

Фитопланктону каждого из этапов присущи специфические — как структурные, так и функциональные — показатели. Установлено, что количество сукцессионных этапов определяется положением водохранилища в каскаде:

- 1) водохранилище занимает головное положение в каскаде;
- 2) водохранилище из головного переходит во внутрикаскадное;
- 3) водохранилище изначально занимает внутрикаскадное положение.

В высокоэвтрофных днепровских водохранилищах ведущая роль принадлежит аутогенному типу сукцессий.

**

Ретроспективно проаналізовано багаторічну інформацію (1960—1994 рр.) щодо структурно-функціональних характеристик фітопланктону Кременчуцького водоймища. Використано дані попередників та автора. Виділено п'ять етапів екологічної сукцесії та три типи формування фітопланктону водоймища, що пов'язані головним чином із зміною його ролі в дніпровському каскаді в процесі будівництва (трансформація головного у внутрішньокаскадне). Головним типом сукцесії є аутогенна, пов'язана з біопродукційною активністю фітопланктону.

**

The information about many-years (1960—1994) dynamics of structure-functional characteristics of Kremenchug water reservoir's phytoplankton is analyzed retrospectively by author's own and literature data. 5 phases of ecological succession and 3 types of phytoplankton formation are marked out. They are connected mainly with the change of the reservoir's role in Dnieprovic cascade in the period of hydrobuilding (transformation of head water body into intercascade one).

The chief type of the succession is autogenic one which is determined by the bioproductional activity of phytoplankton.

**

1. Брагинский А.П., Береза В.Д., Гусынская С.А. и др. «Пятна цветения», нагонные массы, выбросы синезеленых водорослей и происходящие в них биологические процессы // «Цветение» воды. — Киев: Наук. думка, 1968. — С. 92—149.
2. Зимбаевская Л.Н., Плагин Ю.В., Хороших Л.А. и др. Структура и сукцессии литорали биопенозов днепровских водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1987. — 204 с.
3. Лявчинова М.А. Фитопланктон Кременчугского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Днепропетровск, 1973. — 17 с.
4. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
5. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1981. — 277 с.
6. Ролл Я.В. До вивчення фітопланктону середньої течії р. Дніпра // 35 праць Дніпр. біол. ст. — 1930. — № 5. — С. 269—296.
7. Ролл Я.В. Спроба районування Дніпра за складом його фітопланктону // Вісті АН УРСР. — 1940. — № 10. — С. 48—58.
8. Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. «Цветение» воды и эвтрофирование. — Киев: Наук. думка, 1978. — 231 с.
9. Сукачев В.И. Избранные труды. — Л.: Наука, 1972. — Т. I. — 417 с.
10. Харченко Т.А. Макрозообентос та його функціональні характеристики в прісноводних екосистемах України: Автореф. дис. ... докт. біол. наук. — К., 1994. — 45 с.
11. «Цветение» воды / Под ред. А.В.Топачевского. — Киев: Наук. думка, 1968. — Вып. I. — 388 с.
12. Щербак В.И. Фитопланктон Днепра и его водохранилищ // Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — С. 77—113.
13. Щербак В.И. Структурно-функциональная характеристика фитопланктона // Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. — Киев: Наук. думка, 1992. — С. 14—27.
14. Щербак В.И. Первичная продукция водорослей Днепра и его водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1996. — 32, № 3. — С. 3—15.
15. Щербак В.И., Андреев А.Д., Гомовская Г.А. Оценка влияния увеличения сброски уровней днепровских водохранилищ на их биопродуктивность и качество воды // Гидротех. стр.-во. — 1991. — № 2. — С. 51—53.
16. Щербак В.И., Кузьменко М.И. Роль отдельных видов фитопланктона в формировании первичной продукции Киевского водохранилища // Вод. ресурсы. — 1984. — № 2. — С. 173—178.

Е.М.Парталы

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ

Азовское море глубоко и всесторонне изучается гидробиологами, особенно исследователями Института биологии южных морей. Однако его Таганрогский залив в зоне, прилегающей к г. Мариуполю, практически не исследован. Происходящие в этом регионе изменения в экосистеме моря вызывают необходимость в установлении видового разнообразия и динамики популяций водных животных, в частности зоопланктона, учета и изучения биологии новых видов-вселенцев, появляющихся вследствие изменения физико-химического режима моря и способных вызывать дальнейшие нарушения в его экосистеме.

Цель настоящей работы — обобщить данные многолетних наблюдений над составом, численностью и динамикой популяций зоопланктона Таганрогского залива в зоне, прилегающей к г. Мариуполю.

Материал и методика исследований. Пробы зоопланктона отбирали в 1971, 1972, 1975, 1976 и 1989—1991 гг. на постоянных станциях в прибрежной зоне Таганрогского залива: на расстоянии 3—5 км от берега, в районе г. Мариуполя и сел Сопино и Юрьевка и в открытом море — в 3000 м от берега. Через планктонную сеть (газ № 38) фильтровали 50—100 л воды с последующей формалиновой фиксацией. Пробы отбирали от 1 до 4 раз в месяц в течение всего года.

Количественный учет зоопланктона проводили в камере Богорова в пятикратной повторности, результаты усредняли. Всего отобрано 180 проб и выполнено 345 анализов.

Биомассу зоопланктонов определяли расчетным методом по таблицам Е.Н.Студеникиной и М.М.Черепяхиной [11] и Н.Н.Харина [12].

При отборе проб зоопланктона измеряли температуру воды, определяли содержание кислорода — по Винклеру и соленость — методом аргентометрического титрования.

Визуально вели наблюдения над медузами и гребневиками. Эпизодически отбирали и анализировали пробы фитопланктона.

Результаты исследований

Экологический фон. Основные факторы среды, определяющие существование зоопланктонов, характеризуются показателями, приведенными в табл. 1. Годичная амплитуда колебаний температуры воды имеет большой размах (до 30 °), значительно колеблется соленость (до 10 ‰), что может быть обусловлено как периодическим подтоком соленых вод, так и влиянием распресняющего стока Дона, поступающего из верховьев Таганрог-

1. Основные параметры экологического фона в Таганрогском заливе в 1971—1972 и 1990—1991 гг.

| Параметры | 1971 г. | 1972 г. | 1990 г. | 1991 г. |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Температура воды, °C | -0,5—26,6 | -0,7—27,1 | 0,5—28,0 | 0,5—30 |
| Соленость, ‰ | 5,64—11,75 | 2,91—11,38 | 3,56—11,56 | 3,48—11,17 |
| Содержание O ₂ , мг/дм ³ | 4,27—9,03 | 4,46—10,34 | 4,27—13,2 | 6,4—13,2 |
| Насыщение O ₂ , % | 44,0—104,0 | 44,9—102,1 | 44,2—101,0 | 65,7—90,3 |

Примечание. Данные за 1990 и 1991 гг. по станциям Мариуполь, Сопино и Юрьевка усреднены (различия незначительны). Максимальная соленость (14,92 ‰) отмечена в 1974 г.

ского залива. Содержание кислорода хотя и колеблется в значительных пределах, не выходит за рамки экологически безопасных значений.

В 1971—1972 гг. было более детально определено содержание кислорода в поверхностных и придонных слоях воды. В летние месяцы оно составляло в 1971 г. (май — сентябрь) 6,4—8,0 мг/л (110—121 % насыщения) в поверхностном слое и 5,98—6,79 мг/л (90—126 % насыщения) в придонном, в 1972 г. (июнь — август) — соответственно 4,6—4,9 (43—70,1 %) и 2,28—4,76 мг/л (40—66 %).

Численность фитопланктона в 1971 г. (июнь) равнялась 740 млн. кл/л, в тот же период 1972 г. — не более 1 млн.

Видовой состав зоопланктона в сравнительном плане (за 1971—1972 и 1990—1991 гг.) представлен в табл. 2. Всего за первый период отмечено 30 видов (не считая икhtiопланктона и медуз), в 1990 г. — 35, а в 1991 г. — всего 17.

2. Видовой состав зоопланктона Таганрогского залива

| Таксоны | 1971—1972 гг. | 1990 г. | 1991 г. |
|---|---------------|---------|---------|
| Sarcodina | | | |
| <i>Diffugia corona</i> Wallish | — | + | — |
| Mastigophora | | | |
| <i>Mastigophora</i> gen. sp. | + | + | — |
| Infusoria | | | |
| <i>Tintinnopsis meunieri</i> Kofoid et Campbell | + | + | — |
| <i>T. tubulosa</i> Levander | + | + | — |
| <i>T. karajacensis</i> Brandt | + | + | — |
| <i>Zoothamnium hentscheli</i> Kahl | + | + | + |
| <i>Folliculina producta</i> Wright | + | + | + |
| Hydrozoa | | | |
| Медузки гидроидных полипов | + | + | — |
| Ctenophora | | | |
| <i>Mnemiopsis leidyi</i> (A. Agassiz) | — | + | — |
| Nematoda | | | |
| <i>Axonolaimus ponticus</i> Filipjev | + | + | + |
| <i>Chromadora cricophana</i> Filipjev | + | + | + |
| Rotatoria | | | |
| <i>Brachyonus rostrum</i> | — | — | + |

Продолжение табл. 2

| Таксоны | 1971—1972 гг. | 1990 г. | 1991 г. |
|--|---------------|---------|---------|
| <i>B. angularis bidens</i> Plate | — | + | + |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse) | + | + | + |
| <i>K. quadrata</i> (O.F.Müller) | + | + | + |
| <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse | + | + | + |
| <i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg | + | — | — |
| <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg) | — | + | — |
| Polychaeta | | | |
| Larvae <i>Nereis diversicolor</i> O.F.Müller | + | + | — |
| Cladocera | | | |
| <i>Pleopsis polyphemoides</i> (Leukart) | + | + | — |
| <i>Moina micrura</i> Hellich | + | + | — |
| <i>Podonevadne trigona</i> G.O.Sars | + | + | + |
| Яйца Cladocera | + | + | + |
| Copepoda | | | |
| <i>Calanipeda aquae-dulcis</i> (Kriczagin) | + | + | + |
| <i>Diaptomus gracilis</i> G.O.Sars | + | + | + |
| <i>D. salinus</i> E. Dadaý | — | + | + |
| <i>Acartia clausi</i> Giesbrecht | + | + | + |
| <i>Paracartia latisetosa</i> (Kriczagin) | + | — | — |
| <i>Eurytemora grimmi</i> G.O.Sars | + | + | — |
| <i>Hetercope caspia</i> G.O.Sars | + | + | + |
| Яйца, Nauplii, копепоиды Copepoda | + | + | + |
| Harpacticoida | | | |
| <i>Tisbe furcata</i> (Bird) | + | + | + |
| <i>Ectinosoma melancipes</i> Boeck | + | + | + |
| Ostracoda | | | |
| <i>Cyprinatus salina</i> (Bradley) | + | + | — |
| Cirripedia | | | |
| Nauplii <i>Balanus improvisus</i> Darwin | + | + | + |
| Decapoda | | | |
| Zoeae краба <i>Rhitropanopeus harrissii tridentatus</i> (Meitland) | + | — | — |
| Mysidacea | | | |
| <i>Pisidia longimana</i> (Risso) | — | + | — |
| <i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden) | — | + | — |
| Cumacea | | | |
| <i>Schyzorynchus eudorelloides</i> (G.O.Sars) | — | + | — |
| Amphipoda | | | |
| <i>Ampelisca diadema</i> A. Kosta | + | + | — |
| Всего | 30 | 35 | 17 |

Среди отмеченных в 1971—1972 и 1990—1991 гг. видов имеются как общие для обоих периодов — *Heterocope caspia*, *Diaptomus gracilis*, *Acartia clausi*, *Eurytemora grimmeri* (ядро планктонного ценоза), так и характерные только для одного, например для 1971 г. — *Podonevadne trigona*, *Tintinnopsis meuneri*, *T. tubulosa* (Infusoria), *Folliculina producta* (бродяжки — Infusoria), *Asplanchna priodonta* (Rotatoria); отсутствовала *Calanipeda aquae-dulcis*, характерная для 1991 г. Планктон в 1971 г. был богат различными ювенильными стадиями (яйца, мета-, ортонауплии и копеподиты *Soropoda*, *Nauplii Cirripedia*, зоеае крабов и др.), тогда как в 1991 г. обнаружены только науплиальные стадии *Soropoda*.

Сезонность в развитии зоопланктона выражена отчетливо. Зимой преобладали коловратки, численность которых выражалась сотнями особей в 1 м³. Численность зоопланктона начинала возрастать с мая и оставалась высокой даже в октябре. Спад начинался с ноября. Последними зимой встречались гарпактициды, которые при снижении температуры воды до точки замерзания находили убежище среди колоний гидроида *Perigonimus megas* [7, 8, 10]. В феврале при минимальной температуре воды в планктоне еще обнаруживались *Calanipeda* и *Harpacticidae*, а также науплиусы *Soropoda*.

Доминирующей группой зоопланктона в течение всего периода наблюдений оставались низшие ракообразные (*Cladocera* и *Soropoda*). Они составляли 60,5—98,8 % общей численности, иногда и все 100 % (табл. 3). По данным [2], в составе пищи планктоноядных и хищных рыб промыслового размера в Азовском море доля ракообразных равнялась 96 %, а только *Soropoda* — 99,97 %.

Доминирующими видами в 1971 г. были *Calanipeda aquae-dulcis*, в 1991 г. — *Calanipeda*, *Acartia clausi* и *Heterocope caspia*, без заметного преобладания первого вида. *Calanipeda* эвригалинна [3] и эвритермна, она обнаруживалась в широком диапазоне температур — от нуля до 30 °С.

Размеры особей доминирующих видов, встреченных в разное время года, характеризуются такими показателями (мкм):

| | |
|--|-----------|
| <i>Calanipeda aquae-dulcis</i> | 1000—1100 |
| <i>Acartia clausi</i> | 900—1000 |
| <i>Heterocope caspia</i> | 1500—2000 |
| <i>Harpacticoida</i> (оба вида, см. табл. 2) | 1000—1500 |
| <i>Synchaeta pectinata</i> | 1000—1200 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | 1000—1200 |

Кроме ветвистоусых и веслоногих, в составе зоопланктона исследованных акваторий определяющую роль играли высшие ракообразные бентопланктонты: мизиды, кумацеи, которые преобладали в 1990—1991 гг., а также усонogie раки (*Cirripedia*), которые более интенсивно развивались в 70-е годы. Максимальная их численность достигала в августе 1971 г. 2260, в мае 1972 г. — 390 экз/м³. При этом имело место оседание рачков на искусственный субстрат (29200 экз., или 900 г/м² в августе 1991 г. и 5000 экз., или 225 г/м² в мае 1972 г.). При более высокой температуре воды численность этих ракообразных резко снижалась вследствие отмирания баянусов, служащих убежищем для личинок *Cirripedia* [8]. Другие компоненты зоопланктона довольно многообразны и относятся к различным систематическим группам: это личинки и яйца различных бес-

3. Численность зоопланктона в прибрежной зоне моря в разные годы, экз/м³

| Месяц | Мариуполь | | | Мариуполь | Словно | Юрьевка |
|--------------------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | 1971 г. | 1972 г. | 1990 г. | 1991 г. | | |
| Общая численность | | | | | | |
| I | 900 | 740 | 940 | × | × | × |
| II | 850 | 710 | 560 | × | × | × |
| III | 1000 | 1070 | 2760 | 2700 | 720 | 200 |
| IV | 6800 | 2890 | 13980 | 1350 | 9120 | 8700 |
| V | 34450 | 7170 | 14400 | 2300 | 8008 | 160 |
| VI | 41580 | 6170 | 2180 | 5650 | 12290 | 1060 |
| VII | 16100 | 1190 | 2460 | 1840 | 1100 | 1100 |
| VIII | 15200 | 720 | 400 | 550 | 5190 | 4490 |
| IX | 4710 | 260 | 480 | 200 | 80 | 7700 |
| X | 4990 | 320 | 540 | 880 | 150 | 1230 |
| XI | 860 | 210 | 1698 | 2160 | 1220 | 1100 |
| XII | 3990 | 110 | 7168 | 460 | 1130 | 1600 |
| Всего | 131430 | 23360 | 47566 | 18090 | 39000 | 27340 |
| Численность ракообразных | | | | | | |
| I | 70 | 3910 | 940 | × | × | × |
| II | 75 | 600 | 560 | × | × | × |
| III | 50 | 90 | 2760 | 2700 | 720 | 70 |
| IV | 100 | × | 13980 | 936 | 9120 | 8700 |
| V | 33200 | 4820 | 14400 | 1300 | 8008 | 160 |
| VI | 16350 | 6180 | 2180 | 5650 | 12290 | 1060 |
| VII | 5497 | 390 | 2460 | 1840 | 1100 | 1100 |
| VIII | 15267 | 610 | 160 | 0 | 4824 | 2552 |
| IX | 4056 | 200 | 0 | 160 | 0 | 7700 |
| X | 1380 | 290 | 420 | 790 | 100 | 650 |
| XI | 855 | 160 | 1698 | 400 | 1220 | 1100 |
| XII | 2586 | 110 | 7168 | 460 | 1130 | 1600 |
| Всего | 79500 | 17360 | 46796 | 14240 | 38510 | 24690 |
| | (60,5 %) | (74,3 %) | (98,6 %) | (78,7 %) | (98,7 %) | (90,3 %) |

Примечание. × — пробы не брали.

позвоночных (в частности зоеае крабов), амфиподы, нематоды, полихеты, велигеры голожаберного моллюска *Tenella adspersa*, *Syndesmia*, *Cestoidea*, подвижные инфузории.

Особое место в зоопланктоне занимали кишечнополостные, представленные медузками гидроидных полипов (*Hydrozoa*), сцифоидными медузами (*Sciphozoa*) — *Aurelia aurita*, *Rhizostoma pulmo* и гребневиком *Mnemiopsis leidyi*, впервые обнаруженном в Азовском море в 1988 г. [1].

A. aurita и *Rh. pulmo* в массе развивались в Таганрогском заливе в 1975—1981 гг., преимущественно в период май — сентябрь. В штормовую погоду мертвые медузы в большом количестве (до 35 экз. на 1 км) выносились волнами на берега, попадали и на фильтрационные сетки насосных станций Мариупольского металлургического комбината, вызывая помехи в водоснабжении этого предприятия.

Гребневики *M. leidyi* особенно интенсивно размножались осенью 1989 г.: их численность в прибрежной зоне моря (в районе расположения металлургического комбината) достигала 200—300 экз/м³. С появлением гребневика исчезли медузы. В 1990—1991 гг. их не было вовсе. Гребневик же продолжал размножаться, хотя численность его в 90-е годы была ниже (50—100 экз/м³).

Динамика численности массовых видов зоопланктона представлена в табл. 4 и на рис. 1—3.

Сопоставляя показатели численности зоопланктона в 1971 и 1991 г., можно отметить, что в первом случае доминировавшая *Calanipeda* встречалась круглогодично, достигая максимума в мае — июне (14250—22000 экз/м³), пик развития *Acartia* отмечен в августе (22450 экз/м³), *Heterosira* и *Eurytemora* обнаруживались в течение всего летне-осеннего периода. Максимум первого вида — 3420, второго — 1700 экз/м³.

В 1991 г. было много *Ostracoda*, они встречались с апреля по ноябрь при наибольшей численности в мае (1800 экз/м³). Остальные виды были представлены намного малочисленнее, чем в 1971 г. Даже у доминанта *Heterosira* пиковая численность почти в два раза ниже.

И в 1971—1972 и в 1990—1991 гг. максимумы и минимумы численности зоопланктона в основном совпадали (см. рис. 1), однако заметны и количественные различия: если в первом случае максимум превышал 40000 экз/м³, то в 1991 г. он оказался по крайней мере в 3,5 раза ниже.

Сравнение количественных показателей развития видов-доминантов в 1971 и 1991 г. показывает, что снижение общей численности зоопланктона произошло именно за счет этих видов (см. рис. 2 и 3). Если *Calanipeda aquae-dulcis* еще доминировали, то два других содоминанта уступили место гарлактицидам *T. furcata* и *E. melanipipes*.

Естественно, что при этом существенно изменяется и структура сообществ зоопланктона. Это наглядно демонстрируют табл. 5 и 6.

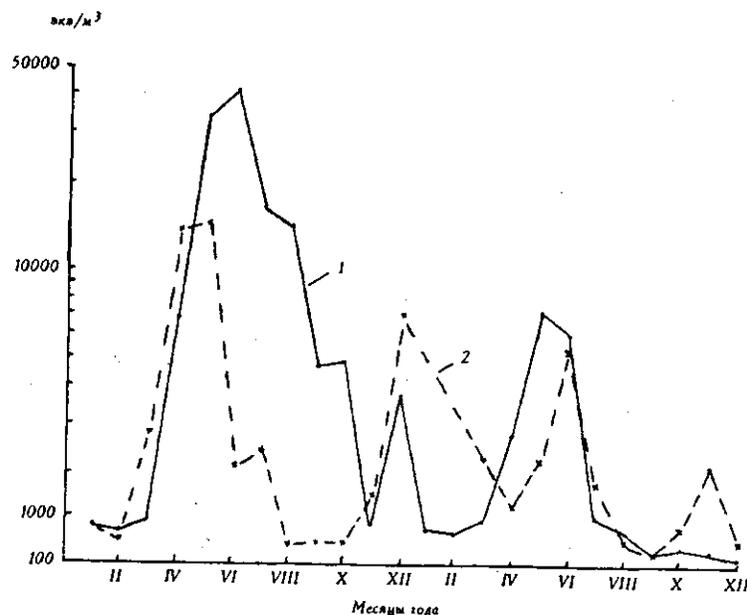
Различия в составе и численности зоопланктона открытого моря (табл. 7) и прибрежной зоны (см. табл. 3) незначительны даже летом, когда численность гидробионтов достигает максимума.

Незначительная глубина у берега (1—1,5 м) по сравнению с открытым морем (5—6 м), большая, чем в открытом море, прогреваемость толщи воды, более высокая освещенность способствуют и более интенсивному развитию фитопланктона, а затем и второго трофического звена — зоопланктона. Перемешиваемый вследствие ветровых волнений, особенно при сгонных течениях с берега, планктон пассивно разносится как горизонтальным течением, так и в результате вертикальной циркуляции вод и становится более однородным.

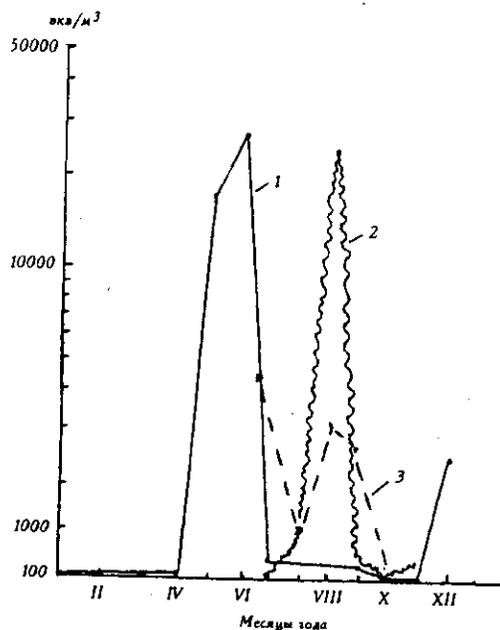
Осенью, при усилении ветровых волнений и большей перемешиваемости водной толщи, заметной разницы в пространственном распределении зоопланктона не отмечается. С понижением температуры вследствие охлаждения толщи воды (при малой глубине у берега) численность зооплан-

4. Динамика численности популяций массовых видов ракообразных в планктоне Таганрогского залива (по месяцам, максимальная из трех декадных величин)

| Виды | 1971 г. | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|----|-----|-----|-------|-------|------|-------|------|------|-----|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| <i>C. aquae-dulcis</i> | 50 | 45 | 50 | 100 | 22000 | 14250 | 2000 | — | 530 | 120 | 250 | 2720 |
| <i>P. trigona</i> | — | — | — | — | — | 210 | — | 70 | 110 | 120 | — | — |
| <i>D. gracilis</i> | — | — | — | — | — | 560 | — | — | — | — | — | — |
| <i>A. clausi</i> | — | — | — | — | — | 210 | 450 | 24200 | 600 | 120 | 290 | — |
| <i>E. grimmeri</i> | — | — | — | — | 1960 | 1700 | 300 | 360 | 250 | — | 110 | — |
| <i>H. caspia</i> | — | — | — | — | 600 | 2550 | 2550 | 3420 | 1440 | 310 | 110 | — |
| Nauplii Copepoda | — | — | — | — | 9240 | 7950 | 6630 | 7670 | 2400 | 1000 | 210 | — |
| Harpacticoida | 20 | 20 | — | — | — | — | 90 | 280 | 570 | 120 | 120 | — |
| <i>H. caspia</i> | — | — | — | 104 | 420 | 1224 | — | — | — | — | — | — |
| Nauplii Copepoda | — | — | — | 104 | 84 | 476 | 272 | — | — | — | — | — |
| <i>C. aquae-dulcis</i> | — | — | — | 104 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ostracoda | — | — | — | 520 | 1300 | 748 | 136 | — | 120 | 100 | — | — |
| Harpacticoida | — | — | — | — | 200 | — | — | — | 40 | 120 | — | — |
| <i>D. salinus</i> | — | — | — | — | — | 1156 | 136 | 312 | — | — | — | — |
| <i>A. clausi</i> | — | — | — | — | — | 68 | — | — | — | — | — | — |
| <i>E. grimmeri</i> | — | — | — | — | — | — | 340 | 104 | 1632 | 610 | — | — |



1. Динамика численности зоопланктона (усредненные данные за два года) в 1971—1972 гг. (1) и в 1990—1991 гг. (2).



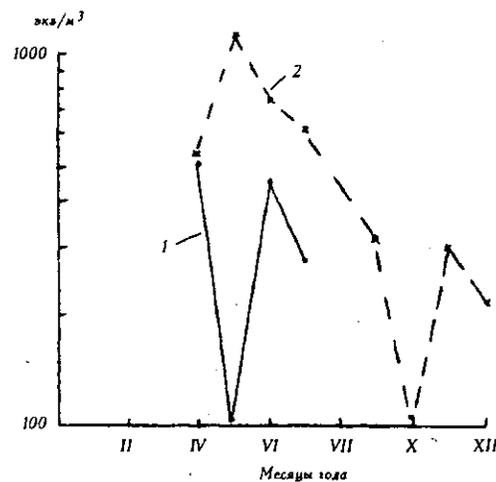
2. Динамика численности доминирующих видов зоопланктона в 1971 г.: 1 — *Calanipeda aquae-dulcis*; 2 — *Acartia clausi*; 3 — *Heterocope caspia*.

ктона здесь резко снижается: в открытом море она составляет 480—7040, у берега — 90—770 экз/м³.

По степени сапробности участки вблизи сел Сопино и Юрьевка в 1971 г. характеризовались как олигосапробная, а в 1991 г. — как олиго-β-мезосапробная зона, а район Мариуполя — как β-мезосапробная зона с преобладанием большого числа индикаторов-β-мезосапробов.

Обсуждение результатов исследования

Полученные данные свидетельствуют о том, что на протяжении 70—80-х и в начале 90-х годов зоопланктон Таганрогского залива в пределах исследованной акватории был довольно разнообразен по видовому составу и достаточно богат по численности и биомассе. Преобладали мезо- и полигалинные и эвригалинные виды, особенно представители веслоногих раков. Существенных различий между прибрежной зоной с глубиной 1—1,5 м и открытым морем с глубинами 5—6 м не отмечено, и всю акваторию можно рассматривать как единый биотоп, а его планктонное население — как один биоценоз.



3. Динамика численности доминирующих видов зоопланктона в 1991 г.: 1 — *Calanipeda aquae-dulcis*; 2 — *Naupliocoida*.

Значительные изменения произошли только в 1991 г., когда резко сократилось видовое разнообразие (от 41 до 17 видов) и уменьшилась общая численность и биомасса доминирующих групп зоопланктона, однако преобладающая роль массовых видов веслоногих утрачена не была.

5. Структура зоопланктонного ценоза в 1971 г. (пик развития)

| Виды | Численность, экз/м ³ | Биомасса, мг/м ³ | Встречаемость, % | Индекс сравнения |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| Copepoda | | | | |
| <i>Calanipeda aquae-dulcis</i> | 27500 | 1243,2 | 62,5 | 77,5 |
| <i>Heterocope caspia</i> | 4400 | 286,0 | 60,0 | 17,2 |
| <i>Eurytemora grimmeri</i> | 4400 | 140,8 | 52,5 | 7,35 |
| <i>Diaptomus salinus</i> | 1650 | 358,1 | 12,5 | 4,48 |
| Nauplii | 14850 | 14,85 | 70,0 | 1,05 |
| Всего | 52800 | 2042,9 | — | — |
| Cirripedia | | | | |
| Nauplii <i>Balanoida</i> | 1100 | 47,3 | 55,0 | 2,60 |
| Всего | 53900 | 2090,2 | — | — |

Примечание. Представлены только массовые формы.

6. Структура зоопланктонного ценоза в 1991 г. (пик развития)

| Виды | Численность, экз/м ³ | Биомасса, г/м ³ | Встречаемость, % | Индекс сравнения |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| <i>Copepoda</i> | | | | |
| <i>Calanipeda aquae-dulcis</i> | 4884 | 195,36 | 31,9 | 6,06 |
| <i>Diaptomus salinus</i> | 1486 | 201,14 | 26,3 | 5,2 |
| <i>Acartia clausi</i> | 1184 | 29,6 | 23,6 | 0,7 |
| <i>Heterocope caspia</i> | 3848 | 250,12 | 44,4 | 11,1 |
| Копеподиты | 148 | 1,48 | 19,4 | 0,02 |
| Nauplii | 148 | 0,15 | 48,6 | 0,05 |
| Всего | 11692 | 677,85 | — | — |
| <i>Harpacticoida</i> | | | | |
| <i>Tisbe furcata</i> , <i>Ectinosoma melancipes</i> | 444 | 0,67 | 41,6 | 0,04 |
| <i>Gammaridae</i> | | | | |
| <i>Ampelisca diadema</i> | 148 | 1,48 | 2,7 | 0,004 |
| Всего | 12290 | 680,04 | — | — |

7. Суммарная численность зоопланктона в открытом море (экз/м³) в 1990 и 1991 гг.

| Месяцы | Мариуполь | | Сопино, 1991 г. | Юрьевка, 1991 г. |
|--------|-----------|---------|-----------------|------------------|
| | 1990 г. | 1991 г. | | |
| V | 152600 | 560 | 600 | 720 |
| VI | 1860 | 290 | 10370 | 2850 |
| VII | 3960 | 340 | 400 | 1000 |
| VIII | 200 | 2710 | 1830 | 1920 |
| IX | 480 | 1630 | 7040 | 5850 |
| X | 4340 | 260 | 390 | 560 |

Эти изменения могут иметь несколько причин: а) колебания солевого режима, б) загрязнение сточными водами г. Мариуполя, в) выедание зоопланктона хищным гребневиком *Mnemiopsis leidyi*, экспансия которого в Азовское море началась в конце 80-х годов и привела к вытеснению аборигенных видов кишечнорастных — медуз *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*. Аналогичные процессы происходили и в Черном море [1, 4, 6, 9]. При рассмотрении вопроса о роли мнемнопсиса в резком снижении численности зоопланктона в Таганрогском заливе следует иметь в виду, что «пик» размножения этого вида пришелся на 1989 г., а резкий спад численности зоопланктона отмечен только в 1991 г. Соленость также не изменилась столь существенно, чтобы можно было признать ее определяющую роль в этом спаде. Поэтому более вероятным представляется второе из высказанных предположений — подавление размножения зоопланктонов сточными водами, что вполне вероятно, учитывая большой объем сточных вод металлургического комбината, возможные неконтролируемые сбросы, а также аккумуляцию стойких компонентов загрязнений в экосистеме в целом и в отдельных трофических цепях. Однако по данным био-

индикации можно утверждать лишь, что в обеднении зоопланктона существенной роли не играло органическое загрязнение, поскольку планктонные индикаторы не указывали на высокую степень сапробности. Скорее всего речь может идти о загрязнении тяжелыми металлами.

Постоянными компонентами зоопланктона исследованной акватории являются яйца и личинки различных гидробионтов (ракообразных, полихет, моллюсков), науплиусы *Copepoda* и *Harpacticoida*, что свидетельствует об интенсивно протекающих процессах воспроизводства популяций водных животных, стимулируемых в основном температурными условиями. Наличие достаточно богатого фитопланктона в сочетании со все еще достаточно обильным зоопланктоном свидетельствует о том, что биопродукционная база Таганрогского залива еще не подорвана, хотя и проявляется тенденция к ее обеднению.

Заключение

За 20-летний период наблюдений (1971—1991 гг.) в составе зоопланктона Таганрогского залива Азовского моря (в районе г. Мариуполя) обнаружен 41 вид планктонных беспозвоночных. Доминировали ракообразные *Calanipeda aquae-dulcis*, *Heterocope caspia*, *Eurytemora grimmeri*, составляющие 60,5—98,6 % общей численности зоопланктона.

За указанный период зоопланктон обеднел качественно (17 видов в 1991 г. вместо 41 в 1971 г.), его абсолютная численность снизилась от 53,9 до 12,3 тыс. экз/м³, биомасса — от 2,1 до 0,63 г/м³.

Колебания солености воды в исследованном районе моря способствовали развитию в составе зоопланктона кишечнорастных: в 1975 г. в массе встречались медузы *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*, с 1989 г. началась экспансия хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi*, вытеснившего медуз и, по-видимому, интенсивно выедавшего зоопланктон.

В составе зоопланктона исследованной акватории в 1971 г. преобладали олиго- и олиго-β-мезосапробы (участок Юрьевка — Сопино), в 1991 г. — β-мезосапробы (район г. Мариуполя), что свидетельствует об отсутствии существенного органического загрязнения. Тем не менее факт резкого и быстрого обеднения зоопланктона в 1991 г. указывает на важную роль антропогенного фактора в снижении его видового разнообразия и численности.

**

Показано зміни видової різноманітності та чисельності зоопланктону Таганрогської затоки Азовського моря протягом 1971—1991 років.

**

Changes in species diversity and quantity of zooplankton of Taganrog Bay (Sea of Azov) in the region of the city Mariupol during the years 1971—1991 are shown.

**

1. Виноградов М.Е., Шукшина Э.А., Мусаева Э.И., Сорокин П.Ю. Новый вселенец в Черное море — гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) (Ctenophora: Zobia) // Океанология. — 1989. — 29, № 2. — С. 293—299.
2. Желтенкова М.В. Изучение использования кормовой базы на примере питания рыб Азовского моря. // Биология моря: Тр. океаног. комис. АН СССР. — 1960. — 10, вып. 4. — С. 23—30.
3. Крылова А.Г. Солеустойчивость *Calanipeda aquae-dulcis* Krasske из кубанских лиманов // Гидробиол. журн. — 1967. — 3, № 3. — С. 67—73.
4. Занка В.Б., Ильина Н.И., Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Zobia) // Океанология. — 1989. — 29, № 2. — С. 293—299.

5. Маловицкая Л.М., Журавлева С.Д. Некоторые данные о распределении зоопланктона в Азовском море зимой 1963—1964 гг. // Биология и распределение планктона южных морей. — М.: Наука, 1967. — С. 83—89.
6. Малышев В.И., Архипов А.Г., Бигуля О.Г. Влияние нового для Черного моря гребневика на кормовой зоопланктон // Всесоюз. совещ. «Резервы пищевых биологических ресурсов открытого океана и морей СССР», Калининград, 20—22 марта 1990 г. — М., 1990. — С. 41—43.
7. Партады Е.М. Влияние численности ракообразных в планктоне на популяцию гидроида *Regionotus megas* K i p e в биоценозе обрастания // Океанология. — 1974. — 14, вып. 4. — С. 719—723.
8. Ржепишевский И.К. Размножение баланусов на восточном Мурмане: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1963. — 25 с.
9. Сергеева Н.Г., Заика В.Е., Михайлова Т.В. Питание гребневика *Mnemiopsis mccradyi* в условиях Черного моря // Экология моря. — 1990. — Вып. 35. — С. 18—23.
10. Симкина Р.Г. Оседание, рост и питание гидроидного полипа *Regionotus megas* K i p e // Тр. ИОАН СССР. — 1967. — 85. — С. 98—111.
11. Студеникина Е.И., Черепахина М.М. Средний вес основных форм зоопланктона Азовского моря // Гидробиол. журн. — 1969. — 5, № 3. — С. 89—91.
12. Харин Н.Н. Зообентос и зоопланктон Кубанских лиманов и их изменения при опреснении лиманов // Тр. АзЧерНИРО. — 1951. — 15. — С. 299—311.

Государственное предприятие «Илиана», Мариуполь

Поступила 29.02.96

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 591.147.5+591.185.6

В.Н.Радченко, М.Ю.Алеев

СВЕТОЗАВИСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ФОРЕЛИ РАДУЖНОЙ *SALMO IRIDEUS*

Среди фотосенсорных структур позвоночных только пинеальный орган (эпифиз) является непосредственным и чрезвычайно чувствительным фото-нейроэндокринным преобразователем сигналов внешней среды в гормональный ответ. Даже небольшие колебания уровня освещенности вызывают резкие изменения его секреторной активности. Секретция мелатонина в эпифизе характеризуется цикличностью: максимальное его количество выделяется ночью, минимальное — днем [4, 6, 7]. Таким образом, круглосуточное освещение в эксперименте должно приводить к снижению секреторной активности, а круглосуточная экспозиция в темноте — к ее повышению, что, в свою очередь, повлечет за собой изменения ряда физиологических показателей (пигментации, кровенаполнения сосудов в пинеальном органе, лейкоцитарной формулы, степени зрелости гонад и др.) и поведенческих реакций. Эти физиологические показатели избраны, как наиболее полно характеризующие сдвиги, происходящие в организме в результате изменения секреторной активности пинеального органа.

Материал и методика исследований. Группы рыб (по 30 годовалых самок) содержали при различных режимах освещения: 1-я группа (контрольная) — естественный дневной свет, 10—15 тыс.лк с естественным фотопериодом ($L:D = 12:12$); 2-я группа — круглосуточное освещение лампой накаливания и лампой дневного света, 10—15 тыс.лк ($L:D = 24:0$); 3-я группа — физиологическая темнота, 10—15 лк фонового освещения ($L:D = 0:24$). Экспериментальный бассейн накрывали черной полиэтиленовой пленкой. Освещенность измеряли люксметром, искусственный свет был сбалансирован по спектральному составу с естественным освещением. Эксперимент продолжался 21 день в весенне-летний период в условиях, максимально приближенных к естественным (в отгороженных участках горной реки). Кормление проводили ежедневно в 9 ч утра сухим кормом. Температура воды — 15—16 °С. Перед началом эксперимента взвешивали рыб, а после его окончания — рыб и гонады.

Во время эксперимента изучали поведенческие реакции во всех указанных группах. Двигательную активность оценивали по степени выраженности реотаксиса (подсчитывали процентное соотношение числа особей, удерживавшихся против течения и расположенных в потоке беспорядочно); кроме того, наблюдали за стайным поведением рыб, определяли процентное соотношение числа особей, осуществлявших локомоцию в составе группы особей и вне ее.

По окончании эксперимента с целью оценки характера изменений пигментации форели радужной фрагмент кожи с крыши черепа рыбы изучали при помо-