

## СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЦИСТОЗИРЫ НА УЧАСТКАХ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ С РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

А.В.Празукин, С.А.Ковардаков

Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского НАН Украины  
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2  
E-mail: prazukin@mail.ru;  
arsak@bios.iuf.net

*Исследования показали, что цистозира (Cystoseira crinita (Desf.) Bory) обладает большими адаптивными и восстановительными возможностями. При относительно сильном антропогенном эвтрофировании, при значениях концентрации азота в растениях близких к 35,5 мгN г<sup>-1</sup> (сухой массы) цистозира способна полностью реализовывать свои адаптивные возможности. При концентрациях азота в растениях выше названных значений в структуре популяции цистозеры происходят негативные изменения, сильно снижается общая численность растений, сильно уменьшается возрастная ряд и сильно уменьшается ее общая биомасса. После снятия антропогенного прессинга популяция цистозеры способна полностью восстановиться в течение последующих 15 – 20 лет.*

**Введение.** В многолетнем изучении цистозирового фитоценоза Голубой бухты в районе Севастополя (за период его хронического загрязнения хозяйственными сточными водами) и ботанически аналогичных фитоценозов в районе урочища Джангуль (побережье Каркинитского залива) и пляжа в парке Победы (г. Севастополь) были собраны, проанализированы и в значительной мере опубликованы [3, 4, 6 – 8, 11] материалы. Исследования в вышеперечисленных акваториях проводились в мае – июле в разные годы на глубинах 1 – 10 м и преследовали разные цели и задачи, при этом набор основных измеряемых параметров в большинстве своем совпадал, различия были лишь в исследуемых экологических факторах [3]. В районе урочища Джангуль структурно-функциональное состояние популяции цистозеры изучалось в градиенте подвижности воды, в Голубой бухте – в градиенте эвтрофирования, в парке Победы – в акватории городского пляжа – испыты-

вающей антропогенную нагрузку от купающихся здесь людей, и в менее «нагруженных» прилегающих акваториях. Ранее мы уже сравнивали отклики популяции цистозеры на градиент подвижности воды и градиент эвтрофирования [3]. Широкая адаптационная пластичность водорослей и стабилизация функциональных параметров водорослей позволила проанализировать эти материалы под новым углом зрения.

Цель настоящей работы: провести сравнение состояния ценопопуляций цистозеры косматой (*Cystoseira crinita* (Desf.) Bory) на участках крымского побережья с разной антропогенной нагрузкой и оценить ее восстановительные возможности после снятия антропогенного прессинга.

**Материал и методы.** Акватория урочища Джангуль рассматривается нами как относительно чистый районом моря, не испытывающий сильных антропогенных нагрузок. Цистозира в этом районе образует, уже начиная с глубины 0,2 – 0,5 м, густые, сплошные заросли; покрытие площади дна ее зарослей составляет практически 90 – 100%. В период наших исследований (июнь – июль) цистозера практически не подвергалась эпифитированию. В районе Голубой бухты мы проводили подробные исследования дважды, в 1981 г. в период активного функционирования здесь городского выброса сточных вод и в 1992 г., спустя десять лет после прекращения его действия. На момент наших исследований (май – июль 1981 г.) фитоценоз в акватории побережья Голубая бухта – м. Херсонес в течение 18 лет испытывал сильные антропогенные нагрузки, от постоянного поступления в этот район городских сточных вод. Вблизи выхода сточных вод, доминирующее положение в фитоценозе занимали мелкоразмерные сезонные формы: ульва, энтероморфа, кладофора и другие виды [1, 2]. Уже начиная с конца мая, слоевица цистозеры были сильно эпифитированы. В акватории района парка Победы фитоценоз представлен преимущественно двумя видами цистозеры *C. crinita*, *C. barbata*. В теплое время года цистозера эпифитирована преимущественно красными водорослями. Бывают годы, когда эпифитирование на 80-90% осуществляется видами рода *Cladophora*. По сравнению с перечисленными районами по биогенной нагрузке эта акватория занимает промежуточное положение, кроме того,

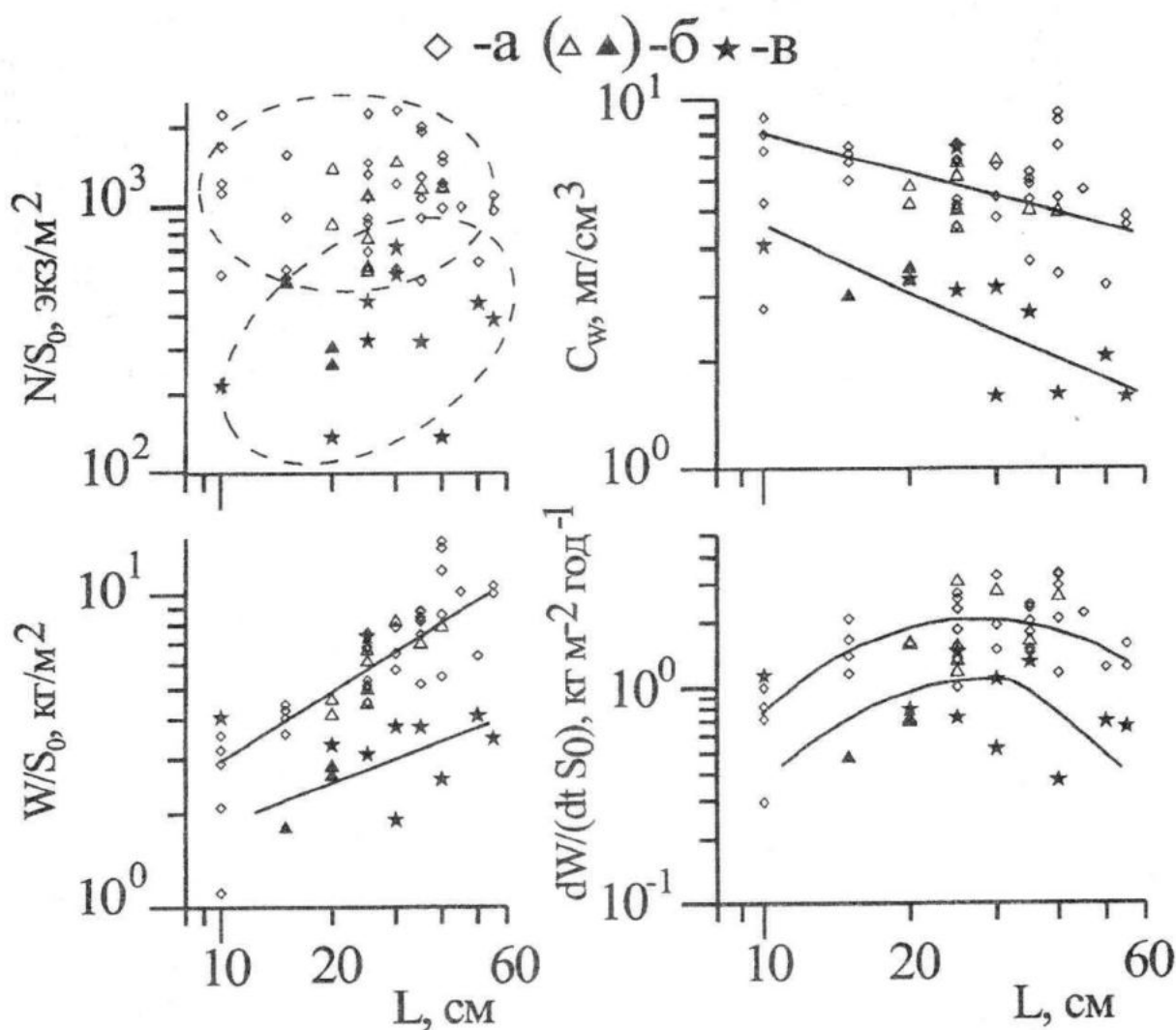


Рис. 1 – Соотношение характерной для ценопопуляции цистозеры длины светового пути в пологе ( $L$ ) и ее параметров: плотности популяции ( $N/S_0$ ); биомассы ( $W/S_0$ ); концентрации фитомассы ( $C_w$ ); и годового прироста биомассы –  $dW/(dt \cdot S_0)$  в эвтрофированных и условно чистых акваториях Черного моря. а - район урочища Джангуль (побережье Каркинитского залива); б – акватория Голубой бухты (г. Севастополь); в – акватория городского пляжа “Парк Победы” (г. Севастополь).

первые два района более приглубые, с более сильным водообменом в зоне распространения донного фитоценоза. В исследуемых акваториях водоросли срезали с учетных площадок площадью 0,25 м<sup>2</sup> (50 см x 50 см), взвешивали и подсчитывали количество слоевищ на площадке. Затем все растения разделяли на размерно-возрастные группы [5]. В каждой группе подсчитывали количество растений и определяли их общую массу. На основании этих данных рассчитывали параметры, обсуждаемые в данной статье. Методики их расчетов приведены в работах: [3, 9, 10, 12].

**Результаты и обсуждение.** Сравнение плотности ( $N/S_0$ ), биомассы ( $W/S_0$ ), объем-

ной концентрации живой массы ( $C_w$ ) и скорости роста массы ( $dW/dT/S^2$ ) ценопопуляций цистозир из условно чистой (урочища Джангуль) и эвтрофированной (район Голубой бухты) акваторий (рис.1) показало, что, средние значения этих параметров практически не различаются. Исключение составляют ценопопуляции цистозеры, произрастающие в непосредственной близости (на расстоянии 200 м) от источника эвтрофирования (на рис.1 обозначены темными треугольниками), здесь все выше перечисленные параметры были заметно ниже. В условиях сильного эвтрофирования (рис. 2,  $C_N - 40 \text{ мгN г}^{-1}$  (сухой массы)), компенсаторные усилия цистозеры,

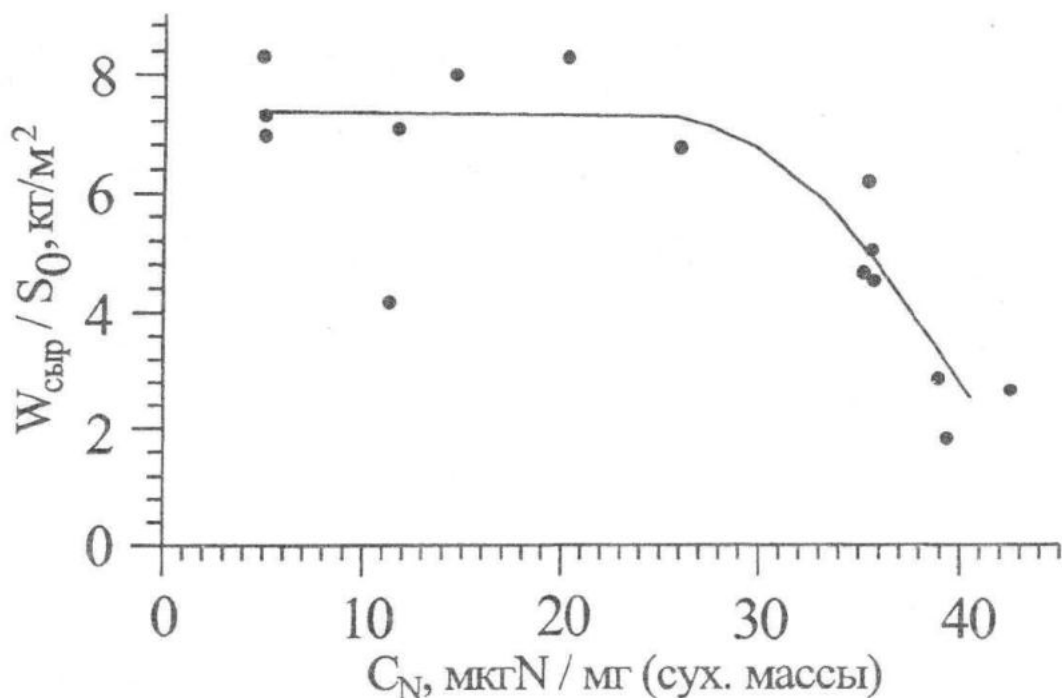


Рис. 2 – Изменение биомассы ( $W/S_0$ ) популяции цистозеры в градиенте эвтрофирования ( $C_N$ ) в акватории Голубой бухты (г. Севастополь).

направленные на восстановление, не могут быть полностью реализованы [7, 8], этим и объясняются низкие значения обсуждаемых параметров (рис.1), тогда как при концентрациях общего азота в растениях меньше  $35,5 \text{ мгN г}^{-1}$  (сухой массы) цистозера за счет компенсаторных изменений на разных уровнях ее организации сохраняет функциональные характеристики, отнесенные к единице поверхности дна на относительно стабильном уровне [3, 8]. В этой связи, можно сказать, что биогеохимическая работа в расчете на единицу поверхности дна, производимая при росте популяций цистозеры в эвтрофных и условно чистых акваториях примерно одинакова и стабилизирована на относительно постоянном уровне. Последнее определяется биоэкологическими стабилизирующими механизмами присущими всем автотрофным системам независимо от их уровня организации, а максимально предельный уровень работы - солнечной константой Земли.

В то же время ценопопуляции цистозеры из акватории пляжа парка Победы по всем рассматриваемым характеристикам «проигрывают» ценопопуляциям цистозеры районов урочища Джангуль и Голубой бухты (рис.1). Как и в условиях сильного эвтрофирования цистозера в районе пляжа

подвержена сильному антропогенному воздействию и поэтому ее потенциальные возможности в осуществлении биогеохимической работы не реализуются полностью.

На рисунках 3 а и 4 а, в, д показаны соответственно абсолютный и относительный возрастной состав ценопопуляций цистозер из акватории урочища Джангуль и из района Голубой бухты. На рис. 3 б и 4 б, г, д для этих же популяций – абсолютные и относительные весовые соотношения их возрастных групп. Растения во всех случаях отбирались с одной глубины (примерно 1,5 м). Отметим, что для района Голубой бухты приведены данные о состоянии ценопопуляций цистозеры вблизи источника эвтрофирования на момент его действия (1981 г.) и для того же участка побережья после десятилетнего прекращения его действия (1992 г.).

Популяция из акватории урочища Джангуль характеризуется большим числом возрастных групп (до 11, рис.4 д, е) и большой численностью растений в них (рис. 3 а). На долю молодых (до трех лет) растений приходится примерно половина (53%) от всей численности популяции (рис. 4 д). Структура популяции вблизи источника эвтрофирования в период его действия сильно упрощается (рис. 4 а, б). Число воз-

растных групп сокращается до 5 и сильно уменьшается количество растений в них. При этом доля молодых растений в общей численности популяции возрастает до 82%.

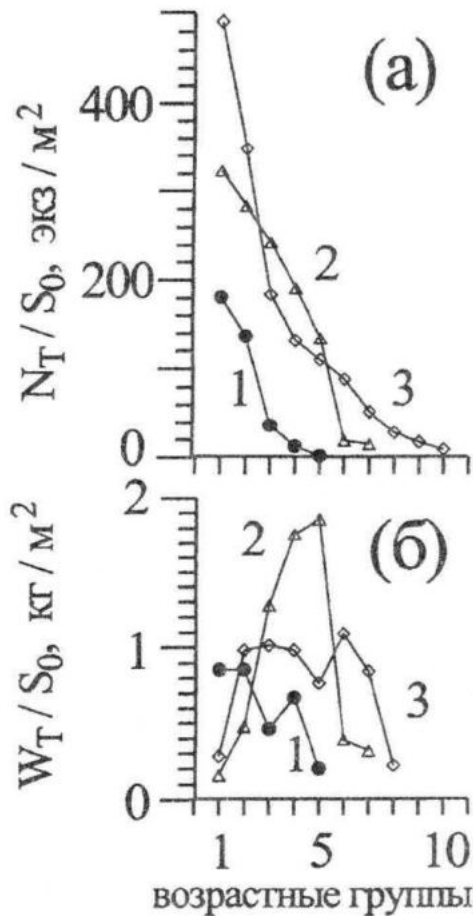


Рис. 3 – Абсолютная численность ( $N_T/S_0$ , а) и биомасса ( $W_T/S_0$ , б) возрастных групп ценопопуляций диатомы косматой в эвтрофированных и условно чистых акваториях Черного моря. 1 – района Голубой бухты (г. Севастополь), съемка 1981; 2 – того же района, съемка 1992 г. 3 – в районе урочища Джангуль (побережье Каркинитского залива). Возрастные группы: 1 –  $\leq 1$ ; 2 –  $\leq 2,75$ ; 3 –  $\leq 4,50$ ; 4 –  $\leq 6,25$ ; 5 –  $\leq 8$ ; 6 –  $\leq 9,75$ ; 7 –  $\leq 11,5$ ; 8 –  $\leq 13,25$ ; 9 –  $\leq 15$ ; 10 –  $\leq 16,75$ ; 11 –  $\leq 18,5$  год.

У популяций диатомы из акватории урочища Джангуль основная популяционная масса (77%) распределяется практически равномерно между пятью средними возрастными группами (с третьей по седьмую), это растения с большими биологическими и экологическими возможностями (рис. 4 е). В условиях высокого эвтрофирования максимум  $W_T$  (%) сильно сдвигается

влево, в сторону молодых растений. На долю растений до 3-х лет приходится примерно половина (56%) всей массы популяции (рис. 4 б).

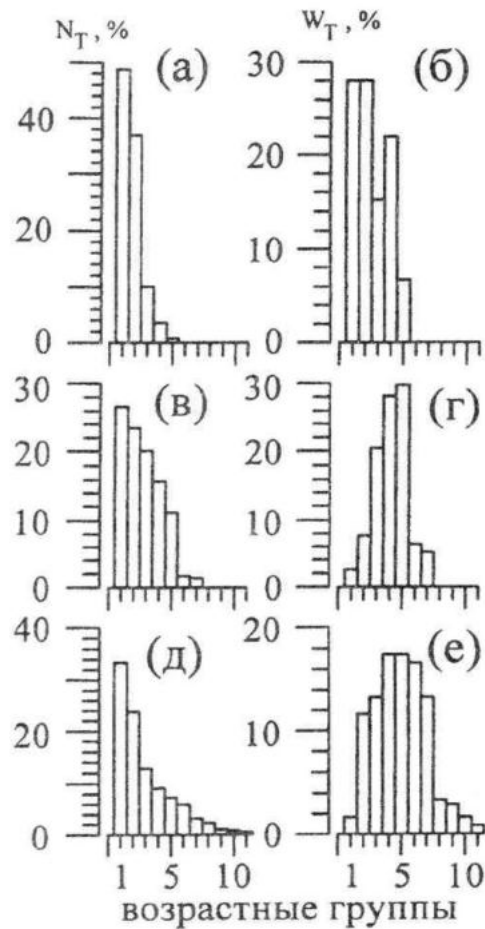


Рис. 4 – Относительная численность ( $N_T, \%$ ) и биомасса ( $W_T, \%$ ) возрастных групп ценопопуляций диатомы косматой в эвтрофированных и условно чистых акваториях Черного моря. а, б – района Голубой бухты (г. Севастополь), съемка 1981; в, г – того же района, съемка 1992 г.; д, е – района урочища Джангуль (побережье Каркинитского залива). Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

В целом в условиях сильного эвтрофирования уменьшается численность слоевищ каждой возрастной группы и одновременно сокращается возрастной ряд за счет выпадения старших возрастных групп. В популяции уменьшается абсолютная и увеличивается относительная численность самых молодых слоевищ и снижается абсолютная и относительная численность крупных.

