

УДК 577.472 : 576.8 (262.54)

СЕЗОННЫЕ И ГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ  
БАКТЕРИОПЛАНКТОНА АЗОВСКОГО МОРЯ.

Л.И.Толоконникова

В основе круговорота веществ в водоеме лежат интенсивность и характер бактериальных процессов. По данным И.К.Шеломова и М.В.Федосова (1961), около 98% органического вещества в Азовском море образуется за счет многократного использования продуктов распада. Это подтверждает большое значение бактериальных процессов в обеспечении моря питательными солями. Об интенсивности и направленности процессов регенерации органического вещества можно судить по плотности бактериального населения в водоеме и по его сезонной динамике.

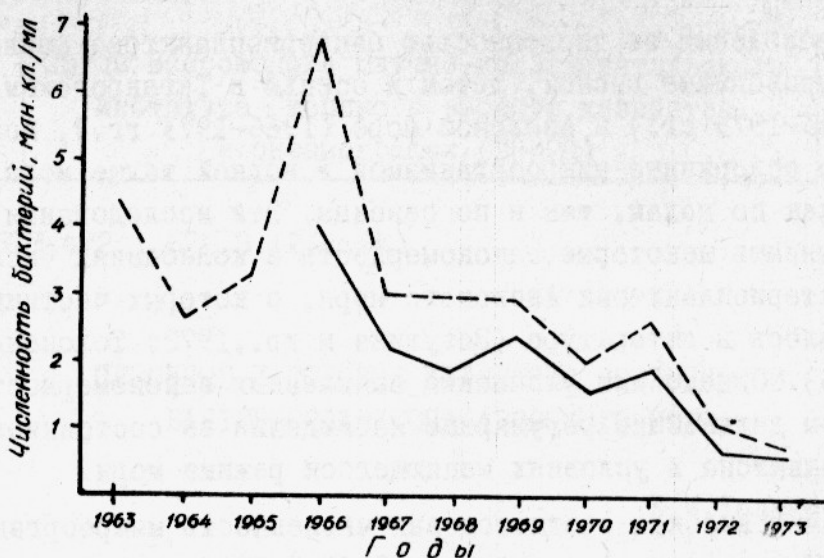
Известно, что уровень развития микробного планктона в водоеме определяется присутствием легкоразлагаемого органического вещества аллохтонного и автохтонного происхождения. Основным источником аллохтонного органического вещества в Азовском море является материковый сток, автохтонного - фитопланктон. Установлено, что изменения в притоке пресных вод в Азовском море влекут за собой существенные преобразования химических параметров моря и его биологической жизни (Алдакимова, 1972; Бронфман, Макарова, 1973). В частности, изменяется уровень первичной продукции - основной энергетической и материальной базы существования всех звеньев трофической цепи. Безусловно, эти изменения не могут не сказаться на численности бактериопланктона.

Мы поставили целью изучить динамику численности микропланктона всего Азовского моря и Таганрогского залива в частности и установить определяющие ее факторы.

Наблюдения за численностью бактериопланктона Азовского моря, проводимые весной, летом и осенью в Таганрогском заливе (1963-1973 гг.) и Азовском море (1966-1973 гг.), показали, что содержание микроорганизмов в водной толще моря колеблется как по годам, так и по сезонам. Эти исследования позволили выявить некоторые закономерности в колебаниях численности бактериопланктона Азовского моря, о которых частично уже упоминалось в литературе (Зозулина и др., 1972; Толоконникова, 1973). Однако для уточнения выявленных закономерностей необходимы дальнейшие регулярные наблюдения за состоянием бактериопланктона в условиях меняющегося режима моря.

Самая высокая среднегодовая численность микроорганизмов (4,3 и 7 млн.кл./мл) отмечена в 1963 и 1966 г. (рисунок), что связано с гидрологическими условиями. В 1963 г. был максимальный за исследуемый период материковый сток, обеспечивший поступление в Азовское море большого количества органического вещества. Достаточно сказать, что сброс в море соединений азота составил 86 тыс.т, фосфора - 6 тыс.т (при 74 тыс.т азота и 12 тыс.т фосфора до зарегулирования стока). Накопление в море легкоразлагаемого органического вещества послужило причиной высокой численности бактериопланктона. Обогащение моря органическим веществом в период интенсивного цветения сине-зелеными водорослями Таганрогского залива (Алдакимова, 1965), а также поступление огромного количества органического азота и фосфора в многоводные 1963 и 1964 г. создали некоторый резерв их в море. В 1966 г. благодаря "экстремальному значению теплозапаса при положительной аномалии среднегодовой температуры порядка  $1,2^{\circ}\text{C}$ " (Бронфман, Макарева, 1973) создались исключительно благоприятные условия для развития всех биологических процессов, в том числе и микробиологических. Содержание в море микроорганизмов в 1966 г. было самым высоким за весь период наблюдений.

В 1964-1965 и 1967-1971 гг. концентрация бактерий в воде изменялась от 2 до 3,3 млн.кл./мл в Таганрогском заливе и от 1,57 до 2,39 млн.кл./мл в море. Вероятно, эти колебания являются обычными многолетними колебаниями бактериопланктона в Азовском море на данном этапе.



Годовые колебания численности бактериопланктона в Таганрогском заливе (---) и Азовском море (—)

В 1972 г. плотность микробиального планктона снизилась в среднем до 1,13 млн.кл./мл в Таганрогском заливе и до 0,75 млн.кл./мл в море, а в 1973 г. — соответственно до 0,74 и 0,56 млн.кл./мл. Это самые низкие показатели за весь период наблюдений. Установлено, что кратковременные изменения величины стока рек не всегда влияют на развитие биологической жизни, поскольку море какое-то время живет за счет внутренних ресурсов. Однако длительное увеличение или уменьшение стока рек существенно изменяет облик моря (Спичак, Шеломов, 1961). Эти годы характеризовались самым низким за период наблюдений стоком Дона. Биомасса фитопланктона была в 1,5–4 раза ниже среднемноголетней, следовательно содержание легкоразлагаемого органического вещества (как аллохтонного, так и автохтонного происхождения) также было низким, что и вызвало резкое снижение численности микроорганизмов. Такое снижение уровня бактериопланктона в Азовском море по той же причине отмечено и в 1954 г. (Жукова, 1959).

Сезонность динамики бактериопланктона в морях точно не установлена. Однако большинство исследований в этом направлении свидетельствуют в пользу сезонных изменений содержания бактерий в водной толще морей (Лебедева, Штевнева, 1970; Лебедева, Маркианович, 1972; Новожилова, 1973; Цыбань, 1970; Podamo, 1971 и др.), которые определяются гидрологическими условиями

и развитием фитопланктона. Как показали наши наблюдения, в развитии бактериопланктона Азовского моря, где отчетливо выражена смена сезонов, сезонная динамика проявляется довольно четко.

Сезонные изменения численности бактериопланктона в Таганрогском заливе и в море синхронны, за исключением осеннего периода. В сезонной динамике Таганрогского залива четко выражены два максимума: весенний и летний. Поскольку после зарегулирования стока Дона весеннего половодья, как правило, не бывает, а донские воды достигают залива даже в многоводные годы лишь в мае-июне, на развитие бактериопланктона ранней весной в основном, вероятно, влияет развитие фитопланктона, которое в свою очередь определяется характером предшествующей зимы (Алдакимова, 1964). В годы с суровыми зимами весенний фитопланктон вегетирует в конце марта - начале апреля, в годы с мягкими зимами - в январе-феврале. Во втором случае к апрелю биогенные элементы исчерпываются и биомасса фитопланктона снижается до минимума. В годы, когда весеннее цветение воды диатомовыми водорослями приходится на апрель, в апреле же отмечается и весенний пик бактериопланктона. Безусловно, после суровых зим с длительным ледоставом увеличение плотности микробного планктона весной обуславливается и присутствием аллохтонной микрофлоры, попадающей в водоем после таяния снегового и ледового покровов. Апрельская вспышка численности бактериопланктона сменяется майским спадом. В годы, когда к апрелю весеннее цветение фитопланктоном заканчивалось, численность бактериопланктона в апреле была невелика, зато в мае возрастала. В этом случае благоприятные условия для развития бактерий создавались, вероятно, именно в мае, когда биомасса фитопланктона падала и фитопланктон и бактериопланктон не конкурировали в потреблении питательных солей. Весенний пик бактериопланктона обычно не бывает высоким (таблица). Самая большая численность микроорганизмов весной отмечена в 1963, 1966 и 1969 г., что объясняется гидрологическими условиями этих лет (Зозулина и др., 1972. Толоконникова, 1973).

Динамика численности бактериопланктона (в млн.кл./мл)  
в Таганрогском заливе (числитель) и Азовском море  
(знаменатель)

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Октябрь
1966	$6,2 \pm 0,76$	-	-	$4,9 \pm 0,48$	-	$9,9 \pm 1,02$
	$3,6 \pm 0,46$			$2,9 \pm 0,28$		$5,9 \pm 1,02$
1967	$2,5 \pm 0,08$	-	-	$2,9 \pm 0,30$	-	$3,5 \pm 0,30$
	$1,4 \pm 0,20$			$2,0 \pm 0,12$		$2,3 \pm 0,14$
1968	$2,4 \pm 0,22$	-	-	$1,9 \pm 0,13$	$4,6 \pm 0,36$	$3,4 \pm 0,08$
	$1,7 \pm 0,17$			$1,4 \pm 0,12$	$2,2 \pm 0,12$	$2,3 \pm 0,16$
1969	$3,7 \pm 0,30$	-	-	$3,6 \pm 0,46$	$2,3 \pm 0,20$	$1,9 \pm 0,14$
	$2,8 \pm 0,25$			$3,5 \pm 0,09$	$1,5 \pm 0,12$	$1,7 \pm 0,09$
1970	$1,9 \pm 0,12$	$1,5 \pm 0,09$	-	$2,0 \pm 0,08$	$2,3 \pm 0,36$	$2,4 \pm 0,27$
	$1,4 \pm 0,08$	$1,2 \pm 0,10$		$1,8 \pm 0,14$	$1,4 \pm 0,16$	$1,8 \pm 0,11$
1971	$1,9 \pm 0,25$	$2,2 \pm 0,32$	$1,7 \pm 0,21$	$3,0 \pm 0,20$	$3,8 \pm 0,27$	$2,5 \pm 0,38$
	$1,4 \pm 0,14$	$1,9 \pm 0,29$	$1,8 \pm 0,24$	$2,0 \pm 0,27$	$2,9 \pm 0,24$	$1,4 \pm 0,07$
1972	$1,1 \pm 0,12$	$1,3 \pm 0,26$	$1,2 \pm 0,25$	$1,1 \pm 0,18$	$1,6 \pm 0,32$	$0,5 \pm 0,12$
	$1,1 \pm 0,08$	$0,4 \pm 0,06$	$0,7 \pm 0,10$	$1,0 \pm 0,09$	$0,6 \pm 0,10$	$0,3 \pm 0,04$
1973	$0,7 \pm 0,10$	-	$0,2 \pm 0,07$	$1,3 \pm 0,15$	$0,8 \pm 0,10$	$0,6 \pm 0,08$
	$0,2 \pm 0,02$		$0,3 \pm 0,04$	$1,0 \pm 0,07$	$0,9 \pm 0,07$	$0,3 \pm 0,07$

С развитием летних форм фитопланктона и значительным повышением температуры воды благоприятные условия для микроорганизмов снова складываются летом, и их численность достигает обычно максимальных за вегетационный период значений. Летний максимум бактериопланктона в зависимости от его весеннего развития и развития фитопланктона приходится либо на июль, либо на август. Если весной между численностью бактерио- и фитопланктона наблюдается в основном прямая зависимость, то летом максимумы в их развитии, как правило, расходятся. В годы с ранним вегетированием летнего комплекса планктонных водорослей для бактерий благоприятные условия создаются в июле. В августе, когда происходит летнее цветение воды фитопланктоном, численность бактерий падает. В тех случаях, когда лет-

нее цветение фитопланктоном приходится на июль, летний пик в содержании бактерий в воде сдвигается на август. Таким образом, в сезонной динамике бактериопланктона прослеживается определенная закономерность: если весенний пик его отмечается в апреле, то летний - в июле; если весенний максимум приходится на май, то летний - на август.

Осенью с понижением температуры воды и уменьшением биомассы фитопланктона плотность микробияльного планктона в Таганрогском заливе обычно снижается. Исключения составляют 1966, 1967 и 1970 гг., когда содержание микроорганизмов в воде благодаря гидрологическим условиям этих лет оставалось высоким и в октябре (Возулина и др., 1972; Толоконникова, 1973).

В результате сокращения объема стока рек его влияние на биологические процессы распространяется в основном на Таганрогский залив. В море все процессы определяются внутренним круговоротом органического вещества (Спичак, Шеломов, 1961; Шеломов, Федосов, 1961). В связи с этим динамика развития бактериопланктона в море определяется динамикой фитопланктона. Поскольку в динамике весенне-летнего фитопланктона моря и залива много общего (Алдакимова, 1964), развитие бактериопланктона в них в этот период относительно синхронно (см. таблицу).

В связи с увеличивающейся соленостью моря (Бронфман, 1973) типичными представителями и доминантами осеннего фитопланктона стали черноморские виды. Их массовое развитие осенью дает осенний пик в сезонной динамике фитопланктона (Алдакимова, 1972). Вероятно, в связи с этим в море осенью численность микроорганизмов повышается или остается на том же уровне, что и летом. В последние годы (1971-1973) наблюдается снижение концентрации бактерий в воде осенью, что по-видимому, обусловлено слабым развитием фитопланктона на протяжении всего вегетационного периода и ранним охлаждением моря осенью.

## З а к л ю ч е н и е

Уровень развития бактериопланктона Азовского моря определяется уровнем развития фитопланктона и материковым стоком. В сезонной динамике бактериопланктона Таганрогского залива и моря четко выражены два максимума: весенний и летний. В море в некоторые годы наблюдается и осенний пик. Основными факторами, определяющими сезонную динамику бактериопланктона, являются динамика биомассы фитопланктона и термический режим моря.

## Л и т е р а т у р а

- А л д а к и м о в а А.Я. Фитопланктон Азовского моря и закономерности его количественных и качественных изменений. - "Анотации работ АзНИИРХ, выполненных в 1963г.", 1964, Ростов, с.16.
- А л д а к и м о в а А.Я. "Цветение" воды, вызванное сине-зелеными водорослями, и их роль в биологии Азовского моря. - "Экология и физиология сине-зеленых водорослей". М.-Л., "Наука", 1965, с.6-11.
- А л д а к и м о в а А.Я. Современное состояние кормовой базы рыб Азовского моря и предстоящие ее изменения в связи с водохозяйственными мероприятиями. - "Труды АзНИИРХ", 1972, вып.10, с.52-67.
- Б р о н ф м а н А.М. Соленость Азовского моря и ее предстоящие изменения. - "Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы", 1973, № 1, с.19-24.
- Б р о н ф м а н А.М., М а к а р о в а Г.Д. Химические основы продуктивности Азовского моря в условиях ожидаемого преобразования его водного баланса. - "Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы", 1973, № 1, с.31-34.
- Ж у к о в а А.И. Распределение и биомасса микроорганизмов в Азовском море. - "Микробиология", 1959, т.28, вып.3, с.407-410.
- З о з у л и н а М.И., Т о л о к о н н и к о в а Л.И.,  
П е р е к р е с т о в О.В. О распределении бактериопланктона в Азовском море. - "Микробиология", 1972, т.41, вып.3, с.550-554.

- Л е б е д е в а М.Н., Ш т е в н е в а А.И. Количественное развитие бактериальной жизни в Красном море в осенний и зимний периоды. - "Тезисы докладов II съезда ВГБО", 1970, Кишинев, с.214-215.
- Л е б е д е в а М.Н., М а р к и а н о в и ч Е.М. Бактериальное население Средиземного и Красного морей. Киев, "Наукова думка", 1972, 203 с.
- Н о в о ж и л о в а М.И. Микробиология Аральского моря. Алма-Ата, "Наука", 1973, 160 с.
- С п и ч а к М.К., Ш е л о м о в И.К. О причинах колебаний первичной продуктивности Азовского моря. - "Первичная продукция морей и внутренних водоемов", Минск, 1961, с.67-71.
- Т о л о к о н н и к о в а Л.И. Сезонные изменения численности бактериопланктона в Азовском море в 1969-1970 гг. - "Информационный бюллетень ИБВВ", 1973, № 17, с.6-10.
- Ш е л о м о в И.К., Ф е д о с о в М.В. О круговороте органического вещества в водоемах. - "Труды АзНИИРХ", 1961, вып.4, с.190-201.
- Ц ы б а н ь А.В. Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря. Киев, "Наукова думка", 1970, 272 с.
- P o d a m o, Jo. Relation entre les populations successives de phytoplancton et de bacteries hétérotrophes dans le bassin de chasse d'Ostende (Belgique), en 1971. Ann.Soc. roy.zool.Belg. 2, 1972, 102, 3, 135-142.

Annual and seasonal fluctuations in the abundance of bacterial plankton from the Azov Sea

L.I.Tolokonnikova

S u m m a r y

The investigations of annual and seasonal fluctuations in the abundance of bacterial plankton carried out in 1963-1973 show that the development of bacterial plankton in the Azov Sea is primarily dependent upon two factors: development of phytoplankton and runoff. Two peaks are clearly seen in the seasonal dynamics of microbial plankton. They occur in spring and summer. One more peak is infrequently observed in the sea in autumn. The seasonal dynamics of bacterial plankton is closely associated with the dynamics of phytoplankton biomass and thermal regime of the sea.