



ОБИЛИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ВОДАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ КРЫМА В ПОЗДНЕОСЕННИЙ ПЕРИОД 2010 г.

Приведены результаты обработки материалов по общей численности бактериопланктона (ОЧБ), собранных во время 68 рейса НИС «Профессор Водяницкий» в ноябре 2010 г. в прибрежных водах Крыма. По сравнению с летним сезоном, когда максимумы наблюдались в «термоклине», вертикальное распределение бактериопланктона поздней осенью характеризовалось более высокими его концентрациями на поверхности. Состояние верхнего деятельного слоя вод в позднеосенний период по показателю ОЧБ можно охарактеризовать, в основном, как мезотрофно-олиготрофное. По отношению к обилию бактериопланктона в летний период с мезотрофным статусом большинства акваторий его сезонное изменение характеризуется общим снижением на 20 – 40%, особенно заметным для слоя температурного «скачка». Полученные данные об обилии бактериопланктона свидетельствуют о нормализации экологической ситуации в море по сравнению с периодом его высокой эвтрофированности в конце 1980-х – начале 1990-х гг.

Ключевые слова: побережье Крыма, бактериопланктон, численность, биомасса, трофность вод, сезонные изменения.

ВВЕДЕНИЕ

Морские бактерии осуществляют 2 важнейшие функции в экосистеме морей и океанов. Во-первых, бактерии ответственны за большую часть использования органического углерода в море как автохтонного, так и аллохтонного происхождения. Привнесение последнего в водоемы как проявление антропогенного воздействия приводит, обычно, к возрастанию общего количества микроорганизмов. Во-вторых, бактерии осуществляют реминерализацию биогенных элементов, потребленных фитопланктоном в процессе синтеза первичного органического вещества, и возвращение их в экосистему. В результате микробиологической активности в водоемах происходят процессы их самоочищения.

В силу высокой скорости физиологических процессов микроорганизмы наиболее быстро реагируют на изменения окружающей среды. Показатели обилия и функциональной активности бактериопланктона, как одни из непосредственных последствий эвтрофикации, являются хорошими маркерами трофности водоемов.

В настоящее время экологическая ситуация в ряде районов побережья Черного моря улучшилась по сравнению с периодом высокой эвтрофированности черноморских вод в конце 1980-х – начале 1990-х годов [1]. Однако, для оконча-

тельных выводов об изменении тенденции в процессе эвтрофикации Черного моря современных данных об обилии бактериопланктона в различных акваториях моря явно недостаточно. В частности, они очень скудны для крымского побережья. Последние известные нам опубликованные данные для этих вод относятся к 1998 – 1999 годам [2]. Необходимы регулярные мониторинговые исследования черноморских акваторий. Проведенные нами исследования в июле 2010 г. во время 64 рейса НИС «Профессор Водяницкий» подтвердили снижение трофности черноморских вод в побережье Крыма [3, 4]. Излагаемые ниже результаты являются продолжением мониторинга крымских черноморских акваторий по программе «Крымский дозор» (рисунок 1), относящиеся к позднеосеннему периоду 2010 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы по сбору проб бактериопланктона (БП) проведены в ходе 2-го этапа экспедиции 68-го рейса НИС «Пр. Водяницкий» с 7 по 12 ноября 2010 г. Районы работ - в пределах 12-ти мильной зоны Украины на акватории, включающей внешнюю границу шельфа и мелководную область прибрежной зоны Крымского полуострова: на разрезах на траверзах м. Айя, г. Ялты, Карадага, восточной части Феодосийского залива, Керченского пролива, на «Вековом разрезе» Хер-

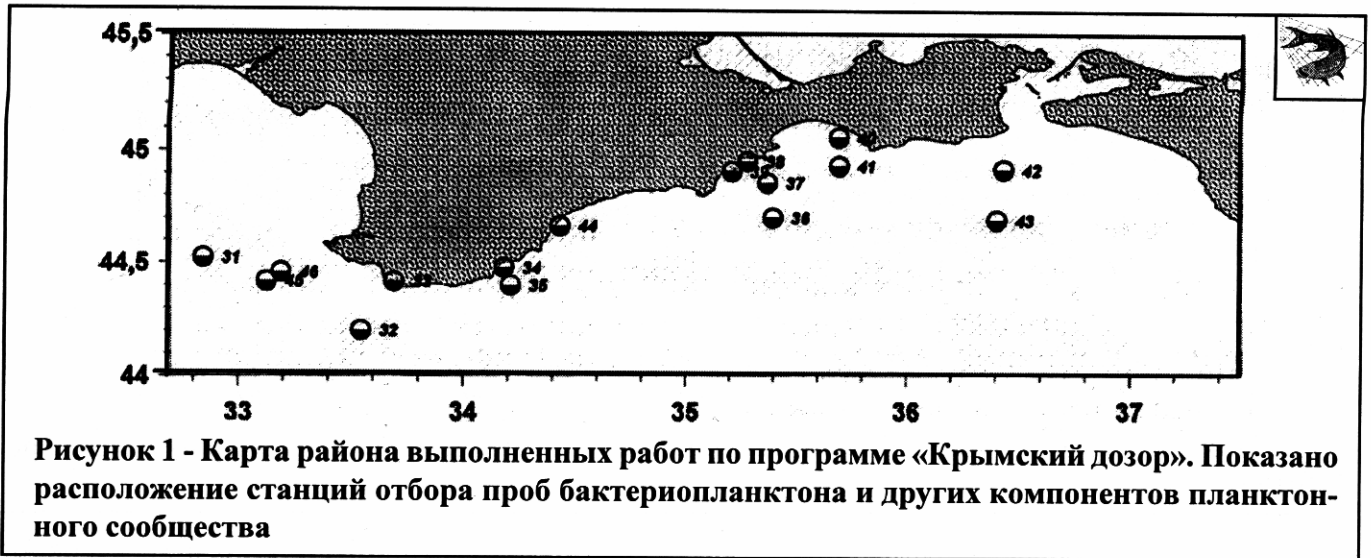


Рисунок 1 - Карта района выполненных работ по программе «Крымский дозор». Показано расположение станций отбора проб бактериопланктона и других компонентов планктонного сообщества

сонес-Босфор и на отдельных станциях у г. Алушты и к западу от п-ова Херсонес. Суммарно пробы бактериопланктона взяты на 15 станциях.

Основными орудиями отбора проб служили 10-литровые батометры General Oceanics GO-Flo (в том числе, кассета батометров зонда Марк-3). Батометрические пробы воды отбирали из 3 - 4 горизонтов водного столба: поверхностного (1 - 3 м, в зависимости от применяемых орудий сбора проб), слоя температурного «скачка» и подлежащего под ним слоя на глубине 40 – 45 м, а также необходимых дополнительных слоев. В данной статье обсуждаются данные по поверхностному слою и слою температурного «скачка».

Общую численность планктонных бактерий (ОЧБ) определяли методом прямого счета на мембранных фильтрах «Sartorius» с диаметром пор фильтра 0,2 мкм. Объем фильтруемой на 1 фильтр воды составлял 5 мл. Клетки, сконцентрированные на фильтрах, фиксировались в течение суток в парах формалина и хранились в сухом месте до момента дальнейшей обработки на берегу. Окрашивание проводили карболовым эритрозином в течение 3 - 5 часов. Отмытые от излишков красителя и высушенные фильтры помещали на предметные стекла. Микроскопию проводили с масляной иммерсией на микроскопе «Biolar» (Poland) поляризационно-интерференционным методом (цветной фазовый контраст) при общем увеличении $\times 1250$. Подсчет количества клеток на каждом просматриваемом фильтре проводили в 10 полях зрения, в сумме учитывая не менее 300 клеток. Биомассу бактериопланктона ($B_{\text{бас}}$) рассчитывали, исходя из содержания углерода 20 фг С кл⁻¹ – величины, характерной для

многих районов мирового океана и, в том числе, для Черного моря [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя численность бактериопланктона в поверхностном слое в первой половине ноября, в целом, составляла около 350 тыс. кл. при варьировании от ~ 250 тыс. кл. мл⁻¹ до почти 600 тыс. кл. мл⁻¹. В слое «термоклина» ОЧБ варьировала, примерно, в таких же пределах: от 234 тыс. кл. мл⁻¹ до 533 тыс. кл. мл⁻¹, составляя в среднем чуть меньшую величину – около 330 тыс. кл. мл⁻¹. Средние биомассы бактерий в этих слоях, выраженные в углеродных единицах, соответственно, составляли 6,9 и 6,6 мгСм⁻³. Подобные величины обилия бактериопланктона характеризуют исследованные акватории в отношении их трофического статуса как мезотрофно-олиготрофные [7].

Наиболее высокие значения ОЧБ в поверхностном слое вод наблюдались на станциях восточной части Феодосийского залива (рисунок 2). Зоны наименьших численностей бактериопланктона находились в мористой части Карадагского района и Керченского п-ва на траверзе Керченского пролива. Средними значениями ОЧБ характеризовались воды ЮБК в районе мыса Айя и г. Ялты, а также акватории мористее юго-западной оконечности Крымского п-ва (станции Векowego разреза) (380 - 390 тыс. кл. мл⁻¹).

В целом, аналогичная картина распределения ОЧБ характерна и для слоя «термоклина». Отличие заключалось в том, что зона повышенных концентраций бактерий в районе Феодосийского залива распространялась и на часть прибрежья Карадага (станция 38) (рисунок 3).

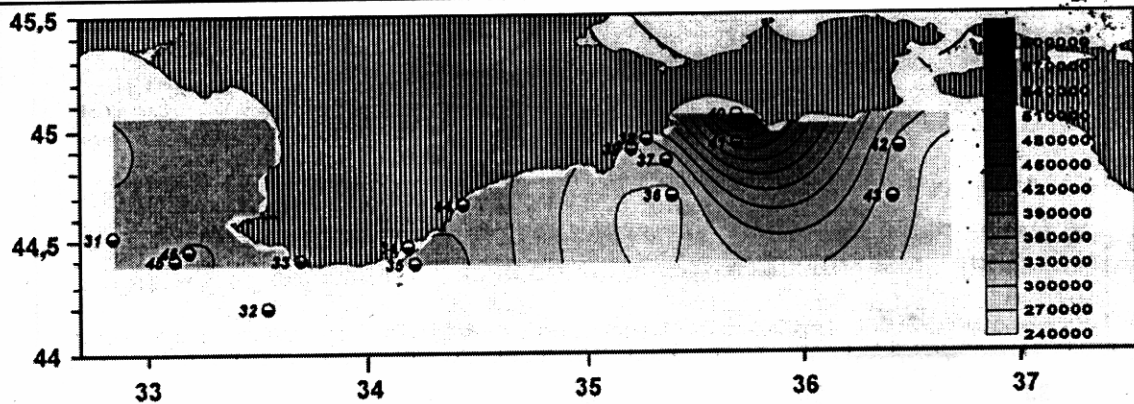


Рисунок 2 - Распределение ОЧБ в поверхностном слое черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г.

Наблюдалась довольно выраженная положительная связь между численностью бактериопланктона и содержанием хлорофилла «а» (измерения выполнены А.А. Сысоевым). В поверхностном слое коэффициент корреляции между этими параметрами составил $+0,66$, а в слое «термоклина» $r^2 = +0,73$. Соответственно, наблюдалось почти идентичное пространственное распределение ОЧБ и хлорофилла, особенно в слое температурного «скачка» в восточной части исследованной акватории.

Указанные зоны максимальных и минимальных концентраций ОЧБ достаточно хорошо проявляются и в распределении гидролого-гидрохимических характеристик водных масс [8]. Вероятно, обилие бактерий, частично, этими условиями и определяются. В частности, наблюдалась довольно высокая степень корреляции между поверхностными показателями ОЧБ и солености ($r^2 = -0,83$), а в слое «термоклина» – умеренной силы корреляция (как положительная, так и отрицательная) в «парах» ОЧБ – соленость, ОЧБ – фосфор, ОЧБ – кремний, ОЧБ – рН: соот-

ветственно, $-0,53$, $0,50$, $-0,45$, $0,49$ (рисунок 4, 5, 6, 7).

По сравнению с летним сезоном 2010 г. наблюдалось заметное сезонное снижение средних концентраций бактериопланктона как в поверхностном слое вод, так и, особенно, в слое «термоклина», в котором летом наблюдалось концентрирование бактериальных клеток [3, 4]. Для поверхностного слоя снижение ОЧБ составило около 20% от летних значений, а для слоя «термоклина» – более 40%. По сравнению с периодом высокой эвтрофированности черноморских вод в начале 1990-х гг. сезонное падение численности бактериопланктона для позднесеннего периода в настоящее время выражено слабее. В 1992 г. в северной части Черного моря, в среднем для верхнего перемешанного слоя исследованной акватории, снижение ОЧБ от июльских значений к ноябрьским составляло 2,5 раза [9].

ВЫВОДЫ

1. Состояние верхнего деятельного слоя вод крымского побережья в позднесенний период 2010 г. по показателю ОЧБ можно охарактеризо-

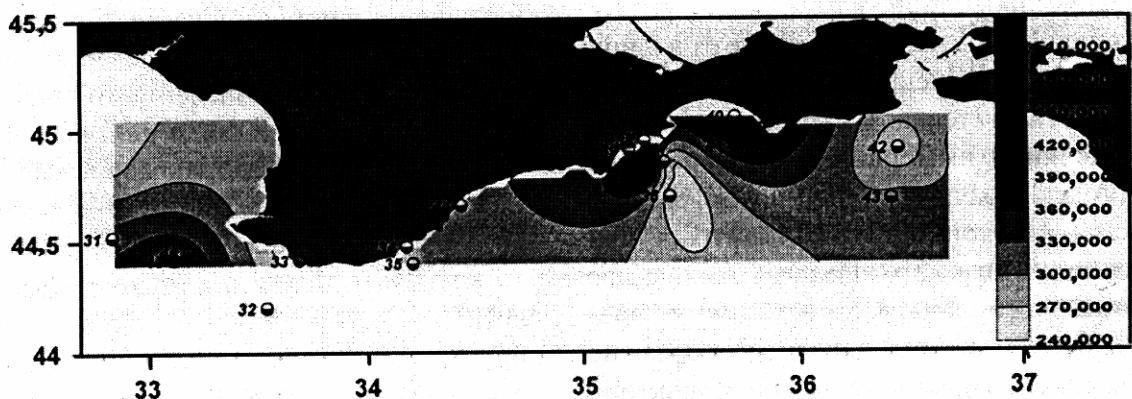


Рисунок 3 - Распределение ОЧБ в слое «термоклина» черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г.

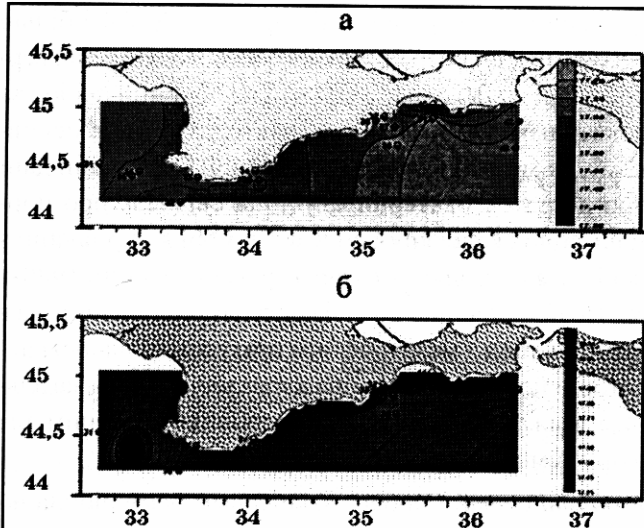


Рисунок 4 - Распределение солености в поверхностном слое (а) и слое «термоклина» (б) черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г. (по данным отряда био- и гидрохимии)

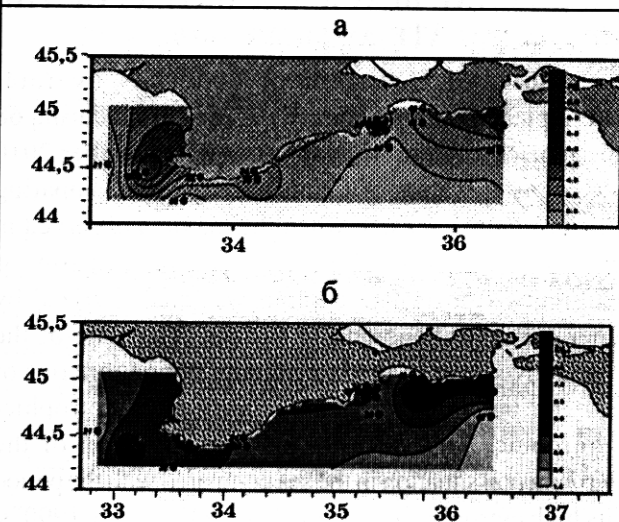


Рисунок 5 - Распределение содержания фосфора в поверхностном слое (а) и слое «термоклина» (б) черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г. (по данным отряда био- и гидрохимии)

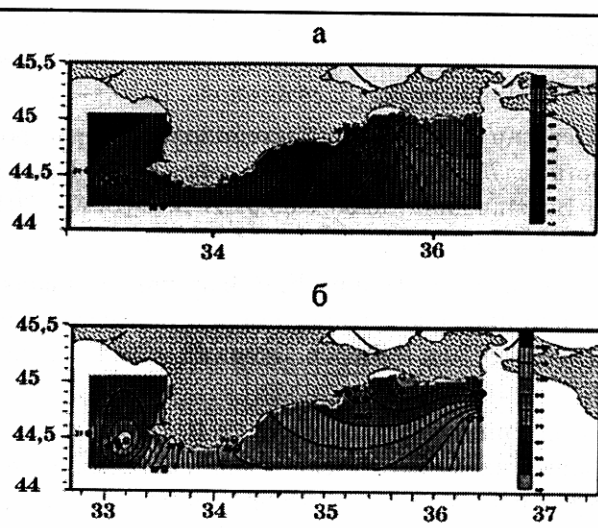


Рисунок 6 - Распределение содержания кремния в поверхностном слое (а) и слое «термоклина» (б) черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г. (по данным отряда био- и гидрохимии)

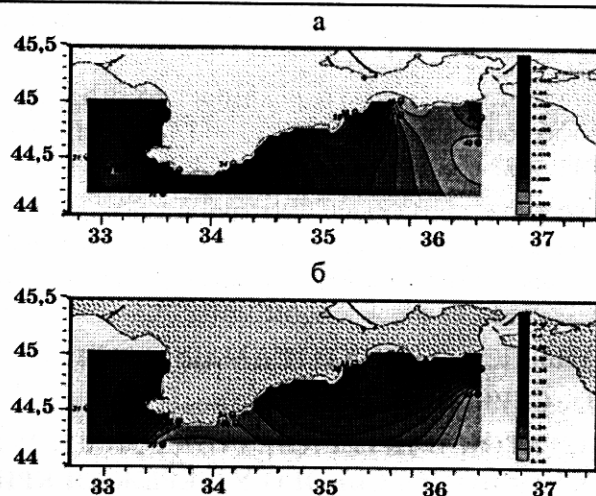


Рисунок 7 - Распределение pH в поверхностном слое (а) и слое «термоклина» (б) черноморских вод Крыма в ноябре 2010 г. (по данным отряда био- и гидрохимии)

вать, в основном, как мезотрофно-олиготрофное, что свидетельствует о нормализации экологической ситуации в море по сравнению с периодом высокой эвтрофированности в конце 1980-х – начале 1990-х гг.

2. По отношению к обилию бактериопланктона в летний период с мезотрофным статусом большинства акваторий его сезонное изменение характеризуется общим снижением на 20 – 40%, особенно заметным для слоя температурного «скачка». При высокой степени эвтрофированности черноморских вод в начале 1990-х гг. наблю-

далось более выраженное сезонное падение ОЧБ.

3. По вертикали максимальные концентрации бактериопланктона поздней осенью были характерны для поверхностного слоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kovalova N., Medinets S., Konareva O. Et al. Long-term changes of bacterioplankton and of chlorophyll «A» as indicators of north-western part of the Black sea ecosystem changes in the last 30 years // 2nd Biannual and Black Sea Scene EC Project Joint Conference, 6 – 9 October, Sofia, Bulgaria, 2008. – P. 136 – 142.
2. Рылькова О. А. Структурные и функциональные



показатели бактериопланктона в прибрежных водах Крыма: автореф. Дисс. Канд. биол. наук. – Севастополь, 2010. – 21 с.

3. Серегин С. А. Обилие бактериопланктона и трофность вод // Научный отчет 64 рейса НИС «Профессор Водяницкий» (30.06. – 06.07.2010 г.) (рук). – 2010. – С. 57 – 64.
4. Серегин С. А., Попова Е. В. Бактерио- и микрозоопланктон в водах Черного моря у побережья Крыма летом 2010 г. // Морск. Экол. Ж. – 2011. – в печати.
5. Сорокин Ю. И., Сорокина О. В. Первичная продукция и динамика бактериопланктона в Чёрном море в холодное время года // МЭЖ. – 2008. – Т. 7, №. 2. – С. 65 – 75.
6. Lee S., Fuhrman J. A. Relationship between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton // Appl. Environ. Microbiol. – 1987. – 53. – P. 1298 – 1303.
7. Заика В. Е. О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Черного моря // Морск. Экол. Ж. – 2003. – Т. 2, № 1. – С. 5 – 11.
8. Отчет отряда био- и гидрохимии в 68 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (27.10 – 13.11.2010 г.) (рук). – 2011. – 29 с.
9. Серегин С. А. Обилие бактерий в водах Черного моря в начале 1990-х годов: распределение, сезонные изменения // Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – №1. – С. 16 – 24.

СТАТТЯ ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦІЮ 29.09.2011 г.

С. О. СЕРЬОГІН

ДОСТАТОК БАКТЕРІОПЛАНКТОНА В ВОДАХ ЧОРНОМОРСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ КРИМУ У ПІЗНЬООСІННІЙ ПЕРІОД 2010 р.

Наведені результати обробки матеріалів за загальною чисельністю бактеріопланктону (ЧБ), зібраних під час 68 рейса НДС «Професор Водяницький» в листопаді 2010 р. в прибережних водах Криму. У порівнянні з літнім сезоном, коли максимуми спостерігалися в «термокліні», вертикальний розподіл бакте-

ріопланктона пізньої осені характеризувався більш високими концентраціями його на поверхні. Стан верхнього діяльного шару вод в пізньоосінній період за показником ОЧБ можна охарактеризувати, в основному, як мезотрофно-оліготрофний. Отриманні дані про достаток бактеріопланктона свідчать про нормалізацію екологічної ситуації в морі в порівнянні з періодом його високого евтрофування у кінці 1980-х рр. По відношенню до кількості бактеріопланктона в літній період з мезотрофним статусом більшості акваторій його сезонна зміна характеризується загальним зниженням на 20 - 40%, особливо помітним для шару температурного «стрибка».

Ключові слова: прибережжя Криму, бактеріопланктон, чисельність, біомаса, трофічність вод, сезонні зміни.

S. A. SEREGIN

ABUNDANCE OF BACTERIOPLANKTON IN THE COASTAL BLACK SEA WATERS OF THE CRIMEA IN LATE AUTUMN 2010.

The results of treatment of materials by total bacterioplankton abundance (TBA) collected during 68 cruises of «Professor Vodyanitsky» in November 2010 in the coastal waters of Crimea are given. Comparing with the summer season, when the maxima observed in the «thermocline», the vertical distribution of bacterioplankton in late autumn was characterized by higher concentrations on the surface. The state of the upper active layer in the late autumn period in terms of TBA can be characterized primarily as mesotrophic-oligotrophic. This indicate the normalization of the environmental situation in the sea compared with the period of its high eutrophication in the late 1980s - early 1990's. In relation to the abundance of bacterioplankton in summer with mesotrophic status of most sea areas seasonal changes characterized by an overall decline of TBA on 20 - 40%, especially notable for the layer of temperature «jump».

Keywords: coastal waters of Crimea, bacterioplankton, quantity, biomass, trophic waters, seasonal changes.

