

ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА ТИНТИНИД (PROTOZOA, CILIOPHORA) В ПРОЛИВЕ БРАНСФИЛДА В МАРТЕ 2002 ГОДА

Н.А. Гаврилова

Реферат. На основе материалов, собранных на полигоне в районе пролива Брансфилда во время 7-й Украинской антарктической экспедиции (УАЭ) в марте 2002 года дается описание таксономического состава и пространственного распределения раковинных инфузорий. В пробах было обнаружено семь видов тинтинид. Доминирующим был вид *Cymatocylis affinis/convallaria*. Максимальные показатели численности (5622 экз/м³) и биомассы (1,06 мг/м³), а также разнообразие таксономического состава тинтинид отмечены в удаленной от полуострова части пролива, где наблюдалось массовое цветение фитопланктона. В прибрежной зоне пролива Брансфилда вдоль Антарктического полуострова тинтиниды обнаружены не были.

Чисельність і біомаса тінтинід (Protozoa, Ciliophora) у протоці Брансфілда в березні 2002 року. Н.О. Гаврилова

Резюме. На основі матеріалів, зібраних під час 7-ї Української антарктичної експедиції у районі протоки Брансфілда в березні 2002 року, описано таксономічний склад і просторовий розподіл раковинних інфузорій. У пробах було знайдено 7 видів тінтинід. Переважаючими були *Cymatocylis affinis/convallaria*. Максимальні показники чисельності (5622 екз/м³) і біомаси (1,06 мг/м³), а також різноманітність таксономічного складу тінтинід відзначались у віддаленій від півострова частині протоки, де спостерігалось масове цвітіння фітопланктону. В узбережній зоні протоки Брансфілда вздовж Антарктичного півострова тінтинід не було виявлено.

Abundance and biomass of tintinnids (Protozoa, Ciliophora) in Bransfield Strait in March 2002. by N.A. Gavrilova

Abstract. Taxonomy, abundance and biomass of tintinnids from the Bransfield Strait were investigated during 7-th Ukrainian Antarctic Expedition (March, 2002). 7 species of tintinnids were found in the samples. *Cymatocylis affinis/convallaria* dominated in terms of abundance (3373 cells/m³) and biomass (0,64 mgWW/m³). The highest total tintinnid abundance (5622 cells/m³) and biomass (1,06 mg WW/m³) were recorded at the stations distant from the Antarctic Peninsula, while in the coastal waters tintinnids were not found. It was noticed that tintinnid community depend on level of phytoplankton development, hydrodynamical and hydrochemical conditions in the Bransfield Strait during March 2002.

Key words. Antarctic tintinnids, taxonomy, tintinnid abundance, tintinnid biomass.

Введение

Одним из наиболее важных компонентов гетеротрофного микропланктона в Антарктических водах, помимо зоофлагеллят и бактерий, являются инфузории, о роли которых в пищевых сетях известно еще не достаточно. В ранних работах, посвященных этому вопросу, отражен в основном качественный состав простейших. (Balech, 1958; Balech, El-Sayed, 1965; Brockel, 1981; Hentschel, 1936).

Начиная с конца 70-х годов двадцатого века стали появляться работы, в которых исследовались количественные характеристики инфузорий – численность, биомасса, продукция (Мамаева, 1984; Туманцева, 1978, 1982). По расчетам Туманцевой И.О. (1982), продукция инфузорий в водах Антарктики составляет 10-32% суммарной продукции фито- и бактериопланктона. Кроме того, тогда же было отмечено согласование высоких концентраций инфузорий с биомассой фитопланктона (Мамаева, 1984).

Балансовые расчеты, сделанные Самышевым Э.З. (1991) показали, что в антарктическом планктонном сообществе, как и в других высокопродуктивных районах океана, несомненно, большая роль принадлежит простейшим, и, в частности, инфузориям.

Наиболее изученными среди планктонных цилиат являются тинтиниды (Protozoa, Ciliata). Эти малоресничные инфузории, живущие как в неритических, так и в открытых океанических районах, представляют одну из широко распространенных и многочисленных групп микрозоопланктона. Наличие у тинтинид раковинки, защищающей живые клетки и сохраняющейся при сборе проб, фиксации и микроскопических исследованиях, позволяет наиболее корректно проводить учет именно этой группы инфузорий. По этой причине

тинтинниды были известны ученым еще на заре планктонных исследований (Daday, 1887; Haeskel, 1873).

Благодаря способности эффективно потреблять фитопланктон и своим репродуктивным возможностям, тинтинниды в планктонной пищевой цепи играют важную роль как промежуточное звено между первичными продуцентами и более крупными животными (Middelbrook et al., 1987). Между обилием тинтиннид и фитопланктона в сообществах различных районов Мирового океана отмечена положительная корреляция (Самышев, 1991; Kimor, Golandsky-Baras, 1981). Также отмечено, что тинтинниды используют в качестве пищевого ресурса пикопланктон, который иногда может составлять до 100% их рациона (Bernard et al., 1993).

Представители тинтиннид, кроме того, важный пищевой ресурс для зоопланктона, особенно копепод и личинок некоторых видов рыб (Robertson, 1983; Turner, Anderson, 1983).

Особый интерес представляет исследование раковинных инфузорий в водах с высокой биологической продуктивностью, какими являются моря, омывающие Антарктиду. Так, отмечалось количественное доминирование этой группы среди микрозоопланктона моря Уэдделла (Boltovskoy et al., 1989).

Учитывая сложную гидродинамическую структуру водных масс в исследуемом районе, а также сезонную, пространственную и внутривидовую изменчивость в сообществе тинтиннид, особый интерес представляет накопление и сравнение полученного при различных условиях материала для оценки и выявления возможных трендов межгодовой изменчивости и ее масштабов. Настоящая статья посвящена изучению таксономического состава и пространственного распределения раковинных инфузорий в антарктических водах (пролив Брансфилда).

Материалы и методы исследований

Материал был собран на девятнадцати комплексных станциях Антарктического полигона в районе пролива Брансфилда в период с 9 по 18 марта 2002 г. во время 7 УАЭ на НИС «Горизонт» (расположение станций см. в работе Артамонова и др., 2003). Пробы отбирали в слое 0-10 м малой замыкающейся планктонной сетью Апштейна (Hydro-Bios GmbH, Германия) с диаметром входного отверстия 10 см, длиной 50 см, раз мер ячеек 55 мкм. Сетные пробы фиксировали забуферным формалином (конечная концентрация 4 %) и сгущали осадочным методом до объема 10-30 мл. Пробы непосредственно после сгущения обрабатывали на борту судна с использованием камеры Нажотта объемом 0,8 мл и микроскопа PZM (Польша) (увеличение $\times 156$).

Результаты исследований и их обсуждение

Распределение тинтиннид в исследованном районе было чрезвычайно неоднородным как по видовому составу, так и по количественным характеристикам (численность, биомасса).

Всего было обнаружено 7 видов раковинных инфузорий (класс Spirotrichea, отряд Oligotrichida, подотряд Tintinnina), относящихся к четырём родам:

Род <i>Cymatocylis</i>	Род <i>Codonellopsis</i>	Род <i>Laackmanniella</i>	Род <i>Salpingella</i>
<i>C. affinis/convallaria</i>	<i>C. glacialis</i>	<i>L. naviculaefera</i>	<i>S. sp.</i>
<i>C. sp.</i>	<i>C. balechi</i>	<i>L. sp.</i>	

Доминирующим по численности на большинстве станций был вид *Cymatocylis affinis/convallaria*, наибольшее количество которого наблюдалось на ст. 31 и составляло 3373 экз./м³ (табл. 1). Наибольшее количество видов раковинных инфузорий (от 3 до 5) отмечено нами в северо-восточной части полигона в районе островов Ливингстон и Десеппин на станциях 40, 42, 38, 31, 30, 44, 47, а также на ст.14.

В центральной части полигона (станции 21, 23, 25, 33) обнаружены представители только одного вида - *Cymatocylis affinis/convallaria* (табл.1)

Таблица 1. Таксономический состав, численность и биомасса тинтинид на станциях антарктического полигона в проливе Брансфилда.

Дата	№ ст.	Виды	N, экз/м ³	B, мг/м ³
09.03.02	14	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	1984	0,37
		<i>C.sp1.</i>	1323	0,64
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	1323	0,02
		<i>Laackmanniella naviculaefera</i>	661	0,03
09.03.02	17	-	0	0,00
10.03.02	35	-	0	0,00
11.03.02	36	-	0	0,00
11.03.02	44	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	573	0,10
		<i>C.sp1.</i>	287	0,17
12.03.02	45	-	0	0,00
12.03.02	47	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	287	0,06
		<i>Salpingella sp.</i>	287	0,001
13.03.02	50	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	408	0,08
14.03.02	40	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	2623	0,52
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	375	0,01
		<i>Codonellopsis balechi</i>	1124	0,02
		<i>Laackmanniella naviculaefera</i>	1124	0,04
		<i>Laackmanniella sp.</i>	375	0,01
14.03.02	42	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	2160	0,37
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	309	0,01
		<i>Codonellopsis balechi</i>	309	0,01
15.03.02	38	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	463	0,09
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	231	0,00
15.03.02	31	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	3373	0,61
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	375	0,01
16.03.02	30	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	562	0,10
		<i>Codonellopsis glacialis</i>	562	0,01
16.03.02	21	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	1367	0,22
17.03.02	23	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	1653	0,29
17.03.02	33	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	276	0,05
17.03.02	28	-	0	0,00
18.03.02	25	<i>Cymatocylis affinis/convallaria</i>	1058	0,20
18.03.02	26	-	0	0,00

и биомассы раковинных инфузорий были отмечены на ст. 14, а также на станциях 31, 40, 42. На станциях 17, 26, 28, 35, 36, 45 (прибрежная зона п-ва Тринити и архипелага Палмер) в слое 0-10 м тинтиниды обнаружены не были. *Salpingella sp.* обнаружена только на станции 47 (численность 287 экз/м³, биомасса 0,001 мг/м³). Остальные виды встречались на большинстве станций, однако их численность была невысокой.

Данные по распределению общей численности и биомассы раковинных инфузорий на Антарктическом полигоне приведены в таблице 2. Следует отметить, что распределение тинтинид очень хорошо согласуется с распределением фитопланктона. Максимальные показатели отмечены на станциях, где визуально наблюдалось массовое цветение одноклеточных

Максимальная биомасса зафиксирована для *Cymatocylis sp.* на ст. 14 (0,64 мг/м³). Она была обусловлена очень крупными размерами клеток. Представители этого рода являются наиболее типичными для района Антарктики (Pierce et al., 1993). Остальные виды достигали существенно меньшего количественного развития.

Алдер и Болтовской (Pierce et al., 1993) на основании собственных данных о распределении массовых видов тинтинид выделяют три биогеографических зоны в атлантическом секторе Антарктики, и в их числе зону А – море Скотиа, пролив Брансфилда и центральная часть моря Уэдделла, где доминируют *Cymatocylis affinis/convallaria* и *Codonellopsis gausi*. Мы не обнаружили в этом районе *Codonellopsis gausi*, однако близкий вид *Cd. glacialis* доминировал в проливе Брансфилда наряду с *Cymatocylis affinis/convallaria*. Следует отметить, что *Cd. glacialis* считается одним из видов-доминантов в северной части моря Уэдделла, откуда может проникать с водными массами в пролив Брансфилда.

Максимальная суммарная численность и биомасса раковинных инфузорий достигала 5622 экз/м³ и 1,06 мг/м³, соответственно. В целом, наибольшие значения численности

водорослей, что соответствует данным других исследователей (Бурковский, 1984; Самышев, 1991; Alder, Boltovskoy, 1991a; Kimor, Golandsky-Baras, 1981). По-видимому, бурное развитие фитопланктона дает толчок к развитию инфузорий.

Пространственное распределение численности и биомассы раковинных инфузорий на Антарктическом полигоне приведены на рис. 1 и 2 соответственно.

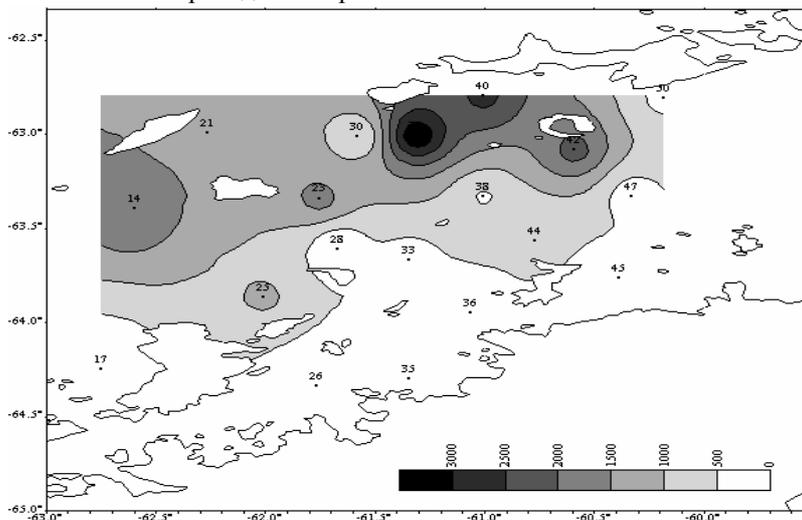


Рис. 1. Распределение общей численности тинтиннид в слое 0 – 10 м в проливе Брансфилда в марте 2002 г. (кл · м⁻³).

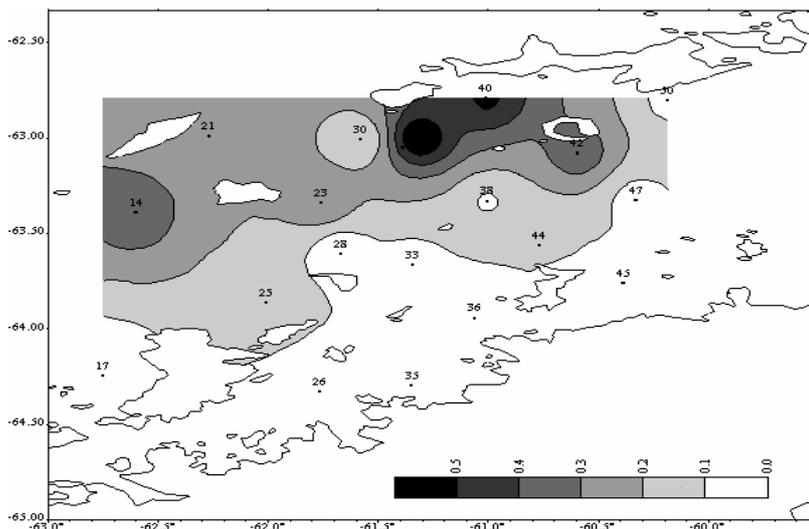


Рис. 2. Распределение общей биомассы тинтиннид в слое 0–10 м в проливе Брансфилда в марте 2002 г. (кл · м⁻³).

По данным гидрологов, полигон делится на две структурные зоны (восточную и западную), между которыми прослеживается фронт моря Уэддела (ФМУ), протянувшийся через весь полигон от шельфа Антарктического полуострова до южного шельфа о-ва Ливингстон. ФМУ отделяет высокосоленные и холодные воды моря Уэддела (восточная зона) от распресненных и более теплых вод моря Беллинсгаузена (западная зона). Кроме того, справа от ФМУ (в восточной зоне) формируется циклонический круговорот, а в западной зоне обнаружен поток из пролива Дрейка.

Таблица 2. Распределение общей численности и биомассы тинтиннид в слое 0-10 м в проливе Брансфилда в марте 2002 года.

Дата	№ ст.	Численность N, экз/м ³	Биомасса B, мг/м ³
09.03.02	14	5291	1,06
09.03.02	17	0	0
10.03.02	35	0	0
11.03.02	36	0	0
11.03.02	44	860	0,28
12.03.02.	45	0	0,00
12.03.02	47	573	0,07
13.03.02	50	408	0,08
14.03.02	40	5622	0,60
14.03.02	42	2778	0,39
15.03.02	38	694	0,09
15.03.02	31	3748	0,62
16.03.02	30	1124	0,11
16.03.02	21	1367	0,22
17.03.02	23	1653	0,29
17.03.02	33	276	0,05
17.03.02	28	0	0,00
18.03.02	25	1058	0,20
18.03.02	26	0	0,00

зарегистрировано по 2 вида. Здесь же зафиксирована их максимальная численность (5622 экз/м³ на ст.40) и довольно высокая биомасса (0,62 мг/м³ на ст. 31 и 0,60 мг/м³ на ст.40). На других станциях данного района также были сравнительно высокие численности и биомассы тинтиннид (табл. 2).

В западной зоне (ст.14) обнаружено 4 вида тинтиннид, численность которых составила 5291 экз/м³, а их биомасса оказалась максимальной для всего полигона – 1,06 мг/м³ за счет очень крупных размеров клеток у *Cymatocylis. sp.*

В южной зоне (ст. 17, 26, 28, 35, 36, 45) ни на одной станции тинтинниды обнаружены не были.

В центральной части полигона (ст.21, 23, 25, 33) был отмечен только один вид – *C. affinis/convallaria*, который является самым распространенным в антарктических водах, доминируя в море Скотия, проливе Брансфилда и отчасти в море Уэдделла (Alder, Boltovskoy, 1991b). Численность и биомасса на ст. 21, 23, и 25 были практически одинаковы (табл. 2) и в среднем составили 1360 экз/м³ и 0,24 мг/м³ соответственно.

Заключение

Анализ распределения раковинных инфузорий в проливе Брансфилда в марте 2002 года показал, что сообщество тинтиннид в верхнем 10-метровом слое находится в тесной зависимости от уровня развития фитопланктона, а также от гидродинамических и гидрохимических условий данного района. Тинтинниды являются в этом районе одним из доминирующих компонентов микрозоопланктона, однако в 2002 г. их численность была существенно ниже величин, известных из литературы, что мы связываем с холодными климатическими условиями в период экспедиции.

Благодарности. Автор искренне признателен начальнику отряда биоресурсов, профессору Э.З. Самышеву, осуществляющему общее руководство во время экспедиции и за

Как отмечает И.В. Бурковский (1984), пространственное распределение тинтиннид в значительной мере зависит от гидродинамического режима поверхностных вод. В подтверждение этого результаты полученные нами хорошо согласуются с океанографическими данными (Артамонов и др., 2003).

Анализируя материал по пространственному распределению тинтиннид, мы условно разделили полигон на 4 зоны: западную (море Беллинсгаузена), восточную (р-н Южно-Шетландских о-вов и о-ва Десепшин), южную (вдоль побережья Антарктического полуострова) и центральную (район ФНУ).

По нашим данным, наиболее богата по таксономическому составу, численности и биомассе восточная зона (ст. 40, 30, 31, 38, 42, 44, 47). Здесь наблюдалось максимальное видовое разнообразие тинтиннид. На станциях 40 и 42 было обнаружено 5 и 3 вида соответственно. На остальных станциях

помощь в написании данной статьи, всем коллегам из отряда биоресурсов и особую признательность С.М. Игнатьеву и Б.Е. Анненскому, оказавшим помощь в сборе материала; а также Б.Г. Соколову. за техническую помощь в оформлении рисунков.

Литература

- Артамонов Ю.В.**, Романов А.С., Внуков Ю.Л., Перов А.А., Степура И.И. Результаты океанографических исследований в западной части пролива Брансфилда в марте 2002 года. // Укр. антарк. журн. - 2003. - №1. - С.7-16.
- Бурковский И.В.** Экология свободноживущих инфузорий. -М.: МГУ, 1984. -267с.
- Мамаева Н.В.** Изучение инфузорий в Антарктике. //Докл. АН СССР, 1984. -№275. - С. 250-251.
- Самышев Э.З.** Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. - М.: Наука, 1991. - 168 с.
- Туманцева Н.И.** Количественное распределение цилиат в антарктических водах Тихого океана. //Труды Института Океанологии Ан СССР. Москва, 1978. - №112. - С.93-98.
- Туманцева Н.И.** Биомасса и продукционные характеристики протозойного планктона в субантарктических и антарктических водах юго-западной части Тихого океана. //Океанология, - 1982. - Т.22, -№5. - С.813-819.
- Alder, V.A., Boltovskoy, D.** Mikroplanktonic distributional pattern west of the Antarctic Peninsula, with special emphasis on the tintinnids. // Polar Biol, - 1991a. - V.11, №2. - P.103-112.
- Alder, V.A., Boltovskoy, D.** The ecology and biogeography of tintinnid ciliates in the Atlantic sector of the Southern Ocean. // Mar. Chem. - 1991b. -V.35, № 1-4. - P.337-346.
- Balech E.** Dinoflagelles et Tintinnides de la Terre Adelie (Secteur Antarctique). // Vie et mullieu. - 1958. - V.8, № 7. - P.382-408.
- Balech E., El-Sayed. S.Z.** Microplankton of the Weddel sea. // Antarc.Res. Ser. - 1965. - V.5. - P.107-124.
- Bernard C., Rassoulzadegan F.** The role of picoplankton (cyanobacteria and plastidic picoflagellates) in the diet of tintinnids. // J. Pl. Res. - 1993. - V.15, №4. - P.361-373.
- Boltovskoy D., Alder, V., Spinelli, F.** Summer Weddell Sea microplankton: assemblage structure, distribution and abundance, with special emphasis on the Tintinnina. // Polar Biol, 1989. – V.9. –P.447-456.
- Brockel K.** The importance of nanoplankton within pelagic Antarctic ecosystem. // Kiel. Meeresforsch. Sonderhf. - 1981. - V.5. - P.61-67.
- Daday E.** Monographic der Familie der Tintinnodeen. // Mitt. Zool. Stat. Neapel. - 1887. - V7. - P.473-591.
- Haeckel E.** Ueber einige neue pelagische Infusorien. // Jenaische Zeitschr. - 1873. - V.7. - P.561-568.
- Hentschel E.** Allgemeine Biologie des Südatlantische Ozeans. // Wiss. Ergebn. Atlant. Exped. "Meteor". - 1936. - № 11. - S.1-314.
- Kimor B., Golandsky-Baras B.** Distribution and ecology of the tintinnids in the Gulf of Elat (Aqaba), Red Sea. // J. Plankton Res. - 1981. - V.3 - P.445-459.
- Middlebrook K., Emerson C., Roff J., and Linn D.** Distribution and abundance of tintinnids in the Quoddy Region of the Bay of Fandy. // Can. J. Zool.- 1987. - V.8. - P.307-332.
- Pierce R.W., Turner J.T.** Global biogeography of marine tintinnids. // Marine Ecology Progress Series. - 1993. - V.94. - P.11-26.
- Robertson, J.R.** Predation by estuarine zooplankton on tintinnid ciliates. // Estuarine Coastal Shelf. - 1983. - V.16. - P.27-36.
- Turner J.T., Anderson D.M.** Zooplankton grazing during dinoflagellate biooms in a Cape Cod embayment, with observations of predation upon tintinnids by copepods. // Marine Ecology (Berlin). - 1983. - V.4. - P.359-374.