

УДК 262.5:573.4 (591.553:551.435.74)

Ю. П. Зайцев

Одесский филиал Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского
НАН Украины, ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011, Украина,
тел.: 8 (048) 725 09 17, e-mail: yu.zaitsev@paco.net

СООБЩЕСТВО МИКРООРГАНИЗМОВ ПОРОВЫХ ВОД ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ ЧЕРНОГО МОРЯ. ФАКТЫ И ГИПОТЕЗЫ

Поровые пространства (интерстиции) морских песчаных пляжей постоянно заполнены водой и населены мельчайшими водными организмами морского, речного и наземного происхождения: бактериями, одноклеточными водорослями, грибами, их спорами и цистами, простейшими, беспозвоночными. Они находят здесь благоприятные условия, в частности, обилие питательных веществ, не испытывают присутствия крупных врагов и успешно размножаются. Волны постоянно наполняют интерстиции водой и организмами, а избыточные поровые воды с их богатым населением выходят в море в зоне линии уреза воды. Это привлекает сюда молодь рыб и многих беспозвоночных. Важная и мало изученная экологическая функция песчаных пляжей – продуцирование бактерий, микроскопических водорослей и мелких животных, а также детрита. Различные антропогенные изменения природного состояния песчаных пляжей означают угрозу для прибрежных нагульных биотопов рыб и беспозвоночных, в том числе, важных промысловых видов. Предлагаются основные задачи изучения мало исследованного микроскопического населения песчаных пляжей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Черное море, песчаные пляжи, поровые воды, микроорганизмы, сообщество.

Введение

В своих трудах В. И. Вернадский [3, 4] подчеркивал особую биогеохимическую и экологическую роль граничных поверхностей в жизни морей и океанов. Этот принципиальный вывод получил дальнейшее развитие в более поздних исследованиях. На границе моря и атмосферы, в слое 0 – 5 см, который считали неблагоприятным для живых существ, было открыто специфическое сообщество организмов – морской нейстон, играющее ключевую роль в морской экосистеме [9,10,11,12]. На границе море-дно, в батииали насыщенной сероводородом, где, как полагали, обитают лишь сульфатредуцирующие бактерии, были обнаружены жизнеспособные споры оксибионтов из верхнего слоя моря [14]. В развитие фундаментальных идей Вернадского были разработаны научные концепции контактных зон [5] и контурных биотопов моря [13, 27]. Под контактными зона-



ми К. А. Виноградов подразумевал прибрежные мелководные области, включая лиманы, лагуны и приустьевые акватории, а также поверхность морей и океанов. Эти зоны, согласно К. А. Виноградову, охватывают достаточно обширные водные пространства, измеряемые километровыми расстояниями. По видовому составу гидробионтов, их биомассе и продуктивности они существенно отличаются от остальных областей шельфа и открытых вод морей и океанов. Масштабы контурных биотопов, по Зайцеву, измеряются метровыми расстояниями, а видовое разнообразие, численность, биомасса и продуктивность населяющих их организмов (контуробионтов), в свою очередь, существенно превышают эти показатели обитателей контактных зон моря. В связи с граничным положением, контурные сообщества оказались «экологическими мишенями» для различных негативных факторов. Эти материалы подтвердили принципиальную важность фундаментальных положений учения В. И. Вернадского.

Предлагаемая работа относится к исследованиям в том же перспективном направлении научного поиска.

Два сгущения живого вещества в море

В море известны две области максимальной плотности организмов: на поверхности пелагиали — в нейстали и на дне — в бентали [11, 17, 20]. Верхнее и нижнее «сгущения живого вещества» (выражение В. И. Вернадского) эволюционно образовались как следствие сосредоточения веществ и энергии на поверхности пелагиали и на дне в результате действия природных физико-химических процессов и гравитации. В результате, на поверхность воды поднимаются частицы с положительной плавучестью, а на дно оседают частицы с отрицательной плавучестью. Между нейсталью и бенталью располагается обширная область пелагиали или толщи воды, в которой, по мнению В. И. Вернадского, находится «рассеянная жизнь».

В целом, общая масса населения пелагиали значительно выше общей массы организмов нейстона (нейстонтов) и бентоса (бентонтов). Однако их плотность (линейное расстояние между особями) в нейстали и бентали на порядки величин выше, чем в пелагиали, что имеет определяющее значение для процессов взаимоотношения особей внутри популяций и между ними.

Стратегия органической эволюции и баланс экологических компонентов

Эволюция морских организмов протекала в направлении освоения, прежде всего, наиболее благоприятных биотопов нейстали и бентали. Эволюционный процесс обеспечивался естественным отбором и происходил в соответствии с третьим законом экологии в формулировке Б. Коммонера [16] «Природа «знает» лучше». Поэтому, самые высокие в море постоянные скопления организмов сформировались на поверхности пелагиали и на дне. В соответствии с законом сохранения массы и первым законом термодинамики, сохранение баланса экологических компонентов, необходимого для устойчивого равновесия в поверхностной и донной экосистемах, возможно лишь при условии, когда приток веществ и энергии в нейсталь и бенталь уравновешивается их оттоком.

Изучение этих потоков веществ и энергии показало следующее.

Приход в нейсталь осуществляется за счет: а) выпадений из атмосферы частиц, оседающих на пленке поверхностного натяжения; б) пеннообразования, когда в оболочках пузырьков газа из толщи воды и дна на поверхность доставляются органические вещества; в) подъема на поверхность отмерших организмов («антидождя» трупов); г) образующихся в нейстали высоких численностей бактерионей-



стона, миконейстона, фитонейстона, зоонейстона, ихтионейстона; е) прихода на поверхность пелагиали циркадных (суточных) вертикальных мигрантов.

Расход веществ и энергии в нейстали происходит благодаря: а) уходу в толщу воды и на дно личинок, завершивших нейстонную фазу развития (виды планктона, бентоса и рыб); б) уходу в толщу воды и на дно циркадных мигрантов; в) выеданию нейстонтов беспозвоночными, рыбами, птицами, а в некоторых случаях и дельфинами.

Аналогичные процессы происходят в бентали. Приход здесь обеспечивается: а) оседанием частиц детрита; б) оседанием отмерших организмов («дождем» трупов); в) оседанием пелагических личинок донных видов; г) массовым развитием фитобентоса, зообентоса; д) возвращением на дно циркадных мигрантов.

Расход веществ и энергии в бентали осуществляется через: а) вымет донными организмами яиц в пелагиаль и нейсталь; б) выедание беспозвоночными, рыбами, птицами (у берегов) и дельфинами.

Многие из перечисленных процессов измерены и имеют количественные выражения.

Область контакта и взаимодействия всех биоциклов биосферы

Единственное место на планете, где соприкасаются и взаимодействуют все три биоцикла биосферы — море, суша и пресные воды — расположено на берегах морей и океанов. Также, только у линии уреза воды сходятся области нейстали, бентали и пелагиали. Поэтому, естественно, возникает вопрос: что здесь происходит с живыми организмами?

Ответ может показаться парадоксальным: при всей доступности берега для исследований, его биология и экология изучены гораздо меньше, чем биология и экология нейстали, пелагиали и бентали открытых вод моря [1, 7, 28]. Объясняет такое положение традиционно сложившаяся океанологическая парадигма — преобладающая система методологических подходов в современной океанологии. При организации работ судовых экспедиций, сеть точек (станций) для отбора проб воды и морских организмов строится обычно таким образом, чтобы охватить весь водоем, все основные водные массы пелагиали. В результате создается некий образ «моря без берегов», зоны, куда судно войти не могло, да и не предусматривало. На изучение граничной области «море-берег», фактически, не остается ни времени, ни материальных и интеллектуальных возможностей. Поэтому она осталась вне круга основных интересов биологии и экологии моря. Такое объяснение выглядит достаточно субъективным, однако прецеденты в гидробиологии известны. Например, самый доступный для исследования поверхностный слой пелагиали долгое время оставался неизученным и морской нейстон с его ключевой ролью в жизни моря был открыт лишь во второй половине XX столетия [10,11,12].

Песчаный берег (псаммоконтур моря) как биотоп

Во время прибоя волны развивают огромную энергию, которая расходуется на раздробление горных пород, перемещение наносов и их сортировку [15]. В результате образуется самая большая по суммарной поверхности площадь раздела твердой и жидкой фаз в мировом океане — граница «вода — измельченное твердое вещество».

Образно говоря, самое крупное механохимическое «предприятие» на планете расположено в волноприбойной зоне морей и океанов [1]. Механохимия — это



раздел науки, изучающий химические превращения, происходящие под воздействием механических сил. Однако значение этого особого «предприятия» для живых существ остается белым пятном в биологии и экологии моря.

Сильное, в тысячи и десятки тысяч раз, ускорение реакции посторонних веществ, адсорбированных на твердых поверхностях, называется гетерогенным катализом. Молекулы и даже атомы, поглощенные поверхностью твердых тел, деформируются и от этого становятся более реакционноспособными. Гетерогенный катализ давно и успешно применяют на практике. Однако экологическое значение гетерогенного катализа на псаммоконтуре моря еще не изучалось.

Песок представляет собой рыхлую осадочную горную породу, сложенную из угловатых или окатанных обломков размером от 0,01 до 2,0 мм (по другим источникам, от 0,05 до 2,0 мм). Эти размерные характеристики зерен песка (песчинок) сохраняются на берегах всех морей и океанов планеты. Пески однородного размера в природе встречаются редко. Чаще они содержат примеси мелких (алевритовых) и глинистых частиц. При каждом волнении происходит сортировка частиц по крупности, и самые мелкие из них уносятся в море, за пределы зоны действия волн. Величина песчинок определяет размеры пор между ними, заполненных поровой водой, в которой обитают различные мелкие организмы.

На берег постоянно воздействует прибой. Морская вода накатывается на пляжи, часть ее проникает в поры между песчинками, остальная — откатывается обратно и движение продолжается. Прибой протекает при любом состоянии поверхности моря, усиливаясь по мере увеличения высоты волн. Интерстициальные пространства между песчинками постоянно заполнены морской, солоноватой либо пресной водой. Уровень капиллярных вод — выше уровня моря, что обусловлено силами поверхностного натяжения и явлением капиллярного лифта (рис. 1).

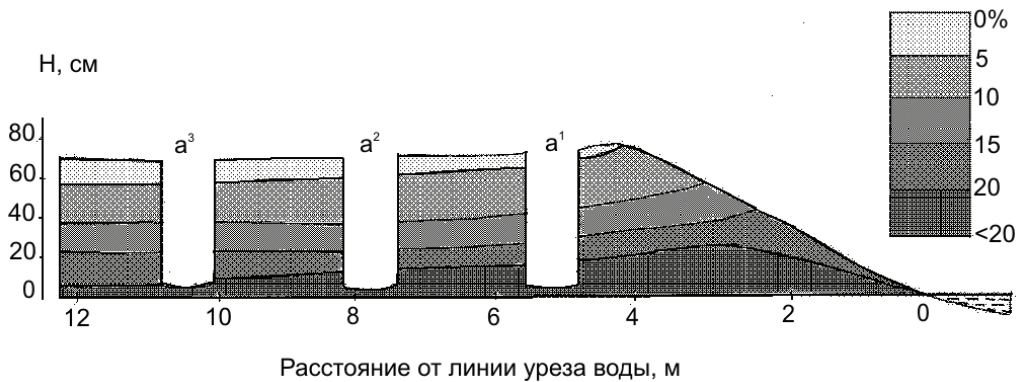


Рис. 1. Распределение поровой воды в песчаном пляже (в % от массы песка) и выемки (копанцы) (a¹, a², a³) для накопления поровой воды (по [24], с дополнениями)

Fig. 1. Pore water distribution in a sandy beach (% from the sand mass) and grooves (a¹, a², a³) for accumulation of pore water (from [24] with additions)

Сходным образом, в теле пляжа распределяются соленость, кислород, биогенные вещества и другие характеристики поровой воды. Ее соленость отражает динамическое равновесие между морской водой в набегающей волне и пре-

сной водой, которая просачивается со стороны суши и поступает с атмосферными осадками. Имеются данные о том, что через поры одного погонного метра пологого песчаного пляжа в течение суток проходят (просачиваются) от 20 м³ до 200 м³ морской воды. Средняя скорость дренажа через поры составляет при этом 300 мкм • сек⁻¹ [26].

Штормовые выбросы и потери морской биоты

Вместе с водой волны выбрасывают на берег множество различных организмов, которые, как правило, погибают. Лишь немногие из них способны вернуться обратно в море (крабы, креветки, раки-отшельники), или на сушу (наземные насекомые). Штормовые выбросы — неизбежная потеря живого вещества моря от природных факторов.

Из констатации факта, что гибель на берегу угрожает большинству гидробионтов, следует вывод, что псаммоконтур — зона величайшего экологического бедствия в морской экосистеме, зона, где постоянно погибает не «разреженная жизнь» пелагиали, а «сгущенная жизнь» нейстали, морской пены и прибрежной бентали, причем, с численным преобладанием ранних стадий онтогенеза. Если этот вывод справедлив, тогда на пляжах должны постоянно образовываться танатоценозы — скопления погибших организмов, распространяющих характерный запах тления и привлекающих различных некрофагов. Однако в природе подобного не наблюдается, за исключением случаев краткосрочного разложения выброшенных на берег волнами моллюсков и других организмов, которых тут же поедают наземные и морские обитатели.

Возможно ли такое? Мог ли исторический процесс органической эволюции в морской среде «смириться» с постоянной утратой наиболее плотных скоплений живого вещества? И почему, в таком случае, не сработали ни естественный отбор, ни третий закон экологии Коммонера «Природа «знает» лучше»? Эта загадка нуждается в специальном научном расследовании.

Методологический подход

Ф. Г. Добржанский [23] — профессор Киевского и Ленинградского университетов, впоследствии работавший в США — подчеркивал, что в биологии все наполняется смыслом лишь в тех случаях, когда трактуется с точки зрения эволюции. В самом деле, исходя из положений эволюционного учения, трудно согласиться с тем, что на протяжении длительного периода органической эволюции естественный отбор среди гидробионтов не «учел» опасности волнового выброса на берег наименее подвижных существ из числа тех, которые находят самые благоприятные условия для жизни именно вблизи линии уреза воды. Каким мог бы быть выход из положения?

Погибнуть на берегу, или укрыться в интерстициях. Третьего не дано. Единственным спасением для выброшенных волнами на берег мелких организмов могла бы быть их способность укрыться в интерстициальных полостях. Обеспечить такую возможность естественный отбор мог бы через преимущественное выживание особей мелких размеров, способных покидать накатившуюся на пляж волну и свободно проникать в заполненные поровой водой полости интерстициев.

Исходя из этих умозрительных построений, можно сформулировать следующие гипотезы:



Гипотеза 1. Большинство видов многоклеточных обитателей прибрежной полосы моря имеют размеры тела, не превышающие величину интерстициальных полостей, а именно, 0,05 — 2,0 мм, что позволяет им свободно проникать в поры песчаного пляжа.

На то, что экоморфогенез [2] среди многоклеточных беспозвоночных моря проходил по такому сценарию, указывает наличие в современных флоре и фауне многих таксонов высокого уровня (отделов, типов, классов, отрядов, семейств), представители которых имеют размеры тела, приближенные к размерам интерстициальных полостей псаммоконтура, то-есть, $1,0 \pm 0,9$ мм. Другого подобного примера совпадения размеров тела большого числа видов в столь узком диапазоне величин, в море не известно.

В этой связи можно высказать предположение, что все одноклеточные, а также многоклеточные беспозвоночные, относимые к размерным категориям микро- и мейобентоса, эволюционно возникли в порах песчаных пляжей, а затем расселились во всей бентали. Это — бактерии, одноклеточные водоросли, грибы, их споры и цисты, большинство видов простейших, многие беспозвоночные. В порах песчаных пляжей Черного моря обнаружена разнообразная и богатая мейофауна из представителей Nematoda, Turbellaria, Oligochaeta, Harpacticoida, Gastrotricha, Ostracoda, Halacarida, Tardigrada, Kinorhyncha, Polychaeta, Archannelida, Mollusca и других таксонов [7].

В сотнях проб поровой воды, собранных в выемках (копанцах) на супрали-торали песчаных пляжей Черного и Азовского морей, В. И. Монченко [18] обнаружил все известные виды свободно живущих циклопообразных, обитающих в Понто-Азове не только в бентали (представители мейобентоса), но также в пелагиали — планктонные виды *Oithona minuta* и *O. similis*. Помимо взрослых особей циклопообразных, в пробах поровой воды встречались науплии и копеподиты, а также множество других мелких организмов, не учтенных при лабораторной обработке материалов.

Условия обитания в поровой воде

Кислород поступает в толщу песка под воздействием волн, а его содержание в поровой воде зависит от пористости и аэрации песка. По содержанию биогенных веществ, поровые воды относятся к категории наивысшей трофности [24]. Солнечный свет проникает в песчаные пляжи в количестве, вполне достаточном для одноклеточных водорослей. Известно, что максимальная интенсивность фотосинтеза диатомовых, обитающих в интерстициальных полостях, происходит при освещении всего 12 г/кал/см²/ч [24]. Важное экологическое значение имеет также то обстоятельство, что в интерстициальной среде, в отличие от всех других биотопов моря, практически отсутствуют крупные растительноядные и плотоядные животные.

Следовательно, в нормальных природных условиях, интерстициальные полости песчаных пляжей не могут оказаться зонами экологического риска для попавших в них организмов. Высказывается даже мнение, что среди других биотопов, интерстициаль песчаных пляжей представляет собой наиболее благоприятную среду для самых мелких гидробионтов [18].

Если это утверждение справедливо, тогда в интерстициальных полостях песчаных пляжей должны находиться постоянные скопления организмов-



потребителей минеральных и органических питательных веществ, а также детрита и мельчайших организмов. Речь идет о скоплениях, а не об одиночных «отшельниках» или «узниках», которых, по определению, не может быть много. Это уже доказано находением десятков видов бактерий [21], одноклеточных водорослей [8], инфузорий [25], организмов мейофауны, не специфичных для интерстициали, а обитающих также и в сублиторали [6,7,18].

В данном контексте уместно сослаться на биогеохимические принципы (постулаты) Вернадского: 1. Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению. 2. Эволюция видов в ходе геологического времени... идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов в биосфере. Логично предположить, что в наиболее полной мере постулаты Вернадского реализуются в местах максимальных скоплений живого вещества, таких как поры песчаных пляжей. Высказанное предположение согласуется, кстати, и с известными гипотезами Дж. Бернала и А. И. Опарина о зарождении на рубеже моря и суши самой жизни на Земле.

С целью получения дополнительных фактов о химических и биологических особенностях поровых вод песчаных пляжей, в сравнении с водой из смежных участков моря, в нескольких местах северо-западного побережья Черного моря были начаты предварительные исследования (таблица 1).

При всей их предварительности, полученные данные весьма показательны.

Поровые воды заметно отличаются от морских вод по гидрохимическим характеристикам. По этому поводу в литературе используют термины «интерстициальная соленость» и «интерстициальная химия» [22, 24]. Поровые воды песчаных пляжей других морей относятся к разряду высокотрофных, однако Черное море в этом отношении, практически, не изучалось. На обилие биогенных веществ положительно реагируют многие гидробионты. Кроме приведенных в таблице 1, в поровых водах из этих проб встречались другие организмы, относимые к планктону и бентосу, хотя в условиях капиллярных полостей трудно разграничивать особой парящих в воде (планктон) от тех, которые парить в воде не способны (бентос). Это — покоящиеся стадии водорослей-макрофитов, различные инфузории, амёбы, солнечники и другие (личное сообщение О. П. Гаркуши).

Конечно, изучая жизнь песчаных пляжей, нужно иметь в виду то, что не все их обитатели могут оказаться в извлеченных пробах поровых вод. Одни организмы остаются прикрепленными к песчинкам, другие избегают дневного освещения и больших объемов воды (истинные стигобионты). Таких, очевидно, меньшинство и обнаружить их можно, исследуя зерна песка, а основную массу составляют все же временные обитатели поровых вод, попавшие в поры пляжа с морской водой.

В своей совокупности, население поровых вод песчаных пляжей представляет собой полноценный биоценоз, состоящий из продуцентов (водоросли), консументов (беспозвоночные) и редуцентов (бактерии, грибы).

Непрерывная загрузка

Нагонные ветры и порождаемые ими волны вызывают изменения гранулометрического состава пляжей, их пористости и загружают капилляры песчаных пляжей новыми порциями морской воды вместе с растворенными и взвешенными в ней веществами и существами. Изучение этого сложного природного процесса открывает широкие перспективы в области динамической диверситологии, концепция которой разработана А. А. Протасовым [19].



Таблица 1
Химическая и биологическая характеристики поровых вод песчаных пляжей и прилегающих к ним морских вод на разных участках северо-западного побережья Черного моря (предварительные данные)

Table 1
Chemical and biological characteristics of pore water sandy beaches and littoral sea waters on the different sections of the North-Western Black Sea Coast (preliminary data)

Параметры	Поровая вода	Морская вода
Мористая сторона среднего участка косы Будаковского лимана (11.05.07)		
<i>Гидрохимические показатели (данные Г. П. Гаркавой)</i>		
Соленость (‰)	14,57	15,59
P-PO ₄ (мкг · л ⁻¹)	138,201–138,20	53,67–53,67
N-NO ₂	142,71	9,96
N-NO ₃	1661,50	11,61
<i>Биохимические показатели (данные В. К. Головенко и Л. М. Руснак)</i>		
Белок (Б), мг · л ⁻¹	0,22	0,17
Нуклеиновые кислоты (НК), мг · л ⁻¹	0,27	0,28
НК/Б	1,2	1,6
Хлорофилл «а», мг · м ⁻³	5,63	3,06
<i>Одноклеточные водоросли, кл · л⁻¹ (данные Д. А. Нестеровой)</i>		
Диатомовые планктонные, всего	258 144	686 000
В том числе:		
<i>Skeletonema costatum</i>	250 200	680 000
<i>Cyclotella caspia</i>	1 986	3 000
<i>Thalassiosira parva</i>	1 986	0
Диатомовые бентические	5 957	0
Динофлагелляты планктонные, всего	33 246	99 300
В том числе:		
<i>Prorocentrum cordatum</i>	1 986	3 000
<i>Prorocentrum micans</i>	1 493	0
<i>Gyrodinium cornutum</i>	0	87,300
<i>Protoperidinium bipes</i>	0	9 000
<i>Heterocapsa triquetra</i>	7 943	0
<i>Katodinium sp.</i> , цисты	21 842	0
Зеленые планктонные, всего	55 151	6 000
В том числе:		
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	37 728	6 000
Синезеленые планктонные, всего	65 907	0
Эвгленовые планктонные, всего	0	6 000
Пляж «Лузановка» (13.11.07)		
<i>Бактерии, кл · мл⁻¹ (данные Л. М. Нидзвецкой)</i>		
Сапрофитные бактерии	4 100	250
Бактерии группы кишечной палочки	100	50
Пляж «Ланжерон» (14.11.07)		
<i>Бактерии, кл · мл⁻¹ (данные Л. М. Нидзвецкой)</i>		
Сапрофитные бактерии	6 500	20
Бактерии группы кишечной палочки	230	0



Априори, однако, понятно, что пляж, как естественная система, бесконечно загружаться не может. Загрузка должна уравниваться разгрузкой, также как и в случаях нейстали и бентали, и в соответствии с фундаментальными законами естествознания. Каким образом может осуществляться разгрузка?

Часть детрита и живых существ поедается такими специализированными псаммофилами, как двустворка *Donacilla cornea*, полихета *Ophelia bicornis* и бокоплав *Pontogammarus maoticus*. Их, в свою очередь, поедают кулики и другие птицы, зондирующие клювами псевдолитораль [29]. Однако основная масса мелких частиц и существ должна покидать поровые полости, куда волны обеспечивают все новые поступления. Как это может осуществляться?

Гипотеза 2. Избыточная капиллярная вода из поровых пространств песчаного пляжа вместе с содержащимися в ней веществами и существами постоянно вытекает (сочится, разгружается) в области псевдолиторали и верхней сублиторали моря. Таким путем происходит разгрузка интерстициальных полостей. Вероятно, она протекает постоянно, но усиливается при сгоне, когда уровень моря у берега понижается.

Если гипотеза 2 получит подтверждение, зона разгрузки поровых вод предстанет в виде биотопа, изобилующего частицами детрита, различными спорами, цистами, бактериями, другими мелкими одноклеточными, а также многоклеточными беспозвоночными, которые накопились, сохранились и размножились в период временного пребывания в благоприятных условиях интерстициальных полостей песчаного пляжа. В таком случае, в экологической норме, псаммоконтур моря должен выполнять функцию природного генератора микроорганизмов и детрита.

Если это так, тогда на месте предполагаемого выхода интерстициальных вод из песчаных пляжей должно наблюдаться устойчивое скопление потребителей частиц детрита и самых мелких гидробионтов.

Это подтверждается, в частности, высокой численностью и биомассой таких амфипод как *Pontogammarus maoticus*, которых местами добывают в промышленных масштабах. Вероятно также, что устойчивое сосредоточение именно у линии уреза воды личинок и мальков десятков видов черноморских рыб [28] — еще одно подтверждение этому.

Возникшие по ходу настоящего изложения предположения и высказанные гипотезы требуют специальных исследований. Учитывая то, что речь идет об одном из крупных пробелов в фундаментальных знаниях о жизни моря, очередные задачи его восполнения видятся автору такими:

Задача 1. Методом получения больших объемов поровых вод на различных участках песчаных пляжей и баров, изучить их абиотические и биотические характеристики, в том числе — биологическое разнообразие бактерий, грибов, растений и животных. Изучить биоценоз псаммоконтура моря, разнообразие его компонентов на различных участках берега, определить его биопродукционные и биоэнергетические характеристики.

Задача 2. Исходя из того, что на морских берегах соприкасаются все биоциклы биосферы, изучить происхождение обитателей поровых вод песчаных пляжей, в том числе — выходцев из пресноводных и наземных биотопов.

Задача 3. Определить условия и возможности размножения и развития организмов в период пребывания в интерстициальных полостях песчаных пляжей.



Задача 4. На примерах преобразованных человеком песчаных побережий, изучить проявления Закона обратной связи взаимодействия человека и биосферы в системе «человек — псаммоконтур моря».

Задача 5. Разработать и сформулировать практические рекомендации по определению и расчету последствий вмешательства человека в экологию псаммоконтура моря при составлении Оценок Воздействия на Окружающую Среду (ОВОС), оценить вызванные изменения в «экологической валюте» и в денежных единицах.

Исходя из приведенных выше фактов и высказанных предположений, можно с большой долей уверенности утверждать, что дальнейшее изучение всех проявлений жизни внутри полостей песчаных пляжей открывает многообещающие перспективы в области фундаментальной науки и практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Хайлов К. М. Океан. Активные поверхности и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 192 с.
2. Алеев Ю. Г. Экоморфология. Киев: Наукова думка, 1986.- 423 с.
3. Вернадский В. И. Биосфера. Избранное. Труды по биогеохимии. М.: Мысль, 1967.- 376 с.
4. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: «Наука», 1987.- 340 с.
5. Виноградов К. А. (ред.) Экологическая биогеография контактных зон моря. К.: Наук. думка, 1968.- 157 с.
6. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. К.: Наук. думка, 1999.- 300 с.
7. Воробьева Л. В., Зайцев Ю. П., Кулакова И. И. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря. К.: Наук. думка, 1992. — 144 с.
8. Гусяков М. О., Ковтун О. О. Сучасні аспекти досліджень інтерстиціальної альгофлори Чорного моря та його лиманів // Тез. доп. ІХ з'їзду Укр. бот. т-ва.- К., 1992.- С. 368-369.
9. Зайцев Ю. П. Про існування біоценозу нейстону в морській пелагіалі. Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 1960, 2.- С. 29-42.
10. Зайцев Ю. П. Приповерхностный пелагический биоценоз Черного моря. Зоол. журн., 1961, XL, вып. 6.- С. 818-825.
11. Зайцев Ю. П. Морская нейстонология. К.: Наук. Думка, 1970.- 264 с.
12. Зайцев Ю. П. Жизнь морской поверхности.- К.: Наукова думка, 1974.- 111 с.
13. Зайцев Ю. П. Контурные сообщества морей и океанов.- Сб. Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана. Материалы XIУ Тихоокеанск. научн. конгресса (Хабаровск, авг.1979), секция «Морская биология», Владивосток, 1982, вып.4, с.51-54.
14. Зайцев Ю. П., Поликарпов И. И., Егоров В. Н. Александров Б. Г., Гаркуша О.П., Копытина Н.И., Курилов А.В., Нестерова Д.А., Нидзвецкая Л.М., Никонова С.Е., Поликарпов И.Г., Поповичев В.Н., Руснак Е.М., Стокозов Н.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М. Средоточие останков оксифионтов и банк живых спор высших грибов и диатомовых в донных отложениях сероводородной батиаля Черного моря // Доповіді Національної академії наук України, 2007, № 7.- С. 159-164.
15. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Гос. издат. геогр.. лит-ры., 1958.- 374 с.
16. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеиздат, 1974.- 325 с.
17. Константинов А. С. Общая гидробиология. Учебник для студентов биол. спец. вузов.- 4-е изд., М.: Высшая школа, 1986.- 472 с.
18. Монченко В. И. Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна. К.: Наук. думка, 2003.- 350 с.
19. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. К. Б. и., 2002.- 105 с.
20. Романенко В. Д. Основы гидроэкології. К.: Обереги, 2001.- 728 с.



21. Теплинская Н. Г. Липолитическая микрофлора северо-западной части Черного моря: Автореф. Дис. канд. биол. наук. Одесса, 1979.- 22 с.
22. Boaden P. J. S., Seed R. An Introduction to Coastal Ecology. Glasgow and London: Blackie, 1985.- 218 p.
23. Dobzhansky Th. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution // The American Biology Teacher, 1973, 35, P. 125-129.
24. Perkins E. J. The biology of estuaries and coastal waters.- London, New York: Acad. Press, 1974.- 678 p.
25. Petran A. Cercetări asupra faunei de ciliate psamobionte la plajele din sudul litoralului romvnesc al Mării Negre // Ecologie marină. 1967. 2. P. 169-191.
26. Riedl R. J. How much water passes through sandy beaches? Int. Revue ges. Hydrobiol., 1971, 56, P. 923-946.
27. Zaitsev Yu. P. Contourbionts in Ocean Monitoring. Environmental Monitoring and Assessment, 7, (1986). D. Riedel Publishing Company, 1986, Dordrecht. The Netherlands, P.31-38.
28. Zaitsev Yu. Littoral concentration of life in the Black Sea area and coastal management requirements //Journ. of the Black Sea/Mediterranean Environment 2006, 12.- P. 113-128.
29. Zaitsev Yu. An Introduction to the Black Sea Ecology. Odessa^ Smil Editing and Publishing Agency ltd., 2008.- 228 p.

Ю. П. Зайцев

Одеська філія Інституту біології південних морів імені А. О. Ковалевського
НАН України, вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011, Україна,
тел.: 8 (048) 725 09 17, e-mail: yu.zaitsev@paco.net

УГРУПОВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ПОРОВИХ ВОД ПІЩАНИХ ПЛЯЖІВ ЧОРНОГО МОРЯ. ФАКТИ І ГІПОТЕЗИ

Реферат

Порові простори (інтерстиції) морських піщаних пляжів постійно заповнені водою і населені найдрібнішими водними організмами морського, річкового та наземного походження: бактеріями, одноклітинними водоростями, грибами, найпростішими, спорами і цистами, безхребетними. Вони мають тут сприятливі умови, зокрема, величезна кількість поживних речовин, не відчувають присутності великих ворогів і успішно розмножуються. Хвилі постійно наповнюють інтерстиції водою і організмами, а надлишкові порові води з їх багатим населенням виходять в море в зоні урізу води. Це приваблює сюди молодь риб та багатьох безхребетних. Важлива і мало досліджена екологічна функція піщаних пляжів — продукування бактерій, мікроскопічних водоростей та дрібних тварин, а також детриту. Різні антропогенні зміни природного стану піщаних пляжів означають загрозу для прибережних нагульних біотопів риб і безхребетних, у тому числі, важливих промислових видів. Пропонуються основні задачі вивчення мало дослідженого мікроскопічного населення піщаних пляжів.

К л ю ч о в і с л о в а: Чорне море, піщані пляжі, порові води, мікроскопічні угруповання.



Yu. P. Zaitsev

Odessa Branch, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, NASU,
Pushkinska Str., 37, Odessa, 65011, Ukraine, tel.: 8 (048) 725 09 17, e-mail: yu.
zaitsev@paco.net

MICROORGANISMS COMMUNITY OF MARINE SANDY BEACHES PORE WATERS. DATA AND HYPOTHESES

Summary

The pore spaces (interstices) of marine sandy beaches are permanently filled with water and inhabited by the aquatic organisms originated from the sea, rivers and land soil. They are: bacteria, unicellular algae, fungi, their spores and cysts, protozoans, small invertebrates, which found favourable living conditions, in particular abundance of nutrients, absence of large consumers and propagate themselves here. Waves are a permanent factor of filling the interstices and it is presumed that the surplus of water with detritus particles and microscopic organisms is trickling out in the water edge zone. This is the reason of accumulation of young fishes and many species of invertebrates here. An important ecological function of sandy beaches is the production of bacteria, microscopic algae and animals and detritus particles. Therefore man-made change in the natural state of sandy beaches is an impact on littoral feeding grounds of invertebrates and fish, including commercially important species. The main tasks in the study of microscopic organisms of the Black Sea sandy beaches are proposed.

K e y w o r d s: the Black Sea, sandy beaches, pore waters, microorganisms, community

