

УДК 551.465.7(262.5)

Л.В. Воробьева, д-р биол. наук, проф., зав. отделом**Д.А. Нестерова**, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.**Л.Н. Полищук**, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.**И.И. Кулакова**, канд. биол. наук, ст. научн. сотр.**И.А. Синегуб**, ст. научн. сотр.

Одесский филиал Института биологии южных морей

им. А.О. Ковалевского НАН Украины,

ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125, Украина

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ И ДОННЫХ СООБЩЕСТВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Рассматривается многолетняя динамика количественных показателей пелагических и донных сообществ (фитопланктон, зоопланктон, мейобентос, макрозообентос) в северо-западной части Черного моря в условиях изменяющейся степени эвтрофирования данной акватории.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, мейобентос, макрозообентос, эвтрофирование.

Введение

Особое значение на протяжении последних десятилетий уделяется изучению жизнеспособности морских экосистем украинского шельфа Черного моря, имеющих большое значение для формирования морских биоресурсов и рекреационных зон. В связи с этим основное внимание уделяется изучению современного состояния и тенденций изменения структурных характеристик (биоразнообразия, размерно-весовые параметры, численность, биомасса) биоты в условиях антропоген пресса. Три реки (Дунай, Днепр и Днестр) вливают свои воды в северо-западную часть Черного моря на небольшом расстоянии друг от друга. Суммарная площадь бассейнов рек, впадающих в эту часть моря составляет 1456000 км², при площади ее акватории 27800 км². Как следствие, на каждый квадратный километр площади приходится 52 км² высоко урбанизированной территории бассейна [1]. Объекты исследований: фитопланктон, зоопланктон, мейобентос, макрозообентос, ихтиофауна.

Цель работы – проанализировать многолетние изменения биоты (планктонные и донные сообщества) северо-западной части Черного моря. **Объект исследований** – фитопланктон, зоопланктон, мейобентос, макрозообентос. **Предмет исследований** – современное состояние пелагических и донных сообществ северо-западной части Черного моря.

Материалы и методика исследований

Материалом для настоящей статьи послужили количественные пробы по фитопланктону, зоопланктону, мейобентосу, макробентосу, отобранные с борта НИС «Спрут» в период 2005 – 2011 гг. по стандартным сеткам станций в Одесском морском регионе и на Придунайском взморье (всего за пять лет было выполнено более 180 станций). Все пробы фиксировались на борту судна, а их обработка велась по стандартным методикам в лаборатории. Для объектов исследований определялся видовой состав, численность и биомасса.

Результаты исследований и их обсуждение

В Одесском регионе в 2005 – 2010 гг. число найденных видов фитопланктона, относящихся к шести отделам, а именно диатомовых, динофитовых, сине-зеленых, зеленых, эвгленовых и золотистых, колебалось от 40 (май 2005 г.) до 55 (июль 2010 г.). Наибольшим числом видов были представлены диатомовые (*Skeletonema costatum*, *Diatoma elongatum*, *Cyclotella caspia*, *Nitzschia closterium*, *Thalassionema nitzschioides*) и динофитовые водоросли (*Heterocapsa triquetra*, *Akashiwo sanguinea*, *Scrippsiella trochoidea*, *Prorocentrum cordatum*, *Gyrodinium adriaticum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Neoceratium fusus*). Далее следовали зеленые (*Monoraphidium arcuatum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pterosperma cristatum*) и синезеленые (*Oscillatoria kisselevii*, *O. planctonica*), а эвгленовые и золотистые были представлены 1 – 3 видами. В районе исследований неоднократно происходило «цветение» воды, которое формировалось вспышками развития диатомовых (*Skeletonema costatum*), динофитовых (*Heterocapsa triquetra*) и сине-зеленых (*Oscillatoria kisselevii*). В последние годы в фитопланктоне Одесского региона отмечались вспышки развития видов, которые в прежние годы не входили в список видов – возбудителей «цветения» воды [3]. К таким видам относится динофитовая *Scrippsiella trochoidea* и синезеленая *Spirulina laxissima*. Из них наиболее сильным по абсолютной величине было «цветение» *Oscillatoria kisselevii*, а численность клеток составляла ($147 \cdot 10^6$ кл. \cdot л⁻¹) [8].

При значительной неоднородности пространственного распределения фитопланктона в Одесском регионе повышенные величины численности и биомассы часто отмечались на станциях, расположенных в непосредственной близости от береговой линии. По вертикали концентрации фитопланктона почти постоянно наблюдались в поверхностном слое моря. В этом слое по сравнению с придонным численность клеток возрастала на 1 – 2 порядка.

Следует отметить, что от 2008 г. к 2010 г. в фитопланктоне Одесского региона наметилась тенденция усиления роли динофитовых и эвгленовых водорослей в образовании биомассы и сокращения диатомовых.

Так, в августе 2008 г. вклад диатомовых в образование биомассы фитопланктона составил 59,3 %, динофитовых 40,1 %, а эвгленовых 0,1 %. В июне

2010 г. по биомассе доминировали динофитовые (53 %), вклад эвгленовых возрос до 5,3 %, а диатомовых не превышал 7,4 %.

Современное состояние развития зоопланктона северо-западной части Черного моря рассматривается на примере двух её составляющих участков: Одесском морском регионе и Придунайском районе за период 2005 – 2011 гг. в сопоставлении с ретроспективными данными за период 1979 – 1989 гг.

В Одесском морском регионе и Придунайском районе за указанные периоды можно констатировать, что количественные показатели (численность, биомасса общего зоопланктона и его кормовой и некормовой компоненты) претерпели значительных изменений. В Одесском морском регионе численность общего зоопланктона уменьшилась в 6,5 раза (13816 экз. \cdot м⁻³ против 89550 экз. \cdot м⁻³), а его биомасса – в 3,8 раза (572 мг \cdot м⁻³ против 2170 мг \cdot м⁻³). Соответственно этому численность и биомасса кормового и некормового зоопланктона также значительно сократились. Численность кормового зоопланктона сократилась почти в 8 раз (9039 экз. \cdot м⁻³ против 60828 экз. \cdot м⁻³), а его биомасса – почти в 4 раза (66 мг \cdot м⁻³ против 244 мг \cdot м⁻³). Численность некормового зоопланктона сократилась в 6 раз (4777 экз. \cdot м⁻³ против 28722 экз. \cdot м⁻³), а его биомасса почти в 4 раза (505 мг \cdot м⁻³ против 1926 мг \cdot м⁻³).

В Придунайском районе развитие зоопланктона в 2000-е годы имеет ту же тенденцию, что и в Одесском морском регионе, но здесь произошедшие изменения менее существенны. Численность и биомасса общего зоопланктона уменьшились в 2 раза (38986 экз. \cdot м⁻³ против 74561 экз. \cdot м⁻³ и 1273 мг \cdot м⁻³ против 2746 мг \cdot м⁻³). При этом численность кормового зоопланктона осталась на том же уровне (29259 экз. \cdot м⁻³ и 29060 экз. \cdot м⁻³), а его биомасса увеличилась почти в 2 раза (284 мг \cdot м⁻³ против 155 мг \cdot м⁻³). В то же время численность некормового зоопланктона уменьшилась почти в 5 раз (9727 экз. \cdot м⁻³ против 4550 экз. \cdot м⁻³), а его биомасса – почти в 3 раза (990 мг \cdot м⁻³ против 2590 мг \cdot м⁻³).

В обеих акваториях в 2000-е годы значительного сокращения претерпело развитие представителя некормовой компоненты – эврифага *Noctiluca scintillans*. В обеих акваториях развитие зоопланктона в отдельно взятом сезоне имеет свои особенности. В Одесском морском регионе наиболее значимое сокращение численности общего зоопланктона (в 12,5 раз) отмечалось летом (весна в 3 раза, осень почти в 4 раза). В Придунайском районе наиболее значимое снижение развития зоопланктона приходилось на осень: численность общего зоопланктона сократилась в 35 раз (1787 экз. \cdot м⁻³ против 63696 экз. \cdot м⁻³). Сокращение развития зоопланктона в той или иной степени произошло на уровне всех основных таксономических групп.

В современных условиях на фоне общей тенденции сокращения развития зоопланктона в некоторых его таксономических группах наблюдается увеличение численности отдельных видов. Так, например, в Одесском морском регионе численность *Pleurobrachia rhodopsis* (Ctenophora) увеличилась в 13 раз.

В отличие от количественных показателей развития зоопланктона его видовая структура в современных условиях не претерпела существенных изменений и характеризуется значительным разнообразием (более 155 видов). При этом Придунайский район, по сравнению с Одесским морским регионом, характеризуется более высоким видовым разнообразием (119 против 82), а также более значительным количеством представителей пресноводно-солонатоводного комплекса (54 против 23).

Полученные результаты о современном состоянии зоопланктона северо-западной части Чёрного моря свидетельствуют о перестроечных процессах в его структуре, а значительное сокращение развития общего зоопланктона и в частности видов *N. scintillans* и *Pleopis polyphemoides* – показателей эвтрофности [4, 5, 6] может свидетельствовать о её снижении в современных условиях.

Мейобентос в северо-западной части Черного моря представлен ев- и псевдомейобентосом. Сравнивая количественные и качественные показатели мейобентоса в последние годы (2010–2011 гг.), можно отметить, что в 2010 г. его показатели плотности варьировали в среднем от 328960 экз. \cdot м⁻² в Придунайском районе до 495489 экз. \cdot м⁻² – в Одесском регионе. Общая биомасса варьировала от 1845,3 в Придунайском районе до 2048,8 мг \cdot м⁻² в Одесском регионе. Качественный состав мейобентоса определяли 13 групп, из которых повсеместно присутствуют Nematoda и на большинстве станций Foraminifera и Harpacticoida, что было характерно для этой части моря последние 20 лет [2, 9]. По количественным показателям доминировали представители евмейобентоса. Среди них Nematoda составляли 66 – 78 % (Придунайский район и Одесский район, соответственно) от общего мейобентоса, Harpacticoida – 24 – 13 %. Из представителей псевдомейобентоса по встречаемости и плотности поселений доминировали Oligochaeta, Polychaeta и Bivalvia. Развитие процессов антропогенного эвтрофирования в северо-западной части Черного моря отражается на структуре, динамике плотности как всего мейобентоса, так и его основных групп. За последнее десятилетие произошел ряд изменений в структуре мейобентосного сообщества и, главным образом, изменении доминантных представителей крупных таксономических групп. В большинстве случаев общая численность мейобентоса на северо-западном шельфе, по сравнению с 80-90-ми годами прошлого века, резко уменьшилась плотность поселений фораминифер. Общая биомасса мейобентоса увеличилась за счет присутствия гарпактикоид, доля которых в ней в последние 5–6 лет составляла 31 – 50 % (в 2011 году их доля в общей биомассе мейобентоса составила 85,1 %). Можно констатировать, что качество кормовой базы для молоди рыб придонного и донного комплексов улучшилось.

В 2011 г. в Одесском регионе показатели плотности мейобентоса по сравнению с 2010 г. существенно не изменились и составили в среднем 387000 экз. \cdot м⁻² (средняя биомасса – 3519,9 мг \cdot м⁻²). В Дунайском регионе средняя плотность

мейобентоса уменьшилась почти в два раза, составил в среднем 142341 экз.·м⁻², средняя биомасса на 10 % выше, чем в 2010 г.

В обоих районах также доминировали по встречаемости и плотности поселений представители евмейобентоса. Однако, следует отметить рост доли Nauphracticoidea в общей плотности мейобентоса. Так, Nauphracticoidea составили 42 % в придунайских районах и 48 % в Одесском районе. Заметно увеличилось и биомасса по сравнению с 2010 годом. В формировании общей биомассы наиболее значительную роль играли Nauphracticoidea и Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia.

В 2005 – 2011 гг. в Одесском морском регионе на 242 станциях в диапазоне глубин 6 – 27 м были зарегистрированы 80 таксонов макрозообентоса. Количественные показатели донной фауны на станциях варьировали в значительных пределах, что объясняется, главным образом, мозаичным распределением донных отложений. Численность макрофауны на станциях была 10 – 48070 экз.·м⁻², составил в среднем 2898,7 экз.·м⁻², биомасса – 0,1 – 8954,5 г·м⁻² (средняя 551,8) г·м⁻². Во время каждой из 11 съемок найдено от 38 до 56 (в среднем 48) таксонов. Изменения качественного состава бентоса между отдельными съемками проходили за счет таксонов с низкими количественными показателями. Макрозообентос представлен почти исключительно морским эвригалинным комплексом (99,8 % численности и биомассы). Среди основных таксономических групп по количеству таксонов (30) преобладали ракообразные, по численности – моллюски (45,8 %) и черви (42,6 %), по биомассе – моллюски (96,0 %).

В число основных таксонов ($P \geq 50,0\%$) вошли шесть видов (*Harmothoe imbricata*, *Neanthes succinea*, *Polydora cornuta*, *Heteromastus filiformis*, *Melinna palmata*, *Mytilus galloprovincialis*), составив в сумме 52,3 % численности и 84,9 % биомассы.

По сравнению с периодом 1994 – 1999 гг. (10 съемок, 260 станций) биологическое разнообразие макрозообентоса увеличилось в 1,5 раза (с 53 до 80 таксонов), средняя численность – в 1,4 раза (с 2055,9 до 2898,7 экз.·м⁻²) [7]. При этом средняя биомасса уменьшилась в 2,0 раза (с 1087,3 до 551,8 г·м⁻²). Уменьшение биомассы бентоса произошло, главным образом, за счет мидии, средняя биомасса которой уменьшилась в 2,3 раза (с 1043,8 до 454,3 г·м⁻²). Пространственное распределение количественных показателей макрозообентоса было неравномерным: наиболее высокие значения численности и биомассы были приурочены к песчано-ракушечным отложениям на глубине 6 – 16 м, наиболее низкие – к черным илам на глубине 20 – 27 м.

Наиболее массовым видом (20,1 % численности, 82,3 % биомассы) была мидия, представленная особями длиной до 80 мм. По численности (55,1 %) доминировала молодь длиной до 10 мм; моллюски промыслового размера (50 мм и более) составляли всего 1,2 %. С увеличением глубины от 6 – 10 м до 20 – 27 м средняя численность мидии снизилась в 4,4 раза.

Средняя биомасса кормового (для рыб) компонента составила $96,2 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ (17,4 % от биомассы всего бентоса), в ее составе доминировали моллюски (77,6 %). При средней биомассе мидии $454,3 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ только $32,9 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$ (7,2 %) относились к кормовой части; при этом сами мидии составляли ровно треть (33,3 %) биомассы всего кормового макрозообентоса.

Среди шести основных трофических групп по количеству таксонов (32) преобладали детритофаги; по численности – детритофаги (47,8 %) и сестонофаги (43,0 %), по биомассе – сестонофаги (96,0 %). Индекс однообразия трофической структуры макрофауны составил 0,90.

Количество таксонов и численность ин- и эпифауны были почти одинаковыми, по биомассе (86,2 %) доминировала эпифауна. По количеству таксонов (69) лидировали вагильные гидробионты, по биомассе (87,2 %) – сессильные; численность обоих комплексов была почти одинаковой.

Зарегистрированы 6 видов – вселенцев разных таксономических групп (*Polydora cornuta*, *Rapana venosa*, *Anadara inaequalis*, *Mya arenaria*, *Balanus improvisus* и *Rhithropanopeus harrisi tridentata*), которые, за исключением *B. improvisus*, в Черном море были обнаружены сравнительно недавно, в 1937 – 1982 гг.

Выводы

Результаты многолетних исследований показали, что в целом современное состояние пелагических и донных сообществ северо-западной части Черного моря можно охарактеризовать как относительно стабильное и удовлетворительное.

Список использованной литературы

1. Богатова Ю. И. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы / Ю. И. Богатова, А. М. Бронфман, Л. В. Воробьева и др. // Практическая экология морских регионов. Черное море. – Киев: Наук. думка. – 1990. – С.192–200.
2. Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного моря / Л. В. Воробьева. – Киев: Наук. думка. – 300с.
3. Нестерова Д. А. Фитопланктон Одесского региона в современных условиях / Д. А. Нестерова, Л. М. Теренько // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2000. – С. 383–390.
4. Полищук Л. Н. Мезо – и макрозоопланктон / Л. Н. Полищук, Е. В. Настенко // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – Киев: Наук. думка, 2006. – С. 229–237.
5. Полищук Л. Н. Некоторые особенности современного развития зоопланктона северо-западной части Черного моря и входящего в её состав Придунайского приустьевоего района / Л. Н. Полищук, Е. В. Настенко // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. – Одесса: «Астропринт», 1998. – С. 203–245.
6. Практическая экология морских регионов. Черное море / [Альтман Э. Н., Безбородов А. А., Богатова Ю. И. и др.]; под ред. В. П. Кеонджана, А. М. Кудина, Ю. В. Терехина. – Киев: Наук. думка, 1990. – 252 с.
7. Синегуб И. А. Состояние макрозообентоса Одесского региона Черного моря в период 1994–1999 гг. / И. А. Синегуб, А. А. Рыбалко // Наук. зап. Тернопільського педуніверситету. – Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 157–158.
8. Nesterova D. The state of phytoplankton. Chapter 5 / D. Nesterova, S. Moncheva, A. Vershinin at all. // State of Environment of the Black Sea (Jule, 2001–2006). – Istanbul, Turkey 2008. – P. 173–200.
9. Vorobyova L. V. Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea / L. V. Vorobyova, I. I. Kulakova. – Odessa, Astroprint, 2009. – 126 p.

References

- [1] Bogatova Yu.I., Bronfman A.M., Vorobeva L.V. 1990. Sovremennoe sostoyanie i tendencii izmeneniya ekosistemy. Prakticheskaya ekologiya morskikh regionov. Chernoe more, 192-200. Kiev: Nauk. dumka.
- [2] Vorobeva L. V. 1990. Mejobentos ukrainskogo shelfa Chernogo moray. Kiev: Nauk. dumka.
- [3] Nesterova D.A., Terenko L. M. 2000. Fitoplankton Odesskogo regiona v sovremennykh usloviyah. Ekologicheskaya bezopasnost pribrezhnykh i shelfovykh zon i kompleksnoe ispolzovanie resursov shelfa, 383-390. Sevastopol.
- [4] Polischuk L. N., Nastenko E. V. 2006. Mezo – i makrozooplankton. Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya, 229-237. Kiev: Nauk. dumka.
- [5] Polischuk L. N., Nastenko E. V. 1998. Nekotorye osobennosti sovremennogo razvitiya zooplanktona severo-zapadnoj chasti Chernogo morya i vkhodyaschego v ee sostav Pridunajskogo priustevogo rajona. Ekosistema vzmorya ukrainskoj delty Dunaya, 203-245. Odessa: Astroprint.
- [6] Altman E. N., Bezborodov A. A., Bogatova Yu. I. 1990. Prakticheskaya ekologiya morskikh regionov. Chernoe more, pod red. V. P. Keondzhana, A. M. Kudina, Yu. V. Terehina. – Kiev: Nauk. dumka.
- [7] Sinegub I. A., Rybalko A. A. 2001. Sostoyanie makrozoobentosa Odesskogo regiona Chernogo morya v period 1994-1999 gg. Nauk. zap. Ternopil'skogo peduniversitetu. Seriya: Biologiya. Specialnij vipusk: Gidroekologiya. 3 (14): 157-158.
- [8] Nesterova D., Moncheva S., Vershinin A. 2008. The state of phytoplankton. Chapter 5. State of Environment of the Black Sea (July, 2001-2006), 173-200. Istanbul, Turkey.
- [9] Vorobyova L. V., Kulakova I.I. 2009. Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea. Odessa, Astroprint.

Поступила 10.02.2014 г.

Л.В. Воробйова, доктор біол. наук, професор, зав. відділом
Д.А. Нестерова, канд. біол. наук, старший науковий співробітник
Л.Н. Поліщук, канд. біол. наук, старший науковий співробітник
І.І. Кулакова, канд. біол. наук, старший науковий співробітник
І.А. Сінегуб, в.о. старшого наукового співробітника
Одеська філія Інституту біології південних морів
ім. О.О. Ковалевського НАН України
вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65125, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ПЕЛАГІЧНИХ ТА ДОНИХ УГРУПОВАНЬ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Отримані результати свідчать про перебудовні процеси в структурі пелагічних угруповань (фітопланктон, зоопланктон). За останнє десятиріччя в мейобентосному угрупованні змінилися домінуючі представники великих таксономічних груп, якість кормової бази для молоді риб придонного та донного комплексів покращилась. Макрозообентос стабільний.

Ключові слова: фітопланктон, зоопланктон, мейобентос, макрозообентос, евтрофування.

L.V. Vorobyova, doctor of biology, professor, head of the department

D.A. Nesterova, PhD biology, senior researcher

L.N. Polyshchuk, PhD biology, senior researcher

I.I. Kulakova, PhD biology, senior researcher

I.A. Sinegub, acting senior researcher

Odessa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas,

National of Academy of Sciences of Ukraine

Pushkinskaya st., 37, Odessa-125, 65125, Ukraine

PRESENT STATE PELAGIC AND BENTHIC COMMUNITIES OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA

Abstract

The results show the tuning process in the structure of pelagic communities (phytoplankton, zooplankton). Over the past decade have changed the dominant meiobenthic community representatives of major taxonomic groups, the quality of food resources for juvenile fish and bottom of the bottom complexes improved. Macrozoobenthos stable.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, meiobenthos, macrozoobenthos, eutrophication.