Новой Зеландии, Чили, Антарктиды [122].

Многие вопросы ультраструктуры, биохимии, механизмов инфекции, таксономии и возможного практического использования вирусов пресноводных и морских водорослей отражены в работах ученых из многих стран [31, 84, 147, 148, 180, 181, 196]. В перспективном плане обсуждаются проблемы, связанные с ролью этих вирусов в фитопатологии и генно-инженерных работах [146], а также в эволюции водорослей [121].

Литературные данные свидетельствуют о том, что вирусные болезни морских гидробионтов изучены весьма еще недостаточно.

Постоянные генетические изменения, ведущие к образованию новых видов вирусов, обладающих новым набором свойств, изменения окружающей среды, связанные с деятельностью человека, будут оказывать влияние на взаимоотношения паразит-хозяин. В этой связи нет полной уверенности, что вирусные болезни морских гидробионтов не представляют потенциальной опасности для теплокровных на суше, в том числе и для человека.

Так, в 1972 году белорусскими учеными [2] была высказана оригинальная гипотеза о роли зоопланктона в экологии вируса гриппа. Паразитируя постоянно, скорее всего с доисторических времен в зоопланктоне холодных арктических морей, вирус гриппа, попадая в организм перелетных водоплавающих птиц, приобретает "боевую" форму, "созревает" и передается комарами человеку в субтропиках и тропиках, куда птицы его заносят. Иными словами, автохтонный вирус зоопланктона, попадая в новую среду обитания, и в нового теплокровного хозяина, начинает проявлять иные качества, приобретает патогенность и агрессивность по отношению к новым организмам, не-резистентным к нему.

Вирусы и фаги в морской среде.

Совершенствование методов определения содержания вирусов в воде, в частности, новых способов фильтрации и электронной микроскопии в корне изменило взгляд на роль и количественное содержание этих живых форм, позволяя выявлять их на 3-7 порядков выше, чем это считалось ранее [127, 161]. Так, трансмиссионная электронная микроскопия концентрированных вихревой проточной фильтрацией образцов воды, взятых в проливе Тампа и на поверхности океана в регионе Мексики, определила содержание в них $3,4 \times 10^7$ или $2,4 \times 10^5$, соответственно вирусных частиц в 1 мл [139]. До $(5-15) \times 10^6$

вирионов на 1 мл морской воды в летний период было обнаружено учеными из Норвегии [20].

Установлено, что многие морские бактерии содержат высокие концентрации вирусов [168]. Так, в пробах воды, собранных в Чесапикском заливе (восточное побережье США), обнаружили в среднем $2,5 \times 10^7 / 0,1$ мл частиц вирусов, главным образом, разных типов бактериофагов. Их наибольшая концентрация отмечалась в августе-октябре. Предполагают, что фаги представляют собой важный фактор снижения бактериального загрязнения вод залива [193]. Отмечено повышение числа бактериофагов в июле-сентябре в воде вокруг острова Гельголанд [115, 116].

Ученые из Японии при исследовании морской воды с помощью эпифлуоресцентной, трансмиссионной и обычной электронной микроскопии выявили, что соотношение фаг/бактерия в прибрежной воде составляло 20, а в океанической 3-5. Титры фагов достигали в прибрежной воде $10^7 - 10^8$ /мл, а в океанической - $10^6 - 10^7$ /мл. Было высказано предположение о возможности рассмотрения фагов как фактора, влияющего на бактериальную биомассу в океане [64, 65].

Американские исследователи [143-145] выявили в морской воде фаги, морфологически близкие к Т-фагам. Их количество составляло $10^6 - 10^{11}$ /л. Причем, до 5% цианобактерий и до 9% морских бактерий содержали фаги.

Путем изучения мертвых цианобактерий и гетеротрофных бактерий на наличие фагов внутри хозяина выявили, что от 30 до 60% общей смертности можно отнести к вирусному лизису. Указывается на возможную роль вирусиндуцированного лизиса бактерий, ассоциированных с органическими частицами и свободно живущих, в распаде органического углерода, и тем самым, - на роль вирусиндуцированного лизиса в цикличности вещества и энергии океана.

В морской воде обнаруживались различные вирионы, имеющие полигональные головки диаметром 30-160 нм, многие с отростками длиной 50-200 нм [145]. Обращено внимание на то, что техника высокоскоростного центрифугирования и чувствительной электронной микроскопии позволили обнаружить даже в чистой морской воде (северная Атлантика) наличие значительного количеств (в 10^6 раз больше, чем прежде) водных вирусов размером до 60 нм.

Исследовали концентрированную путем центрифугирования воду, собранную в северной Атлантике с 10 кв.м поверхности и обнаружили до 75 млн вирусных частиц в объеме одной чайной ложки [186]. По-видимому, обнаруженные водные вирусы являются паразитами водорослей и бактерий, в которых размножаются с последующим выходом в окружающую водную среду после гибели хозяина. Не исключено, что их источником служат и мелкие животные планктона.

При исследовании нативных популяций прокариотов в морской воде на наличие зрелых фагов внутри клеток было обнаружено, что 10-15% и более их общей смертности в морских системах является следствием вирусных инфекций [56]. Факторы, регулирующие вирусную продукцию в водных экосистемах, в полной степени не изучены [15, 28], однако было установлено, что количество вирусов на поверхности морской воды находится в прямой зависимости от количества бактерий и бактериальной активности [70]. На численность вирусов в природных бактериальных сообществах морской среды оказывают влияние дополнительное питание и более высокая освещенность [125].

При изучении механизмов и скорости разрушения морских вирусов в морской воде на примере 3-х морских фагов - LG1-P4, PWN3a-P1, LB1VL-P1- было обнаружено, что снижение скорости их разрушения связано с солнечной радиацией, а также с жгутиковыми бактериями [172].

При исследованиях в Адриатическом море на протяжении года было найдено, что в холодный сезон вирусов значительно меньше, чем в жаркое время. Количество вирусов варьировало в зависимости от трофических условий моря. Более высокие концентрации растворенных вирусных ДНК и РНК были обнаружены в эвтрофных водах [185].

Указывается [141, 144], как влияют вирусные частицы на образование скоплений ("морской снег") и пространственное распределение одноклеточного планктонного сообщества в северном районе Адриатического моря.

О повышении численности вирусов в теплое время и снижении в зимнее свидетельствуют и данные ученых из Норвегии [20].

В литературе есть описание угнетения фотосинтеза вирусами размером от 2 до 200 нм [170, 171].

Недавно были обнаружены необычно большие вирусы в пробах воды из прибрежных вод Норвегии и Дании. Вирусоподобные частицы имели хвостовые отростки 2,2-2,8 нм и головки 340-400 нм. Их концентрация достигала 10^4 вирионов/мл. Возможные хозяева неизвестны, хотя предполагается, что эту роль могут играть представители фитопланктона [27].

Таким образом, морские вирусы, являясь активными членами пищевой цепи, вызывают лизис бактерий и планктона, приводящий к формированию микронных и субмикронных размеров неживых частиц. Морские вирусы принимают участие в эволюции некоторых видов морских организмов и играют определенную экологическую роль в передаче вещества и энергии в океане.

3. МЕЙОБЕНТОС В САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Мейобентос является одной из компонент биологической системы самоочищения моря. Величина потока энергии, проходящего через популяцию мелких форм, в несколько раз больше, чем проходящего через популяцию крупных форм [4] за счет многочисленности организмов мейобентоса и его промежуточного положения в пищевой цепи между микро- и макроформами. Питаясь органикой сточных вод, фекалиями макроорганизмов (Nagracticoidae) и микроорганизмами (Nematoda), мейофауна ускоряет минерализацию органических веществ, включая загрязнения [9,37]. Высокая численность нематод свидетельствует о неблагоприятных кислородных условиях, что может быть следствием (на небольших глубинах) избытка органики [44] или повышенного содержания нефти [42].

Как указывалось выше, одним из новых объектов наших исследований является Азовское море, которое практически не изучалось в санитарно-биологическом плане. В связи с этим будут проводиться систематические съемки водоема, исходя из опыта многолетнего мониторинга севастопольских бухт. Таким образом, одновременно решаются как задачи изучения нового региона, так и развертывание исследований по мейобентосу - объекту, служащему биоиндикатором антропогенного влияния и участвующему в трансформации загрязнений.

Представленные ниже результаты являются первичными данными для дальнейшей работы по созданию мониторинга загрязнений Азовского моря. Следующие исследования будут вестись в направлении поиска связи между качественно-количественными характеристиками мейобентоса и содержанием углеводов аллохтонного происхождения в грунте, а также экспериментального подтверждения роли организмов мейофауны в процессе утилизации нефтяных углеводов.

Азовское море является уникальным по своим характеристикам водоемом. Оно из-за своей небольшой глубины и мощного притока пресной воды рек Дона и Кубани, значительно отличалось по гидрологическим и гидрохимическим и, вследствие этого, гидробиологическим характеристикам от Черного моря. Однако после зарегулирования Дона и Кубани и повышения солености Азовского моря его фауна и флора все более приближаются к черноморским, а остатки древних понтических форм постепенно исчезают. При сравнительной бедности животного мира Азовского моря в качественном отношении он отличается богатством в количественном

[11]. Характерной особенностью фауны Азовского моря является и то, что животные, не имеющие или почти не имеющие пищевого значения в качестве пищи рыб, здесь практически отсутствуют. Также здесь нет и тех организмов, которые могли бы являться важными конкурентами рыб в использовании пищевых ресурсов [11].

Первая крупная комплексная экспедиция на Азовском море проведена под руководством проф. Н.М. Книповича в 1922-1924 гг. Н.Л. Чугуновым проводилось количественное исследование донной фауны и планктона в целях общей оценки естественной продуктивности Азовского моря. При промывке грунта он использовал сита не с рекомендуемыми Петерсоном 1-мм отверстиями, а сита с 0,5 мм, чтобы более "точно учесть очень мелких представителей бентоса" [34]. Благодаря этому, удалось установить наличие громадного количества видов (Hidrobia, Ostracoda), имеющих в отдельных случаях весьма существенное значение в общей продуктивности и совершенно ускользавших при употреблении более редких решет [34].

Таким образом, впервые отдельные организмы мейобентоса, в основном остракоды, были учтены в Азовском море в качестве кормовой базы рыб. Автор пишет: "Интересными представляются нередкие случаи районного массового питания довольно крупных промысловых рыб (не молоди), как лещ и тарань, наиболее мелкими представителями азовского бентоса Hidrobia и Ostracoda, заглатываемыми в колоссальном количестве особей" [34]. Ссылок на количественные характеристики Ostracoda или на других представителей мейобентоса автор не дает, т.к. окончательная обработка материалов этой экспедиции по бентосу не закончена [5].

Исследованиями нематод Азовского моря занимался И.Н. Филиппев [32] (по материалам 1913-1914 гг. представленным Зоологическим музеем Российской Академии). Однако эта работа касается только систематики, и данных по численности нематод в Азовском море не содержит.

С 1933 г. АзЧерНИРО приступает к изучению бентоса Азовского моря и его продуктивности. В этих работах использовалась прежняя методика по промывке грунта - нижнее сито с ячейей 1 кв. мм, в которых из организмов мейобентоса только крупные остракоды задерживались в большом количестве [5]. Таким образом, из интересующих нас представителей мейобентоса, исследователями Мордухай-Болтовским (1933-1939) и Воробьевым (1934-1944) [5] изучались только остракоды, линейные размеры которых превышали 1 мм.

В последующие годы ученые затрагивали вопросы, так или иначе связанные с мейобентосом Азовского моря [7, 10].

Однако в этих работах группы мейобентосных организмов рассматривались в качестве корма для молоди рыб [7] или корма

для представителей макробентоса [10].

Поэтому первым исследованием, охватившим мейобентос Азовского моря наиболее полно, следует считать работу Л.В.Воробьевой и И.И.Кулаковой [6] по результатам экспедиции НИС "Миклухо-Маклай" в июле-августе 1983 года, где проведен качественно-количественный учет групп мейобентоса по всем районам Азовского моря, указаны численность и биомасса организмов для каждого района, сделан анализ взаимосвязи различных групп мейобентоса с характером грунтов, выделены доминирующие виды организмов мейобентоса, определено соотношение эвмейобентоса и псевдомейобентоса в грунтах Азовского моря в летний период.

Следующий этап - наша экспедиция на НИС "Ак. Ковалевский" в октябре-ноябре 1992 года. Было отобрано 14 проб - в Таганрогском заливе (3), центральной части (3), западной части (4), северной части (5) Азовского моря и в Керченском проливе (1). Проводился количественный учет организмов мейобентоса в связи с характером грунтов и биотопов. Были определены биомасса и доминирующие группы мейобентоса. Результаты обработки полученного материала приведены ниже.

Материал отбирался из монолита с помощью рамки ($S=100\text{см}^2$), промывался через мельничный газ N 76. Проба фиксировалась спиртом. Разбор материала проводился в лаборатории. Подсчитывалось количество организмов мейобентоса в грунте. Биомасса определялась по средним весам [5, 8]. Результаты даны в пересчете на кв. метр.

В отобранных пробах присутствовали представители эвмейобентоса (немертины, нематоды, остракоды, гарпактициды, киноринхи, олиготрихи) и псевдомейобентоса (полихеты, олигохеты, молодь моллюсков). Численность организмов мейобентоса варьирует от 4,4 до 29,1 тыс. экз/ м^2 , биомасса - от 142,1 мг/ м^2 до 3035,1 мг/ м^2 в зависимости от характера грунта, глубины, других гидрологических и гидрохимических условий.

В Керченском проливе плотность населения мейобентоса составляла 21,6 тыс. экз/ м^2 , доминировали по численности остракоды (76,3%). Биомасса составила 1579,6 мг/ м^2 , ее определяли, в основном, крупные нематоды (58,2%) и многочисленные остракоды (40,8%). Отсутствовали гарпактициды, что может объясняться повышенной соленостью в данном районе из-за периодического притока черноморских вод и усиленной динамичности других гидрологических и гидрохимических условий в данный период [6].

В западной части моря численность мейобентоса составляет 4,5 - 29,1 тыс. экз/ м^2 , а биомасса - 142,1-299,4 мг/ м^2 . Доминирующие организмы:

остракоды, немертины, нематоды. Гарпактициды также практически отсутствуют (<2,3% на ст. 2, на других - не отмечены). Существенную долю биомассы составляют крупные немертины и остракоды.

В северной части моря при глубине 6-10 м плотность мейобентоса составила 4,4 - 9,2 тыс. экз/м², биомасса - 262,8-1372,6 мг/м². Здесь остракоды не имеют ведущей роли как по численности, так и по биомассе (0-31,9%). Доминирующими организмами являются нематоды (по численности), а также олигохеты (ст.7). По биомассе преобладают немертины (80,1 - 93,3%).

В Таганрогском заливе показатели плотности мейофауны достаточно высоки 10,5-19,9 тыс. экз/м². Здесь зарегистрирована максимальная биомасса мейобентоса - 1109,9-3035 мг/м². Ведущими по численности организмами являются остракоды (44,8-47,1%), по биомассе - крупные немертины (68,5-87,3%). В этом районе наиболее широко представлено таксономическое разнообразие.

В центральной части при глубине 11-12 м общая численность мейобентоса достигала 11,0-12,7 тыс. экз/м², биомасса 383,6-727,1 мг/м². Основные группы, доминирующие по численности - остракоды (48,2-71,6%) и нематоды (41,8%), по биомассе - остракоды (48,9-54,1%) и немертины (41,7-49,5%). Такие организмы, как гарпактициды, киноринхи, олигохеты не отмечались.

Из анализа приуроченности мейобентоса к различным типам грунта следует, что наивысшая плотность населения мейобентоса наблюдается на илах (12,7 - 29,1 тыс. экз/м²) и на илах с примесью ракушки (4,5-19,9 тыс. экз/м²). На ракушке с примесью ила плотность меньше 4,4-11,0 тыс. экз/м². По биомассе илы также имеют более высокие данные (0,727-1,58 г/м²) и илы с примесью ракушки (0,142-3,035 г/м²). На заиленной ракушке биомасса мейобентоса составляет 0,263-0,549 г/м². В зависимости от типа грунтов изменяется и соотношение различных групп (диаграммы 1-3).

Данные по распределению плотности и биомассы по различным районам Азовского моря в ноябре 1993 года представлены в табл. 16. Средняя численность наиболее высока в Керченском проливе (21 тыс. экз/м²). Однако эти данные могут являться неточными вследствие того, что основаны на показателях единственной пробы (N1). Ведущей группой по численности здесь являются остракоды (78,3%), занимая по биомассе второе место (40,8%) после немертин (58,2%), численность которых составляет всего 10,9%.

Если не учитывать данные по Керченскому проливу, то можно отметить, что средняя численность организмов мейобентоса во всех районах, кроме северной части Азовского моря, практически одинаковая - 11,85-15,73 тыс. экз/м². В северной части в 2,1-2,8 раза меньше (5,625 тыс. экз/м²). Биомасса различается в больших пределах в зависимости от численности крупных организмов, таких как немертины, остракоды и, в меньшей степени, гарпактициды. Так, по биомассе (без учета Керченского пролива) ведущее место занимает Таганрогский залив (1,96 г/м²), потом - западный район (1,202 г/м²)

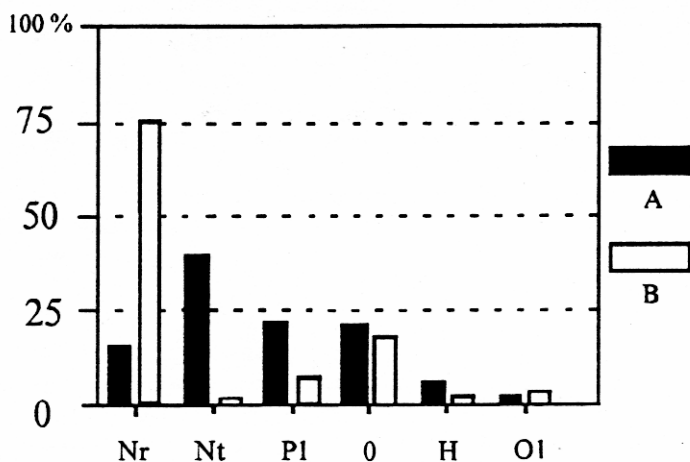


Диаграмма 1. **Илы**

Nr - немертины, Nt - нематоды, Pl - полихеты, O - остракоды,
H - гарпактикоиды, K - киноринхи, Ol - олигохеты,
A - численность, B - биомасса

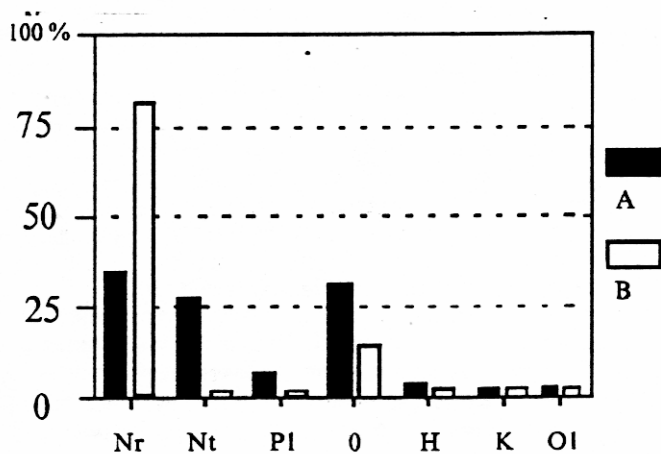


Диаграмма 1. **Илы с примесью ракуши**

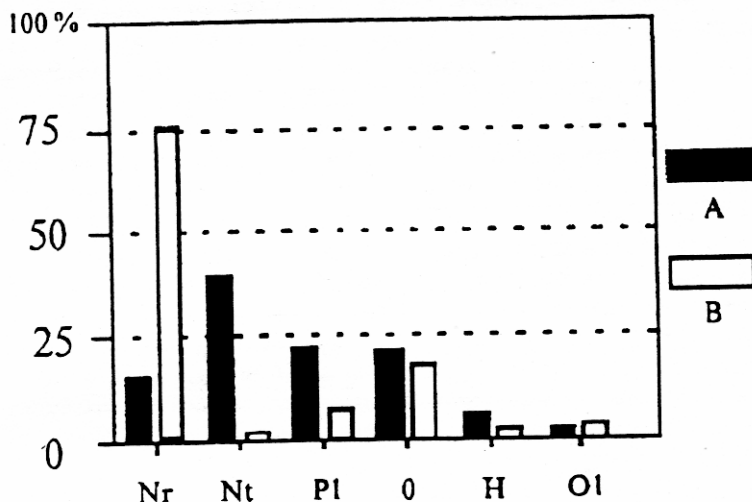


Диаграмма 3. Заиленная ракуша

и северная часть ($0,63 \text{ г/м}^2$). Наименьшая биомасса зарегистрирована в центральной части ($0,56 \text{ г/м}^2$). Во всех районах эвмейобентос преобладает над псевдомейобентосом, как по численности, (61,4 - 100% и 0 - 38,6%, соответственно), так и по биомассе (88,2-100% и 0-11,8%, соответственно). Следует однако учитывать, что нами не выделялась как группа псевдомейобентоса молодь моллюсков из-за способа фиксации (без окрашивания), что не позволяло определять количество живых в момент сбора моллюсков. Разумеется, что с учетом этих данных результаты были бы иными:

НЕМАТОДЫ: Обычно это наиболее многочисленные организмы мейобентоса, что отмечается многими авторами: составляют на западном шельфе Черного моря до 50-90% от общего количества организмов. Однако в Азовском море, что также подтверждается литературными данными [6], нематоды часто уступают руководящую роль другим группам, составляя в Таганрогском заливе по нашим данным 18,6%, в западной части - 21,3%, в северной - 36%, в Керченском проливе 8,5%, в центральной части - 28,7% от общей численности. В среднем

Таблица 16.
Средние показатели численности (а, тыс. экз./м²)
и биомассы (б, мг/м²) мейобентоса в различных районах
Азовского моря

Группа	Таганрог- ский з а л и в	Запад- ный район	Север- ный район	Керчен- ский пролив	Центра- льный район
Немертины	а 4,03 б 1613,30	2,40 780,00	1,40 560,00	2,30 920,00	0,65 260,00
Нематоды	а 2,93 б 1,08	3,10 1,15	2,07 0,77	1,80 0,67	3,40 1,26
Остракоды	а 7,33 б 286,8	8,30 324,53	0,85 33,23	16,50 645,15	7,20 281,52
Гарпактициды	а 0,40 б 3,88	0,05 0,49	0,20 1,94	0 0	0 0
Киворинхи	а 0,16 б 0,48	0,10 0,29	0 0	0,40 1,16	0 0
Эвмейобентос	а 14,85 б 1905,55	13,95 1106,45	4,53 595,94	21,00 1566,98	11,25 542,78
Полихеты	а 0,80 б 16,80	0,27 5,77	1,07 22,57	0,60 12,60	0,60 12,60
Олигохеты	а 0,13 б 40,00	0,30 90,00	0,02 7,50	0 0	0 0
Псевдо- мейобентос	а 0,93 б 56,80	0,57 95,77	1,10 30,07	0,60 12,60	0,60 12,60
В С Е Г О:	а 15,73 б 1962,34	14,52 1202,23	5,62 626,01	21,06 1579,58	11,85 555,38

численность нематод в Азовском море составляла 2661 экз/м². Наибольшая плотность и биомасса нематод отмечалась в центральной и западной части (3,4 и 3,1 тыс. экз/м² и 1,26 и 1,15 мг/м²), наименьшая - в Керченском проливе (1,8 тыс. экз/м² и 0,666 мг/м²). Нематоды отдают предпочтение заиленной ракушке и илам с примесью ракушки (39,2 и 27,5%, соответственно от общей численности). На чистых илах их меньше - 15,9%.

НЕМЕРТИНЫ: Это довольно крупные и многочисленные организмы, доминируют по численности на 14% от всех станций, а по биомассе на 92 % станций. Средняя численность немертин колеблется в пределах от 650 экз/м² (центральная часть) до 4030 экз/м² (Таганрогский залив). Биомасса - 0,26 г/м (центральная часть) до 1,61 г/м² (Таганрогский залив). По всему Азовскому морю по численности немертины составляют 20,2% (2207 экз/м²), по биомассе - 69,5% (831,4 мг/м²). По имеющемуся материалу трудно выделить, какой тип грунта для немертин предпочтительнее. Однако, учитывая, что наибольшая плотность и биомасса немертин зарегистрирована в Таганрогском заливе, можно предположить, что илистые грунты являются наиболее подходящими для данных организмов.

ПОЛИХЕТЫ: Встречаются не на всех станциях (79%), средняя численность колеблется от 275 экз/м² (западная часть) до 1075 экз/м² (северная часть). Биомасса составляет от 0,24% (ст. 11, Таганрогский залив) до 11,2 % (ст.7, северный район) от общей биомассы мейобентоса. Большая численность полихет приурочена к заиленной ракушке (ракушка с примесью ила), что согласуется с выводами других авторов [6].

ОСТРАКОДЫ: Самая многочисленная группа, доминирующая как по численности, так и по биомассе (на 36% станций). Встречаемость - 92,8%. Наибольшей плотностью характеризуется ст. 5 (западная часть) - 25500 экз/м² (87,6% от общей численности). Средняя численность остракод 8,046 тыс. экз/м. Причем в Таганрогском заливе плотность остракод составляет 7,33 тыс. экзм, в западной части - 8,3 тыс. экз/м², в северной - 880 экз/м², в Керченском проливе - 16500 экз/м², в центральной - 7200 экз/м². Являясь достаточно крупными организмами (средняя масса 1 экземпляра равна приблизительно 0,0391 мг) [44], остракоды доминируют на некоторых станциях по биомассе - 89,3% (ст.5), 54,1% (ст. 15), 48,9% (ст. 16) от общей биомассы.

Наибольшие численность и биомасса остракод отмечаются на илах и илах с примесью ракушки.

ГАРПАКТИЦИДЫ: Встречаемость - 50%. Не отмечены в центральной части и практически отсутствуют в западной (зарегистрированы только на одной станции). В среднем, численность

100-600 экз/м² (1,5-8,5%). Наибольшая численность отмечена на ст.12 (Таганрогский залив) с илистым грунтом. Биомасса гарпактицид составляет 0,09-1,37% от общей численности.

ОЛИГОХЕТЫ: Встречаемость - 35,7%, не зарегистрированы в центральной части и Керченском проливе. Практически отсутствуют в северной части. Численность их не превышает 1100 экз/м², в среднем составляя 121 экз/м² по всему морю. Наибольшая биомасса отмечена на ст.3 (западная часть) -330 мг/м², средняя - 36,4 мг/м². В районах взятия проб выделено 4 основных биоценоза: Abra-Ceratium, Mya-Ceratium, Mytilaster-Balanus, Ceratium-Mytilaster. Плотностная характеристика в каждом из них рассмотрена в табл.17. В биоценозе Abra - Ceratium среди мейобентосных организмов доминируют остракоды. По данным В.П.Воробьева (1949) по численности в макробентосе этого биоценоза также ведущей группой являются крупные Ostracoda - 99,5 % (Таганрогский залив) [5].

В биоценозе Mya - Ceratium остракоды преобладают по численности, но имеют уже меньшее значение, чем в биоценозе Abra -Ceratium. Возрастает роль нематод и немертин.

Биоценоз Mytilaster-Balanus характеризуется высокой численностью нематод. Нематоды, как и эдификаторы данного биоценоза, отмечаются высокой выносливостью к понижению кислорода.

Таблица 17.

Плотность населения мейобентоса по биоценозам, экз/м²

Группы	Abra - Ceratium %		Mya-Ceratium %		Mytilaster-Balanus %	
Немертины	2400	14,98	3400	24,91	700	11,07
Нематоды	2300	14,36	3700	27,11	2400	37,94
Остракоды	10500	65,54	5200	38,09	1700	26,88
Полихеты	400	2,49	800	5,86	1000	15,81
Гарпактициды	50	0,31	300	2,19	200	3,16
Киноринхи	170	1,06	10	0,07	-	-
Олиготрихи	-	-	50	0,36	-	-
Олигохеты	200	1,25	100	0,73	25	0,39
Анизоподы	-	-	-	-	50	0,79
Гаммариды	-	-	-	-	200	3,11
ВСЕГО организмов	16020	100	13650	100	6325	100

ВСЕГО групп

7

8

9

По биоценозу *Ceratium-Mytilaster* данных нет, так как пробы на участках, занятых этим биоценозом, не брали.

Сравнение результатов экспедиции по Азовскому морю в августе 1983 года и в ноябре 1993 года с учетом гидрохимических и гидрологических особенностей Азовского моря, таких как, глубина, изменение солености, колебание количества растворенного кислорода, перепадов температур, а также того, что между экспедициями прошло более 9 лет и несовпадение сезонов (лето и осень), показало значительные расхождения (Табл. 18).

Попытка сравнить данные по отдельным станциям ни к чему не привела, так как "вдали от берегов и от других ориентиров даже при самом тщательном определении местоположения неизбежна ошибка от 0,5 до 1,5 миль" [5]. А из этого следуют и различия по глубине и другим гидрогеологическим показателям, а также по характеру грунта, что для мейобентосных организмов является одним из определяющих условий. При анализе данных таблицы 18 следует, что ноябрьские характеристики в целом не меньше минимальных, указанных для августа, но и не превышают их средних значений, находясь в диапазоне отмеченных минимально-максимальных августовских показателей. Этими данными следует пользоваться, имея в виду то, что учитывались разные группы мейобентоса. Так, в августе 1983 года молодь моллюсков рассматривалась как часть мейобентоса, которая не учитывалась в ноябре 1992 года, а такая группа, как немертины, не была выделена, хотя по ноябрьским результатам эта группа животных доминировала, как по биомассе, так и по численности. Поэтому мы сочли целесообразным рассмотреть группы мейобентоса отдельно и попытаться сделать выводы по каждой группе, общей и для ноябрьской и для августовской экспедиций.

НЕМАТОДЫ: в % от общей численности

Район	август 1983 г	ноябрь 1992 г
Западная часть	14,8	28,2
Восточная часть	16,5	-
Керченский пролив	17,8	8,3
Центральная часть	28,1	29,6
Таганрогский залив	33,0	17,9
Северная часть	-	36,0
с р е д н е е	22,04	23,9

Наибольшая плотность нематод наблюдается на илах и заиленной ракушке. Средняя численность - 17000 экз/м² (в августе) и 2721 экз/м² (в ноябре). Максимальная численность и биомасса - в августе - Таганрогский залив, центральная часть; в ноябре - Таганрогский залив, западная и центральная части.

Таблица 18.

Сравнительная характеристика районов Азевского моря по сезонам(а - численность, тыс. экз/м²; б - биомасса, мг/м²;

Да - доминанты по численности)

Район		август 1983 г	ноябрь 1992 г
Средние показатели	а б Да	2,3-570 5,2-18060 остракоды, нематоды	4,4-29,1 142-3035,1 остракоды, немертины, нематоды
Таганрогский залив	а б Да	16,7-179 9,5-1657 нематоды, остракоды, гарпактициды	10,5-19,9 1109,9-3035,1 остракоды
Восточная часть	а б Да	3,7-43,7 5,19-418 олигохеты, гарпактициды	нет данных
Центральная часть	а б Да	73-612 6070-18060 остракоды, олигохеты, нематоды	11,0-12,7 383,6-727,1 остракоды, нематоды
Район		август 1983 г	ноябрь 1992 г
Западная часть	а б Да	103,7-197,5 нет данных остракоды	4,5-29,1 142,1-2994,1 остракоды, нематоды, немертины
Керченский пролив	а б Да	32,6-17,6 нет данных нет данных	21,6 1579,6 остракоды
Северная часть	а б Да	нет данных нет данных нет данных	4,4-9,2 262,8-1372,6 полихеты, нематоды, немертины, остракоды

Полихеты - малочисленная группа, наибольшая плотность отмечается на заиленной ракуше, меньше - на илах. В августе 1983 года они отмечены в основном в центральной части, в ноябре 1992 года в северной части Азовского моря.

ПОЛИХЕТЫ: в % от общей численности

Район	август 1983 г	ноябрь 1992 г
Западная часть	12,3	3,8
Восточная часть	5,8	-
Керченский пролив	15,0	2,7
Центральная часть	36,2	4,8
Таганрогский залив	29,0	4,7
Северная часть	-	20,6
с р е д н е е	19,67	7,34

ОЛИГОХЕТЫ: в % от общей численности

Район	август 1983 г	ноябрь 1992 г
Западный	10,5	4,2
Восточный	0,5	-
Керченский пролив	40,0	-
Центральная часть	21,1	-
Таганрогский залив	19,2	1,2
Северная часть	-	2
с р е д н е е	18,33	1,95

Встречаемость олигохет в августе 1983 г на 73,6% от общего количества станций, в ноябре на 35,7% станций. Наибольшая плотность на илах, меньше - на заиленной ракуше.

ГАРПАКТИЦИДЫ: в % от общей численности

Район	август 1983 г	ноябрь 1992
Западная часть	19,7	1,6
Восточная часть	23,4	-
Керченский пролив	24,5	-
Центральная часть	4,0	-
Таганрогский залив	33,1	3,4
Северная часть	-	4,2
с р е д н е е	20,9	1,8

Наибольшая численность отмечена на заиленной ракуше, меньше на чистых илах и песчаных грунтах. Малочисленная группа. По данным на август 1983 г - часты в Таганрогском заливе, но в наиболее опресненных водах отсутствуют. В центральной части практически отсутствуют (ноябрь) или крайне малочисленны (август).

Остракоды - наибольшая плотность отмечена в августе 1983 года в Таганрогском заливе (432500 экз/м² , в ноябре 1992 г - в западной части - (25,5 тыс. экз/м²). Численность выше на чистых илах, чем на заиленной ракуше.

ОСТРАКОДЫ: в % от общей численности

Район	август 1983 г	ноябрь 1992 г
Западная часть	49,6	42,3
Восточная часть	12,2	-
Керченский пролив	35,0	76,3
Центральная часть	54,1	59,9
Таганрогский залив	38,6	42,2
Северная часть	-	17,2
с р е д н е е	37,9	48,38

В статье Л.В.Воробьевой и И.И.Кулаковой [6] нами обнаружено некоторое несоответствие между табличными данными и текстовым материалом, что затрудняет проведение сравнений по распределению остракод в Азовском море.

Однако можно полагать, что остракоды, являясь одной из самых многочисленных групп в Азовском море, в западной его части также довольно многочисленны, хотя наибольшая плотность их наблюдается в Керченском проливе - 76,3%, а также высока численность в центральном районе - 59,9%.

По данным В.П. Воробьева [5] крупные остракоды (более 1 мм) в биоценозах *Cardium* и *Syndesmia*, характерные для периферии Азовского моря, в том числе и для западного района, достигают численности - 913 экз/м² (весной) и 2000 экз/м² (осенью), что составляет 15,4% и 23,2% от общей численности макробентоса, соответственно. Для Таганрогского залива показатели численности еще выше - 210-274 тыс.экз/м² (99,5%) весной и 53-73 тыс.экз/м² (97,4%) осенью. Судя по этим данным, остракоды являются немаловажной составной частью бентоса в западном районе Азовского моря и ведущей группой по численности в Таганрогском заливе (учитывались только крупные организмы).

Таким образом, мейобентос в Азовском море представлен

нематодами, остракодами, немертинами, полихетами, олигохетами, гарпактицидами, киноринхами, олиготрихами, гаммаридами, молодью моллюсков. Остракоды являются доминирующей группой по численности, составляя, в среднем, 37,7% от общей численности организмов. По биомассе доминируют немертины - 69,9%. Значимыми группами являются по численности - нематоды, немертины; по биомассе - остракоды. Другие группы крайне малочисленны.

Плотность населения мейобентоса в осенний период - 4,4-29,1 тыс. экз/м², биомасса - 142-3035,1 мг/м².

Максимальные значения численности отмечены для западной части Азовского моря и Керченского пролива. Наибольшие концентрации биомассы - для Таганрогского залива, западного и северного районов.

Сравнение результатов за осенний период 1992 года с результатами предыдущей экспедиции летом 1983 года по отдельным группам показало, в основном, соответствие данных. Отклонения в значениях объяснимы разницей в сезонах и возможными изменениями, которые произошли за 9 лет из-за различным причин, основные из которых носят антропогенный характер.

В заключение можно констатировать, что мейобентос Азовского моря является в целом малоизученным и требуются дополнительные исследования в области изучения пространственного распределения, систематики и продуктивности этой важной части биоценозов.

4. МИДИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ МОРСКИХ ВОД / гистолого-морфологические аспекты /

Как уже упоминалось, черноморские мидии представляют собой весьма перспективный объект с точки зрения использования их в качестве одного из природных компонентов систем гидробиологической очистки морских нефтесодержащих вод [3]. Перспектива такого использования предполагает подробное изучение оптимального режима функционирования мидии, как организма в целом, так и отдельных органов и их систем, среди которых на первое место можно с уверенностью поставить желудочно-кишечный тракт.

Поскольку процессы поступления, накопления, метаболизма и выведения нефтепродуктов происходят при непосредственном участии пищеварительного тракта, представляется интересным рассмотрение его возможных реакций на морфологическом и в дальнейшем на гистохимическом уровнях.

Согласно полученным ранее данным нефтеуглеводороды индуцируют в тканях кишечника (прежде всего в эпителии) некоторые морфологические изменения. Эти изменения вполне могут быть охарактеризованы как несовместимые с жизнью, но, в то же время, животные не проявляли каких-либо явных признаков угнетенного состояния. Наличие этого парадоксального явления и побуждает нас обратиться к изучению проблемы того влияния, которое оказывают нефть и нефтепродукты при прохождении через кишечник мидии в его ткани.

Прежде всего необходимо остановиться на некоторых основных особенностях строения эпителия кишечника мидии в нормальном состоянии организма. Последующая краткая характеристика этих особенностей основана на изучении *Crenomytilus grauanus* и *Mytilus galloprovincialis*.

Рельеф кишечника характеризуется ложной складчатостью, чередующейся с выровненными участками. Эпителий - ложно-многорядный, однослойный. Клеточный состав мерцательного эпителия представлен основными ресничными эпителиоцитами и расположенными между ними железистыми элементами.

Ресничные эпителиоциты многофункциональны. Главная их функция - вододвигательная, но, наряду с этим, они способны и к секреции (по-видимому, комплексов гликопротеидов) и депонированию веществ, (прежде всего гликогена). По мнению Л.Т.Фроловой [33] интенсивность и распространенность (от ротовых лопастей до заднего отдела кишечника) секреторного процесса делают целесообразным

разнообразные железистые клетки. Главным образом, они сосредоточены в эпителии пищевода и возвратной петле средней кишки (до 1/4-1/5 всех клеток). Среди железистых клеток выделены три разновидности: мукоциты, базофильные, гранулярно-эозинофильные и переходные между ними формы. Вероятно, они относятся к единому клеточному типу, отражая различные стадии секреторного цикла. Первая из указанных разновидностей близка к обычным мукоцитам пищеварительного тракта моллюсков. В гранулярно-эозинофильных клетках секреторные гранулы богаты белком в составе муко(глико)протеидных комплексов, возможно, с ферментным компонентом. Особенности базофильных клеток, в частности, обнаружение в оральных отделах переходных к другим разновидностям форм и мелких базофильных клеток с повышенным ядерно-плазменным отношением (февраль-март), позволяют расценить их как молодые исходные элементы. В кишечнике имеются переходные клетки от ресничных к мукоцитам в стенках желудка и начального отдела кишечника эндокриноподобных клеток [31]. Описаны связанные между собой интраэпителиальное и субэпителиальное сплетения, образованные многочисленными клетками и их отростками. Интраэпителиальные элементы, серотонинподобное вещество и полипептиды, субэпителиальные клетки и отростки, очевидно, являются катехоламинэргическими.

Объектом исследования были мидии размером 50-70 мм (10 экз.), собранные в относительно чистом районе Севастопольской бухты (Северная сторона). Материал фиксировали нейтральным формалином, готовили парафиновые срезы толщиной 7-10 мм, которые впоследствии окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайдену согласно стандартной методике. На гистологических препаратах окулярным микрометром МОВ-1-15 определяли параметры энтероцитов.

Для выявления гистологических изменений в тканях кишечника под воздействием углеводородов нефти был поставлен эксперимент. В течение 9 дней животные содержались в 2-х резервуарах емкостью 50 л, в которые ежедневно (исключая 2-й и 3-й дни эксперименты, пришедшиеся на выходные дни) заливали морскую воду с эмульгированным в ней дизельным топливом в концентрации 35 мг/л. Эмульсию готовили при 16 тыс. об/мин в течение 5 минут. Вода в резервуарах аэрировалась. В ходе эксперимента осуществлялся постоянный контроль за выживаемостью животных.

В конце эксперимента мидии поместили в чистую проточную воду сроком на 11 суток, чтобы выяснить, происходит ли восстановление предполагаемых нарушений в эпителии кишечника.

Воздействие дизельного топлива на пищеварительный тракт животных вызвало ряд морфологических изменений в эпителиальной выстилке кишечника (Рис. 9).

Материалом для исследования служили моллюски (по 10 экз.), выжившие после 9-и дневного срока (выживаемость на 10-ые сутки составила 22 и 25%).

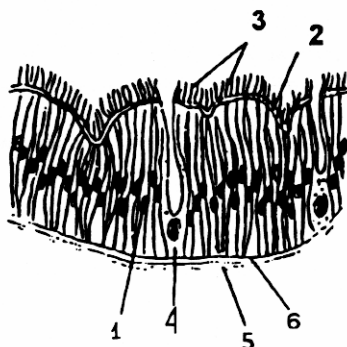
При анализе микроскопического строения кишечника была обнаружена дезорганизация ресничного аппарата эпителия, которая выразилась в слипании ресничек в пучки и частично в плотные ленты. Высота указанных лент приблизительно в 3-4 раза меньше высоты неслипшихся ресничек. Ленты упакованы в пенистое вещество, содержащее нефтяную массу. Кроме того, следует отметить наличие каналов между энтероцитами, не наблюдаемых у животных из акватории Севастопольской бухты. Каналы соединяют просвет кишки с окологиечным пространством и по ширине соответствуют 1-2,5 энтероцитам. Ранее это наблюдали Сюрков О.Г. и Миронов О.Г. [личное сообщение].

Анализ морфометрических параметров энтероцитов позволил установить, что в дистальном отделе кишечника происходит их удлинение, сопровождающееся перемещением ядер к апикальному полюсу клеток. Так, высота эпителиальных клеток прямой кишки увеличивается с $50,4 \pm 6,8$ мкм до $130 \pm 18,4$ мкм. Наблюдается также и увеличение высоты ресничек. В связи с набуханием энтероцитов и увеличением высоты ресничек происходит сужение просвета кишки.

Согласно литературным данным [45], после пребывания в морской воде, содержащей от 30 до 130 мг/л дизельного топлива, мидии *Mytilus edulis*, помещенные в чистую воду, способны восстановить свои физиологические функции в течение 55 суток. Это свидетельствует о возможности восстановления эпителия кишечника мидий. Однако животные, помещенные по окончании эксперимента в проточную воду, продолжали гибнуть, не проявляя признаков возвращения к нормальному жизнеспособному состоянию. Вполне очевидно, что для более подробного изучения как самих гистологических изменений, так и процессов их восстановления, необходимо увеличение экспериментального ряда концентраций дизельного топлива, а также постановка острых экспериментов.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности более углубленного изучения морфологических и гистохимических реакций пищеварительного тракта мидий на содержание в морской воде нефти и нефтепродуктов. Интересные результаты могут быть получены, на наш взгляд, при изучении закономерностей деструкции и гибели клеток эпителиального пласта пищеварительной системы, их пролиферативной

А



Б

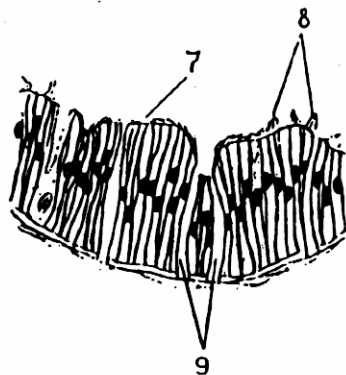


Рис. 9 Схема строения эпителия кишечника мидии

А - в норме, Б - после воздействия дизельного топлива

- 1 - основные эпителиоциты,
- 2 - кутикулярная кайма,
- 3 - реснички,
- 4 - бокаловидная пленка,
- 5 - базальная мембрана,
- 6 - кольцевая мускулатура,
- 7 - пучки,
- 8 - лента слипшихся ресничек,
- 9 - межклеточные каналы.

активности, качественных и количественных характеристик железистых элементов, активности ферментов, топографии, скопления липидов (известно, что в загрязненной морской среде их содержание в организме мидий возрастает на 20-40%) [25]. Это предполагает использование широкого спектра гистологических и химических методов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформулированные в первой главе некоторые направления дальнейших исследований в области морской санитарной гидробиологии, а также полученные результаты открывают новые перспективы в решении как научных, так и практических задач. В частности, более подробно начинаются исследования в наименее изученной области с природоохранных позиций взаимодействия морских микроформ (в широком понимании этого термина, включая клеточный уровень макроформ) как между собой, так и с компонентами загрязнения. Важной составной частью этих работ является освоение новых методических подходов для решения поставленных задач. Здесь мы как бы возвращаемся к изучению с новых позиций и знаний прежних объектов - микроорганизмов. В период становления морской санитарной гидробиологии именно микробиологические работы доминировали в наших исследованиях.

Таким образом, на базе предшествующих тридцатилетних работ развернуты новые исследования, позволяющие подойти к решению проблемы - взаимодействие морской биоты с загрязнением.

1. 30 years of marine sanitary biological investigations

The Marine Sanitary Hydrobiological Department develops investigations in following directions:

Problem - interactions of organisms and their communities with pollutions as a part of a common natural process of substance transformation and energy transport in the marine environment.

Aim - knowledge of marine biota role in purification processes and on its grounds - development of methods and procedures to use marine organisms and their communities in anti-pollution struggle.

Practice - 1. Pollution biomonitoring; 2. Development of hydrobiological cleaning system for polluted sea waters and for aquatoria sanitation (rehabilitation).

The sea-entered wastes interact complexly with marine biota. On one side, pollutions impact on marine organisms and their communities negatively, on the other - hydrobionts participate in pollutant transformations decomposing them till simple compounds and including the latter into a total substance turnover and energy transport in the World Ocean.

Special attention was focussed on the study of oil and its products as they are one of major toxicants polluting sea water.

Geographically researches involved seas of the Mediterranean basin (the Black Sea was studied the most detaily) and some regions in the Pacific, Indian and Atlantic Oceans, i.e. moderate, tropical and polar latitudes.

From 1964 for the first time the data were obtained on influence of oil and oil products testing 42 mass species of Black Sea marine organisms (phyto-, zooplankton, fishes and benthos) at a wide range of concentrations.

The obtained data permitted to define toxicity levels of oil and oil products, to reveal the most sensitive species to oil pollution and to assess a hydrobiont oil susceptibility at different development stages.

With time oil migrates to bottom where it is accumulated in sediments.

Impacted by oil and oil products hydrobionts changed their biochemical content. The increased number of some lipid fractions (triglycerides and cholesterol) was noted under conditions of chronic oil pollution. Direct observations aimed to estimate an oil effect on the *Mytilus galloprovincialis* lipid content showed that in the polluted area mussels were fatter by 20-40%. Besides physiologo-biochemical violations the oil impact reasoned pathologo-morphological changes in organisms.

The study of a hydrocarbon content in marine organisms as well as accumulation and release processes of oil hydrocarbons became an important research direction. These tests were preceded with methodical searchings on how to differentiate hydrocarbons of oil origin from those of biogenic. Subsequent studies on the hydrocarbon content in marine organisms sampled from different World Ocean regions serve as a start-point for monitoring oil pollution data dynamics in hydrobionts.

The accumulated oil hydrocarbons by some organisms, for example by mussels, may be transferred to other hydrobionts (crabs) via a food chain. Besides this the oil transfer is possible due to diurnal migrations of plankters. The same happens also when oil is accumulated by zooplankton.

Wide-scaled investigations on species diversity, number and biochemical peculiarities of oil-oxidizing microorganisms got a new direction in marine and oceanic microbiology. A direct dependence was noticed between species number and species diversity of oil-oxidizing microorganisms and seawater oil pollution extent. This gives grounds to consider oil-oxidizing bacteria as oil pollution indicators.

On basis of the estimated bacterial number there was calculated a potential bacterial oxidation in a coastal area (till 100 m depth) of the Black Sea which totalled 2 t t a year from the Danube River mouth up to Batumi port.

Results of investigations on oil pollution influence on marine organisms and their role in purification processes compile a scientific basis for expedient utilization of marine organisms to clean polluted sea waters and to rehabilitate coastal aquatoria.

Investigations by scientists of the Department became famous abroad. A wide international scientific-organizational activity was conducted besides participations at International Conferences. In the USSR we coordinated scientific researches in frames of the International Programme CIMS (Common Investigation of the

Mediterranean Sea) and we presented the USSR interests in this organization. The program on oil pollution bioindication was developed and proposed for the Mediterranean Basin and it was adopted as an official project of the Soviet Union in the CIMS framework.

In frames of the governmental bilateral USSR-USA collaboration there was studied the pollution impact on marine organisms during some years. Long-term investigations with Bulgaria had the same basis. They were directed to our project realization framed by CIMS and to the study of oil pollution biological aspects at the Black Sea.

Investigations of the Marine Sanitary Hydrobiology Department relative to the oil pollution impact on marine organisms and their role in the sea purification processes made a certain contribution to solve this problem. The invitation to participate in the work of the International Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP) is a vivid proof for the above-spoken.

We participated in the program "Man and Biosphere" representing the Ukraine among countries-participants of the Council for Economic Mutual Aid.

The subproject 5- A "Influence of hydrotechnical constructions on marine ecosystems" was developed and headed by us. Poland, Germany, Romania and Bulgaria took part in its realization.

Thus, our fundamental investigations help to resolve practical tasks to protect the marine environment from the pollution.

However, if a common strategic direction of "Interaction" is left unchangeable, then some items that enter the common direction may be changed differently. This is understandable as new scientific data bring any corrections in further investigations and they, in their turn, depend on material-technical possibilities that at present is especially acute.

Let us consider our presentations on marine sanitary biological investigations for the nearest years in the 4th decade.

Firstly, it may be expected a significant decrease in geography of scientific researches. If in the first 25 years main regions of the World Ocean (detaily the Black Sea) were investigated, then in the last years they were restricted to a costal zone of the Crimea. This tendency will remain during the nearest future.

However, it may be possible to resume researches on a new base in the northern seas conducted earlier according to the GIZM

state programs (Global Investigations of Oil Pollution Transformation Processes in the Aral, Black, Caspian, Barents and Azov Seas).

Correspondingly with the decrease in geography of scientific investigations the monitoring watches are shortened either. They will be planned on a detail survey of any ecological change in some bays and their sections. For last years this planning allowed to reveal the small-scaled patchness in oil-polluted bottom sediments. The analysis of this phenomenon exhibited that in bays pollutions drifted off a discharge source by currents after that they were concentrated in regions where direct pollution sources "were not observed".

This sets new tasks in bioindication and biotesting if to compare preceding decade investigations. The long-term experience proved that mainly bottom sediments and their communities had to be investigated to monitor an aquatorium ecological state. The seawater analysis may serve only for an operative control and is necessary in the emergency or other cases of "salvo" discharges of pollutions.

Certain attention will be directed to development of chemical procedures to identify autochthonic and allochthonic organic substances, namely components with lipid-hydrocarbon character, in particular aromatic hydrocarbons and fatty acids.

Changes will happen also in the microbiological componenta of sanitary-biological researches. Our traditional microbiological tests will be decreased and investigations with an anaerobic componenta of microflora and mycetes will be enlarged. There are planned to start studies of smaller (than bacteria) zooplankton representatives relating to viruses and phages (autochthonic componenta in marine environment), in particular.

Investigations of a macrozoobenthos role, including meiobenthos, in oil pollution transformations will be further developed.

Toxicological investigations will be restricted by those hydrobiont groups which are used in bioindication, biotesting and hydrobiological cleaning systems. Here together with the earlier used physiologo-biochemical approaches it is supposed to develop hystological researches.

Scientific preliminary investigations in these directions are considered in the present monography.

2.1. Some methodical questions

Earlier the growth of aerobic heterotrophic bacteria was determined with maximal dilutions (1:10:100 ml) on opacity presence in test-tubes visually.

In this paper we used the computer BIOSCREEN-C with the programme BIORTN. The Bioscreen turbidometric method allows to obtain information for shorter time of incubation (already during the incubation) in view of growth curves. Preliminary tests with heterotrophic bacteria using the Bioscreen showed a good accordance of results.

The BIOSCREEN-C allows to work with anaerobic bacteria also. Tests with the earlier developed methods and with the Bioscreen showed reliable results while testing denitrofixators and sulfat-reducers.

Another direction in methodical work is the seeking and isolation of sizeable forms smaller than bacterioplankton, including non-cellular particles, for example, viruses, though some of them may reach 3 micrometers and more.

These organisms are interested to us in an aspect that their penetration a bacterial cell (phage) causes a function disorder and this may affect heterotrophic bacteria/organic pollution interactions, including oil hydrocarbons. These violations are possible under anaerobic conditions either where sulfates and nitrates are oxygen suppliers for oil-oxidizing microorganisms.

2.2. Oil-oxidizing micromycetes in marine environment

First experiments to study the growth on oil and oil products of fungi isolated from coastal Black Sea waters were conducted at the end of the 60s years.

For the present study the material was sampled in the oil terminal, occupying the innermost section of the Sevastopol Bay. Samples were taken monthly from February to September 1991 and in February-March 1992. In total - per 60 water and bottom sediment samples, 20 sand samples at a boundary of wave splash and 20 samples of sediments in 2-10 m from water-coast interface.

There were isolated 6250 fungi colonies, 256 strains out of them - into a clean culture: water - 65, bottom sediments - 67,

sand - 39, soil - 84.

The mash was prepared from the sampled bottom sediment and soil and then it was seeded on the Chapek liquid medium. Cultures were identified till a genus.

The obtained data testify about a certain unity of fungi inhabitation in three media of the studied region: coast - bottom sediments - sea water.

Seasonal watches over germinations showed the presence of three peaks in their increase. First peak came to April, the second (double) - to a middle and end of summer.

In bottom sediments there may be isolated 3 peaks also that coincided by seasons with those revealed in sea water. However, the divergency of values in absolute number was the other.

In a wave splash region the growth peak was noticed during summer. And at the same period the germination number decreased in the region placed 10-15 m off the coast. This was likely linked with moisture absence in soil.

Parallely with oil terminal mycoflora seasonal investigations samplings were made at the same time in other Sevastopol Bays - Kamyshovaya and Balaklavskaya.

Genera *Aspergillus* and *Penicillium* grew the most actively on diesel oil and mazut (main potential oil pollution sources in the given region) and they were the most often met.

Besides identification of cultures, growing on different oil hydrocarbons, the quantitative utilization of oil hydrocarbons was assessed in this study.

Known that at sea paraffins are utilized first during bacterial oxidation of oil products. Here the culture activity differed greatly. The same we noticed during our studies.

Along with the growth on traditional oil sources (diesel oil and mazut) some fungi cultures grew on benzene, toluene, para- and meta-xylene. Many of them gave the sporification.

2.3. Filterable forms of life at sea (viruses, phages)

The existing literature documents that the sea and marine hydrobionts are the inhabitation medium (hosts) for autochthonic viruses and the place for accumulation, survival and sometimes for reservation of some allochthonic viruses, mainly enterovirus-

es entering the sea with discharge of sewage waters.

Being pathogenic for men, animals and plants, viruses are able of surviving from some days to some months in water depending on temperature.

Factors promoting to enterovirus survival in sea water are their adsorption on suspended particles and their retain in tissues of filtrating molluscs and other hydrobionts.

Many investigations were performed to study the environment pollution by viruses. But the knowledge about influence of allochthonic viruses on water and its inhabitants as well as influence on a virus genetic apparatus and virus properties of other ecological environment (in particular, marine) is highly unsufficient.

At present the representation on the virus biology specificity (dependence on a main biological host) is critically reviewed. The study of host and parasite heterogeneity is one of prevailing thema in ecological studies.

The mutation appearance in viruses is highly simplified and accelerated. Mutations may occur under influence of different chemical substances, ultraviolet irradiation and some other factors. The environment impact causes a virus natural changeability that may help allochthonic viruses to adapt to a new ecological environment (marine) and to get new hosts (marine hydrobionts).

Autochthonic marine viruses and phages are defined in hydrobiont tissues, phytoplankton, bacteria and sea water. To reveal viruses in sea water became possible due to the developed methods on concentration, ultrafiltration and electronic microscopy. The virus concentration was assessed in limits of 10^3 to 10^{7-8} virions per ml of surface or deep sea water. Mainly they were phages. 5-9% of bacteria were infected by bacteriophages, 30-60% and more of total mortalities are the result of virus infections in sea water. The number of marine viruses and phages depends on insolation, year season, abundance and quality of marine bacteria.

Thus, the marine environment allows to its inhabitants to be in contacts of mutual penetration. The role of different marine organisms in their appearance, storage, transfer and survival of any virus forms are still not studied enough.

Being active members in a food chain causing a bacterial and

plankton lysis that is followed by formation of micro- and submicro- nonviable particles, marine viruses fulfill a great ecological role in a substance and energy transfer in the World Ocean.

3. Meiobenthos in marine sanitary-biological investigations

In this chapter the meiobenthos quantitative-qualitative characteristics are considered in different regions of the Azov Sea. Meiofauna is one of main food chain branches in bottom biocenosis and is of significance in the sea purification system and utilization of allochthonic hydrocarbons. In the Azov Sea during the researched period (October - November, 1992) the meiobenthos number ranged from 4.4 to 29.1 th ind/m²; biomass - 142.1-3035.1 mg/m² in dependence on the biocenosis type, sediment, depth, hydrological and hydrochemical conditions. The highest number was registered in the western region - 14.52 th ind/m²; the lowest number - in the northern region - 5.625 th ind/m². Ostracoda dominated among organisms and they totalled 25.5 th ind/m², in average 37% of the total number. Nemertina dominated by biomass, in average 69,9%. Nematodes were in abundance but not for dominance as in other seas. Other groups were extremely small-numbered in this period. They were presented by oligochaetes, polychaetas, harpacticides, kynorhynches, oligotriches, gammarides. Results of two expeditions conducted in 1992 (September-October) and in 1983 (July-August) were compared and revealed that mainly the obtained data coincided for different regions of the Azov Sea. Divergences were explained with difference in seasons and possible changes occurred for 9 years. The obtained materials are the start for further searchings of a relationship between meiofauna characteristics and allochthonic hydrocarbon content in sediments and for identification of the meiofauna role in their transformation processes.

4. Mussels as an element in the seawater hydrobiological cleaning system (hystologo-morphological aspects)

The diesel oil influence on mussel intestine caused a number

of morphological changes in an epithelial lining.

While analyzing a gut microscopic structure there was found a disorder in epithelial ciliate apparatus, which was expressed in cilia adhesion into clots and partly into compact tapes. The height of these tapes is 3-4 folds less than that of the unadhesive cilia. The tapes were foam enveloped containing oil mass. Besides, it should be noted the presence of channels between enterocytes unrevealed in organisms from the Sevastopol Bay. These channels joined an intestine opening with a gut interzone and their width corresponded to 1-2.5 enterocytes. Earlier this fact was noted by Syurkov O.G. and Mironov O.G.

Analysis of enterocyte morphometrical parameters allowed to state that enterocytes became oblong in a distal gut section that was followed with nuclei displacement to a cell apical pole. Thus the height of rectum epithelial cells was increased from 50.4 ± 6.8 μ m to 130 ± 18.4 μ m. The cilia height increased either. The swelling of enterocytes and the increased height of cilia caused the taper in the intestine opening.

ЛИТЕРАТУРА

Часть I.

1. Авдеева С.У., Миронова Т.О.

О накоплении нефти *Acartia clausi* // Биол. науки. - 1981. - N1. - С. 49-51

2. Артемчук Н.Я.

Микофлора морей СССР. - М.: Наука, 1981. - 190 с.

3. Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды

Ред. **О.Г. Мионов**. - Киев: Наук. думка, 1988. - 245 с.

4. Виленкин Б.С.

Об интерпретации данных количественных сборов бентоса //

Океанология. - 1965. - Вып. 1. - С. 128-134.

5. Воробьев В.П.

Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. - 1949. Вып. 13. - 195 с.

6. Воробьева Л.В., Кулакова И.И.

Пространственное распределение мейобентоса Азовского моря //

О состоянии экосистемы Азовского моря / Ред. Ю.П. Зайцев. - М.:

ВИНИТИ, 1989. - N 859-B 89. - С. 100-129.

7. Карпевич А.Ф.

Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености //

Тр. ВНИРО. - 1955. - Вып. 31, N1. - С. 240-246.

8. Киселева М.И.

Бентос рыхлых грунтов Черного моря - Киев: Наук. думка, 1981. - 165 с.

9. Киселева М.И.

Видовой состав и количественное развитие различных размерных группировок

бентоса в некоторых сообществах Черного моря // Экология моря (Киев). -

1985. - 18. N 3. - С. 15-19.

10. Киселева М.И.

Изменения в составе и распределении многощетинко-

вых червей в Азовском море // Зоол. журн. - 1987. - 23, N 2. - С. 40-46.

11. Книпович Н.М.

Работы Азовской экспедиции в 1922-1924 гг // Тр. Азово-Черноморской научно-промышленной экспедиции. - Керчь, 1926. - Вып. 1. - С. 1-52.

12. Миловидова Н.Ю., Каргополова И.Н., Щекатурина Т.Л.

Об изменении количества некоторых липоидов у черноморских моллюсков и креветок в условиях хронического нефтяного загрязнения // Биология моря. - Киев, 1977. - Вып. 41. - С. 91-96.

13. Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н.

Черноморский макрозообентос в санитарно-биологическом аспекте. - Киев: Наук.думка, 1985. - 104 с.

14. Миронов О.Г.

Некоторые биологические аспекты самоочищения морей // Биологические науки. - 1969. - № 5. - С. 7-16.

15. Миронов О.Г.

О роли микроорганизмов, растущих на нефти, в самоочищении и индикации нефтяного загрязнения в море // Океанология. - 1970. - Т. 10, вып. 5. - с. 820-827.

16. Миронов О.Г.

Нефтеокисляющие микроорганизмы в море. - Киев: Наук. думка, 1971. - 233 с.

17. Миронов О.Г.

Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. - М.: Пищевая пром-сть, 1972. - 105 с.

18. Миронов О.Г.

Нефтяное загрязнение и жизнь моря. - Киев: Наук. думка, 1973. - 86 с.

19. Миронов О.Г.

Перспективы использования гидробионтов в борьбе с загрязнением моря // Гидробиол. ж. - 1985. - Т. 21, № 5. - С. 24-28.

20. Миронов О.Г.

Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. - Л.: Гидрометеониздат. 1985. - 127 с.

21. Миронов О.Г.

Мидии как элемент гидробиологической системы очистки загрязненных морских вод // Водные ресурсы. - 1988. - № 5. - С. 104-111.

22. Миронов О.Г.

Биологические методы борьбы с нефтяным загрязнением // Методы и средства борьбы с нефтяным загрязнением вод Мирового океана. - Л.: Гидрометеониздат, 1989. - Т. 8, № 4. - С. 183-199.

23. **Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Кучеренко М.И., Тархова Э.П.**
Самоочищение в прибрежной акватории Черного моря. - Киев:Наук. думка. 1975. -141с
24. **Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Кирюхина Л.Н.**
О предельно-допустимых концентрациях нефтепродуктов донных осадков прибрежной зоны Черного моря // Гидробиол.ж. - 1986. -Т.22, N 6. С. 76-79.
25. **Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.**
Углеводороды в морских организмах // Гидробиол.ж. - 1976. -12, N 6. - С.515.
26. **Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.**
Об углеводородном составе черноморских мидий (*Mytilus galloprovincialis*) // Зоол. ж.-1977.Т.56, N8. - С. 1250-1252.
27. **Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.**
Метод определения углеводов в морских организмах / Методы исследования органического вещества в океане. - М.:Наука. 1980. - С. 269-274.
28. **Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.**
Накопление нефтяных углеводов черноморским крабом *Eriphia verrucosa* Forskal // Биол.науки. - 1981. - N 3. -С.30-35.
29. **Морозова-Водяницкая Н.В.**
Эпидемическое заболевание морской травы zostеры в Черном море// Природа- 1939.- N 1.- С. 23-25.
30. **Морозова-Водяницкая Н.В.**
Фитопланктон в Черном море и его количественное развитие // Тр.Севастоп.Биол.Станции.- 1957.- Т.
31. **Пунин М.Ю., Константинова М.С.**
Эндокриноподобные клетки в кишечном эпителии двусторчатого моллюска *Mytilus edulis* // Цитология.- 1985. - 30, N 7.- С. 795-803.
32. **Филипьев И.И.**
О свободных нематодах Азовского моря // Тр. Сельхоз. Ин-та (Ставрополь).- 1926.- 1, N 17.- С. 185-208.
33. **Фролова Л.Т.**
Морфология и пролиферация эпителиев органов пищеварительной системы мидии Грея. - Владивосток. 1989.- Автореф. канд. дисс.
34. **Чугунов Н.А.**
Предварительные результаты исследования продуктивности // Тр.Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции. -Керчь, 1926. - Вып. 1. - С. 151-183.

35. Щекатурина Т.Л.

Углеводороды некоторых бентосных и нектобентосных беспозвоночных Баренцева моря // Гидробиол. ж. - 1986. Т. 22. N 4. - С. 88-91.

36. Щекатурина Т.Л., Миронов О.Г.

Алканы в организме гидробионтов Черного моря // Гидробиол. ж. - 1985. - Т. 21. N 4. - С. 66-70.

37. Kumagai K., Kurihara Y.

Study of sewage sludge treatment by meiobenthos, *Nitocra* sp., and macrobenthos *Neanthes Japonica* (Izuka) / Bull. Mar. Biol. Stat. Asamushi Iohoku Univ. - 1989. 18. N3. - P. 103-108.

38. Mironov O.G.

Microorganisms growing on oil and oil products in western and central regions of the Mediterranean Sea // Rev. Int. Oceanogr. Med. - 1970. - V. 17. - P. 79-85

39. Mironov O.G.

Distribution of hydrocarbon-oxidizing microorganisms in some seas / Atti del 5 Coll. Int. di Oceanogr. Medica. Messina, 1973. - Napoli: Medica, 1973. - P. 315-324.

40. Mironov O.G.

Oil pollution impact on marine communities and a problem of seawater quality improvement // Acta Hydrochim. Hydrobiol. - 1988. - V. 16, N 3. - P. 269-280

41. Mironov O.G., Shchekaturina T.L.

Oil change in the excretory products of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) // Mar. Pollut. Bull. - 1979. - V. 8, N 10. - P. 232-234.

42. Montagna P.A., Bauer J.E. et al.

Temporal variability and relationship between benthic meiofauna and microbial populations of natural coastal petroleum seep // J. Mar. Res. - 1987. - 45. N 3. - P. 761-789

43. Sieburth J.M., Smetacek V., Lenz J.

Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and the relationships to plankton size fraction / Limnol. Oceanogr. - 1978. - 23. N 6. - P. 1256-1263.

44. Widbom B., Elmgren R.

Response of benthic meiofauna to nutrient enrichment of experimental marine ecosystem // Mar. Ecol. Progr. Ser. - 1988. - 42, N 3. - P. 257-268.

45. Widdows J., Donkin P., Evans S.V.

Recovery of *Mytilus edulis* L. from chronic oil exposure // Mar. Environ. Res. - 1985. - 17. N 2-4. - P. 250-253.

Часть II.

1. Абдукаримова Д.А.

Мутационная изменчивость вирусов // Тр. Инст. Микробиол. Вирусол. АН Каз. ССР. 1991. - 37. - 3-17.

2. Воинов Н.И., Солоухин В.З.

Вирусы, птицы, люди. - Минск: Высшая школа, 1977. - 160 с.

3. Григорьева Л.В.

Энтеровирусы во внешней среде. - М.: Медицина, 1968. - 288 с.

4. Зорин В.Л., Котенко Ю.Г., Кумарев В.П. и др.

Иммунохимический анализ вирусной инфекции байкальской нерпы // Тез. докл.

1-й Верещагинской Байкальской Междунар. конф., 2-7 октября 1989. Иркутск, 1989. - 82 с.

5. Колесник В. С., Дорофеев В. М., Бейм А.М. и др.

Чума плотоядных в популяции байкальской нерпы // Журн. микробиол. эпидемиол. иммунобиол. - 1990. - N 9. - С. 52-56.

6. Пичугина Т.Д.

Реакция нейтрализации в диагностике весенней вирусной болезни рыб // Бюл. ВНИИ Эксперим. Вет. - 1987. - N 61. - С. 59-60.

7. Пичугина Т.Д., Рудиков Н.И.

Получение иммуносыворотки для диагностики весенней вирусной болезни // Бюл. ВНИИ Эксперим. Вет. - 1987, - N 63. - С. 26-27.

8. Пшеничников В.А., Грабарев П.Н., Гарин Н.С.

Экология вирусов человека и теплокровных животных. - М.: Медицина, 1977. - 281 с.

9. Узунова А.Г.

Природные ингибиторы вирусов // Природа (НРБ). - 1990. - 39, N 4. - С. 24-27.

10. Харитонова Н.Н.

Основные элементы экологии вируса омской геморрагической лихорадки. - Дис. докт. М., 1974.

11. Цилинский Л.Л.

Популяционная структура и эволюция вирусов. - М.: Медицина, 1988. - 240 с.

12. Цыбульский А.В., Исачкова Л.М., Оводова Р.Т. и др.

Влияние митилана-биогликана из мидии *Crenomytilus grayanus* на течение и

исход экспериментальной гриппозной инфекции /
Журн.микробиол.эпидемиол.иммунол.- 1992.- N 3.- С. 62-66.

13. Ahne W.

Virus-infektionen aquatischer Organismen // J.Vet. Med.B.- 1988.- 35,N 7.-
P.493-503.

14. Ahpleton H.

Foodborn illness. Foodborn viruses //Loncet.1990.- N 8727.-P.1362-1364.

15. Anderson R.M.

Population and infectious diseases: ecology or epidemiology ? //J.Anim.Ecol.-
1991.-60,N 1.- P. 1-50.

16. Arimoto M., Mori K., Nakai T. et al.

Pathogenicity of the causative agent of viral nervous necrosis disease in the jack
Pseudocaranx dentex // J.Fish.Diseases. - 1993. - 16, N 5. P. 461-469.

17. Aulicino F.A., Bonadonna L., DeFilippis P. et al.

Enteroviruses in bathing areas // Proc.5th Int.Symp.Microb. Ecol.,Japan, Kyoto,
August 27-September 1, 1989. - Kyoto, 1990. - P.190.

18. Barrett T., Crowther J., Osterhaus H. et al.

Molecular and serological studies on the recent seal virus epizootics in Europe
and Siberia //Sci.Total.Environ.-1992.- 115, N 1-2.P.117-132.

19. Bemiss J.A., Logan M.M., Sample J.D., Richards G.P.

A method for the enumeration of poliovirus in selected molluscan shellfish //
J.Virol.Meth.-1989.- 26, N 2.-P.209-218.

20. Bergh O., Borsheim K.Y., Bratbak G., Heidal M.

High abundance of viruses found in aquatic environments // Nature.- 1989.-
340, N. 6233.- P.467-468.

21. Berry E.S., Skilling D.E., Barlough I. et al.

New marine calicivirus serotype infective for swine // Amer.J.Vet.Res. 1990. - 51,
N 8.-P.1184-1187.

22. Boher S.

Oysters virology and kinetics of accumulation and decontamination // Thesis
Symp.Virol., Nancy, 1991.- Nancy (Fr): Nancy Univ., 1991.- 206 p.

23. Bonami J.-R., Trumper B., Mari J. et al.

Purification and characterization of the infectious hypodermal and haematopoietic
necrosis virus of penaeid shrimps // J.Gen.Virol. - 1990. - 71, N11.- P. 2657-
2664.

- 24. Bosch A., Lucena F., Girones R., Jofre J.**
Occurrence of enteroviruses in marine sediment along the coast
of Barcelona, Spain // *Can.J.Microbiol.* - 1988. - 34, N 7.-P.921-924.
- 25. Bossart G., Brawner Th. A., Cabal C. et al.**
Hepatitis B-like infection in a Pacific white-sided dolphin // *J.Amer.Vet.Med.*
Assoc. - 1990. - 196, N 1. - P.127-130.
- 26. Boyle J., Blackwell J.**
Use of polymerase reaction to detect latent channel catfish virus //
Amer.J.Vet.Res. - 1991. - 52, N 12. - P.1965-1968.
- 27. Bratbak G., Haslund O.H., Heldal M., Niess A., Roeggen T.**
Giant marine viruses // *Mar.Ecol.Progr.Ser.* - 1992. - 85, N 1-2. - P.201- 202.
- 28. Bratbak G., Heldal M., Niess A., Roeggen T.**
Viral impact on microbial communities // *Proc.abstr. 8th Int.Congr.Immunol.*
Budapest, August 23-28, 1989. - Budapest: , 1992. - P.71.
- 29. Bratbak G., Heldal M., Norland S., Thingstad T.**
Viruses as partners in spring bloom microbial trophodynamics //
Appl.Environ.Microbiol. - 1990. - 56, N 5. - P. 1400-1405.
- 30. Breuil G., Bonami J.R., Pepin J.F., Pichot Y.**
Viral infection (picorna-like virus) associated with mass mortalities in hatchery-
reared sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae and juveniles // *Aquaculture.* - 1991.-
97, N 2-3. - P.109-116.
- 31. Burbank D.E., Shields Sh.L., Schuster A.M., Van Etten J.L.**
5-azacytidine-resistant mutants of Chlorella virus SIL3a // *Virology.* - 1990.-
176, N 1. - P.311-315.
- 32. Chemical contaminants and viral infection in sea mammals in UK coastal
waters // *Sci.Total Environ.* - 1992. - 115, N1-2. P. 1-177.**
- 33. Christie K.E., Havarstein L.S., Pjupvik H.O. et al.**
Characterization of a serotype of infectious pancreatic necrosis virus isolated from
Atlantic salmon // *Arch.Virol.* - 1988. - 103, N 3-4. - P.167-177.
- 34. Cotor F., Zabale O., Aoram G.**
Enterovirus presents sur quelques especes de coquillages de poissons // *Rev.*
roum.virol. - 1990. - 41, N 1. - P. 19-23.
- 35. Cubitt D.**
The diagnosis and occurrence of waterborne outbreaks of viral gastroenteritis //
Zentralbl.Hyg.Umweltmed. - 1990.1 90, N 5-6. - P. 446.

36. Dangschat H.

Infektiöse haematopoetische nekrose (IHN) bei importierten regenbogenforellen festgestellt // Fisher und Teichwirt. - 1992. - 43, N 10. - P.370-372.

37. Deng F.G., Kodama H., Onuma M., Kimura T., Ioshimizu M.

Comparison of different Oncorhynchus masou virus (OMV) strains by DNA restriction endonuclease cleavage analysis//Jap. J. Vet. Res. - 1991.- 39, N 1.-P. 27-37.

38. Deng F.G., Kubota Y., Onuma M., Kodama H.

Detection of salmonid herpesvirus (Oncorhynchus masou virus) in fish by Southern blot technique //J.Vet.Med.Sci.- 1991. - 53, N 1. -P.43-48.

39. Domingo M., Ferrer L., Pumarola M., Marco A., Plana J.

Morbilli- virus in dolphins// Nature.- 1990.- 348, N 6296. P. 21-24.

40. Dopazo C.P. , Novoa B., Rivas C. et al.

Comparison of five fish rotaviruses by cross-neutralization tests// Aquaculture.- 1992. - 107, N 2-3. - P.131-134.

41. Dopazo C.P., Toranzo A.E., Samal S.K. et al.

Antigenic relations among rotaviruses isolated from fish// J.Fish Diseases.- 1992, - 15, N 1.- P.27-36.

42. Dorson M., Torhy C.

Viral haemorrhagic septicaemia virus replication in external tissue excised from rainbow trout Oncorhynchus mykiss (Walbaum) and hybrids of different susceptibilities// J.Fish.Diseases. - 1993. - 16, N4, P.403-408.

43. Dupont Y., Jehl-Pietri C., Herve C., Menard D.

Comparative study of bacterial and viral-faecal contamination in shellfish: demonstration of seasonal variations//Biomed. Lett.- 1992.- 47, N 188.- P329-335.

44. Durkop J.

Virus contamination of surface waters/ Abstr. 6th Int.Symp.Microb.Ecol., Barcelona,September 6-11, 1992.- Barcelona: - 1992.- P.4.

45. Eaton B.T., Hyatt A.D., Hengstberger S.

Epizootic haematopoietic necrosis virus: purification and classification // J.Fish Diseases. - 1991. - 14, N 2. - P.157-165.

46. Eaton W.D., Wingfield W.H., Hedrick R.P.

Comparison of the DNA homologues of five salmonid herpesviruses.- Fish.Pathol. -1991.- 26, N 4. - P. 183-187.

47. Eiras J.C., Santos P.J.

Necrose eritrocítica viral presumível em peixes da cista de Portugal // Publ. Anulsas. - 1992. -N 19. - P. 419.

48. Enriquez R., Fronsher G.G., Hochstein-Mintzel V. et al.
Accumulation and persistence of hepatitis A virus in mussels // J.Med.Virol. - 1992.- 37, N 3.- P.174-179.
49. Farley C.A., Banfield W.G., Kasnic G., Jr., Foster W.S.
Oyster herpes-type virus // Science. - 1972. - 178, N 4062, P.759-760.
50. Feras Y. Kesa L.
The relationships between protozoa and viruses. 4. Protozoa as host of mammalian viruses // Изв. АН ЭССР. Сер. Бюл.- 1990.- 9, N 4. - P.242-258.
51. Forne J., Miralles R., Tomas S., Saballs P.
Typhoid fever and acute non-a, non-b hepatitis after shellfish consumption // J.Med.Virol.- 1988.- 7, N 4.- P.581-582.
52. Franco E., Toti L., Gabrieli R. et al.
Depuration of *Mytilus galloprovincialis* experimentally contaminated with hepatitis A virus // Int. J.Food Microbiol.- 1990. - 11, N 3-4. - P.321- 328.
53. Frey H.R., Liess B., Haas L. et al.
Herpesvirus in harbour seals (*Phoca vitulina*) isolation, partial characterization, distribution // J.Vet.Med.B.-1989.-36, N 9.-P.699-700.
54. Frog virus may curb tilapia // Fish Farm Int. - 1992.- 15, N12. - P.2.
55. Frayer J.L.
The distribution and ecology of viruses infections for pacific salmon in the north Pacific // Abstr. 5th Int.Symp.Microb.Ecol., Kyoto, August 27-September 1, 1989. - Kyoto, 1990. - P. 23.
56. Fuhrman J.A.
Bacteriophage roles in marine food webs // Proc. 8th Congr. Immunol., Budapest, 1992. - Budapest, 1992.P.33.
57. Gabliks J.
Influenza-A virus vaccine from fish cell cultures. Pat. 4783411 (USA). - N 663322.
58. Gerba Ch.P., Goyal S.M.
Enteric virus: Risk assessment of ocean disposal of sewage sludge // Water Sci.Technol.1988/1989. - 20, N 11-12. - P. 25-31.
59. Girones R., Jofre J., Bosch A.
Natural inactivation of enteric viruses in sea water // J.Environ.Qual. - 1989. - 18, N 1. - P. 34-39.
60. Grabow W.O., Idema G.K., Coubrough P., Bateman B.W.
Selection of indicator systems for human viruses in polluted sea water and

shellfish // Water Sci.Technol.- 1989.-21, N 3. P.111-117.

61. Gupta S.L., Nayar M.P.

A retrospective look at viruses of waste water // Everyman's Sci. - 1988. - 23, N 3. - P.88-89.

62. Gustafson K.R., Cardellina J.H., Jr., Fuller R. et al.

AIDS antiviral sulfolipids from cyanobacteria (blue-green algae) // J.Nat.Cancer Inst. - 1989. - 81, N 16. - P. 1254-1256.

63. Hall A.J., Pomeroy P.P., Harwood J.

The descriptive epizootiology of phocine distemper in the UK during 1988-1989 / / Sci. Total. Environ. / 1992.- 115, N 1-2. - P. 31-44.

64. Hara S., Koike I.

Abundance of bacterial phage in the ocean // Abstr. 5th Int.Symp.Microb.Ecol., Kyoto, August 27-September1, 1989. - Kyoto, 1990.- P. 161.

65. Hara S., Terachi K., Koike I.

Abundance of viruses in marine waters: Assessment by epifluorescence and transmission electron microscopy // Appl. Environ. Microbiol. - 1991. 57, N 9.- P. 2731-2734.

66. Harder T.C., Willhaus Th., Leibold., Liess B.

Investigations on cause and outcome of phocine distemper virus infection in harbour seal (*Phoca vitulina*) exposed to polychlorinated biphenyls // J.Vet.Med.B. - 1992. - 39, N 1. - P. 19-31.

67. Have P., Nielsen Y., Bother A.

The seal death in Danish waters, 1988.: 2. Virological studies // Acta Vet. Scand. -1991- 32, N 2. - P. 211-219.

68. Hedrick R.P., Groff J.M., McDowell T. S., Wingfield W.Y.

Virus infections of cultured white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) // Actes Ier Colloq.Int. Esturgeon, Bourdeaux, 1990. - Bourdeaux, October 3-6, 1990. - Bourdeaux, 1991. -P. 439-444.

69. Hedrick R.P., Yun S., Wingfield W.H.

A small SNA virus isolated from salmonid fishes in California, USA // Can. J. Fish.Aqu. at.Sci. - 1991. - 48, N 1. - P. 99-104.

70. Haldal M., Bratbak G.

Production and decay of viruses in aquatic environments // Mar.Ecol.Progr.Ser.- 1991.- 72, N 3. - P. 205-212.

71. Heppell J., Berthiaume L., Tarrab E. et al.

Evidence of genomic variations between infectious pancreatic necrosis

virus strains determined by restriction fragment profiles // J.Gen.Virol.-1992. - 73, N 11. - P.2863-2870.

72. Herbst W., Werkle J., Philipp W. et al.
Chlorofomstabile zyto-pathogene viren in Schlachthofabwassern // Fleischwirtschaft.- 1990. - 70, N 8. - P. 898-899.

73. Hetrich F.M., Samal S., Marshall S., McPhillips T.
The reoviruses and rotaviruses of fishes // Abstr. 5th Int.Symp. Microb. Ecol., Kyoto, August 27-September 1,1989. - Kyoto, 1990. - P.23.

74. Hirth L., Lebeurier G.
Viruses : Variation and its significance in the biological world // Biol.Cell. - 1990. 68, N 1.- P. 1-3.

75. Hisashi M., Mamoru Y., Yoshio E., Takahisa K.
Anti-infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) substances produced by bacteria from aquatic environment // Fish Pathol. - 1993. - 28, N 1. - P. 9-13.

76. Hofmeister R., Brewer E., Ernst R. et al.
Distemper-like disease in harbour seals: virus isolation, further pathologic and serologic findings // J.Vet.Med. - 1988. -35, N 10. P.765-769.

77. Horvat B., Willhaus T., Frey H.R., Liess B.
Herpesvirus in harbour seals (*Phoca vitulina*): transmission in homologous host / / J.Vet.Med.B. - 1989. - 36, N 9. - P.715-718.

78. Hsu Y.L., Chen B.S., Wu J.L.
Demonstration of infectious pancreatic necrosis virus strain VR-299 in Japanese eel, *Anquilla japonica* Temminet and Schlegel // J.Fish Diseases. 1993. - 16, N 2. - P. 123-129.

79. Hughes M.S., Coyle P.V., Connolly J.H.
Enteroviruses in recreational waters of northern Ireland // Epidemiol.Infect. - 1992.- 108, N3. - P. 529-536.

80. Hyatt A.D., Eaton B.T., Henstberger S., Russel G.
Epizootic haematopoietic necrosis virus : Detection by Elisa, immunohistochemistry and immunoelectron microscopy // J.Fish Diseases. - 1991.- 14, N 6. - P. 605-617.

81. Ichikawa H., Hasegawa K., Nunoya T. et al.
Добуцун суйдокукан дзасси // J.Jap.Assoc.Zool.Gard.& Aquariums. 1988.- 30, N 3. - P. 71-75.

82. Inouye R., Yamano K., Maeno Y. et al.
Гебе кэнкю // Fish Pathol. - 1992. - 27, N 1. - P. 19-27.

83. Isshiki T., Kawai K., Kusuda R.

Gyobo kenkyu // Fish Pathol. - 1993. - 28, N 2. - P.65-69.

84. Jamada T., Takehara J.

Молекулярная биология вирусов водорослей // Protein Nucl. Acid and Enzyme. 1992. - 37, N 12. - P. 2161-2171.

85. Jehl-Petri C., Dupont J., Munro J.

Viral and bacterial contamination of shellfish harvested in the natural environment // Distribution and Activity of Microorganisms in the Sea / Rheinheimer G. et al., eds.- Kiel:Meeresforsch. (Sondern), 1991.- 8.- P. 297-302.

86. Jiao Y., Han J., Wang X et al.

Бинду сюэбао // Chin. J. Virol. - 1990. - 6, N 4. - P. 312-315.

87. Jofre J., Blasi M., Bosch A., Lucena F.

Occurrence of bacteriophages infecting Bacteroides fragilis and other viruses in polluted marine sediments // Water sci.Technol. 1989. - 21, N 3. - P. 15-19.

88. Kalter S.S.

The role of animals in the waterborn transmission of viruses // Water Sci. & Technol.-1986.- 18, N 10.- P. 241-263.

89. Kegler H.

The occurrence and behaviour of plant pathogenic viruses in soil and bodies of water // Abstr. 6th Int. Symp. Microb.Ecol., Barcelona, September, 6-11, 1992. - Barcelona, 1992.- P. 5.

90. Kimura T., Ioshimizu M., Kamei I., Ezura I.

Interaction between fish pathogenic viruses and microorganisms in environmental water of fish // Abstr. 5th Int. Symp. Microb. Ecol., Kyoto, August 27-September 1, 1989.- Kyoto, 1990.P.24.

91. Kolbl O.

Verfahren zur Vermehrung des Erreges der viralen hamorrhacischen Septikamie (VHS) der Forellen in Warmbluterzellkulturen.- Pat. 388565, N 3176/87.- 1989.

92. Krikalis V., Spyrou N., Markoulatos P.

Human adenoviruses and enteroviruses present in waters // Microb. Ecol. Health and Disease. - 1991. - 4, N 4.- P. 250.

93. Kusuda R., Nishi Y., Hosono N., Suzuki S.

Serological comparison of birnaviruses isolated from several species of marine fish in South West Japan // Fish Pathol. - 1993. - 28, N 2. - P. 91-92.

94. Lacasa M.

A protein kinase-related gene within the channel catfish herpesvirus genome // Nucl.Acids Res. - 1990. - 18, N 10. - P. 3050.

95. Lake Baikal's seals had distemper virus in 1987 // **New Sci.** 1989. - 121, N 1657. - P. 19.
96. **Lauckner G.**
Diseases of mollusca bivalvia // Diseases of Marine Animals V.II. / Kinne O., ed. - Hamburg: Boyers & Co., 1983. - P. 477-489
97. **Le Guyader F., Araire-Marchais V., Menard D. et al.**
Detection of enteroviruses and hepatitis A virus by riboprobes in natural shellfish / Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992. - Barcelona, 1992. - P. 201.
98. **Leong J.C.**
Vaccine for immunizing fish against infectious pancreatic necrosis virus. - Oregon State University, 1992 Pat. N 5165925
99. **Lewis G.D., Loutit M.W.**
The fate of enteric viruses in effluent discharges / Abstr. 5th Int. Symp. Microb. Ecol., Kyoto, August 27-September 1, 1989. - Kyoto: 1990. - P. 25.
100. **Li Sh.G., Orlich M., Rott R.**
Generation of seal influenza virus variants pathogenic for chickens because of hemagglutinin cleavage site changes / J. Virol. - 1990. - 64, N 7. - P. 3297-3303.
101. **Lightner D.V.**
IHHN virus disease of Penaeid shrimp // Disease Diagn. & Contr. N. Amer. Mar. Aquacult. (Amsterdam). - 1988. - P. 1115.
102. **Lightner D.V.**
Reo-like virus (REO) disease of Penaeid shrimp // Disease Diag. & Contr. N. Amer. Mar. Aquacult. (Amsterdam). - 1988. - P. 33-77
103. **Likhoshvay J.V., Solodun J.V., Nagieva F.G. et al.**
Baikal seal virus // Nature. - 1989. - 339, N 6222. - P. 266.
104. **Lipipun V., Caswell-Reno P., Hsu J.-L. et al.**
Antigenic analysis of Asian aquatic birnavirus isolates using monoclonal antibodies // Fish. Path. - 1989. - 24, N 3. P. 155-160
105. **Lo C.F., Hong J.W., Huang S.J., Wang C.H.**
The characteristics of the virus isolated from the gill of clam *Meretrix lusoria* // Fish Pathol. - 1988. - 23, N3. - P. 147-154.
106. **Lo C.F., Lin M.S., Lin S.M., et al.**
Viral interference in TO-2 cell infected with IPN virus isolated from clam *Meretrix lusoria* // Fish Pathol. / 1990. - 25, N 3. - P. 133-140

107. Lu Y., Nadala E.B., Brock J.A., Loh Ph.C.

A new virus isolate from infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) infected penaeid shrimps // J.Virol.Meth. - 1991. - 31, N 2-3. - P. 189-195

108. Mandler J., Gorman O.T., Ludwig S. et al.

Derivation of the nucleoproteins (NP) of influenza A viruses isolated from marine mammals // Virology. - 1990. - 176, N 1. - P.255-261.

109. Marino G.

Una idea per una piu rapida metodica di virus enterici d alle aquee di mare al fine della loro valutazione igienica // J. San. Publ. - 1992. - 48, N 6. - P.393-396.

110. McAllister P.E., Owens W.J.

Recovery of infectious pancreatic necrosis virus from the faeces of wild piscivorous birds // Aquaculture - 1992. - 106, N 3-4. - P. 227-232

111. McCullough S.L., McNeilly F., Allan G.M. et al.

Isolation and characterization of a porpoise morbillivirus // Arch.Virol. 1991. - 118, N 3-4. - P. 247-252

112. McGrath J.W.

Biological impact of social disruption resulting from epidemic disease // Amer. J. Phys. Anthropol. - 1991. 84, N 4. - P. 407-419.

113. Mesquita M.M.F.

Effects of seawater contamination level and exposure period on the bacterial and viral accumulation and elimination processes by *Mytilus edulis* // Water Sci.Technol. - 1988/1989. - 20, N 11-12. - P. 265-270.

114. Meyers Th.

Control of IHN virus in Alaskan Sockeye salmon culture // NOAA Techn. Rep. NMFS. - 1992. - N 111. - P. 13-14.

115. Moebus K.

Preliminary observations on the concentration of marine bacteriophages in the water around Helgoland // Helgol.Meeres- unters. -1992. - 45, N 4. - P.411-422.

116. Moebus K.

Further investigations on the concentration of marine bacteriophage in the water around Helgoland with reference to the phage-host systems encountered // Helgol. Meeresunters. - 1992. - 46, N 3. - P. 275-292.

117. Momoyama K.

Гебе кэнкю // Fish Pathol. - 1989. - 24, N 3. P. 179-181.

118. Momoyama K.

Some important infectious diseases of kuruma shrimp *Penaeus japonicus* in Japan // NOAA Techn. Rept. NMFS. - 1992. - n 111. - P. 49-52.

119. Mori K.I., Nakai T., Nagaha M. et al.

A viral disease in hatchery-reared larvae and juveniles of red-spotted grouper // Fish Pathol.-1991. - 26, N 4. - P. 209-210.

120. Morse S.S.

Emerging viruses: Defining the rules for viral traffic // Perspect. Biol. Med. - 1991. - 34, N 3. - P. 387.

121. Muller D.G.

Intergeneric transmission of a marine plant DNA virus // Naturwissenschaften. - 1992. - 79, N 1. - P. 50.

122. Muller W., Gasic M.,

Kljajic Z. Verfahren zur Herstellung und die Verwendung des Lektins von Chondrilla nucula zur Zytotoxikation von nicht-infizierten and virus-infizierten Lymphozyten als auch zur zytologischen Diagnose. FRG, 1991. Pat. 4012319. N P4012319.7

123. Muller D.G., Stache B.

World wide occurrence of virus infections in filamentous marine brown algae // Helgol. Meeresunters. - 1992. - 46, N 1. - P.1-8.

124. Nadala E.C.B., Lu J., Loh Ph.C. et al.

Infection of Penaeus Stylirostris (Bonne) with a rhabdovirus isolated from Penaeus spp // Fish Pathol.- 1992. - 27, N 3. - P. 143-147.

125. Naess A., Roeggen T., Aeldal M., Bratbak C.

Factors inducing virus production in natural bacterial assemblages // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992. - Barcelona, 1992. - P.216.

126. Neill J.D.

Identification of conserved and non-conserved amino acid sequences among calicivirus capsid proteins / Virus Res. - 1992. - 24, N 2. - P. 10.

127. O'Carroll K.

Viruses in natural waters // Mar. Pollut. Bull. - 1989. - 20, N 10. - P. 483.

128. Officer I.E.

Ability of fish cell line to support the growth of mammalian viruses // Proc. Soc. Exp. Biol. - 1964. - 116, N 1. - P. 190-194.

129. Okamoto N., Hirotsu H., Sano T., Kobayashi M.

ニホンアサギサカキカイ // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1988. - 54, N 12. P. 2225.

130. Osterhaus A.

A morbillivirus causing mass mortality in seals // Vaccine.-1989. - 7, N 6. - P. 483-484.

- 131. Osterhaus A., De Vries P., Uytdehaag F.G. et al.**
Induction of protective immunity with morbillivirus ISCOM preparation // Proc. Conf. Vaccines 90: Modern Approaches New Vaccines Including Prevention AIDS. Spring Harbor. USA. 1990 - Spring Harbor. 1990. - P. 145-150.
- 132. Osterhaus A.D., Uytdehaag F.G., Visser I.K. et al.**
Seal vaccination success // Nature. - 1989 - 337, N 6202. - P.21.
- 133. Osterhaus A.D., Vedder E.J.**
Identification of virus causing recent seal deaths /Nature.-1988.- 335, N 6185.P.20.
- 134. Papaevangelou G.J., Biziagos E., Stathopoulos G.A., Crance J.M. Vayona T., DeLoince R.**
Detection of hepatitis A virus in sewage sea water and shellfish // Rep. Selected Microbiol. Projects. - Athens:UNEP. 1991. -N 54. - P. 11-12.
- 135. Patil A.D., Kokke W.C., Cochran S. et al.**
Brominated polyacetylenic acids from the marine sponge Xestospongia muta: Inhibitors of HIV protease // J.Natur. Prod. - 1992. 55, N 9. - P.1170-1177.
- 136. Patti A.M., Aulicino F.A., DeFilippis P. et al.**
Identification of enteroviruses isolated from sea water:Indirect immunofluorescence (HF) // Boll.Soc.Ital.Biol.Sper.-1990.- 66, N 6. - P. 595-600.
- 137. Patti A.M., De Filippis P., Gabriel R. et al.**
Interactions between the human viruses and unicellular algae in marine environment // Ann.ig Med.Rev.Com.- 1991. - 3, N 2.- P. 101-104
- 138. Patti A.M., Gabrieli R., De Filippis P. et al.**
Influence of algae on ultrafiltration for enteroviruses recovery from sea water // Ann.ig Med.Prev.Com. - 1992.-2, N 1-2. - P.35-38.
- 139. Paul J.H., Jiang S.C., Ros J.B.**
Concentration of viruses and dissolved DNA from aquatic environments by vortex flow filtration // Appl.Environ.Microbiol.-1991.- 57, N 8.P.2197-2204.
- 140. Pearce F.**
Seal virus spreads to porpoises // New Sci.- 1988.- N 15. - P.21.
- 141. Peduzzi P., Weinbauer M.G.**
Impact of virus particles on the formation of aggregates (marine snow) and on the unicellular plankton compartment in the northern Adriatic Sea // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona. September 6-11. 1992. Barcelona, 1992. - P.216.
- 142. Pinto R.M., Jofre J., Bosch A.**
Viral erythrocytic infection in sea bass: virus purification and confirmative diagnosis // Arch.Virol.- 1991. - 120, N 1-2. - P.83-96

143. Proctor L.M., Fuhrman J.A.

Bacteriophage-infected bacteria in the sea // Abstr. 5th Int.Symp.Microb.Ecol., Kyoto, August 27-September 1, 1989. - Kyoto, 1990.- P.161.

144. 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.

145. Proctor L.M., Fuhrman J.A.

Viral mortality of marine bacteria and cyanobacteria // Nature,- 1990.- 343, N 6253.-P. 60-62.

146. Reisser W.

Viruses and virus-like particles of fresh water and marine eukaryotic algae - a review // Arch.Protisten:1993.- 143, N 1-3. - P.257-269.

147. Reisser W., Burbank D.E., Meints S.M. et al.

A comparison of viruses infecting two different chlorella-like green algae // Virology. - 1988. - 167, N 1. - P. 143-149.

148. Reisser W., Vietze S.

Soluble DNA in fresh water: the role of algal viruses // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992.- Barcelona, 1992. - P. 211.

149. Rima B.K., Curran M.D., Kennedy S.

Phocine distemper virus, the agent responsible for the 1988 mass mortality of seals // Sci. Total Environ.. - 1992. - 115, N 1-2. - P.45-55.

150. Rivas C., Romalde J.L., Cepeda C. et al.

Study of the role of molluscs as vector of poikilothermic viruses // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992.-Barcelona,1992.-P. 202.

151. Roike J., Terauchi K. et al

Marine virus - their role in upper ocean DOM dynamics // Abstr. 8th Int. Congr.Immunol , Budapest, August 23-28, 1992. - Budapest, 1992.- P.72.

152. Sanjuan J.L., Jus E.

Characteristics of birnaviruses isolated from fish in Spain // Aquaculture.- 1992.- 100, N 1-3. P.331.

153. Sano N., Sano M., Sano T., Hondo R.

Herpesvirus cybrini: Detection of the viral genome by in situ hybridization // J. Fish Diseases. - 1992. - 15, N 2. - P. 153-162.

154. Schwartzbrod L.

Impact of the association of viruses to supporters // Abstr. 6th Int. Symp Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992.- Barcelona, 1992. - P.2, 38.

155. Schwartzbrod L., Jehl-Pietri C., Boher S., Hugues B., Albert M., Beril C.

Viral contamination // The Sea and Urban Waste Disposals / Quillard J.F., Romana L.A., eds. - Brest: Fremer Centre Plouzane, 1991. - P.110-114.

156. Schwartzbrod L., Montanie H., Lambert C.

Comparison of two methods for virus recovery from mussels and oysters // Water Sci. Technol. - 1989. - 21, N 3. - P. 291-293.

157. Schwyzer M.

Was war zuerst das virus der wirt // Ges. Zurich. - 1991. - 136, N 2. - P. 113-130.

158. Seganti L., Superti F., Bianchi S. et al.

Susceptibility of mammalian, avian fish and mosquito cell lines to rabies virus infection // Acta Virol. - 1990. - 34, N 2. - P. 155-163.

159. Sellwood J.

Public health significance of pathogenic viruses in the water cycle // Med. Lab. Sci. - 1992. - 49, N 3. - P. 217.

160. Shao J., Mao Sh., Shen Y.

Ханчжоу дасюэ Бао // J. Hang. Univ. Nature Sci. Ed. - 1990. - 17, N 1. - P. 7479.

161. Sherr E.B.

And now small is plentiful / Nature. - 1989. - 340, N 6233. - P. 429.

162. Shuval H.J.

The transmission of virus disease by the marine environment // Schriften Ver. Wasser Boden & Luft Hyg. - 1988. - N 78. - P. 7-23.

163. Sindermann C.J.

Herpes-type virus disease of oysters // Disease Diagn. & Contr. N. Amer. Mar. Aquacult. (Amsterdam) - 1988. - P. 281-283.

164. Smail D.A., Bruno D.W., Dear G., McFarlane L.A., Ross K.

Infectious pancreatic necrosis (IPN) virus Sp serotype in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., post-smolts associated with mortality and clinical disease // J. Fish. Diseases. 1992. - 15, N 1. - P. 77-83.

165. Sobsey M.D., Davis A.L., Rullman V.A.

Persistence of hepatitis A virus and other viruses in depurated eastern oysters // Proc. Ocean 87 Int. Workplace, Halifax, September 28-October 1, 1987. - New York, 1987. - 5. P.1740-1745.

166. Sosa B., Stipanov I., Zdrilic B. et al.

Zoonoze u vezis hranom podrijetlom iz mora // Med. Jadertina. - 1992. - 22, N 1. - P. 74.

167. Spinks P.

Seal pups will develop natural immunity to virus // New Sci. - 1988. - 119, N 1631. - P.21.

168. Sullivan J.R.

Viruses at sea // Sea Front. - 1990. - 36, N 5. - P. 24-28.

169. Sun X., Wang W., Zhou H. et al.

Studies on immunodiagnosis of hepatopancreatic parvo-like virus disease of the chinese penaeid, *Penaeus chinensis*. 1. Purification of the virus // Cyim. J. Oceanol. Limnol. - 1993. - 11, N 2. - P. 189-192.

170. Suttle C.A.

Inhibition of photosynthesis in phytoplankton by the submicron size fraction concentrated from sea water // Mar. Ecol. Progr. Ser. - 1992. - 87, N 1-2. - P. 105-112.

171. Suttle C.A., Otrell M.T., Chan A.M.

Viruses infecting phytoplankton // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992. - Barcelona, 1992. - P. 210.

172. Suttle C., Chen F.

Mechanisms and rates of decay of marine viruses in sea water // Appl. Environ. Microbiol. - 1992. - 58, N 11. - P. 3721-3729.

173. Suzuki S., Ioshimizu M., Saneyoshi M.

Detection of viral DNA polymerase activity in salmon tumour tissue induced by herpesvirus *Oncorhynchus masou virus* // Acta virol. - 1992. - 36, N 3. - P. 326-328.

174. Tang Y.W., Wang J.X., Xu Z.Y., Guo Y.F., Qian W.H., Xu J.X.

A serologically confirmed case-control study of a large outbreak of hepatitis A in China, associated with consumption of clams // Epidemiol. infect. - 1991. - 107, N 3. - P. 651-657.

175. Thompson P.M., Miller D.

Phocine distemper virus outbreak in the Moray Firth common seal population : an estimate of mortality // Sci. Total Environ. - 1992. - 115, N 1-2. - P. 57-65.

176. Toegepaste W.

Honclervirus oorzaak sterfte ree honden // TNO mag. - 1988. - 4, N 8. - P. 12.

177. Toti L., Croc L., Medici D. et al.

Problemi connessi alla presenza di enterovirus nei molluschi duli lamellibranchi // Nuovi ann.ig.microbiol. - 1988. - 39, N 3. - P. 183-201.

178. Truman B. J., Madore H.P., Menegus M. A. et al.

Snow mountain agent gastroenteritis from clams // Amer. J. Epidemiol. 1987.

179. Ueno Y., Kitao T., Chen Sh. et al.

Characterization of A herpes-like virus isolated from cultured Japanese eels in Taiwan // Fish Pathol. - 1992. - 27, N 1. - P. 7-17.

180. Van Etten J.L., Lane L.C., Meints R.H.

Viruses and virus-like particles of eukaryotic algae // Microbiol. rev. - 1991. 55, N 4. - P. 586-620.

181. Van Etten J.L., Xia Y., Burbank D.E.

Viruses infecting a eukaryotic green alga are a new source of DNA methyltransferases and DNA site-specific endonucleases // J. Cell Biochim. - 1989. - N 13. - P.199.

182. Visser I.K.G., Bilat M.W.G., Brugge H.N. et al.

Vaccination of harbour seals (*Phoca vitulina*) against phocid distemper with two different inactivated canine distemper virus (CDV) vaccines // Vaccine. - 1989. - 7, N 6. - P. 521-526.

183. Visser I.K.G., Kumarev V.P., Orvell C. et al.

Comparison of two morbilliviruses isolated from seals during outbreaks of distemper in north west Europe and Siberia // Arch. Virol. 1990. - 111, N 3-4. - P. 149-164.

184. Visser I., Van Bresse M.-F. et al.

Characterization of morbilliviruses isolated from dolphins and porpoises in Europe // J. Gen. Virol. - 1993. - 74, N 4. - P. 631-641.

185. Weinbauer M.C., Peduzzi P.

Variability of viruses and dissolved nucleic acids in the northern Adriatic Sea // Abstr. 6th Int. Symp. Microb. Ecol., Barcelona, September 6-11, 1992. - Barcelona, 1992. - P. 216.

186. Weiss R.

Aquatic viruses unexpectedly abundant // Sci. News. 1989. - 136, N 7. - P. 100.

187. Weiss R.

The viral advantage. A crowded world ensures prosperous future for disease-causing viruses // Sci. News. 1989. - 136, N 13. - P. 200-203.

188. Wickelgren L.

Vaccination success convicts seal killer // Sci. News. - 1989. - 135, N 3. - P. 39.

189. Williams F.P., Jr., Fout G.S.

Contamination of shellfish by stool-shed viruses: Methods of detection // Environ. Sci. Technol. - 1992. - V. 26, N 4. - P. 689-696.

190. Winton J.R.

The application of molecular biology to the detection of infectious hematopoietic necrosis virus // NOAA Techn. Rep. NMFS. - 1992. - N 111. - P. 53-56.

191. Wise J.A., Harrell S.F., Busch R.L., Boyle J.A.

Vertical transmission of channel catfish virus // Amer. J. Vet. Res. 1988.- 49, N 9. - P. 1506-1507.

192. Wolf K.

Fish diseases // Diseases of Marine Animals. Vol. IV / Kinne O., ed. - Hamburg : Boyers & Co., 1984. - P. 17-50.

193. 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.

194. Xu Z.Y.

Ecologie des coquillages associes aux epidemies d'hepatite A en Chine // Med. Chir. Dig. - 1992. - 21, N 2. P.6.

195. Yamashita T., Sakae K., Ishihara I., Isomura S. A.

2-year survey of the prevalence of enteric viral infections in children compared with contamination in locally harvested oysters // Epidemiol. & Infect. - 1992. - 108, N 1. -P.155-163.

196. Zhang Y., Burbank D., Van Etten J.L.

Chlorella viruses isolated in China // Appl. Environ. Microbiol. -1988. - 54, N 9. - P.- 2170-2173.

197. Zhou Y.J., Estes M.K., Jiang X., Metcalf T.G.

Concentration and detection of hepatitis A virus and rotavirus from shellfish by hebridization tests // Appl. Environ. Microbiol.- 1991. - 57, N 10. - P. 2963-2968.

198. Zupo V.

I-virus // Aquarium. -1989.- 20, N 2. -P.135-137.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. 30 лет морских санитарно-биологических исследований	7
2. Морские микроформы как объект санитарно-биологических исследований	
2.1. Некоторые вопросы методики	16
2.2. Нефтеоокисляющие микромицеты в морской среде	20
2.3. Фильтрующие формы жизни в море (вирусы и фаги)	31
3. Мейобентос в морских санитарно-биологических исследованиях	44
4. Мидии как элемент гидробиологической системы очистки морских вод (гистолого-морфологические аспекты)	58
Заключение	63
Резюме	64
Литература	73

C O N T E N T

P r e f a c e	5
1. 30 years of marine sanitary biological investigations	7
2. Marine microforms as an object in sanitary-biological investigations	
2.1. Some methodical questions	16
2.2. Oil-oxidizing micromycetes in marine environment	20
2.3. Filterable forms of life at sea (viruses, phages)	31
3. Meiobenthos in marine sanitary-biological investigations	44
4. Mussels as an element in the seawater hydrobiological cleaning system (hystologo-morphological aspects)	58
C o n c l u s i o n	63
R e s u m e	64
R e f e r e n c e s	73