

Тийу ТРЕЙ

ФИТОЦЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОБЕНТОСА ПЯРНУСКОЙ БУХТЫ И ОКРЕСТНОСТЕЙ О-ВА КИХНУ

Материал для данной статьи собран в июле и августе 1979, 1980 и 1982 гг. на 120 станциях в Пярнуской бухте и в окрестности о-ва Кихну (рисунок). Станции находились на глубине до 10 м от уреза воды. Материал собран аквалангистами по общепринятой методике с целью исследовать флористический состав фитобентоса, а также растительные сообщества (фитоценозы) и выявить ассоциации как типы фитоценозов. Данные о флористическом составе будут представлены (Трей, 1986). На каждой станции исследованы глубина и характер грунта, взяты количественные пробы фитобентоса с площади 0,25 м², определены проективное покрытие растительностью (в процентах) и характер распределения растительности, а также количественное соотношение между видами. Кроме того, выявлены доминирующие виды и их значение в фитоценозе.

Краткая характеристика исследованного района

Пярнуская бухта (особенно ее северная часть) подвержена сильному антропогенному влиянию. Сюда поступают бытовые воды г. Пярну и Синди, сточные воды деревообрабатывающей и кожевенной промышленности и текстильной фабрики, а также предприятий пищевой промышленности и санаториев. Сточные воды поступают в северное побережье бухты по р. Пярну. Вода эвтрофирована и в окрестностях о-ва Кихну, что обусловлено интенсивным земледелием и обильным удобрением полей.

Благоприятное воздействие на состояние бухты оказывают интенсивный водообмен с Рижским заливом и довольно большие глубины бухты. Исследованный район можно разделить на северную и южную части, которые отличаются как экологическими условиями, так и флористическим составом и распределением фитобентоса.

В северной, более закрытой части бухты до линии Лиу-Тахкунина преобладают мягкие, в разной степени заиленные грунты — песчаные глины, пески, глинистые пески. Разбросанные камни или скопления камней встречаются довольно редко. Преобладанием подвижных песчаных грунтов и влиянием р. Пярну, приносящей в бухту много взвеси и гуминовых веществ, объясняется незначительная прозрачность воды, которая затрудняет фотосинтез на дне моря и препятствует развитию макрофитобентоса. Прозрачность воды в этом районе летом обычно не превышает 2 м, а на многих станциях перед устьем р. Пярну она даже меньше 1 м. Соленость воды в северной части бухты варьирует от 4,66 (перед устьем р. Пярну) до 5,18‰ по данным 1979, и от 4,79 до 5,34‰ по данным 1980 г.

В южной части исследованного района преобладают песчаные грунты, заиливание донных осадков в основном наблюдается в прибрежье о-ва Кихну. В окрестностях о-вов Манилайд, Кихну и маленьких остров-

ков нередко каменные гряды, создающие подходящие условия для прикрепления водорослей. Местами встречаются галька и гравий. Прозрачность воды варьирует от 2 до 2,5 м, а соленость, по данным 1980 г., от 5,52 до 5,97‰.

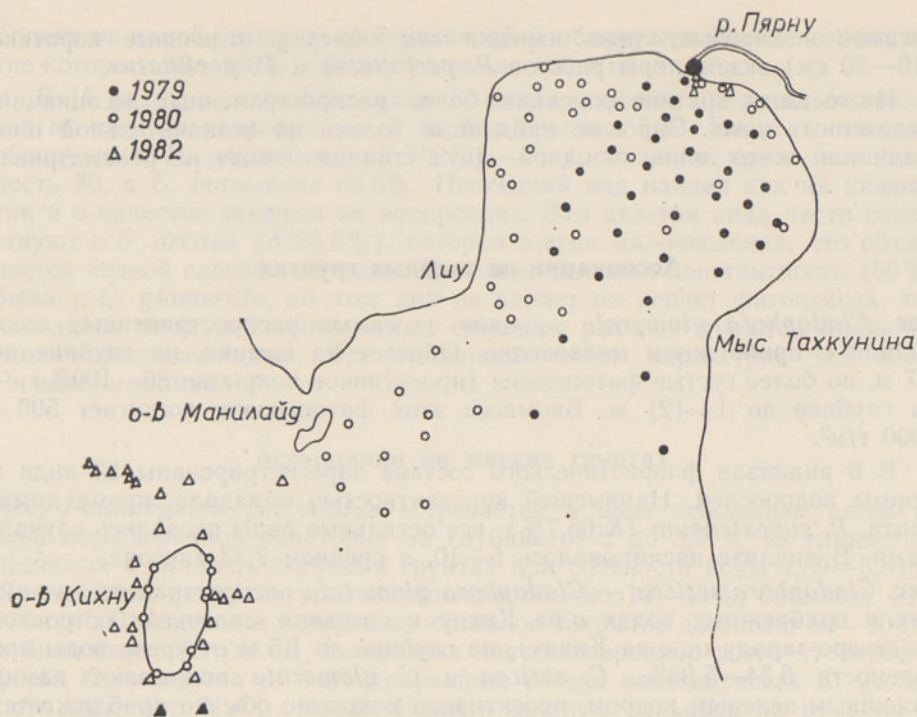
Растительные сообщества

Несмотря на различия флористического состава и условий существования сообществ наземных растений и морских макрофитов, большинство ботаников считает эти сообщества достаточно сходными, чтобы для их изучения использовать одни и те же методы. Выработанное для наземных сообществ определение растительного сообщества (фитоценоза) применимо и к морской донной растительности.

К одной ассоциации относят фитоценозы, сходные по доминантам, общему флористическому составу, структуре и условиям экотипа. Фитоценозы с массовыми эпифитами выделены в качестве вариантов ассоциаций. Нам кажется очень правильной мысль К. Хартога и С. Сегала (Hartog, Segal, 1964), что для дифференциации водных фитоценозов наиболее важна доминантность, а общий флористический состав и характерные виды гораздо менее существенны, чем для дифференциации наземных фитоценозов. Относительная гомогенность водной среды уравнивает флористический состав фитоценозов. Виды водных растений имеют ярко выраженный оптимум при определенных экологических условиях их доминирования, но бывают в значительной степени толерантными в менее оптимальных условиях (Hartog, Segal, 1964). Часто мы видим, что в некоторых ассоциациях константность тех же самых видов весьма высока.

Определено общее проективное покрытие фитоценозов каждой ассоциации (Асс.) в процентах и вычислена сырая биомасса ($г/м^2$), выделены доминирующие виды и флористический состав, вычислена константность таксонов (K) в процентах.

Северная часть бухты — самый бедный в отношении макрофитобентоса участок прибрежных морских вод Западной Эстонии. Только прибрежное мелководье занято растительностью, в основном ассоциацией *Cladophora glomerata*, которая распространена здесь на глубине до 1 м. Участки с мягкими грунтами, расположенные глубже, обычно лишены растительности, там иногда бывают лишь отдельные экземпляры рдестов *Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus* или небольшие заросли *P. perfoliatus*, причем биомасса рдестов обычно не превышает 10—30 $г/м^2$. Редким исключением являются густые заросли *P. perfoliatus* на глубине 2,1 м, заросли *Chara aspera* и *Ranunculus baudotii*, густо обросшие *C. glomerata*, обнаруженные нами в северо-западной части бухты, в прибрежной зоне, на глубине до 1,5 м. Биомасса этих зарослей достигает 800—2800 $г/м^2$, но площадь их ограничивается несколькими десятками или сотнями квадратных метров. На камнях (глубина около 3 м) только на двух станциях севернее мыса Тахкунина обнаружена ассоциация *Furcellaria lumbricalis* — *Polysiphonia nigrescens* — *Ceramium tenuicorne*. На остальных станциях (глубина 3—10 м) растительность на камнях полностью отсутствует или имеются лишь единичные экземпляры водорослей, которые можно считать фрагментами вышеназванной ассоциации. Проективное покрытие растительности обычно менее 5%, и биомасса не превышает 3 $г/м^2$. Наиболее часты в ассоциации виды *F. lumbricalis*, *P. nigrescens*, *Sphacelaria arctica* и корковидная, плотно прилегающая к субстрату *Pseudolithoderma subextensum*. Обычно на одной станции наблюдаются 1—5 видов макрофитов. Вместе с водорослями на камнях найдены мидии и баянусы, а также колонии гидрозои. Водоросли часто покрыты мшанкой *Electra crustulenta*. Это напоминает



донное сообщество, находящееся в неблагоприятных световых условиях открытых районов Балтики, на глубине 13—19 м, у нижней границы обитания растительности. Вышесказанное наводит на мысль, что незначительное количество растительности в этом районе обусловлено прежде всего неблагоприятными световыми условиями, а также обильной взвесью в воде, покрывающей поверхность растений и затрудняющей обмен веществ.

Южная часть исследованного района гораздо богаче растительностью, чем северная. Здесь распространены ассоциации с более богатым флористическим составом, проективное покрытие и биомасса фитоценозов значительно выше, а нижняя граница распространения растительности расположена глубже, чем в северной части бухты.

Каменные грунты всегда в какой-то мере заселены растительностью. Некоторые места, особенно большие камни, молы и деревянные сооружения на глубине 0—0,4 (0,8) м покрыты зеленым ковром, образованным ассоциациями видов *Enteromorpha*. Гораздо чаще наблюдаются ассоциации *C. glomerata* или *C. glomerata* — *C. sericea*. На глубине от 1 до 3,5 м ассоциацию образует *Fucus vesiculosus*, а от 3 м до самой нижней границы обитания растительности (8—10 м) распространена ассоциация *F. lumbricalis* — *P. nigrescens* — *C. tenuicorne*.

На песчаных грунтах глубиной до 4 м образуют пятна сообщества фанерогамов — ассоциации *P. pectinatus* и *P. perfoliatus*. Реже бывают небольшие заросли *Ranunculus baudotii*, *Myriophyllum spicatum* и *Zan-nichellia palustris*, последняя — также на гравии и гальке. Среди фанерогамов часто находили оторванные от субстрата водоросли.

На илистых и илисто-песчаных грунтах распространен вариант *C. glomerata* ассоциации *C. aspera*. На одной из станций севернее о-ва Кихну (глубина 2,4 м) обнаружена ассоциация карликовых форм фукуса. На глубине более (3,5) 4 м мягкие грунты обычно лишены зарослей фане-

рогамов и харовых, лишь изредка там обитают отдельные короткие (10—20 см) экземпляры рдестов *P. perfoliatus* и *P. pectinatus*.

Ниже даны краткие описания более распространенных ассоциаций, выделенных нами. Заросли, найденные только на незначительной площади или всего лишь на одной—двух станциях, ниже не рассматриваются.

Ассоциации на твердых грунтах

Асс. *Cladophora glomerata* — одна из самых распространенных ассоциаций в прибрежном мелководье. Обитает на камнях, на глубине до 3,7 м, но более густые фитоценозы (проективное покрытие 80—100%) — на глубине до 1—(2) м. Биомасса этих фитоценозов достигает 500—1000 г/м².

В 6 анализах флористического состава зарегистрированы 23 вида и формы водорослей. Наивысшей константностью обладала, кроме доминанта, *P. subextensum* (K:66,7%), все остальные виды оказались случайными. В анализе насчитывалось 5—10, в среднем 7,33 таксона.

Асс. *Cladophora sericea* — *Cladophora glomerata* распространена на камнях в прибрежных водах о-ва Кихну и соседних маленьких островков (к северо-западу от о-ва Кихну), на глубине до 1,5 м от уреза воды при солености 5,54—5,93‰. *C. sericea* и *C. glomerata* покрывают камни сплошным зеленым ковром, проективное покрытие обычно приближается к 100%. Названные виды часто запутаны, переплетены и их трудно различить. Средняя биомасса — около 1000 г/м², максимальная 2200 г/м².

В ходе 4 анализов флористического состава выявлены 10 таксонов. Число видов в анализе было 4—7, в среднем 4,5. Кроме доминантов, наиболее распространена (иногда в значительном количестве) *C. tenuicorne* (K:50%). Характерно, что среди макрофитов в массовых количествах обитают диатомовые водоросли.

Асс. *Fucus vesiculosus* обнаружена около о-вов Манилайд и Кихну на каменистых грунтах или на отдельных камнях, на глубине 1,3—3,5 м при солености воды 5,66—5,79‰. Проективное покрытие этой ассоциации обычно 80—100%, высота плотного яруса водорослей 25—30 см, биомасса составляет 280—2800, в среднем около 1100 г/м². По данным 8 анализов, в видовом составе отмечено 16 таксонов. Кроме фукуса, наиболее часты *C. glomerata* (K:87,5%) и *C. tenuicorne* (K:50%). Другие виды оказались случайными. Число видов в анализе было 1—8, в среднем 4,88.

Заслуживает внимания то, что на многих станциях вместе с фукусом доминирует *C. glomerata*, образуя почти половину биомассы фитоценоза. Этот вид обитает на фукусе или прикрепляется к камням, оттесняя фукус. Оказалось целесообразным отделить от типичной ассоциации *F. vesiculosus* ее вариант с *C. glomerata*.

В фитоценозах, исследованных нами в начале 60-х годов, фукус преобладал над другими видами, доля *C. glomerata* была совершенно незначительной. На уменьшение биомассы фукуса и даже на полное исчезновение этой водоросли во многих местонахождениях Балтийского моря в течение последнего десятилетия ссылаются финские авторы (Luther, 1981; Kangas и др., 1982 и др.).

Асс. *Furcellaria lumbricalis* — *Polysiphonia nigrescens* — *Ceramium tenuicorne* часто обитает на каменистых грунтах, на глубине от 3 м до самой нижней границы растительности при солености воды 4,82—5,59‰. Растительность этой ассоциации обычно редкая, ее проективное покрытие не более 30, а то и ниже 10%. Биомасса не превышает 20 (30) г/м².

Только на одной станции, на глубине 3,5 м обнаружен фитоценоз, покрытие которого 90—100% и биомасса около 100 г/м².

В 15 анализах выявлено всего 17 видов и форм, в отдельных анализах их число варьировало от 3 до 9, в среднем 5,13. На всех станциях обнаружена *P. nigrescens* (K:100%). *F. lumbricalis* имела константность 80, а *C. tenuicorne* 66,6%. Последний вид найден как на камнях, так и в качестве эпифита на водорослях. Эти два-три вида часто соседствуют с *S. arctica* (K:66,6%), которая всегда малочисленна, что объясняется низкой соленостью воды. Довольно высокая константность (60%) была у *C. glomerata*, но этот вид не влияет на аспект фитоценоза, так как здесь из-за неблагоприятных световых условий имеются лишь его единичные экземпляры. Эта ассоциация очень характерна для всего Рижского залива.

Ассоциации на мягких грунтах

Асс. *Potamogeton perfoliatus* встречается, в виде небольших пятен по всей исследованной акватории на глубине от 2 до 3,5 м, на глинистых, песчаных и глинисто-песчаных грунтах при солености воды 4,89—5,84‰. Проективное покрытие этой ассоциации обычно 10—40%, биомасса 10—170 г/м². В отдельных случаях проективное покрытие достигает 80—100%, а биомасса 800 г/м². В 7 анализах зарегистрировано всего 17 видов и форм, большинство их здесь случайно, только константность *C. glomerata* достигает 71,4%. Число видов в анализе варьировало от 1 до 7, в среднем 4,71.

Асс. *Potamogeton pectinatus* обитает в южной части исследованного района на чистом или на илистом песке, содержащем H₂S, на глубине 0,7—2,5 м. Проективное покрытие и биомасса в отдельных зарослях сильно колеблются, соответственно от 10 до 100% и от 20 до 1600 г/м²; средняя биомасса составляет 810 г/м².

В ходе 10 анализов видового состава отмечено всего 18 таксонов. Число видов в анализе было 4—11, в среднем 6,90. Кроме доминанта, встречались чаще *Tolypella nidifica* (K:90%), *C. tenuicorne* и *C. glomerata* (K:70%), *M. spicatum* (K:60%). В обрастаниях доминировала *C. tenuicorne*.

Вариант *Cladophora glomerata* ассоциации *Chara aspera* встречается в мелкой воде у побережья о-ва Кихну и в северо-западной части Пярнуской бухты на глубине до 1 м от уреза воды, на заиленных, содержащих H₂S, грунтах. Проективное покрытие фитоценозов 50—100%. Заросли, обнаруженные нами в северо-западной части бухты и в окрестности о-ва Кихну, различаются по биомассе, хотя в обоих местообитаниях встречаются обильные обрастания, где доминирует вид *C. glomerata*. Биомасса невысоких (2—5 см) зарослей *C. aspera* в окрестности о-ва Кихну составляла в среднем 94, а в бухте 925 г/м², т. е. почти в 10 раз больше.

В ходе 11 анализов ассоциаций отмечено всего 24 таксона. Кроме *C. aspera* и *C. glomerata* (K:100%), наивысшую константность имели *Geminella* sp. (K:72,7%), *Z. palustris* (K:63,6%) и *Oedogonium* sp. (K:54,5%). Остальные виды можно считать случайными. Число видов в анализе варьирует от 3 до 13, в среднем 8,09.

Ассоциация карликовых форм *Fucus vesiculosus* распространяется у северного побережья о-ва Кихну на илистом с мелкими камнями песке, на глубине 2,4 м при солености воды 5,54‰. Проективное покрытие было 100% и биомасса около 1300 г/м². Флористический состав включал 16 видов и форм. Кроме *F. vesiculosus* f. *nana* и *F. v. f. jiliformis*, наиболее обильна *C. glomerata*, обматывающая другие растения.

Фитобентос Пярнуской бухты был исследован нами впервые в 1959—1962 гг. (Pullisaar, 1961; Трей, 1973; Трей, 1976), что дало возможность в какой-то мере охарактеризовать его изменения в течение двух последних десятилетий.

Установлены изменения флористического состава, связанные с загрязненностью исследованного района (Трей, 1986). На это указывает также увеличение участка, лишённого растительности, с мягкими грунтами в медиали Пярнуской бухты. Растительность отсутствует часто на камнях, лежащих на дне северной части бухты, где в начале 60-х годов встречались водоросли. Заслуживает внимания увеличение обилия и биомассы зеленой водоросли *C. glomerata*, которая стала доминирующим видом на прибрежном мелководье (на глубине до 1 м) всего исследованного района. *C. glomerata* обильно растет не только на камнях в чистых сообществах, но и в других сообществах как на камнях, так и на мягких грунтах, обматывая фанерогамы, харовые водоросли и карликовые формы фукусов. При устойчивой теплой солнечной погоде здесь и там поднимаются на поверхность воды зеленые коврики, образуемые нитями *Cladophora*. 20 лет назад распространение этого вида было еще весьма незначительным.

За последние десятилетия увеличение биомассы *C. glomerata* в ряде мелководных пресных и солоноватых водоемах умеренного пояса отмечали многие исследователи, связывавшие это явление с эвтрофированием воды. Заиление грунтов на прибрежных участках о-ва Кихну также говорит об эвтрофировании воды. Особенно сильно заиленные грунты, содержащие H_2S , имеются у восточного побережья острова, которое более защищено от преобладающих западных ветров.

ЛИТЕРАТУРА

- Трей Т. Я. Фитобентос прибрежных вод Западной Эстонии. — Автореф. канд. дис. Тарту, 1973.
- Трей Т. Я. Бурые и красные водоросли в прибрежных водах Западной Эстонии. Рига, 1976.
- Трей Т. Флористический состав фитобентоса в Пярнуской бухте и в окрестности о-ва Кихну. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1986 (в печати).
- Hartog, C., Segal, S. A new classification of the water-plant communities. — Acta Bot. Neerl., 1964, 13, 367—393.
- Kangas, P., Autio, H., Hällfors, G., Luther, H., Niemi, A., Salemaa, H. A general model of the decline of *Fucus vesiculosus* at Tvärminne, south coast of Finland in 1977—81. — Acta Bot. Fennica, 1982, 118, 1—27.
- Luther, H. Occurrence and ecological requirements of *Fucus vesiculosus* in semi-enclosed inlets of the Archipelago Sea, SW Finland. — Ann. Bot. Fennica, 1981, 18, 187—200.
- Pullisaar, T. Pärnu lahe põhjataimestikust. — Eesti NSV TA Toim. Biol. seeria, 1961, 10, 340—345.

Институт зоологии и ботаники
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
24/IV 1984

PÄRNU LAHE JA KIHNU ÜMBRUSE FÜTOBENTOSE
FÜTOTSÖNOLOOGILINE ISELOOMUSTUS

Artiklis on võrreldud ökoloogilisi tingimusi ning vegetatsiooni Pärnu lahe põhjaosas (Liu—Tahkunina jooneni) ja lahe lõunaosas ning Kihnu saare ümbruses. On uuritud taimekooslusi, eristatud ja kirjeldatud kümme assotsiatsiooni ja assotsiatsioonivarianti ning antud ülevaade füto bentose muutustest võrreldes 1960. aastate algusega.

Tiiu TREI

PHYTOCOENOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PHYTOBENTHOS
IN THE SURROUNDINGS OF KIHNU ISLAND AND IN PÄRNU BAY

The material was collected in July and August 1979—1982 at 120 stations. The investigated area (Figure) can be divided into the northern and southern parts which differ in ecological conditions and in vegetation. The northern part of the bay (up to the line Liu—Tahkunina) is more isolated, and the effect of the industrial and domestic effluents flowing into the bay from the Pärnu River is stronger. Water transparency is only 1—2 m or even less, water salinity varies within the range of 4.76—5.34‰.

In the bottom sediments muddy sands and sandy clays prevail. There are only a few scattered stones here and there.

In the southern part of the investigated area sandy bottom sediments predominate. In places, especially in the surroundings of Kihnu Island, mud and muddy sands occur. Hard bottoms — boulders and stones — are found over an extensive area. Water transparency in that area was mostly 2—2.5 m and water salinity varied from 5.52 to 5.97‰.

In respect to the phytobenthos, the northern part of Pärnu Bay is the poorest area throughout the coastal waters of West Estonia. Only a shallow coastal belt up to a depth of 1 m is occupied by the *Cladophora glomerata* association. In deeper areas the sedimentary bottom usually lacks vegetation. Only scattered specimens or small stands of *Potamogeton perfoliatus* or *P. pectinatus* occur here and there. Dense patches of *Chara aspera* and *Ranunculus baudotii* entangled in the threads of *C. glomerata* were registered only in a limited area in the NW part of the bay.

The stones occurring at a depth of 3—10 m are also mostly without vegetation. In places the *Furcellaria lumbricalis* — *Polysiphonia nigrescens* — *Ceramium tenuicorne* association or its fragments are found, its coverage being mostly below 5% and the wet biomass below 3 g/m². The water turbidity seems to be the main factor hindering the development of any vegetation. In the southern part of the investigated area the vegetation is richer.

The floristic composition of the communities is more abundant, the coverage and the biomass are higher, and the vegetation extends to the deeper areas also in the northern part of the bay.

The stones are always to some extent covered with vegetation. The *C. glomerata* and *C. sericea* — *C. glomerata* associations are widely distributed in shallow water. The *Fucus vesiculosus* association and its *C. glomerata*-rich variant occur at a depth of 1—3.5 m. The *Furcellaria lumbricalis* — *Polysiphonia nigrescens* — *Ceramium tenuicorne* association is distributed at a depth of 3—8 (10) m.

On the sandy bottom, patches of *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* and other phanerogams were found. On the muddy and muddy sand bottoms, at a depth of up to 4 m, the *C. glomerata*-rich variant of the *C. aspera* association occurs. The sedimentary bottoms at a greater depth than 4 m are usually without vegetation; scattered *Potamogeton* individuals occur here as an exception.

The descriptions of associations are given. Changes in vegetation in comparison with the data collected in the 1960s are discussed. In addition to the changes in the floristic list (a separate paper), an increase of the area lacking vegetation in the northern part of the bay has been established. The abundance and the standing crop of *C. glomerata* have markedly grown. That species has become a dominant alga in shallow coastal waters. It forms separate communities and is a significant subdominant in several communities. A mudding of the bottoms has taken place, obviously in connection with intensive agriculture, especially in the surroundings of Kihnu Island.