УДК 581.526.325

Л.В. КУЗЬМЕНКО, С.М. ИГНАТЬЕВ

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАНУ,
99053 Севастополь, пр. Нахимова, 2, Украина

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДАХ У АРГЕНТИНСКИХ ОСТРОВОВ (АНТАРКТИКА)

Приведены результаты исследования видового разнообразия фитопланктона вод архипелага Аргентинские острова (Антарктика). Впервые получены сведения о сезонной изменчивости его видового состава, выделены доминирующие виды, группы водорослей и сроки их массовой вегетации. В водах архипелага обнаружен 151 вид (157 вн. такс.) микроводорослей, относящихся к 8 отделам. Ведущее место по числу видов – 95 (101 вн. такс.) занимали *Bacillariophyta*, значительно меньше (34) встречено *Dinophyta*, остальные отделы представлены 1-8 видами. Наибольшее видовое разнообразие фитопланктона отмечено весной и в начале лета. На протяжении года выявлено три максимума в развитии фитопланктона. Первый – в весенне-летний период за счет «цветения» в октябре *Phaeocystis pouchetii*, второй – в ноябре-декабре благодаря диатомовым из родов *Fragilariopsis*, *Achnanthes* и *Corethron*. Третий максимум развития фитопланктона обусловлен массовым развитием в середине января флагеллят *Cryptomonas* sp., *Pyramimonas* sp. и мелких жгутиковых. Смена преобладающих в планктоне видов, их количество и размерная структура соответствуют I-III стадиям весенне-летней сукцессии. Осенью и в начале антарктической зимы, когда вегетация фитопланктона постепенно угасает, количество растительных клеток в планктоне и их видовое разнообразие незначительны.

Ключевые слова: фитопланктон, видовое разнообразие, численность, биомасса, Аргентинские острова, Антарктика.

Введение

Несмотря на то, что исследования видового разнообразия фитопланктона Южного океана начались еще в конце XIX в., проводились в прошлом столетии и продолжаются в наше время (Karsten, 1905; Mangin, 1915; Hart, 1934; Hustedt, 1958; Иванов, 1959; Manguin, 1960; Козлова, 1964; Balech, El-Sayed, 1965; Санина, 1973; Мовчан, 1973; Balech, 1973; Семина и др., 1982; Kopczynska, Ligowscki, 1982, 1985; Савич, Маштакова, 1983; Hirano, 1983; Семенова, 1985; Зернова, 1990, 1993; Ратькова, 1993; Bidigare et al., 2001; и др.), сведений о планктонной антарктической флоре, особенно прибрежной зоны, недостаточно.

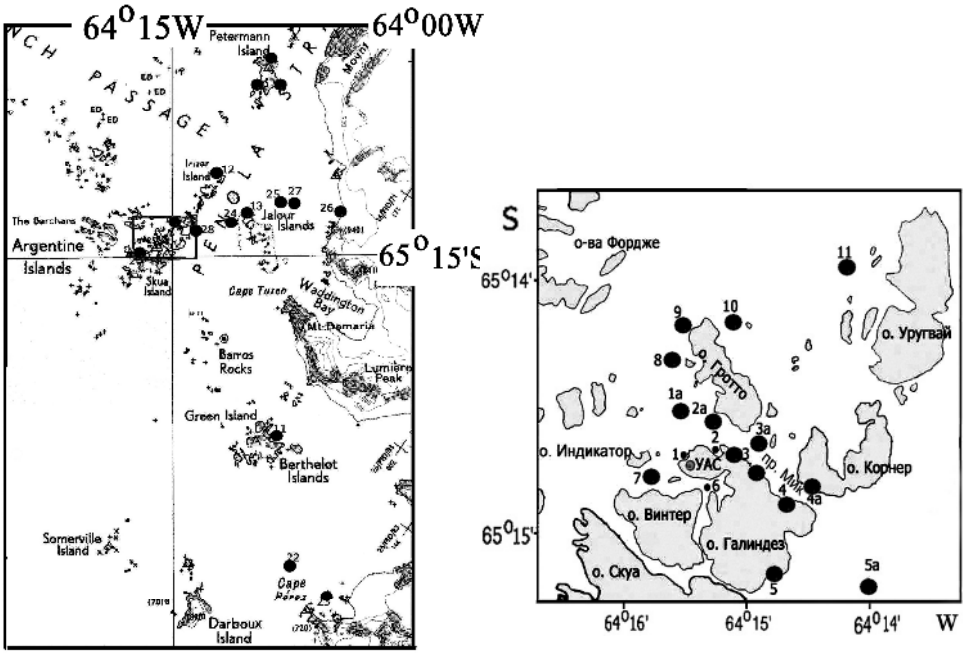
В Антарктике существует разветвленная сеть стационарных научных станций различных стран, однако круглогодичных наблюдений за состоянием экосистемы, включая ее первичное звено – фитопланктон, крайне мало. В международных соглашениях об охране окружающей среды Антарктиды мониторинг состояния ее прибрежных вод обозначен приоритетной задачей.

Цель данной работы – исследование видового разнообразия фитопланктона, его размерной структуры, смены доминирующих видов и их обилие в разные сезоны года на мелководье у Аргентинских островов.

Работа является продолжением наших предыдущих исследований фитопланктона и других звеньев экосистемы прибрежных вод региона (Кузьменко, 2004; Серегин и др., 2005, Кузьменко, Игнатьев, 2006).

Материалы и методы

Архипелаг Аргентинские острова расположен в Море Беллинсгаузена в средней части западного тихоокеанского шельфа Антарктического полуострова. В состав архипелага входят около 30 островов, на одном из которых (о. Галиндез) находится Украинская антарктическая станция «Академик Вернадский» (УАС). Материалом для исследования послужили 104 пробы фитопланктона, собранные в прибрежном мелководье у Аргентинских островов с апреля 2002 г. по январь 2003 г. в 7-й Украинской антарктической экспедиции (УАЭ) и сезонной съемки в начале 10-й УАЭ (март-апрель 2005 г.). Пробы отбирали по стандартной схеме станций между островами Галиндез, Гротто, Корнер, Винтер, Индикатор, Уругвай, а также в более отдаленных от УАС районах – у островов Петерманн, Барселот, Ялур, у мыса Перез (Антарктический полуостров), на разрезе через пролив Пенола от о. Уругвай до континента (см. рисунок).



а **б**

Рисунок. Район исследований: *а* – архипелаг Аргентинские острова; *б* – район УАС ”Академик Вернадский”

Пробы воды (0,7-5 л) отбирали из поверхностного слоя батометром Нансена или пластиковым ведром с борта малого плавсредства с одновременным измерением температуры и солености воды. На некоторых станциях весной и осенью 2002 г. пробы отбирали также из придонного слоя (глубина 10-20 м). Наиболее регулярно, иногда еженедельно, пробы собирали в непосредственной близости от УАС (ст. 1). Клетки фитопланктона сгущали с помощью воронки обратной фильтрации (Суханова, 1983) через нуклеопоровый фильтр с диаметром пор 1-1,1 мкм. Полученный концентрат объемом 20-120 мл фиксировали глютаральдегидом с конечной концентрацией 2 %. Дальнейшую обработку проб проводили в ИнБЮМ НАНУ (Севастополь) под световым микроскопом “Amplival” (CARL ZEISS) при увеличении ×120, 240 и 480. Клетки нанно-планктона (2-15 мкм) просчитывали на стекле в капле объемом 0,01 мл, а микрофитопланктона (более 15 мкм) – в камере Наумана объемом 0,4-0,8 мл. По индивидуальным размерам клеток встреченных видов водорослей рассчитывали их объемы (Сеничкина, 1978, 1986) с последующим расчетом биомассы. Индекс удельного биотического разнообразия (УБР) определяли с учетом количества встреченных видов и их численности в пробе (Shannon, Weaver, 1949). Для установления таксономической принадлежности клеток фитопланктона использовали различные определители и работы по планктонной флоре Южного океана (Karsten, 1905; Mangin, 1915; Hustedt, 1958; Manguin, 1960; Козлова, 1964; Hasle, Huimdal, 1967; Balech, 1973; Sournia et al., 1979; Семина и др., 1982; Hirano, 1983; Priddle, Fryxell, 1985; и др.).

При составлении списка видов за основу была взята система флоры водорослей Украины (Разнообразие …, 2000), однако в нее не вошли некоторые роды морского фитопланктона, а также современные кокколитофориды (*Prymnesiophyta* Hibberd – *Prymnesiophyceae* Hibberd – *Coccolithophorales* Schiller), которые были встречены в наших материалах. Учтены также сведения по сино-нимике отдельных родов и видов морского фитопланктона (Identifying …, 1997).

Результаты и обсуждение

В результате обработки проб фитопланктона, собранных с апреля 2002 г. по январь 2003 г., обнаружено 124 вида (126 вн. такс.) микроводорослей, относящихся к 8 отделам. Ведущее место (73 %) по количеству видов занимали *Bacillariophyta* – 90 (92 вн. такс.), значительно меньше (16,6 %) встречено *Dinophyta* (21). Остальные отделы представлены 1-3 видами (табл. 1).

Исследования планктонной флоры вод у Аргентинских островов, проведенные в марте-апреле 2005 г., пополнили имеющийся список видов на 27 ед. (31 вн. такс), в основном за счет динофитовых и кокколитофорид (табл. 1, см. список). Таким образом, за весь период наблюдений в исследованных водах встречен 151 вид (157 вн. такс.) микроводорослей, более половины (64,3 %) из которых приходится на диатомовые. Фактически видовое разнообразие фитопланктона здесь выше за счет бентических литоральных водорослей, которые в период приливов-отливов в результате взмучивания донных осадков на мелководье и циркуляции вод заносятся в верхние слои. В основном это диатомовые из родов *Nitzschia*, *Licmophora*, *Amphora*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Diploneis* и др., большинство из которых нами определены только до рода.

Таблица 1. **Таксономическая структура сообщества фитопланктона в водах у Аргентинских островов**

Отдел	Число видов (внутривидовых таксонов)					
	ед.	%	ед.	%	ед.	%
	Апрель-декабрь 2002 г., январь 2003 г.		Март-апрель 2005 г.		Весь период наблюдений, 2002-2003, 2005 гг.	
Bacillariophyta	90 (92)	73	32 (36)	51,5	95 (101)	64,3
Dinophyta	21	16,6	20	28,6	34	21,7
Prymnesiophyta	2	1,6	8	11,4	8	5,1
Chrysophyta	2	1,6	-	-	2	1,3
Chlorophyta	3	2,4	4	5,7	6	3,8
Cyanophyta	3	2,4	1	1,4	3	1,9
Cryptophyta	2	1,6	1	1,4	2	1,3
Euglenophyta	1	0,8	-	-	1	0,6
Всего	124 (126)	100	66 (70)	100	151 (157)	100

Среди диатомовых (см. список) наиболее разнообразны роды *Chaetoceros* (11 видов), *Fragilariopsis* (7), *Asteromphalus* (5), *Coscinodiscus* (4), а из динофитовых наибольшим числом видов (5-6) характеризовались роды *Gyrodinium*, *Prorocentrum* и *Protoperidinium*. Кокколитофориды (*Prymnesiophyta*) встречались очень редко, среди них только род *Rhabdosphaera* включал 4 вида. Для исследованных вод характерна смешанная планктонная флора, состоящая из антарктических, аркто-бореальных видов, космополитов, а также бентических, ледовых и пресноводных микроводорослей. Типично океанические виды встречались здесь редко при затоке вод из открытых районов Моря Беллинсгаузена.

Список видов фитопланктона в водах у Аргентинских островов (2002-2003 и 2005 гг.)

Bacillariophyta

Coscinodiscophyceae

Actinocyclus octonarius Ehr.
Asteromphalus heptactis (Bréb.) Ralf
A. hookeri Ehr.
A. hyalinus Karst.
A. parvulus Karst.
A. robustus Castr.
Asteromphalus sp.
Chaetoceros castracanei Karst.
Ch. compressus Laud.
Ch. concavicornis Mangin
Ch. convolutes Castr.
Ch. criophilus Castr.
Ch. dichaeta Ehr.
Coscinodiscus oculus-iridis Ehr.
C. stellaris Roper.
Coscinodiscus sp.
* *Cyclotella* sp.
Dactyliosolen antarcticus Castr.
Eucampia antarctica (Castr.) Mangin
E. zodiacus Ehr.
Odontella polymorpha Mangin
O. weissflogii (Jan.) Grun.
O. aurita (Lyngb.) C.A. Agardh.
Paralia sp.
Porosira glacialis (Grun.) Jörg.
P. pseudodenticulata (Hust.) Jousé

Chaetoceros flexuosus Mangin
Ch. neglectus Karst.
Ch. neogracile Vanlend.
Ch. socialis Laud.
Ch. tortissimus Gran
Chaetoceros sp.
Charcotia irregularis M. Per.
Corethron criophilum Castr.
Coscinodiscus bouvet Karst.
C. furcatus Karst.
Proboscia alata (Brightw.) Sundström
P. inermis (Castr.) Jördan & Ligow.
P. truncata (Karst.) Nöt. & Ligow.
Rhizosolenia antarctica Karst.
Rhizosolenia sp.
Schimperiella antarctica Karst.
Thalassiosira antarctica Comb.
T. rotula Meunier
Thalassiosira sp.
Triceratium arcticum Brightw.

Fragilariophyceae

Fragilaria striatula Lyngb.
Fragilariopsis curta (V. Heurck) Hust.
F. cylindrus (Grun.) Krieger
F. kerguelensis .
F. obliquecostata (V. Heurck) Heid. & Kolbe
F. oceanica (Cl.) Hasle
F. ritscheri Hust.
F. rhombica (O'Meara) Hust.
Fragilariopsis sp.
* *Grammatophora arcuata* Ehr.
Grammatophora sp.
Licmophora abbreviata Ag.
L. antarctica Carlson
Licmophora sp.
Lioloma pacificum (Cupp) Hasle
Synedra sp.
Thalassionema nitzschioides Grun.
Thalassiothrix antarctica (Schim.) Karst.

Bacillariophyceae

* *Amphipleura rutilans* var. *antarctica* (Harw.) Grun.
Achnanthes brevipes Ag.
A. longipes Ag.
Amphiprora kjellmanii Cl.
Amphiprora sp.
Amphora ovalis Kütz.
A. veneta (Kütz.) Hust.
Amphora sp.
Cocconeis adeliae Manguin
C. costata var. *antarctica* (Greg.) Manguin
C. infirmata Manguin
C. imperatrix A. Schm.
Cocconeis sp.
Cylindrotheca closterium (Ehr.) Reim. & Lew.
Diploneis latefurcata (Font.) Cl.
Diploneis sp.
* *Manguinea fusiformis* (Manguin) Paddock
Membraneis challengeri (Grun.) Paddock
Navicula directa W. Sm.
N. molesta Kras.
Navicula sp.
Nitzschia holsatica Hust.
N. longissima var. *reversa* W. Sm.
N. sicula (Castr.) Hust.
N. tenuirostris Mer.
Nitzschia sp.
* *Pinnularia fluminensis* var. *kerguelensis* (Grun.) Manguin
* *P. quatratarea* var. *soederlundii* (A. S.) Cl.
* *P. quatratarea* var. *baltica* (A. S.) Grun.
* *Pleurosigma* Clevei Grun.
P. direcum Grun.
* *Pseudonitzschia antarctica* Manguin
P. delicatissima Cl.
P. pseudodelicatissima Hasle
P. pungens (Grun. & Cl.) Hasle
P. seriata (Cl.) H. Per.
Tropidoneis laevissima G. S. West

Dinophyta

Dinophyceae

Amphidinium crassum Lohm.
A. extensum Wulff
* *A. larvale* Lind.
Cochlodinium sp.
* *Glenodinium paululum* Lind.
Oxytoxum gladiolus Stein
O. scolopax Stein
* *O. sphaeroideum* Stein
Oxytoxum sp.
* *Pronoctiluca spinifera* (Lohm.) Schill.

* *Gymnodinium agiliforme* Schill.
* *Gymnodinium simplex* (Lohm.) Kof. & Sw.
* *G. wulffii* Schill.
Gymnodinium sp.
Gyrodinium conicum Schill.
G. fusiforme Kof. & Sw.
G. lachryma (Meunier) Kof. & Sw.
* *G. pingue* (Schütt) Kof. & Sw.
* *G. wulffii* Schill.
Gyrodinium. sp.
* *Heterocapsa triquetra* (Ehr.) Balech
* *Prorocentrum antarcticum* (Hada) Balech
P. balticum (Lohm.) Loebl.
P. cordatum (Ostf.) Dodge
* *P. micans* Ehr.
* *P. triestinum* Schill.
Prorocentrum sp.
Protoperidinium antarcticum (Schimp.) Balech
P. brevipes (Pauls.) Balech
P. divergens (Ehr.) Balech
P. globules Stein
P. minusculum Pav.
P. pellucidum (Bergh) Schütt
Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech

Prymnesiophyta
Prymnesiophyceae

* *Anacanthoica acanthos* (Schill.) Delf.
Emiliania huxleyi (Lohm.) Hay & Mohler
* *Rhabdosphaera ampullaceal* Lec.-Schl.
* *R. hispida* Lohm.
* *R. tabulosa* Schill.
* *R. tignifer* Schill.
* *Syracorhabdus pulcher* (Lohm.) Lec. & Bernh.
Syracorhabdus sp.

Chrysophyta
Dictyochophyceae

Dictyocha speculum Her.

Haptophyceae

Phaeocystis pouchetii (Hariot) Lagerh.

Chlorophyta
Chlorophyceae

* *Dunaliella* sp.
* *Closteriopsis longissima* Lemm.
Poropila dubia Schill.

Prasinophyceae

Pterosperma cristatum Schill.
Pyramimonas sp.

Ulvophyceae

* *Hormidiopsis crenulata* (Kütz.) Huring

Cyanophyta
Hormogoniophyceae

Oscillatoria tenuis Ag.
Oscillatoria sp.

Chroococcophyceae

Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Tailor & Dronet

Cryptophyta
Cryptomonadophyceae

Cryptomonas sp.

Cryptophyceae

Hillea fusiformis Schill.

Euglenophyta
Euglenophyceae

Euglenia sp.

.

* Обнаружены только в марте-апреле 2005 г.

В водах у Аргентинских островов встречались эндемики Южного океана: *Odontella weissflogii*, *Amphora kjellmanii*, *Schimperiella antarctica*, *Dactyliosolen antarctica*, *Eucampia antarctica*, широко распространенные как в неритической зоне, так и в глубоководных районах, *Corethron criophilum*.

Подавляющее большинство встреченных видов являются типично неритическими. Приведем лишь некоторые из них: *Asteromphalus hyalinus*, *A. parvulus*, *Chaetoceros neglectus*, *Ch. compressus*, *Ch. dichaeta*, *Fragilariopsis curta*, *F. cylindrus*, *Cocconeis infirmata*, *Coscinodiscus bouvet*, *Cylindrotheca closterium*, *Porosira pseudodenticulata*, *Thalassiosira antarctica*, *Eucampia antarctica*, *Odontella weissflogii*, *Tropidoneis laevissima*, *Protoperidinium brevipes*, *P. divergens*, *P. pellucidum* и др. К бентическим, случайно планктонным микроводорослям, в наших пробах относятся: *Achnanthes brevipes*, *A. longipes*, *Actinocyclus octonarius*, *Cocconeis imperatrix*, *Fragilaria striatula*, *Licmophora abbreviata*, *Navicula directa*, *Triceratium arcticum* и др.

Пресноводные и солоноватоводные водоросли встречались редко, в основном в весенне-летний сезон в период таяния льда (*Amphora ovalis*, *A. veneta*, *Amphipleura rutilans* var. *antarctica*, *Nitzschia holsatica*, *Hormidiopsis crenulata*, *Oscillatoria tenuis* и др.).

Наблюдения за состоянием сообщества фитопланктона в водах у Аргентинских островов в течение 2002-2003 гг. позволили выявить сезонную изменчивость количественного развития, смену одних видов другими, комплексы доминирующих видов и сроки их наибольшего обилия, а также встречаемость некоторых из них только в определенные периоды года, вариабельность средних размеров клеток. Особенно четко это прослеживалось в непосредственной близи у о. Галиндез, где расположена УАС (ст. 1) и сбор материала проводили сравнительно часто. Хотя, как показал анализ проб, общее количество клеток фитопланктона и их биомасса в пробах, отобранных на разных станциях в один и то же период времени, иногда значительно варьировали, тогда как видовой состав был примерно одинаковым для всей исследованной акватории.

В осенний сезон и в начале зимы (апрель-май), когда с понижением температуры воды, а главное освещенности, заканчивалась вегетация фитопланктона, средние значения его численности и биомассы постепенно уменьшались от 36,9 до 3,5 млн кл и 47,8-2,8 мг·м$^{-3}$. Постоянно в планктоне в незначительных количествах присутствовали мелкие флагелляты и представители диатомовых из родов *Fragilariopsis*, *Nitzschia*, *Pseudonitzschia*, *Chaetoceros*, *Licmophora*, *Cocconeis.* Встречались также сравнительно крупные виды, такие как *Thalassiothrix antarctica*, *Corethron criophilum*, *Odontella weissflogii*, которые и составляли основную (55-97 %) биомассу фитопланктона. Численность в осенний сезон складывалась (в среднем 77-88 %) за счет нанопланктонных клеток, главным образом мелких флагеллят, и *Fragilariopsis* spp. Всего с апреля до июля в наших материалах обнаружено 48 видов и разновидностей микроводорослей, из которых 75 % – диатомовые, а динофитовые представлены 2-5 видами из родов *Gymnodinium*, *Prorocentrum.* В этот же период наблюдалось постепенное снижение общего количества встреченных видов в пробе с 25 в апреле до 3 в июле. Средний объем клеток варьировал от 149 до 3136 мкм^3 в зависимости от количества в планктоне тех или иных видов водорослей и их индивидуальных размеров (табл. 2). Если большинство видов, характерных для осеннего сезона и начала

зимы, встречались в планктоне до конца года, то, *Eucampia antarctica*, например, обнаруживалась только в этот период. Это же относится и к типично океаническим видам (*Lioloma pacificum, Chaetoceros criophilus, C. convolutus, C. flexuosus, Proboscia inermis* и др.), которые обнаружены только в пробах из пролива Мик (ст. 2). Очевидно, клетки этих видов были занесены сюда течениями из открытых районов Моря Беллинсгаузена с приливной волной.

Исследования фитопланктона, проведенные в конце марта – начале апреля 2005 г. в водах у Аргентинских островов, показали, что полученные данные о количестве микроводорослей (в среднем 29,6 млн кл, 33,3 мг·м$^{-3}$), его видовом составе соответствуют состоянию фитоцена в осенний сезон. От 44 до 92 % всей численности клеток приходилось на группу флагеллят, в которую были включены представители родов *Pyramimonas, Dunaliella* (*Chlorophyta*), а также очень мелкие (не более 250 мкм^3) жгутиковые водоросли. Биомасса же складывалась за счет сравнительно крупных (до 100-300·10^3 мкм^3) диатомовых, главным образом *Corethron criophilum* (частота встречаемости 95-100 %).

Всего в марте-апреле 2005 г. в планктоне исследованного района обнаружено 66 видов (70 вн. такс.) микроводорослей, из которых 51,5 % – диатомовые. По сравнению с апрелем 2002 г. список видов пополнился 13 видами динофитовых, 9 – диатомовыми, 6 – примнезиофитовыми (кокколитофориды), 2 – зелеными и 1 видом синезеленых водорослей (см. список).

Сведений о систематическом составе фитопланктона для мелководья у Аргентинских островов очень мало. Имеются лишь две работы (Иванов, Миничева, 1998; Серегин и др., 2003), в которых приводятся данные для марта 1997 и 1998 гг. В первой из них указывается всего 22 вида диатомовых, относящихся к 13 родам. Отмечена чрезвычайная бедность таксономического состава (2-7 видов в пробе) и низкие показатели количественного развития. Во второй работе указано 70 видов и разновидностей микроводорослей (список видов не приводится), т.е. такое же количество, которое было обнаружено и нами в марте-апреле 2005 г. (см. табл. 1). В марте 1998 г. *Bacillariophyta* составили 67 %, а *Dinophyta* – 17 % общего количества встреченных видов. По биомассе доминировали диатомовые (*C. criophilum*), а по численности преобладали флагелляты, диатомовые из родов *Chaetoceros, Fragilariopsis, Licmophora* и на некоторых станциях кокколитофориды. Количественные показатели развития фитопланктона в поверхностном слое были невысокими (1,7-27,7 млн кл, 6,1-144,7 мг·м$^{-3}$) и сравнимы с полученными нами данными (см. табл. 2).

К началу антарктической весны (сентябрь) в водах у архипелага растительного планктона было очень мало (2,8 млн кл, 4,4 мг·м$^{-3}$), а видовой состав схож с таковым в июне-июле. В планктоне изредка обнаруживались колонии мелкой (113 мкм^3) золотистой водоросли *Phaeocystis pouchetii*, однако уже в первой декаде октября наблюдалось «цветение», которое продолжалось около двух недель на всей исследованной акватории. Особенно сильное «цветение» наблюдали у о. Уругвай (до 108 млрд кл, 12,3 г·м$^{-3}$). У островов Гротто, Галиндез и в проливе Мик интенсивность «цветения» была несколько ниже (до 55,9 млрд кл, 7,0 г·м$^{-3}$). Для района УАС показатели в октябре составили в среднем 36,7 млдр кл, 4,8 г·м$^{-3}$, а на долю *P. pouchetii* приходилось 83-91,7 % суммарной численности и биомассы фитопланктона. В этот же период увеличилось (30-46) количество встреченных в пробе видов, в основном диатомовых, но их численность по сравнению с *P. pouchetii* была на несколько порядков меньше, поэтому индекс УБР оказался очень низким (0,24).

Таблица 2. **Сезонная изменчивость фитопланктона на мелководье Украинской антарктической ст. «Академик Вернадский» (Аргентинские острова)**

Сезон, месяцы	Суммарный фитопланктон		Видовое разнообразие		Средний объем клеток, мкм^3	Доля (%) размерных групп				Доминирующий комплекс	
	N	*B*				*N*		*B*		*N*	*B*
	10^6 кл·м^3	мг·м^3	Число видов	Индекс УБР		2-15 мкм	> 15 мкм	2-15 мкм	> 15 мкм		
Осень март-май	36,9 4,8-146,9	47,8 8,6-168,0	20 15-25	1,8 1,18-2,68	1612 512-2677	77,3 58,0-94,0	23,0 6,0-42,0	16,0 8,7-42,0	82,0 58,0-91,3	Мелкие Флагелляты, *Fragilariopsis* sp.	*Corethron criophilum*, *Odontella* sp., *Fragilariopsis* sp.
Зима июнь-июль	3,5 0,1-7,1	2,8 0,1-7,0	10 3-22	1,42 0,58-2,72	1131 149-3146	83,4 72,8-97,0	16,8 3,0-35,7	55,1 6,0-88,1	44,9 11,9-94,0	Мелкие флагелляты, *Fragilariopsis* sp.	*Thalassiothrix antarctica*, *Eucampia antarctica*, мелкие флагелляты
Весна сентябрь-ноябрь	14066,0 2,8-109062,6	2276,5 4,4-13475,0	32 16-46	2,0 0,24-3,24	2094 123-4326	71,8 2,1-99,8	28,2 0,2-97,9	20,5 0,2-91,7	79,5 8,3-99,8	*Phaeocystis pouchetii*, *Thalassiosira antarctica*, *Fragilariopsis* sp., *Chaetoceros* sp., *Achnanthes brevipes*	*Coscinodiscus* sp., *Phaeocystis pouchetii*, *Fragilariopsis* sp., *Achnanthes brevipes*, *Thalassiosira antarctica*, *Odontella* sp.
Лето декабрь-январь	232,6 33,8-1065,0	171,8 43,8-472,7	18 8-30	1,62 1,23-2,32	1262 444-2128	79,4 51,9-93,4	20,4 6,6-48,1	24,9 8,3-76,1	75,1 23,0-91,7	*Cryptomonas* sp., *Pyramimonas* sp., *Chaetoceros* sp., мелкие флагелляты	*Corethron criophilum*, *Cryptomonas* sp., *Pyramimonas* sp., мелкие флагелляты

П р и м е ч а н и я . Над чертой – среднее, под чертой – предел; *N* – численность, *B* – биомасса.

Имеются сведения (Rodriguez et al., 2002a, b; Varela et al., 2002) об интенсивном развитии *Phaeocystis* sp. у Антарктического полуострова в проливе Герлаха весной и в летний период (декабрь-январь), а также у границы льдов в Море Беллинсгаузена (Bidigare et al., 2001). Представители этого рода обнаруживались летом и в начале осени в проливах Дрейка, Брансфилда, севернее архипелага Палмер и в море Уэдделла у северной оконечности Антарктического полуострова (Kopczynska, Ligowski, 1982, 1985; Кузьменко, 2004).

В начале ноября, когда вегетация *P. pouchetii* завершилась, значительно увеличилась прозрачность воды, а количественные показатели растительного планктона были сравнительно невысокими (67 млн кл, 245 мг·м$^{-3}$). Резко возрос (до 3,24) индекс УБР, так как в планктоне не выявлено явного доминанта и вклад в суммарную численность фитопланктона отдельных видов и групп водорослей (роды *Chaetoceros, Fragilariopsis, Nitzschia, Oxytoxum, Amphidinium, Gymnodinium*, мелкие жгутиковые) был примерно одинаковым. Резко снизилась численность *Corethron criophilum* и клетки этого вида не играли существенной роли в общей численности биомассы по сравнению с осенне-зимним периодом. В планктоне в начале ноября появились сравнительно крупные диатомовые из родов *Coscinodiscus, Membraneis, Asteromphalus*, а также *Thalassiosira antarctica, Charcotia irregularis*, которые ранее в наших пробах не обнаруживались. Если 2-3 вида из рода *Fragilariopsis* постоянно, но в незначительных количествах встречались в водах у Аргентинских островов с апреля, то в середине ноября на фоне повышения температуры воды и освещенности их разнообразие увеличилось (до 8 видов) и резко возросли численность и биомасса клеток.

Так, у о. Галиндез они достигали 2 млдр кл, 2,7 г·м$^{-3}$ в поверхностном слое. Значительно увеличились также количественные показатели развития диатомовой водоросли *Achnanthes brevipes* (до 133 млн кл, 287 мг·м$^{-3}$). Наиболее массовую вегетацию этих видов микроводорослей, которая продолжалась почти две недели, наблюдали у островов Индикатор, Гротто, в районе УАС (0,28-2,1 млрд кл, 0,38-3,0 г·м$^{-3}$). Бентические диатомовые *Fragilariopsis* spp. и *Ach. brevipes* образовывали длинные лентовидные колонии из 100 и более клеток и встречались не только в поверхностном слое, но и в составе микрофитобентоса у дна на слоевищах красных, бурых и зеленых макроводорослей (Рябушко, 2005). К концу ноября – началу декабря в планктоне продолжали встречаться различные виды рода *Fragilariopsis* и *Ach. brevipes*, но их численность и биомасса, например у УАС, снизились в 20 раз, клетки находились в плохом физиологическом состоянии, колонии разрушены, много створок. Однако на всей исследованной акватории вновь возросло количество *Corethron criophilum* (до 2 млн кл, 227 мг·м$^{-3}$), что составляло 61-70 % суммарной биомассы. В связи с тем, что численность суммарного фитопланктона в основном (79 %) складывалась за счет нанопланктонных диатомовых из рода *Chaetoceros* и мелких жгутиковых, понизились средние объемы клеток. Уменьшилось число встреченных в пробах видов фитопланктона и индекс УБР (см. табл. 2). В таком состоянии фитоценоз находился до начала января, после чего началась его существенная перестройка. В планктоне появились сравнительно крупные (330-650 мкм^3) флагелляты из рода *Cryptomonas* (*Cryptophyta*) и *Pyramimonas* sp. (*Chlorophyta*), и уже к середине января «цветение» этих микроводорослей охватило все мелководье у Аргентинских островов. Оно продвигалось с севера на юг от о-ва Петерманн, где

наблюдались максимальные за период исследования показатели (369 млрд кл, 122 г·м$^{-3}$) развития *Cryptomonas* sp., *Pyramimonas* sp., мелких жгутиковых водорослей и очень низкий (0,50) индекс УБР. В это же время у о-вов Гротто, Галиндез индикатор, численность и биомасса этих водорослей в начальной стадии «цветения» были значительно ниже (не более 1 млрд кл, 472 мг·м$^{-3}$). По-видимому, мощная вспышка в развитии этих клеток в середине января обусловлена увеличением освещенности и температуры воды у поверхности от -1,2 ^{o}C в декабре до 0 ^{o}C в середине января, что характерно для летнего сезона. На массовое развитие *Cryptomonas* sp. и *Pyramimonas* sp. в водах пролива Брансфилда (лагуна о. Десепшн, пролив Герлаха), у Южных Шетландских островов и вблизи северной оконечности Антарктического п-ва в летний и начале осеннего сезонов указывалось и ранее (Микаэлян и др., 1993; Bidigare et al., 2001; Rodriguez et al., 2002a,b; Varela et al., 2002).

К концу января после окончания «цветения» флагеллят, которое также продолжалось две недели, общие показатели обилия фитопланктона резко снизились и составили, например у УАС (ст. 1), не более 139 млн кл, 109 мг·м$^{-3}$, на долю флагеллят приходилось только 18 млн кл с биомассой менее 10 мг·м$^{-3}$. По численности по-прежнему доминировали (до 87 %) клетки наннопланктона из рода *Chaetoceros* и мелкие жгутиковые водоросли, а биомасса на 62 % от суммарной состояла из *Corethron criophilum*. По сравнению с предыдущими месяцами незначительно возросла роль динофитовых из родов *Gymnodinium*, *Amphidinium*, *Prorocentrum*, единично встречались кокколитофориды.

Сведений о круглогодичных наблюдениях за сезонными изменениями видового состава и количества фитопланктона, его размерной структуре в водах у Антарктического п-ва, Южных Шетландских островов немного (Hasle, 1969; Krebs, 1970; Kopczynska, 1981, 1996; Зернова, Доманов, 1993; Зернова, 2005). Согласно этим данным, в течение года, как и у Аргентинских островов, происходила постоянная смена доминирующих видов и групп водорослей, а наиболее высокие количественные показатели развития фитопланктона приводятся для весенне-летнего сезона и начала осени. В Заливе Адмиралтейства (Южные Шетландские о-ва) представители рода *Fragilariopsis* постоянно присутствовали в планктоне с мая по декабрь, а *C. criophilum* наиболее обилен был в октябре-ноябре.

Заключение

Анализ материалов, полученных в результате обработки проб фитопланктона в 2002-2003 гг. и 2005 г. показал, что в водах у Аргентинских островов обнаружен 151 вид (157 вн. такс.) микроводорослей, относящихся к 8 отделам. Ведущее место по числу видов – 95 (101 вн. такс.) занимали *Bacillariphyta*, *Dinophyta* было значительно меньше (34), а остальные отделы были представлены 1-8 видами. На протяжении года прослеживалась сезонная смена доминирующих по численности и биомассе видов и групп микроводорослей, в связи с чем значительно варьировали не только количественные показатели развития фитопланктона, но и общее количество встреченных в каждой пробе

видов, средние объемы клеток, индексы УБР, вклад размерных групп в суммарный фитопланктон.

Осенью и в начале зимы (март-июль), когда вегетация фитопланктона постепенно угасает в связи с понижением температуры воды и общей освещенности или ее отсутствием полярной зимой, получены наиболее низкие количественные показатели фитопланктона, которые соответствуют олиготрофному уровню, т.е. фитоцен находился в состоянии осенне-зимней депрессии. За этот период не выявлено увеличения числа клеток какого-либо вида или группы водорослей, а распределение суммарного фитопланктона на всей исследованной акватории характеризовалось однородностью количественных показателей и видового состава. Лишь при затоке к архипелагу более теплых и соленых вод из открытых районов Моря Беллинсгаузена в планктоне обнаруживались сравнительно крупные, типично океанические виды диатомовых водорослей, что приводило к некоторому повышению биомассы суммарного фитопланктона в локальных зонах по сравнению с фоновыми значениями. В водах у Аргентинских островов в осенне-зимний сезон численность фитопланктона складывалась в основном за счет нанопланктонных клеток (мелкие флагелляты, представители рода *Fragilariopsis*), а биомассу составляли немногочисленные, но крупные диатомовые *Corethron criophilum*, *Odontella* spp., *Thalassiothrix antarctica.*

В весенне-летний сезон выявлено три пика вегетации клеток фитопланктона, значительно различающихся по количественным показателям, видовой и размерной структуре. Первый пик обусловлен «цветением» в октябре мелких колониальных клеток из рода *Phaeocystis*, второй, меньший по значению, в ноябре за счет массового развития средних и сравнительно крупных клеток диатомовых *Fragilariopsis* spp., *Achnanthes brevipes* и *C. criophilum*. Третий пик прослеживался в середине января как результат «цветения» флагеллят из родов *Cryptomonas*, *Pyramimonas* и мелких жгутиковых. Как правило, интенсивное развитие этих микроводорослей в весенне-летний период, приводящее к «цветению», наблюдалось на протяжении двух недель, а количественные показатели суммарного фитопланктона соответствовали эвтрофному уровню.

Выявленные три пика массовой вегетации фитопланктона в водах у Аргентинских островов четко соответствуют I-III стадиям весенне-летней сукцессии, что подтверждает основные положения теории Р. Маргалефа (Margalef, 1958).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Национального антарктического научного центра Министерства образования и науки Украины.

Авторы благодарят весь состав 7-й и 10-й Украинских антарктических экспедиций за помощь в сборе материала.

L.V. Kuzmenko, S.M. Ignatyev

A.O. Kovalevskiy Institute of Biology of the Southern Seas,
National Academy of Sciences Ukraine,
2, Nakhimova St. 99053 Sevastopol, Ukraine

SPECIES DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON IN THE WATERS
OF ARGENTINE ISLANDS (ANTARCTIC)

Results of studies of species diversity of phytoplankton are presented for the waters of Argentine islands. Water samples were collected during 7th (2002-2003) and 10th (autumn 2005) Ukrainian antarctic expeditions. Seasonal variations in the community species composition have been described; the dominant species and taxa, and the time periods of their vegetation were identified for the first time in the waters of Argentine islands. A total of 151 microalgal species (157 taxa, including subspecies and varieties) were recorded, which represented 8 taxonomic divisions. *Bacillariophyta* (95 spp., 101 taxa) and *Dinophyta* (34 spp.) were the most species-rich divisions while the others were represented by 1 to 8 taxa only. The highest species diversity was registered in spring and early summer. Three main peaks of the phytoplankton abundance occurred annually during the spring-summer period, corresponding with population maxima of *Phaeocystis pouchetii* (*Chrysophyta*) in October, the diatom genera *Fragilariopsis*, *Achnanthes* and *Corethron* in November and early December, and a bloom of *Cryptomonas* sp., *Pyramimonas* sp. and other small flagellates in the middle January. Changes in the list of the dominant species, their abundance and size distribution were in accordance with the I to III stages of the spring-summer succession. In autumn and early polar winter when the vegetation was extinct, phytoplankton abundance and species diversity were low.

K e y w o r d s : phytoplankton, species diversity, abundance, biomass, Argentine islands, Antarctic.

Зернова В.В. Видовая структура фитоцена Южного океана // Антарктика. – М.: Наука, 1990. – Вып. 29. – С. 128-146.

Зернова В.В. О флористическом районировании Южного океана Антарктика. – М.: Наука, 1993. – Вып. 32. – С. 141-150.

Зернова В.В. Фитопланктон Южного океана. – М.: Море, 2005. – 208 с.

Зернова В.В., Доманов М.М. Сезонные изменения диатомового планктона в заливе Адмиралтейства (о. Кинг-Джордж, Южные Шетландские острова) // Антарктика. – М.: Наука, 1993. – Вып. 31. – С. 159-166.

Иванов А.И. Особенности фитопланктона антарктических вод в районе промысла флотилии «Слава» в 1957-1958 гг. // Информ. бюл. сов. антарк. эксп. – Л.: Морск. транспорт, 1959. – Вып. 10. – С. 29-32.

Иванов А.И., Миничева Г.Г. Планктонные и бентосные водоросли района Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» // Бюл. УАЦ. – 1998. – Вып. 2. – С. 198-203.

Козлова О.Г. Диатомовые водоросли Индийского и Тихоокеанского секторов Антарктики. – М.: Наука, 1964. – 167 с.

Кузьменко Л.В. Фитопланктон западной части пролива Брансфилда // Укр. антаркт. журн. – 2004. – № 2. – С. 125-137.

Кузьменко Л.В., Игнатьев С.М. Сезонная изменчивость видового состава и количественного развития фитопланктона в районе антарктической станции «Академик Вернадский» // Наукові дослідження в Антарктиці: ІІІ Міжнар. конф. (Київ, 29 травня – 2 червня 2006 р.). – К., 2006. – С. 133.

Микаэлян А.С., Георгиева Л.В., Сеничкина Л.Г. Структура фитопланктонных сообществ Атлантического сектора Антарктики // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 116-124.

Мовчан О.А. Состав и распределение фитопланктона в море Скотия и прилежащих водах в марте-апреле 1970 г. // Тр. ВНИРО. – 1973. – **84**, вып. 4. – С. 55-62.

Разнообразие водорослей Украины / Ред. С.П. Вассер, П.М. Царенко // Альгология. – 2000. – **10**, № 4. – 309 с.

Ратькова Т.Н. Сезонные изменения размерного состава антарктического фитопланктона // Пелагические экосистемы Южного океана. – М.: Наука, 1993. – С. 197-203.

Рябушко Л.И. Микроводоросли бентоса украинского сектора Антарктики // Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – С. 129-146.

Савич М.С., Маштакова Г.П. Закономерности развития фитопланктона в районе моря Содружества // Антарктический криль. Особенности распределения и среда. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. – С. 26-34.

Санина Л.В. Качественный состав и количественное распределение фитопланктонга в море Скотия и прилежащих к нему районах в январе-марте 1965 г. // Тр. ВНИРО. – 1973. – **84**, вып. 4. – С. 41-54.

Семенова С.Н. Сукцессия фитоцена некоторых районов Атлантической части Южного океана в январе-апреле 1981 г. Комплексное изучение биопродуктивности вод Южного океана // Тр. ИОАН, 1985. – **2**. – С. 111-134.

Семина Г.И., Голикова Г.С., Нагаева Г.А. Фитопланктон южной части Атлантического океана в ноябре-декабре 1971 г. Океанический фитопланктон и первичная продукция. – Там же. – 1982. – **114**. – С. 5-19.

Сеничкина Л.Г. К методике вычисления объема клеток фитопланктона // Гидробиол. журн. – 1978. – **14**, № 5. – С. 102-105.

Сеничкина Л.Г. Вычисление объемов клеток диатомовых водорослей с использованием коэффициента объемной полноты // Там же. – 1986. – **22**, № 1. – С. 56-59.

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.

Серегин С.А., Кузьменко Л.Г., Сысоев А.А., Гаврилова Н.А. Микропланктон западной части пролива Брансфилда: структура численности и биомассы осенью 2002 г. // Морск. экол. журн. – 2005. – **4**, № 2. – С. 68-81.

Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы комплексной оценки распределения морского фитопланктона. – М.: Наука, 1983. – С. 97-105.

Balech E. Segunda contribucion al conocimiento del microplancton del Mar de Bellingsgausen // Conttrib. del Inst. Antarct. (Argentino, Buenos-Aires). – 1973. – N 107. – P. 1-63.

Balech E., El-Sayed S.Z. Microplankton of the Weddell Sea // Biology of the antarctic seas. II: Antarc. Res. – 1965. – Ser. 5. – P. 107-124.

Bidigare R.R., Iriarte J.L., Kang S.-H. et al. Phytoplankton: quantitative and qualitative assessments. Found. Ecolog. Res. west of the Antarctic Peninsula // Antarct. Res. Ser. – 2001. – **70**. – P. 173-198.

Hart T.J. On the phytoplankton of the south-west Atlantic and the Bellinsghausen Sea, 1929-1931 // Discov. Rept. – 1934. – **8**. – P. 268.

Hasle G.R. An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean // Hvalradets Skr. – 1969. – N 52. – P. 167.

Hasle G.R., Heimdal B.R. Morphology and distribution of the marine centric diatom *Thalassiosira antarctica* Comber // J. Roy. Microscop. Soc. – 1967. – **88**. – P. 357-369.

Hirano M. Freshwater algae from Skarvsnes, near Syowa station, Antarctica // Mem. Natl. Inst. Polar Res., Ser. E. – 1983. – N 35. – P. 1-31.

Hustedt F. Diatomeen aus Antarctis und dem Südatlantic // Deutsch. Antarkt. Exp. 1938/39. Wiss. Erg. – 1958. – Bd. 2, Lief. 3. – S. 103-188.

Identifying Marine Phytoplankton // Ed. C.R. Tomas. – San-Diego etc.: Acad. Press, 1997. – 858 p.

Karsten G. Das Phytoplancton des Antarktischen Meeres nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1889-1899 // Deutsch. Tiefsee-Exp. 1898/1899. – 1905. – **2**, N 2. – S. 1-136.

Kopczynska E.E. Periodicity and composition of summer phytoplankton in Ezcurro Inlet, Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands // Pol. Polar Res. – 1981. – **2**, N 3/4. – P. 55-77.

Kopczynska E.E. Annual study of phytoplankton in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica // Ibid. – 1996. – **17**, N 3/4. – P. 151-164.

Kopczynska E.E., Ligowski R. Phytoplankton abundance and distribution in the southern Drake Passage and the Bransfield Strait in February-March 1981 (BIOMASS-FIBEX) // Ibid. – 1982. – **3**, N 4. – P. 193-202.

Kopczynska E.E., Ligowski R. Phytoplankton composition and biomass distribution in the Drake Passage, the Bransfield Strait and the adjacent waters of the Weddell Sea in December 1983-January 1984 (BIOMASS-FIBEX) // Ibid. – 1985. – **6**, N 1/2. – P. 65-77.

Krebs W.W. Ecology and preservation of neritic marine diatoms. – Los Angeles: Univ. Cal., 1970. – 217 p.

Mangin L. Phytoplankton de l'Antarctique. Deoxieme Exped. Antarctique Francaise (1908-1910). – Paris, 1915. – 95 p.

Manguin E. Les diatomées de la Terre Adelie: Campagne du "Commandant Charcot", 1949-1950 // Ann. Sci. Nat. Bot. – 1960. – **12**. – P. 223-263.

Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton // Perspectives in marine biology. – Los Angels: Univ. Calif., 1958. – P. 323-349.

Priddle J., Fryxell G. Handbook of the common plankton diatoms of the Southern Ocean: Centrales except the genus *Thalassiosira* // Brit. Antarct. Surv. – Cambridge: Univ. Press, 1985. – 159 p.

Rodriguez J., Jiménez-Gomez F., Blanco J.M. et al. Physical gradients and spatial variability of the size structure and composition of phytoplankton in the Gerlache Strait (Antarctica) // Deep-Sea Res. Pt II. – 2002. – **49**. – P. 693-706.

Rodriguez F., Varela M., Zapata M. Phytoplankton assemblages in the Gerlache and Bransfield Straits (Antarctic Peninsula) determined by light microscopy and CHEMTAX analysis of HPLC pigment data // Ibid. – 2000. – **49**. – P. 723-747.

Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. – Illinois: Press-Urbana, 1949. – 117 p.

Sournia A., Grall J-R., Jacques G. Diatomées et Dinoflagellés d'ure coupe meridienne dans le sud de l'ocean Indien: Campagne "Antiprod I" du Marion-Dufresne, Mars 1977 // Bot. Mar. – 1979. – **22**. – P. 183-198.

Varela M., Fernandez E., Serret P. et al. Size-fractionated phytoplankton biomass and primary production in the Gerlache and south Bransfield Straits (Antarctic Peninsula) in Austral summer 1995-1996 // Deep-Sea Res. Pt II. – 2002. – **49**. – P. 749-768.

Получена 27.02.07

Подписала в печать Л.А. Сиренко