

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ АССОЦИАЦИЙ КАРИОРЕЛИКТИД (CILIOPHORA) НА ПЕСЧАНОЙ ЛИТОРАЛИ БЕЛОГО МОРЯ

А.С. Есаулов¹, О.И. Белякова¹, И.В. Бурковский², А.Н. Цыганов^{1,2}, Ю.А. Мазей^{1,2}

¹Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

FACTORS OF KARYORELICTEAN COMMUNITY (CILIOPHORA) ASSEMBLY IN THE SANDY INTERTIDAL ZONE OF THE WHITE SEA

A.S. Esaulov¹, O.I. Belyakova¹, I.V. Burkovsky², A.N. Tsyganov^{1,2}, Y.A. Mazei^{1,2}

¹Penza State University, Penza, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Одним из важнейших компонентов морских прибрежных экосистем являются инфузории. Благодаря быстрым темпам репродукции, они могут использоваться в качестве модельных организмов для исследований сообществ и мониторинга состояния окружающей среды.

Ciliates are one of the most important components in marine coastal ecosystems. Thanks to their high reproduction rates, ciliates can be used as model organisms for studies in community ecology and environmental monitoring.

Морские интерстициальные пространства представляют собой специфичные биотопы в приливно-отливной зоне, населенные разнообразными сообществами микроскопических одноклеточных и многоклеточных организмов. Одним из важнейших компонентов этих биотопов с точки зрения обилия, биомассы, оборота органического вещества, являются инфузории. В сообществах микробентоса морей и эстуариев обнаружено более 1400 видов инфузорий [1]. Благодаря быстрым темпам репродукции (сотни поколений в течение календарного года), инфузории часто используются в качестве модельных организмов при исследовании механизмов формирования и поддержания структуры биологических сообществ в изменяющейся среде [2, 3, 4]. Целью настоящей работы является выявление основных факторов формирования ассоциаций инфузорий класса Karyorelictea, образующих основу (до 90% численности и биомассы) сообщества морских интерстициальных инфузорий.

Исследования проводили в губе Грязной эстуария реки Черной Кандалакшского залива Белого моря в 2009-2011 гг с использованием традиционных методов сбора и анализа образцов [5]. В работе было применено два подхода. Полевые наблюдения позволили выявить закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и пищевых спектров кариореликтид. Полевые эксперименты по перемещению участков донного грунта с населяющими его организмами из мористой части эстуария в опресненную дали возможность оценить устойчивость морских интерстициальных сообществ инфузорий к резким изменениям биотопа и инородному биоценотическому окружению.

Пространственное распределение кариореликтид изучали по горизонтали в микро (3x3 см), мезо (10x10 см) и макромасштабе (весь пляж: 50x100 м), а также по вертикали в толще грунта (в слоях 0-0.5; 0.5-1.0; 1-2; 2-3 см). Пищевые спектры инфузорий определяли по содержанию их пищеварительных вакуолей. При проведении полевых экспериментов в мористой части эстуария вырезали бруски грунта (размером 15x15x5 см) и в течение 15–20 минут переносили и монтировали их (замещая соответствующий объём грунта) в более опресненные биотопы.

Наиболее массовыми видами в исследованных ассоциациях были *Remanella margaritifera* и *Apotrachelocerca arenicola*, доля которых в сообществе составляла 49.7% и 31.4% соответственно (рис. 1).

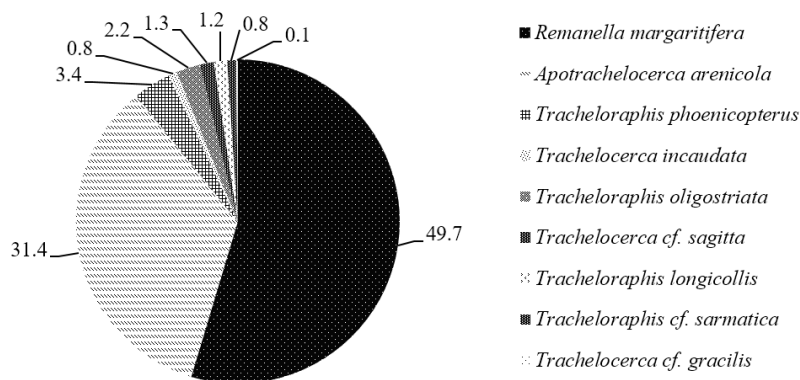


Рис. 1. Средние значения обилий массовых видов кариореликtid.

Анализ полученных данных по пространственному распределению показал, что все виды кариореликtid характеризуются весьма сходным распределением, что выражается в их совместной встречаемости в пробах. Во всех масштабах распределение инфузорий оказывается сложно агрегированным с выраженными сгущениями и разрежениями численности. Расхождение видов по вертикали в толще грунта также очень слабое: все инфузории предпочитали поверхностные слои глубиной до 1 см. Нижние слои грунта (2-3 см) слабо заселены кариореликtidами. Эти данные свидетельствуют о сходной реакции всех видов кариореликtid на изменения характеристик грунта (в первую очередь окислительно-восстановительного потенциала, гранулометрического состава и степени заиленности).

Все изученные кариореликtidы встречаются в течение всего весенне-летне-осеннего сезона. Однако, разные виды достигают максимальных значений численности в разные периоды (рис.2). Наиболее синхронизировано развитие самых массовых видов *Apotrachelocerca arenicola*-*Remanellamargaritifera*.

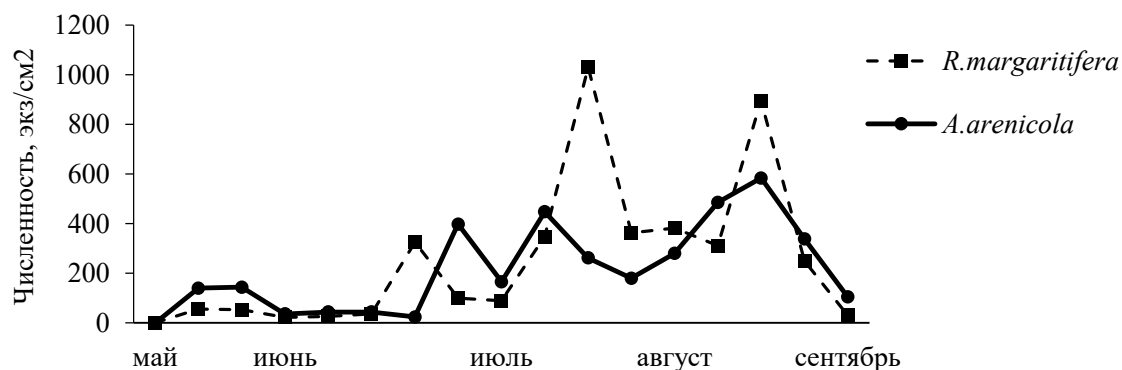


Рис. 2. Изменение численности наиболее массовых видов в течение сезона в губе Грязная.

Пищевые предпочтения изученных видов кариореликtid существенно различались, о чем свидетельствовали низкие значения индексов (Брея-Кертиса) сходства пищевых спектров. По-видимому, именно благодаря расхождению инфузорий по предпочитаемой пище реализуется возможность образования устойчивых многовидовых ассоциаций этих организмов на морской литорали.

Результаты полевых экспериментов показали, что сразу после трансплантации в перемещенных сообществах снизилась суммарная плотность инфузории видовое богатство. Однако через одну-две недели численность многих видов стабилизировалась. Наиболее толерантными оказались *Remanellamargaritifera*, *Apotrachelocercaarenicola*, *Trachelocercaincaudata* и *Tracheloraphislongicollis*. Несмотря на устойчивость этих видов в перенесенном сообществе, они не были обнаружены в реципиентных биотопах. Численность массовых видов снижается несколько быстрее, чем у второстепенных видов, но в целом остаётся

более высокой, даже при предельно низкой солёности (2.6 ‰). Это может быть связано с тем, что массовые виды образуют устойчивую ассоциацию, благодаря чему лучше переносят снижение солёности (явление синергизма). Анализ содержимого пищеварительных вакуолей показал, что инфузории в трансплантированном биотопе не испытывали голода и пища не была фактором, лимитирующим распространение морских видов в эстуарии. Таким образом, очень редкая встречаемость или отсутствие морских эвригаллиных видов в реципиентных биотопах, возможно, связана с конкурентным давлением со стороны аборигенных видов.

Таким образом, основными факторами формирования устойчивых ассоциаций псаммофильных инфузорий на морской литорали являются отношения «ресурс-потребитель» и межвидовые взаимоотношения в пределах ассоциаций. Меньшую роль играет расхождение видов во времени и пространстве (горизонтальное и вертикальное).

Литература

1. Azovsky A.I., Mazei Yu.A. Domicrobeshavemacroecology? Large-scale patterns in diversity and distribution of marine benthic ciliates // *Global Ecology and Biogeography*. 2013. Vol. 22. № 2. P. 163–172.
2. Бурковский И. В. Разделение экологических ресурсов и взаимоотношения видов в сообществе морских псаммофильных инфузорий // *Зоологический журнал*. 1987. Т. 66. № 5. С. 645-654.
3. Fenchel T. Ecology, potentials and limitations. (Excellence in ecology. Vol. 1). Ecology Institute, 1987. 186 pp.
4. Бурковский И.В., Мазей Ю.А., Есаулов А.С. Устойчивость сообщества морских инфузорий к резким изменениям факторов среды: роль физиологических, популяционных и ценологических механизмов (полевой эксперимент) // *Биология моря*. 2012. Т. 38. №3. С. 168–175.
5. Uhlig G. Quantitative methods in the study of interstitial fauna // *Transactions of the American Microscopical Society*. 1968. Vol. 87. P. 226–232.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-34-00909-мол_a).

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 18-34-00909-mol_a).