

# ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИЙ В ВОДАХ АРГЕНТИНСКИХ ОСТРОВОВ (АНТАРКТИКА) В ОСЕННИЙ СЕЗОН

C.A. Серегин

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины  
г. Севастополь, пр-т Нахимова, 2  
E-mail: ser-seryogin@jandex.ru

Представлены результаты исследований обилия бактериопланктона в районе украинской антарктической станции «Академик Вернадский» в переходный от лета к зиме сезон в 1998, 2002 и 2005 г.г. Вектор межгодовой изменчивости численности и биомассы планкtonных бактерий характеризовался заметным снижением в исследованный период. Относительный же вклад бактериального компонента в биомассу микропланктона оставался на одном уровне.

**Введение.** Вклад планкtonных бактерий в общую биомассу и продукцию микропланктонного сообщества антарктических вод к концу вегетационного периода существенно возрастает на фоне редукции общей численности, биомассы и фотосинтетической активности автотрофов (Karl et al., 1991; Серегин, 2004; Серегин и др., 2005). Биомасса бактерий может составлять наиболее значимую часть биомассы микропланктона в этом регионе (Franzmann, 1996), а их роль в биогеохимическом круговороте углерода, азота и серы является критической для функционирования антарктической экосистемы.

Результаты исследований экосистем антарктических вод свидетельствуют о драматически высокой пространственно-временной неоднородности в распределении обилия и продукции активности планктона (Holm-Hansen O., El-Sayed S. Z., Franceschini G. A. et al., 1977; Karl D. M., Holm-Hansen O., Taylor G. T. et al., 1991; Серегин и др., 2005). В частности, величина варьирования обилия фитопланктона на пике вегетации в западной части пролива Брансфилда (по данным Карла с соавторами) составляла по пространству до 10 порядков (Karl D. M., Holm-Hansen O., Taylor G. T. et al., 1991). Колебания численности планкtonных бактерий (заметно более консервативного показателя) на один порядок на пространстве десятков миль – обычное

явление. Мы наблюдали такой уровень варьирования в море Скотия в 1998 году (Серегин, 2002) и в проливе Брансфилда – в 2002 г. (Серегин, 2003).

Начиная с марта 1998 г. в окрестности Украинской антарктической станции «Академик Вернадский», располагающейся в архипелаге Аргентинских островов, проводится экологическая съемка прилегающих вод. В том числе, берутся пробы для учета численности бактериопланктона. К настоящему времени имеются данные по трем съемкам – 1998, 2002 и 2005 г.г., – результаты которых обсуждаются в настоящей статье.

Данные исследования являются составной частью Украинской комплексной программы «Исследования Украины в Антарктике».

**Материалы и методы.** Материалами для настоящего сообщения послужили результаты обработки данных по численности бактерий поверхностного слоя, полученных в 3-х Украинских антарктических экспедициях – 1998, 2002 и 2005 г.г. в районе Украинской антарктической станции «Академик Вернадский». В марте 1998 г. в межостровных водах архипелага Аргентинских островов выполнено 10 станций. Данные 2002 г. представлены 7 станциями, выполненными в апреле-мае. В марте 2005 г. пробы отобраны на большей акватории: она охватывала не только Аргентинские острова, но и акваторию о-вов Питерман – на северо-востоке от станции и Барселот – на юго-востоке, а также прибрежные воды антарктического материка, – всего 28 станций.

Пробы воды отбирали с глубины 0,2 – 0,5 м и в течение 2-3 часов доставляли в судовую или береговую лабораторию, где проводили дальнейшую обработку проб – фильтрацию и фиксацию.

Численность бактерий (Nb) определяли методом прямого счета на мембранных фильтрах "Sartorius" с размером пор 0,2 мкм, окрашенных карболовым эритрозином. Микроскопию проводили дифференционально – интерференционным методом (цветной фазовый контраст) при общем увеличении  $\times 1250$ .

При расчете биомассы бактерий (Bb) использовали среднюю величину содержания углерода в бактериальных клетках, равную  $20,0 \times 10^{-15}$  г Скл.<sup>-1</sup> (Bjørnsen, Kuparinen, 1991).

Расчет углеродной биомассы фитопланктона (Bph) в 2002 г проводился без учета видового состава с общим переходным коэффициентом 0,2 от “сырой” биомассы, полученным ранее для района УАС в 1998 г (Серегин и др., 2003). Получаемые при этом значения Bph, возможно, несколько завышены, поэтому относительные оценки Bb следует рассматривать в качестве нижней границы пределов варьирования.

Данные о гидрохимических параметрах взяты из опубликованных работ (Бондарь, Орлова, 1998; Рейсовый звіт, 2002).

**Результаты и обсуждение.** Варьирование численности бактериопланктона в поверхностном слое по 10 станциям съемки 1998 г было невысоким. При средней численности  $5,0 \times 10^5 (\pm 0,9)$  кл.мл<sup>-1</sup> отклонения

для отдельных станций составляли не более 30% в диапазоне  $3,6 - 6,9 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup>. Биомасса составляла в среднем около 10 мг См<sup>-3</sup>. Коэффициент вариации (CV) значений численности бактериопланктона в поверхностном слое для разных станций составил всего 18%, т.е., показал довольно высокую однородность выборки.

По отношению к фитопланктонной биомассе Bb поверхностного слоя составила около 74%. Следует подчеркнуть, что состояние автотрофного планктона на большинстве станций характеризовалось 4-й стадией сукцессии с преобладанием мелких жгутиковых, невысокими значениями численности, биомассы и уровня продуцирования (Серегин и др., 2003).

Таблица 1 – Количественные характеристики бактерио- и фитопланктона в прибрежных водах Аргентинских островов в марте 1998 г

Station №№	Nbac, $10^5 \text{ ml}^{-1}$	Bbac, mgCm <sup>-3</sup>	Nphyto, $10^6 \text{ m}^{-3}$	Bphyto, $\text{m}^{-3}$	
				mg	mg C
D 1	5,3	10,5	-	-	
ABS1	3,8	7,7	14,5	100,8	18,4
ABS2	4,4	8,7	27,7	76,4	13,0
ABS3	5,8	11,7	6,2	52,5	9,7
ABS4	4,7	9,4	3,8	6,1	1,3
ABS5	3,6	7,3	7,9	27,0	4,75
5/1	6,9	13,9	5,0	122,6	21,4
6/10	5,1	10,3	3,3	144,7	25,3
7/11	5,2	10,4	14,2	20,3	5,7
8/12	4,7	9,5	1,7	125,3	21,7
mean	5,0	9,9	9,4	73,8	13,5
± s.d.	±1,0	±1,9	±8,2	±48,3	± 8,6

Средняя температура поверхностного слоя вод на станциях отбора проб составила 0,5°C ( $\pm 0,2^\circ\text{C}$ ) (Украинский и др., 1998).

В 2002 году в ходе зимовки на станции «Ак. Вернадский» отбирались пробы в разные сезоны годового цикла, в том числе, и южной осенью. Средняя численность по 7 “осенним” датам (с 8 апреля по 12 мая 2002 г.) составила  $3,43 \pm 1,55$ , а колебания (по станциям и датам) – от 2,02 до  $6,09 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup>. Вариация численности характеризовалась величиной CV, равной 45,2%, что вполне объяснимо временной “растянутостью” периода наблюдений.

Средняя «сырая» биомасса фитопланктона в апреле – мае (по данным Л.В. Кузьменко, не опубл.) ( $36,2 - 55,5 \text{ mg m}^{-3}$ ) составила  $45,8 \text{ mg m}^{-3}$ , средняя численность – менее 30 млн. клеток в кубометре (от 13,5 до  $46,0 \times 10^6 \text{ m}^{-3}$ ). Т.о., относительная к фитопланктону биомасса бактерий (по этим усредненным оценкам) составляла около 78%, т.е. ту же величину, что и в 1998 г.

Обработка проб сезона 2005 г. показала еще меньшие значения численности планктона бактерий. Средняя ее величина по 28 станциям составила  $2,15 \pm 0,90 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup> (от  $0,34$  до  $4,03 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup>). Даже при исключении из расчета станций с «вы-

скакивающими» значениями ниже 100 тысяч клеток в 1 мл, средняя численность бактериопланктона в 2005 году остается низкой: по 25 станциям она составила  $2,35 \pm 0,73 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup> (от 1,02 до  $4,03 \times 10^5$  кл.мл<sup>-1</sup>). CV = 31.1%.

Вариации климатических факторов в разные годы могут определять сильные межгодовые колебания обилия бактерий (Delille et al., 1996). На рис. 1 представлены наши данные по численности бактериопланктона, а также биомассе фитопланктона и некоторых абиотических показателей поверхностных вод во время исследований. Сравнение результатов экспедиции 2002 года с материалами предыдущих украинских антарктических экспедиций (когда в марте месяце в районе станции отмечались, в основном, положительные температуры

воды во всей толще от поверхности до дна), дает основание думать, что в течение 2002 года в этом районе наблюдались аномальные гидрологические условия. Несмотря на отсутствие интенсивной горизонтальной адвекции, о чем свидетельствовали измерения течений, выполненные отрядом гидрологии и гидрохимии, прогреву морских вод не способствовали метеорологические условия. Сравнение кривых годового хода температуры воздуха за 1996 – 2002 г.г. на ст. “Ак. Вернадский” (по выводам того же отряда) выявило, что среднемесячная температура воздуха в январе и феврале 2002 року была ниже на 1 – 1.5°C, чем в другие годы (кроме 2000 г.). Совместный анализ данных метеорологических измерений, полей давления, межгодовых вариаций температуры воздуха на УАС дал

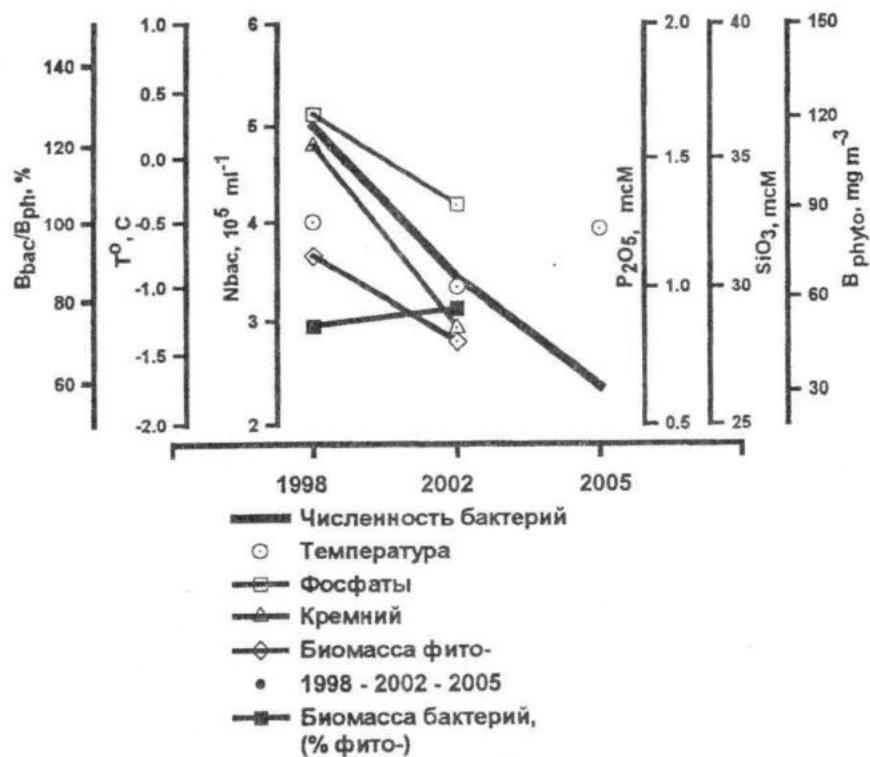


Рис. 1 – Межгодовая изменчивость численности бактериопланктона поверхностных вод на фоне некоторых биологических и гидролого-гидрохимических параметров в районе УАС “Академик Вернадский”

основания думать, что фактическое отсутствие гидрологического лета в районе станции определялось синоптическими процессами летнего сезона 2001 – 2002 г. (Рейсовый звіт, 2002). Пониженные значения температуры воды и содержания биогенных

элементов в водах архипелага определили и более низкий сезонный уровень развития фитопланктона: его численности, биомассы и, по-видимому, первичной продукции. Сходная ситуация в 2002 г. наблюдалась в западной части пролива Брансфилда (Чмыр,

Сысоев, 2004). Несмотря на часто наблюдаемую несогласованность изменений в обилии фито- и бактериопланктона в отдельные периоды сезонного цикла (Karl, Tien, 1991; Bird, Karl, 1999; Серегин и др., 2005), общее производство взвешенной и растворимой органики в целом за сезон (как результат деятельности фитопланктона) не могло не оказаться на уровне развития микрогетеротрофного компонента планктона. Что, по всей видимости, и отразилось в наблюдаемой динамике численности планктонных бактерий. При этом, относительный вклад бактериальной биомассы в сообщество микропланктона не претерпел существенных изменений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарь С.Б., Орлова И.Г. К вопросу об организации и отдельные результаты комплексного экологического мониторинга в районе антарктической станции Академик Вернадский. Бюл. УАЦ. – 1998, вып. 2. – С. 160 – 170.
2. Рейсовий звіт загону океанографії 7-ї Української антарктичної експедиції. Травень 2002 р. – 29 с.
3. Серегин С.А. Содержание бактерий в водах моря Скотия в предзимний период. Бюл. УАЦ. – 2002. – С. 97 – 103.
4. Серегин С.А. Численность и продукция бактериопланктона в западной части пролива Брансфилда в марте 2002 года. Укр. антарк. журн. – 2003. – № 1. – С. 114 – 122.
5. Серегин С.А., Брянцева Ю.В., Чмыр В.Д. Состояние микропланктонного сообщества (фито- и бактериопланктон) в осенний период на мелководье Аргентинских островов, Антарктика. Укр. антарк. журн. – 2003. – №1. – С. 107 – 113.
6. Серегин С.А. Бактериопланктон антарктических вод и его функциональная роль. Материалы международного научно-техн. семинара "Системы контроля окружающей среды – 2004" 24 – 28 мая 2004 г., Севастополь, – С. 295 – 300.
7. Серегин С.А., Кузьменко Л.В., Сысоев С.А., Гаврилова Н.А. Микропланктон западной части пролива Брансфилда: структура численности и биомассы в марте 2002 года. МЭЖ. – 2005. – 4, № 2. – С. 68 – 81.
8. Украинский В.В., Попов Ю.И., Ломакин П.Д., Артамонов Ю.В. Структура и изменчивость термохалинного поля и кинематических характеристик вод архипелага Аргентинские острова в марте 1998 года. Бюл. УАЦ. – 1998. – вып.2. – С. 97 – 103.
9. Чмыр В. Д., Сысоев А. А. Первичная продукция в проливе Брансфилда в марте 2002 года. Укр. антарк. журн. – 2004. – №2. – С. 145 – 152.
10. Bird D. F., Karl D. M. Uncoupling of bacteria and phytoplankton during the austral spring bloom in Gerlache Strait, Antarctic Peninsula. Aquat. Microb. Ecol. 1999. – Vol. 19, No. 1. – P. 13 – 27.
11. Bjørnseth P.K., Kuparinen J. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the Southern Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 1991. – Vol. 71. – P. 185 – 194.
12. Delille D., Mallard L., Rosiers C. Inter-annual variability in marine coastal Antarctic bacterioplankton. Polar Biol. – 1996. – 16, N1. – P. 19 – 25.
13. Franzmann P. D. Examination of Antarctic prokaryotic diversity through molecular comparisons. Biodiv. Conserv. – 1996. – 5. – P. 1295 – 1305.
14. Holm-Hansen O., El-Sayed S. Z., Franceschini G. A. et al. Primary productivity and the factors controlling phytoplankton growth in the Southern Ocean. Adaptations within Antarctic ecosystems. – G. A. Llano (ed.). – Houston: Gulf, 1977. – P. 11 – 50.
15. Karl D. M., Holm-Hansen O., Taylor G. T. et al. Microbial biomass and productivity in the western Bransfield strait, Antarctica during the 1986 - 87 austral summer. Deep-Sea Res. – 1991. – 38, № 8/9. – P. 1029 – 1055.
16. Karl D. M., Tien G. Bacterial abundances during the 1989 - 1990 austral summer phytoplankton bloom in the Gerlache Strait. Antarct. J. U.S. – 1991. – 26, N 5. – P. 147 – 149.