

Изменение показателей зоопланктона КУРШСКОГО ЗАЛИВА в период «гиперцветения» **СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**

Куршский залив является гиперэвтрофным водоемом и испытывает значительную антропогенную нагрузку: периодически на акватории залива отмечаются «гиперцветения» при массовом развитии потенциально-токсичных синезеленых водорослей. Были рассмотрены различные показатели зоопланктона (доля мертвых особей, аномалии на видовом и популяционном уровне) в год, когда «гиперцветения» не отмечалось и в год, когда оно наблюдалось. Массовое развитие синезеленых водорослей неблагоприятно сказывалось на экологическом состоянии зоопланктона Куршского залива. В период «гиперцветения» в июле-сентябре в зоопланктоне наблюдалось повышенное содержание мертвых особей и различные патологии на видовом и популяционном уровне, что свидетельствует о неблагоприятном состоянии экосистемы Куршского залива в этот период. Полученные показатели отражают состояние водоема и могут успешно использоваться для оценки его экологического состояния и изучения влияния массового развития синезеленых водорослей на зоопланктон.

Введение

Куршский залив – крупная мелководная пресноводная лагуна (площадь 1584 км², объем 6,2 км³, глубина 3,8 м) Балтийского моря, подверженная сильному антропогенному воздействию. Продолжающееся эвтрофирование залива провоцирует «гиперцветения» воды при массовом развитии синезеленых водорослей, биомасса которых в отдельные годы значительно превышает уровень, обуславливающий вторичное загрязнение водоема [1] (рис. 1).

В последние годы случаи «гиперцветения» участились. В период «гиперцветения», в июле-сентябре, развиваются потенциально токсичные виды фитопланктона, биомасса которых в различные годы составляет до 22–89% суммарной биомассы фитопланктона [2]. Рядом исследователей были обнару-

жены в воде Куршского залива токсины синезеленых водорослей [3, 4]. Этот факт свидетельствует о том, что ряд водорослей залива может представлять угрозу для гидробионтов и человека, поскольку данные водоросли способны продуцировать токсины. «Гиперцветение» является одним из мощнейших неблагоприятных факторов, действующих на экосистему Куршского залива [5]. Массовые скопления синезеленых водорослей могут угнетающе действовать на зоопланктон, вызывая его гибель [6, 7]. Антропогенное воздействие на водоемы оказывает влияние на все группы гидробионтов, следовательно, любая из них в той или иной степени может быть использована для оценки экологического состояния водных объектов. В целом ряде работ показано успешное использование для этих целей зоопланктона [8–12].

Цель исследования – изучить влияние «цветения» синезеленых водорослей на зоопланктон Куршского залива.

Материалы и методы исследования

Исследования зоопланктона Куршского залива проводили в вегетационные периоды (с апреля по ноябрь), отличающиеся наличием «гиперцветения»: в 2007 г. оно не отмечалось, в 2008 г. – наблюдалось. В центральной части водоема исследования проводили ежемесячно с апреля по ноябрь на 6 станциях стандартных наблюдений АтлантНИРО.

В переходной прибрежной зоне пробы отбирали через 7–14 дней на одной станции, расположенной в 500 м от берега в районе научно-исследовательской базы АтлантНИРО. Пробы собирали батометром Ван-Дорна объемом 6 л с глубин 0,5, 1,5 и 3,0 м.

А.С. Семенова*,
аспирант заочной
аспирантуры
Института биологии
внутренних вод
(ИБВВ РАН),
младший научный
сотрудник
лаборатории
гидробиологии
Атлантического
научно-исследова-
тельского института
рыбного хозяйства
и океанографии
(АтлантНИРО)

* Адрес для корреспонденции: a.s.semenowa@rambler.ru

Для концентрации зоопланктона использовали планктонную сеть с мельничным газом №70. Сразу после отбора проб с целью дифференциации зоопланктона на живой и мертвый осуществлялось его окрашивание анилиновым голубым красителем [13, 14]. Окрашивание производилось на борту судна, что исключало дополнительную гибель зоопланктеров в результате транспортировки проб. После окрашивания пробы зоопланктона промывались и фиксировались по стандартной методике 4%-ым формалином с сахарозой [15]. Обработка проб осуществлялась стандартным счетным методом [16, 17], при этом живые (неокрашенные и частично окрашенные) и мертвые (полностью окрашенные) зоопланктеры учитывались отдельно [14]. Всего за период исследования было собрано более 500 проб зоопланктона.

Результаты и их обсуждение

За исследуемый период в планктоне было обнаружено 66 видов и подвидов зоопланктона; наибольшим числом видов были представлены коловратки. По численности в период исследования доминировали *Keratella cochlearis* (Gosse), *Keratella quadrata* (O. F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), *Eubosmina coregoni* Baird, *Mesocyclops leuckarti* (Claus) и науплии *Copepoda*. Наибольшая численность в период исследования была у *Copepoda*, меньшую численность имели *Cladocera* и *Rotatoria*. Средние за вегетационный период численности зоопланктона в прибрежной и центральной частях водоема в оба года исследований были близки. По биомассе доминировали *Asplan-*

chna herricki De Guerne, *E. coregoni*, *Ch. sphaericus*, *Daphnia galeata* G. O. Sars, *Diaphanosoma mongolianum* Ueno, *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg и *M. leuckarti*. Ветвистоусые ракообразные преобладали в зоопланктоне, меньшую долю в биомассе составляли веслоногие ракообразные, биомасса коловраток была незначительна. В 2008 году по сравнению с 2007 годом средние за вегетационный период значения биомассы в прибрежной зоне увеличились в 1,7 раз, а в центральной части водоема – в 2,1 раза.

Доля мертвых зоопланктеров от численности и биомассы зоопланктона изменялась как в пространственном отношении по станциям, так и в течение вегетационного периода. Наибольшая относительная численность и биомасса мертвого зоопланктона в центральной части водоема отмечались на станции 7, наименьшая – на станции 12. Станция 12 расположена в центральной, подверженной сильному влиянию речного стока, части залива, в отличие от других станций, расположенных в южной части залива, где донные осадки представляют богатые органическими веществами илы, отсутствует заток морской воды, слабо сказывается речное влияние и, соответственно, наиболее сильно выражены процессы эвтрофирования и «цветения» воды.

В центральной части водоема в 2007 г. наблюдалось чередование периодов снижения и возрастания доли мертвых зоопланктеров от численности и биомассы зоопланктона. Наибольшая относительная численность и биомасса мертвого зоопланктона отмечались в апреле, июне и августе. Средние за вегетационный период численность и биомасса мертвых зоопланктеров составляли соответственно $2,0 \pm 1,2\%$ и $2,1 \pm 1,7\%$ от численности и биомассы зоопланктона. В прибрежной части водоема в 2007 году повышенное содержание мертвых особей наблюдалось в марте-апреле и в начале июня. Средние за вегетационный период численность и биомасса мертвых зоопланктеров были в 2 раза выше, чем в открытой части водоема и составляли соответственно $4,6 \pm 2,7\%$ и $4,8 \pm 4,2\%$ от численности и биомассы зоопланктона.

В 2008 г. в центральной части залива доля мертвых особей от численности зоопланктона непрерывно возрастала вплоть до сентября, а затем несколько снижалась. Доля мертвых зоопланктеров от биомассы зоопланктона непрерывно возрастала с апреля по октябрь. Средние за вегетационный период численность и биомасса мертвых зоопланктеров составляли $6,1 \pm 4,0\%$ и $6,2 \pm 6,4\%$ от численности и биомассы зоопланктона, соответственно. В прибрежной зоне в 2008 году повышенное содержание



Рис. 1. «Цветение» Куршского залива.

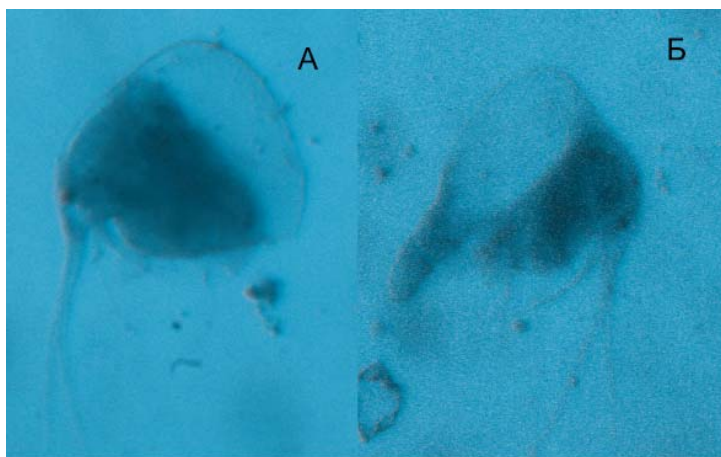


Рис. 2. Нормальная особь *Bosmina coregoni* Baird (А) и аномальная особь с наростом (Б).

мертвых особей в зоопланктоне отмечалось в апреле, июне и с августа по сентябрь включительно. Средние за вегетационный период численность и биомасса мертвых зоопланктеров незначительно отличались от аналогичных показателей в открытой части и составляли $6,8 \pm 4,9\%$ и $4,7 \pm 4,4\%$ от численности и биомассы зоопланктона, соответственно.

Высокая доля мертвых особей в начале вегетационного периода, скорее всего, связана с гидрологическими факторами: в этот месяц наблюдается активное ветровое перемешивание вод залива, а также может объясняться низкой температурой воды, недостатком пищи и сезонной сукцессией зоопланктона. Повышенное содержание мертвых особей в летне-осенний период может быть связано с массовым развитием фитопланктона, среди которого велика доля потенциально токсичных видов [2, 5]. Возможное влияние токсинов подтверждается тем, что в 2008 г., когда отмечалось «гиперцветение» вод залива синезелеными водорослями, средняя доля мертвых зоопланктеров от численности и биомассы живых в центральной зоне залива в июле-октябре составляла 9,4% и 10,2% соответственно и была 5-6 раз выше, чем в аналогичный период 2007 г. – 1,9% и 1,8%, соответственно. В прибрежной зоне залива с июня по сентябрь 2007 года средняя доля мертвых зоопланктеров от численности и биомассы живых составляла 2,8% и 2,0%, соответственно, а в 2008 году она возросла в 3 раза – до 8,2% и 5,4%, соответственно.

В период исследования у зоопланктеров Куршского залива были выявлены аномалии, визуальнo зафиксированные в процессе обработки проб: бледная окраска особей, раскрытые створки и опухолообразные наросты у *Cladocera* (рис. 2), распавшиеся колонии у представителей р. *Conochilus*.

Наибольшая встречаемость аномалий была выявлена в июле-сентябре, когда наблюдается «гиперцветение» вод залива потенциально токсичными синезелеными водорослями. В этот же период отмечалось большое число эфиппидных самок, свободных эфиппидов и абортнрованной молоди *Cladocera* (рис. 3). В 2008 г., когда отмечалось «гиперцветение» вод залива синезелеными водорослями, средняя доля свободных эфиппидов *Daphnia* в центральной части залива была в 1,8 раз больше, чем в 2007 г. В переходной прибрежной зоне залива в момент массового развития синезеленых водорослей в июне 2007 г., когда доля мертвых особей зоопланктона от численности и биомассы составляла – 36% и 46%, соответственно, численность свободных эфиппидов возрастала в 15 раз по сравнению с остальным периодом года. Суммарная численность абортнрованной молоди *Cladocera* в центральной части в 2008 г. была в 85 раз выше, чем в 2007 г., тогда как в прибрежной части только в 1,5 раза выше.

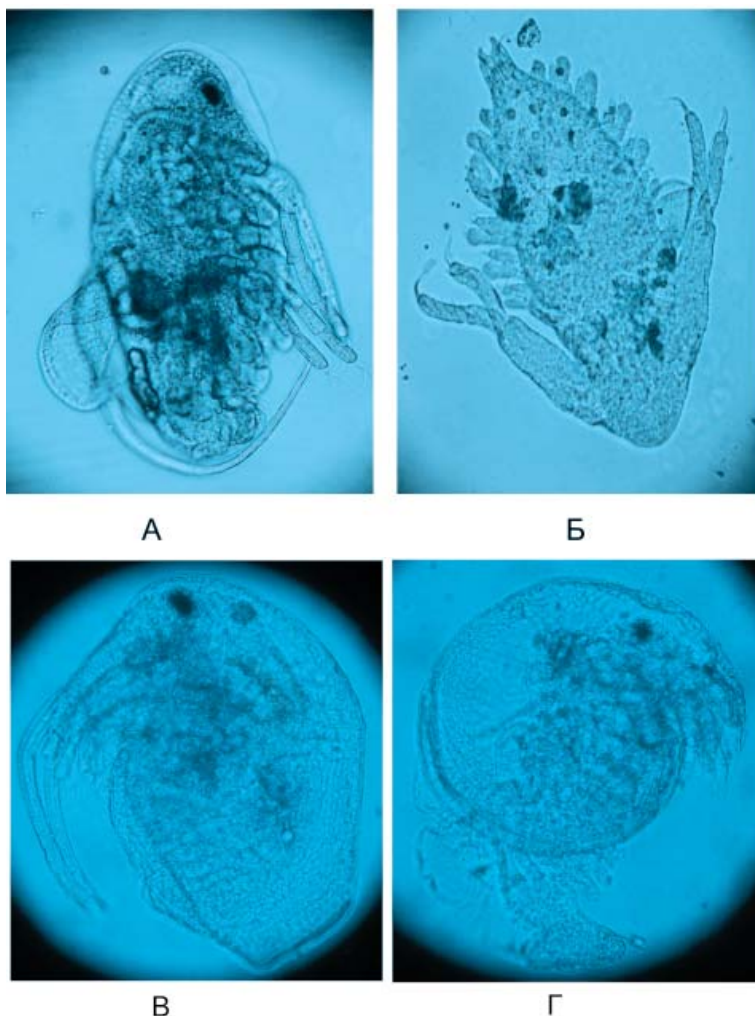


Рис. 3. Абортнрованная молодеь массовых видов *Cladocera* Куршского залива: *Daphnia* (А), *Diaphanosoma* (Б), *Bosmina* (В) и *Chydorus* (Г).