

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ КРАЕВЫХ СТРУКТУР БИОЦЕНОЗОВ

3-я Международная конференция



**2 – 4 октября 2012 года
Саратов**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова

«ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ КРАЕВЫХ СТРУКТУР БИОЦЕНОЗОВ»

Материалы 3-й Международной научной конференции

(Саратов, 2 – 4 октября 2012 г.)

Саратов
Издательство Саратовского университета
2012

рованию обилия общей плотности при различных условиях в соответствии с принципом Олли (Одум, 1986). Следовательно, контурные биотопы, населенные сообществами гидробионтов, могут различаться в соответствии с их неодинаковым вкладом в биоразнообразие, которое определяется особенностями среды обитания. В пользу данного предположения свидетельствует достоверная изменчивость биоразнообразия сообществ как в целом, так и в рамках контурных биотопов. Изменчивость биоразнообразия представителей сообществ мейобентоса, макрозообентоса и грибов, относящихся к различным контурным сообществам, напротив, статистически незначима для всех анализируемых индексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Большаков В. С. О контакте речных и морских вод в северо-западной части Черного моря // Изв. АН СССР. Сер. Геофиз. 1958. Вып. 4.
- Большаков В. С. Трансформация речных вод в Черном море. Киев : Наук. думка, 1970. 328 с.
- БСЭ. М. : Сов. энциклопедия, 1973. Т. 13. С. 59.
- Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М. : Наука, 1987. 340 с.
- Воробьева Л. В., Зайцев Ю. П., Кулакова И. И. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря. Киев : Наук. думка, 1992. 144 с.
- Гаркуша О. П., Александров Б. Г., Гончаров А. Ю. Водоросли супралиторали песчаных пляжей Одесского побережья Черного моря // Альгология. 2012. Т. 22, № 1. С. 70 – 83.
- Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев : Гл. ред. Молдавской Советской энциклопедии, 1990. 408 с.
- Зайцев Ю. П. О существовании биоценоза нейстона в морской пелагиали // Науч. зап. Одесской биол. станции АН УССР. 1960. Вып. 2. С. 37 – 42.
- Зайцев Ю. П., Поликарпов Г. Г., 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 оксифобонтов и банк живых спор высших грибов и диатомовых в донных отложениях сероводородной батииали Черного моря // Доповіді НАН України. 2007. Вып. 7. С. 159 – 164.
- Нестерова Д. А. Изучение роли микрофитов в нейстонном комплексе организмов // Биологические проблемы океанографии южных морей. Киев : Наук. думка, 1969. С. 108 – 110.
- Нестерова Д. А. Районирование северо-западной части Черного моря по составу фитопланктона // Экология моря. 2001. Вып. 55. С. 23 – 27.
- Нестерова Д. А., Теренько Л. М. Видовое разнообразие фитопланктона в зоне прямого влияния вод Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2007. Вып. 15. С. 541 – 555.
- Одум Ю. Экология : в 2 т. М. : Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
- Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев : Наук. думка, 2006. 701 с.
- Сообщества краевых биотопов Черного моря : современное состояние, прогноз изменчивости, рекомендации по их охране и восстановлению / Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины. – Отчёт по научно-исследовательской работе / № Госрегистрации: 0107V006790. 2011. 244 с. (на укр. языке).
- Экологическая биогеография контактных зон моря. Киев : Наук. думка, 1968. 160 с.

- Zaitsev Yu. P. Contour Communities of Seas and Oceans // Travaux du Museum d'Histoire Naturelle Grigore Antipa, Bucaresti. 1980. Vol. 22. P. 421 – 426.
- Zaitsev Yu. P. Contourbionts in Ocean Monitoring // Environmental Monitoring and Assessment. Dordrecht : Riedel Publ. Company, 1986. P. 31 – 38.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СУПРАЛИТОРАЛИ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

Б. Г. Александров, Ю. П. Зайцев, А. Ю. Гончаров,
А. В. Курилов, О. П. Гаркуша, А. Б. Зотов

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
Украина, 65011, Одесса, Пушкинская, 37
E-mail: alexandrov@paco.net

Береговая зона водоемов, особенно зона заплеска, является местом контакта атмосферы, воды и суши. У линии уреза воды сходятся области нейстали, бентали и пелагиали (Зайцев, 2008). Здесь формируются особые условия для существования гидробионтов. С одной стороны, эта контактная зона подвергается целому ряду экстремальных воздействий, таких как приливы и отливы, волновая активность, перепады температуры, освещенности и т.д. С другой – сюда постоянно поступают минеральные и органические вещества, которые, сорбируясь на песчинках, задерживаются в прибрежной зоне. Гидрологическая активность воды песчаных пляжей имеет свои особенности, а сами интерстиции между песчинками представляют особое пространство для жизни организмов этой специфической зоны. Несмотря на важную роль супралиторали в жизни водных и наземных организмов, а также доступность данного биотопа для исследований, по ряду причин он остается хуже изученным, по сравнению с другими экологическими зонами морей и океанов.

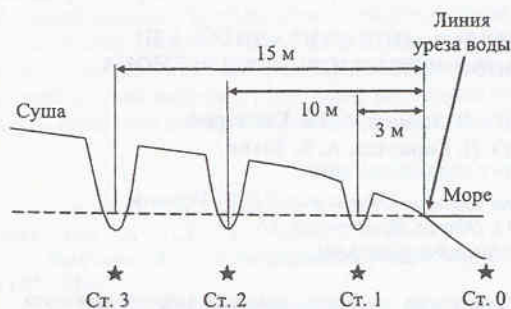
Комплексные исследования условий жизни и обитателей супралиторали песчаных пляжей были проведены в период 2006 – 2011 гг. Географически объекты исследований включали пляжи Одесского залива разного гранулометрического состава и времени формирования (отсыпки), песчаные пересыпи северо-западной части Черного моря в районах Будацкого, Днестровского, Большого Аджалыцкого лиманов, лимана Бурнас, р. Барабой, а также в Азово-Сивашском районе (Азовское море, Утлюкский лиман, Центральный и Восточный Сиваш).

Отбор проб производился в морской или лиманной воде на урезе. Помимо этого, пробы воды и песка брались в шурфах до глубины водоносного слоя на различном удалении от уреза (рисунок).

Исследовались гидрофизические и гидрохимические характеристики, включая содержание минеральных и органических форм биогенных элементов, общего органического вещества, а также численность бактерий, видовой и количественный состав микроводорослей, грибов, микрозообентоса, мейобентоса и беспозвоночных интерстициальных вод. Также учитывалось количество цист и спор одноклеточных водорослей путем их проращивания в лаборатории.

Гидрофизические и гидрохимические условия.

Соленость интерстициальной воды песчаных пляжей формируется под воздействием главных двух факторов: солености морской (лиманной) воды, притока пресных грунтовых вод от берега. В системе «море – лиман» ток грунтовых вод



песчаных пляжей может происходить в обоих направлениях и зависит от уровня режима водоёмов по обе стороны пересыпи. Еще один фактор формирования солености – миграция пресной воды (поверхностный, склоновый сток, дренажный, дождевой, антропогенный и др.) со стороны берега в море. Ввиду указанных выше факторов градиент солености в трансектах имел разный знак. Порой соленость имела максимум или минимум в средней части трансект.

Температура интерстициальной воды зависела от сезона года. Наиболее подвержена температурным колебаниям зона берега вблизи уреза (ст. 1). В холодный период (октябрь – март) здесь наблюдались минимальные температуры ввиду быстрого охлаждения неглубоко залегающей интерстициальной воды. В теплый период года, здесь же наблюдались значительные колебания температуры, связанные с её суточным ходом. На станциях, отдаленных от уреза, наблюдалась температурная инерция, связанная с высокой теплоёмкостью песка и более глубоким залеганием интерстициальной воды.

Кислород. Содержание кислорода в интерстициальной воде закономерно снижалось от моря вглубь берега. В ряде случаев минимальные значения кислорода наблюдались на промежуточных станциях, что, видимо, связано с особенностями накопления органического вещества в зоне прибойных отвалов водорослей и моллюсков и поглощением кислорода на окисление органического вещества. В теплое время концентрация кислорода в интерстициальной воде была хронически низкой ($1.3 - 2.7 \text{ мг O}_2 \cdot \text{дм}^{-3}$) в пределах 20 – 25% насыщения. В зимнее время содержание кислорода было высоким и составляло 90 – 100% насыщения (Гончаров, 2009). Летом на пляжах со свеженатытым песком, содержащим много органического вещества, наблюдались явления аноксии с восстановительными условиями и образованием сероводорода. В течение года по ходу окисления органического вещества и «вентиляции» пляжей током интерстициальной воды ситуация на этих пляжах улучшилась и стабилизировалась. **Водородный показатель** во все сезоны снижался от моря к берегу вместе с кислородом, соответственно возрастал **окислительно-восстановительный потенциал**.

Биогенные элементы в интерстициальной воде находились в существенно более высокой концентрации, чем в приурезной зоне моря. Концентрация минераль-

ного фосфора была выше в среднем в 4 – 7 раза, органического фосфора – в 9 – 17, аммонийного азота – в 2 – 20, нитритов – в 2 – 10, нитратов – в 10 – 150, кремния – в 2 – 2.5, органического вещества по перманганатной окисляемости – в 1.5 – 2 раза. В каждом отдельном случае ситуация сильно варьировала, поскольку исследованные районы отличались по своим морфометрическим и гидрологическим характеристикам, гранулометрическому составу песка, степени антропогенной нагрузки. Особенностью интерстициальной воды песчаных пляжей лиманов был более высокий градиент концентраций, содержание органических веществ и формирование восстановительных условий непосредственно вблизи уреза воды. Во всех исследованных районах чаще всего происходит возрастание концентраций минеральных и органических веществ от моря к суше.

Биологическая характеристика

Бактерии сапрофиты изучались как в интерстициальной воде, так и в песке. Характерной особенностью количественного распределения **сапрофитных бактерий** в воде является увеличение их численности от моря в сторону берега (до 325 раз), наблюдающееся большую часть года. В зонах рекреации эта закономерность менее выражена, очевидно, из-за высокой антропогенной нагрузки. Зимой ситуация с распределением сапрофитных бактерий имеет обратную картину, т.е. максимальное количество бактерий обнаружено в море, снижаясь (в 33 раза) в интерстициальной воде по мере удаления в сторону берега. Такая же ситуация была характерна и для бактерий, выращенных на песке в лабораторных условиях. Это, очевидно, связано с охлаждением песчаного берега, что препятствовало развитию бактерий. Наибольшее количество сапрофитной флоры отмечено для летнего времени, наименьшее – зимой. В интерстициальной воде с низким содержанием кислорода наблюдалось угнетение аэробных бактерий (данные Л. М. Нидзвецкой, А. Г. Павловой по: Сообщества..., 2011).

Морские грибы были исследованы как в воде, так и в песке. Идентифицировано 25 видов микромицетов из 19 родов, 11 семейств, 11 порядков, 6 классов отдела Ascomycota. В видовом составе наиболее широко представлены роды *Alternaria* (3), *Aspergillus* (3) и *Penicillium* (3). В воде выявлены 22 вида грибов (в морской – 15 видов, в поровой – 15, общих – 10), в песке – 20 (возле уреза воды – 7, в шурфах – 14, общих – 6), 16 видов были общими для воды и песка. Из обнаруженных грибов 15 видов были выделены единично (частота встречаемости – 2.1 – 4.2%), а 6 видов – спорадически (частота встречаемости 6.4 – 19.1%), в пробах доминировал облигатно морской микромицет – *Corollospora maritima* Werdermann (частота встречаемости в воде – 56.6%, в песке – 80.1%) и субдоминантные виды *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk, E. B. G. Jones (в воде – 20.8%, в песке – 19.2%), *Phoma* sp. (в воде – 20.8%, в песке – 4.2%). Сходство видового состава грибов воды и песка составило 78.1%. По способу жизнедеятельности 3 вида грибов относились к сапротрофам, 13 – к оппортунистам (данные Н. И. Копытиной, И. В. Сербиновой по: Сообщества..., 2011).

Микрофитобентос. В нативном песке пляжей Одесского залива (без проращивания в лабораторных условиях) в интерстициали на глубине залегания воды были найдены 2 вида диатомовых – *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F. W. Lewis и один вид зелёных водорослей – *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindak. Последние два вида – посто-

анный компонент интерстициали. В живом виде с нормально окрашенными хроматофорами эти водоросли регулярно регистрировались в течение года под слоем песка на глубине 30 – 50 см на всех пляжах. Всего в результате проращивания в пробах песка одесских пляжей найдено 97 видов водорослей: 84 – диатомовых, 8 – зеленых, 3 – синезеленых, 1 – динофитовых и 1 вид криптофитовых (Гаркуша и др., 2011). В Азово-Сивашском регионе обнаружено 52 вида микроводорослей: 24 – диатомовых, 17 – синезеленых, 8 – зеленых, 1 – динофитовых, 1 – криптофитовых и 1 вид эвгленовых. Исследование вертикального распределения покоящихся стадий развития водорослей в толще песка показало, что максимальное число видов регистрировалось в поверхностном (2 см) слое сухого песка. Известно, что в сухом песке содержится больше спор бактерий, чем во влажном, а также морской воде. Стресс, который испытывают сообщества псаммона, способствует увеличению их видового разнообразия (Czernas, 2001). Более весомым для вертикального распределения покоящихся спор микроводорослей является распределение микро- и мейобентоса, представители которых могут их выедать. Известно, что в слое 0 – 4 см по сравнению со слоем 4 – 10 см живет в 2 – 5 раз меньше беспозвоночных (Воробьева и др., 1992). Весной и летом максимальная численность турбеллярий, которые потребляют диатомовые водоросли, отмечена на глубине 30 – 50 см на расстоянии до 3 м от уреза воды в сторону берега. Эксперименты по проращиванию покоящихся стадий микроводорослей показали, что интерстициальная вода стимулирует рост водорослей во много раз сильнее, чем вода на урезе моря. Наибольшее количество спор и цист микроводорослей обнаружено на расстоянии 10 – 15 м от уреза.

Макрофитобентос. Из сухого поверхностного и влажного песка на уровне водоносного горизонта на одесском побережье проросли из спор зеленые водоросли-макрофиты – *Chaetomorpha* sp., *Cladophora* sp., *Enteromorpha* sp., *Stigeoclonium* sp., *Ulothrix* sp. Наибольшая численность проростков макрофитов отмечена в сухом поверхностном песке в 10 м от уреза воды.

Микрозообентос. Количество таксонов инфузорий микробентоса, зарегистрированных в песчаной супралиторали побережья северо-западной части Черного моря составило 128. Из них как минимум 5 видов (*Tintinnopsis tubulosa*, *Pelagostrobilidium spirale*, *Rimostrombidium caudatum*, *R. conicum*, *Cyrtostrombidium* sp.), которые являются обычными в планктоне, могут существовать и в условиях интерстициали. Среди найденных нативных видов 38 было впервые зарегистрировано для Черного моря. На песчаной супралиторали в направлении от моря в сторону берега было отмечено закономерное снижение количественных показателей развития цилиаатофауны. Исключение составляли районы, где наблюдался приток вод не морского происхождения. На распределение инфузорий влияют физические свойства грунта, в первую очередь – объем интерстиций (Курілов, 2010). Основу численности и биомассы составляют виды, которые не являются облигатно-псаммофильными, ведущая роль в сообществах песчаной супралиторали принадлежит видам-оппортунистам, которые способны быстро приспосабливаться к меняющимся условиям, таким как химический состав поровых вод и их гидродинамика. В краевых сообществах песчаных пляжей побережья Азовского моря выявлено 149 таксонов цилиат. Данные по бентосным видам Азовского моря и прилегающих акваторий получены впервые. Видовой состав сильно отличался по годам, но оставал-

ся типично бентосным. В противоположность северо-западной части Черного моря, количество представителей псаммофильных таксонов очень низкое (19 видов). В поровых водах выявлено значительное количество других микрогетеротрофов, в том числе раковинных амёб, фораминифер и зоофлагеллат, которые способны утилизировать детрит, а также коловраток и других многоклеточных, которые выступают как важный биотический фактор для инфузорий.

Беспозвоночные мейо- и макробентоса. В поровой воде исследованных пляжей и в зоопланктоне узкоприбрежных вод зарегистрированы организмы 27 таксонов. При этом собственно в интерстициали отмечено 15 таксонов беспозвоночных: Foraminifera – 1, Nematoda – 1, Oligochaeta – 1, Polychaeta – 1, Bivalvia – 1, Gastropoda – 1, Crustacea – 5, Insecta – 3, Acariformes – 1 таксон. По таксономическому разнообразию на протяжении года на урезе воды в море было зарегистрировано больше беспозвоночных, чем в составе интерстициали, причём в пробах постоянно встречались такие представители мейобентоса, как Acari, Harpacticoida, Nematoda. Кроме типичных представителей мейобентоса (Nematoda, Oligochaeta, некоторые Harpacticoida) в пробах встречались морские пелагобентические формы – *Cyclopina gracilis*, а также эпинейстонные организмы (Collembola), которые в январе 2011 г. достигли численности 245000 экз.·м⁻³ в интерстициальной воде, однако отсутствовали в пробах морских прибрежных вод. Вместе с тем по поперечному профилю пляжа прослеживалась чёткая закономерность снижения их количественного развития по мере отдаления от уреза воды в сторону берега. В частности, на ст. 3 численность падала на порядок величин, по сравнению со ст. 1 (см. рисунок). При возникновении дефицита кислорода представители зоопланктона не регистрировались. На пляжах с крупнозернистым песком численность представителей интерстициальных беспозвоночных была выше, чем на станциях с мелким песком. В теплое время года беспозвоночные поровых вод были менее многочисленны, чем в морской воде (в среднем 6121 экз.·м⁻³ в поровой и 36860 экз.·м⁻³ в морской воде). Это может объясняться низким содержанием кислорода в это время. В период с января по март включительно наблюдалось обратное соотношение: 73440 экз.·м⁻³ та 13730 экз.·м⁻³ соответственно (данные И. И. Кулаковой, В. Г. Дядичко по: Сообщества..., 2011).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Воробьева Л. В., Зайцев Ю. П., Кулакова И. И. Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Чёрного моря. Киев : Наук. думка, 1992. 144 с.
- Гаркуша О. П., Александров Б. Г., Гончаров А. Ю. Распределение микроводорослей интерстициали на песчаных пляжах одесского побережья Черного моря // Матеріали XIII з'їзду Україн. бот. тов.-ва / Ін-т екології Карпат НАН України. Львів, 2011. С. 267.
- Гаркуша О. П., Александров Б. Г., Гончаров А. Ю. Водоросли супралиторали песчаных пляжей одесского побережья Чёрного моря (Украина) // Альгология. 2012. Т. 22, №. 1. С. 70 – 83.
- Гончаров О. Ю. Динаміка гідрохімічних параметрів інтерстиціальної води одеського узбережжя // Понт Евксинский VI : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых / Ин-т биол. южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины. Севастополь, 2009. С. 76.
- Зайцев Ю. П. Сообщество микроорганизмов поровых вод песчаных пляжей Черного моря. Факты и гипотезы // Мікробіологія і біотехнологія. 2008. № 2 (3). С. 8 – 19.

Сообщества краевых биотопов Чёрного моря : современное состояние, прогноз изменчивости, рекомендации по их охране и восстановлению / Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины. – Отчёт по научно-исследовательской работе / № Государственной регистрации: 0107V006790. 2011. 244 с. (на укр. языке).

Czernas K. Productivity of the psammic algal communities in the near-shore zone of the mesotrophic lake Piaseczno (Eastern Poland) // *Water Qual. Res. J.* 2001. Vol. 36, № 3. P. 537 – 564.

РАЗНООБРАЗИЕ БИОТОПОВ И ВИДОВОЕ БОГАТСТВО МИКРОФИТОЦЕНОЗОВ ПРОТОЧНО-РУСЛОВЫХ ОЗЁР р. ВОРОНЫ

Г.А. Анциферова

*Воронежский государственный университет
Россия, 394068, Воронеж, Хользунова, 40
E-mail: g_antsiferova@mail.ru*

В европейской части России в бассейне Верхнего и Среднего Дона, в том числе в пределах Воронежской и Тамбовской областей, поверхностные воды испытывают постоянную направленную антропогенную нагрузку различного, в том числе и токсического, характера. В качестве основных источников поступления в водные объекты загрязняющих веществ повсеместно выступают диффузный сток с водосборов и атмосферный массоперенос. Происходит заиливание водоёмов, их прибрежные зоны зарастают высшей водной растительностью, часто заболачиваются. Интенсивное развитие растительности сопровождается накоплением в придонных слоях органического вещества в результате неполной его минерализации. При перегрузке водоёмов биогенными веществами происходит бурное развитие фитопланктона в объёмах, вызывающих «цветение» вод.

В этих условиях сформировалась определенная структура природно-антропогенных микрофитоценозов. Сообщества диатомовых водорослей, доминирующих в составе фитопланктона и фитобентоса, отличает низкое видовое разнообразие; сходство их видового состава по различным водоёмам; доминирование 1 – 2 видов, при единичном распространении других; «цветение» вод синезелеными водорослями, представленными 1 – 2 видами, характерными для загрязнённых местообитаний (Анциферова, 2005).

В связи с этим трудно переоценить значение факта обнаружения в проточно-русловых озёрах долины р. Вороны сообществ диатомовых водорослей, которых отличает чрезвычайное видовое богатство. Количество таксонов из микрофитоценозов данных водоёмов сопоставимо и даже превосходит видовое богатство их сообществ, изученных в разрезах древнеозерных отложений однотипных, то есть эвтрофных, межледниковых и голоценовых водоёмов и, особенно, современных водных экосистем (Анциферова, 2001).

Река Ворона является крупным правым притоком р. Хопер и принадлежит бассейну Среднего Дона. Ее долина приурочена к западным склонам Приволжской