

ПРОВ 2010

ПРОВ. 1979

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

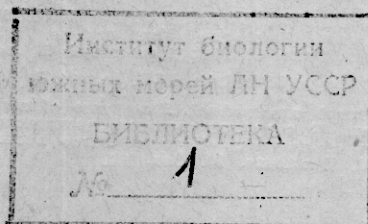
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 49

ЭКОСИСТЕМЫ ПЕЛАГИАЛИ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И МОРЕЙ
СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО БАССЕЙНА



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

**SOME PECULIARITIES OF PHYTOPLANKTON DEVELOPMENT
IN THE MEDITERRANEAN BASIN SEAS
AND SOUTHERN ATLANTIC**

Summary

Data on composition and distribution of main groups of phytoplankton in the Mediterranean basin seas (the Black, Ionian, Sardinian seas) and in the Southern Atlantic were obtained on the basis of organisms calculations in the «living» drop. In a series of the studied seas the phytoplankton amount changed from 113.3 mill. cell/m³, 315.5 mg/m³ in the Black Sea to 26.4 mill. cell/m³, 14.4 mg/m³ in the Sardinian Sea. In the Atlantic Ocean region near the Strait of Gibraltar the number of phytoplankton cells was the same as in the Black Sea and biomass amounted to 50 mg/m³.

In the tropical waters the phytoplankton amount was minimum (about 10 mill. cell/m³, 2-17 mg/m³). In the south-western part of the southern circulation system the maximum (2,500 mill. cell/m³, 221.0 mg/m³) concentration of phytoplankton was registered in the zone of the Folkland and Brazil waters convergence, the minimum concentration was in the subtropical waters of the moderate zone and in waters of the Western Drift Current along the 43°30' WL section.

When analyzing the vertical structure of phytoplankton two-three depth maxima were observed in the Ionian, Sardinian Seas and in the Atlantic region near the Strait of Gibraltar and one depth maximum in the Black Sea. In the Folkland and Brazil waters and in the region of their convergence one-two maxima were found determined by thermo- and haloclines. In waters of the Western Drift Current and in subtropical waters of the moderate zone three depth maxima were observed above haloclines under conditions of full homothermia.

УДК 581.526.325(262+261)

Л. В. Георгиева

**ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ
НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО БАСЕЙНА
И АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА**

Изучение первичной продукции в морях Средиземноморского бассейна в последнее десятилетие проводилось многими исследователями. Результатом явилась полная сводка этих данных [9]. Большой фактический материал имеется также и по Атлантическому океану. Однако по району Южно-Атлантического субтропического антициклонального круговорота таких наблюдений не проводилось.

В 30-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов» измерения первичной продукции проводились по следующему маршруту: Черное — Средиземное моря — тропическая Атлантика — основной район исследований — юго-западная часть Атлантического антициклонального круговорота. Всего выполнена 81 станция. Определения проводились радиоглеродным методом [4].

Средиземноморский бассейн. Первичная продукция на поверхности определялась на 29 станциях по ходу судна, из которых на 21 станции (апрель) по пути в Атлантический океан и на восьми станциях — на обратном пути (август 1976 г.).

Величины первичной продукции в морях Средиземноморского бассейна колебались в пределах 0,4—345,7 мг·С·м⁻³·день⁻¹. Наименьшие ее значения наблюдались летом в центральной и восточной частях Средиземного моря. Значительно увеличивались показатели первичной продукции в западной половине Сардинского моря (10,9—12,5 мг·С·м⁻³) и в Гибралтарском проливе (49,7 мг·С·м⁻³·день⁻¹, таблица).

Максимальная интенсивность фотосинтеза планктона отмечалась в проливе Босфор (до $345,7 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$), а также в прибосфорской части Черного и Мраморного морей ($132,9$ и $260,5 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$ соответственно), где в это время отмечалось «цветение» воды диатомовыми и перидиниевыми водорослями. Прослеживалась тенденция постепенного уменьшения значений первичной продукции от Босфора к халистатической области Черного моря ($15,2 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$). В Мраморном море высокие уровни первичной продукции ($260,5 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$) наблюдались у входа в Мраморное море со стороны пролива Босфор и несколько снижались около пролива Дарданеллы ($51,1$ весной и $3,4 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$ летом). Более чем в два раза уменьшались ее значения в Эгейском море ($21,3 \text{ мг}$ весной и $1,5 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$).

Близкие уровни первичной продукции были получены в летне-весенний и зимний периоды для Тунисского пролива, где средняя величина продукции составляла около $10 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$ [1].

Как известно, скорость развития фитопланктона, а следовательно, и продуктивность определяются в первую очередь обеспеченностью биогенными веществами. В северо-западную часть Средиземного моря питательные элементы приносятся главным образом черноморскими трансформированными водами, поступающими сюда благодаря водообмену через проливы Босфор и Дарданеллы. Тем самым устанавливается прямая зависимость первичной продукции от степени трансформации и интенсивности проникновения сюда черноморских вод [2].

Подобное явление на продуктивность Средиземного моря оказывает также водообмен через Гибралтарский пролив. Как правило, содержание планктона падает по мере продвижения к востоку при удалении от зон влияния атлантических вод, с которыми поступает основная масса питательных элементов в этот водоём. В зависимости от степени удаления от проливов, принимая за единицу уровень первичной продукции центральной части Средиземного моря, составим ряд соотношений скорости фотосинтеза фитопланктона на локальных участках Средиземноморского бассейна: предгибралтарский район — $1:8$; Сардинское море — $1:2$; Эгейское море — $1:4$; Мраморное море — $1:31$; прибосфорский район Черного моря — $1:27$; халистатика Черного моря — $1:2$.

Из этих соотношений видно, что наиболее продуктивны районы Гибралтарского пролива и Босфора. По мере удаления от них уменьшается влияние водообмена, и уровни первичной продукции снижаются.

Атлантический океан. Величины первичной продукции измерены в весенне-летний период северного полушария и осенне-зимний южного на 52 станциях, расположенных в различных климатических поясах Атлантического океана: от Гибралтарского пролива до 46° ю. ш. Первичная продукция распределялась по всей исследованной акватории весьма неоднородно. Минимальные ее значения наблюдались в тропической зоне океана ($0,4 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$), а максимальные — у мыса Кап-Блан ($771,0 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$). Причем необходимо отметить, что по измерениям, сделанным на обратном пути в летнее время, наименьшие значения наблюдались в субтропической зоне Южного антициклонального круговорота ($0,4\text{—}3 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$). В тропической части океана по мере продвижения к африканскому побережью они увеличивались до $28 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$ (около мыса Кап-Блан). Следовательно, в оба периода исследований наибольшие уровни продукции были приурочены к району мыса Кап-Блан, что неоднократно отмечено многими авторами, особенно для зимне-весеннего времени. Высокие показатели первичной продукции для этого района ($730 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3}$) получены Ю. И. Сорокиным и Л. Б. Кляшториным [5], И. Ллойдом [8] — около $600 \text{ мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$. Более низкие величины ($10,6\text{—}$

**Первичная продукция в Атлантическом океане и Средиземном море
(апрель — август 1976 г.)**

Номер станции	Широта	Долгота	Дата	Время	Продукция, мг · С · м ⁻³ × × день ⁻¹
1	43°05'8" N	30°55'5" E	19.04	10 ч 00 мин	15,2
2	42°10'0"	29°58'5"	19.04	21 ч 30 мин	43,4
3	41°14'0"	29°08'7"	20.04	03 ч 45 мин	132,9
4	41°09'5"	29°03'9"	20.04	04 ч 20 мин	261,2
5	41°03'5"	29°02'9"	20.04	05 ч 00 мин	345,7
6	41°01'6"	29°00'0"	20.04	05 ч 20 мин	260,5
7	40°49'0"	28°01'5"	20.04	09 ч 40 мин	51,1
8	40°23'6"	26°41'5"	20.04	15 ч 30 мин	25,3
9	40°14'0"	26°28'0"	20.04	16 ч 10 мин	12,5
10	37°12'8"	24°02'8"	23.04	06 ч 00 мин	3,4
11	36°45'0"	19°00'0"	23.04	06 ч 00 мин	3,4
12	37°46'7"	16°06'5"	24.04	06 ч 10 мин	1,5
13	38°09'0"	15°37'0"	24.04	09 ч 60 мин	10,6
14	38°11'0"	15°36'9"	24.04	10 ч 00 мин	1,9
15	38°15'0"	15°39'0"	24.04	10 ч 30 мин	10,7
16	38°30'0"	11°10'5"	25.04	06 ч 20 мин	1,2
17	38°32'0"	04°24'3"	27.04	06 ч 10 мин	8,4
18	37°04'0"	00°33'8" W	28.04	06 ч 00 мин	10,9
19	36°00'9"	05°14'4"	29.04	07 ч 30 мин	25,4
20	36°40'0"	05°27'2"	29.04	08 ч 40 мин	49,7
21	35°58'1"	05°34'0"	29.04	09 ч 25 мин	43,6
22	36°05'5"	07°07'0"	29.04	05 ч 45 мин	10,0
23	20°29'0"	17°23'2"	08.05	11 ч 30 мин	324,1
24	19°58'5"	17°22'2"	08.05	14 ч 30 мин	771,0
25	19°48'5"	17°16'0"	08.05	16 ч 30 мин	303,9
26	17°12'5"	17°24'7"	09.05	06 ч 00 мин	40,8
27	04°10'0"	16°36'4"	18.05	06 ч 00 мин	2,1
28	00°32'7"	18°09'7"	19.05	05 ч 05 мин	15,1
29	02°32'0" S	19°38'7"	20.05	05 ч 05 мин	7,3
30	06°17'5"	21°54'4"	21.05	05 ч 35 мин	6,9
31	10°17'4"	23°30'6"	22.05	06 ч 00 мин	2,1
32	13°52'9"	24°54'8"	23.05	06 ч 30 мин	2,4
33	17°07'0"	27°12'1"	21.05	06 ч 20 мин	2,4
34	20°22'1"	30°02'1"	25.05	06 ч 20 мин	0,4
35	23°23'0"	32°18'0"	26.05	05 ч 00 мин	4,5
36	26°47'6"	34°50'0"	27.05	05 ч 00 мин	4,7
37	29°49'0"	37°12'4"	28.05	05 ч 15 мин	3,9
38	33°17'0"	40°10'4"	29.05	05 ч 15 мин	1,5
39	41°29'2"	46°58'0"	01.06	10 ч 30 мин	13,3
40	42°30'8"	50°08'3"	02.06	10 ч 00 мин	11,5
41	42°12'2"	53°00'5"	04.06	12 ч 00 мин	8,3
42	41°44'5"	52°38'9"	05.06	04 ч 00 мин	10,5
43	43°16'0"	54°41'3"	08.06	04 ч 00 мин	19,8
44	43°10'4"	53°31'0"	10.06	04 ч 00 мин	29,9
45	42°31'9"	54°18'4"	10.06	13 ч 00 мин	7,6
46	43°01'6"	52°58'5"	11.06	05 ч 00 мин	11,2
47	43°01'6"	52°58'5"	11.06	07 ч 22 мин	12,3
48	42°30'0"	56°31'3"	13.06	08 ч 30 мин	18,2
49	42°34'8"	55°49'3"	14.06	04 ч 30 мин	6,9
50	42°56'5"	57°22'2"	15.06	04 ч 40 мин	4,2
51	42°18'9"	58°30'3"	16.06	05 ч 30 мин	14,9
52	45°53'5"	42°44'0"	02.07	07 ч 30 мин	6,7
53	43°06'8"	44°06'0"	04.07	07 ч 30 мин	10,3
54	41°59'5"	43°50'7"	05.07	09 ч 00 мин	9,5
55	39°55'7"	43°58'8"	06.07	09 ч 00 мин	18,9
56	36°47'9"	43°29'0"	08.07	07 ч 20 мин	4,2
57	36°42'7"	43°05'9"	09.07	04 ч 45 мин	1,5
58	30°53'9"	42°50'2"	11.07	04 ч 40 мин	3,6
59	27°41'1"	42°45'6"	12.07	09 ч 00 мин	11,5
60	21°37'2"	37°21'3"	21.07	07 ч 00 мин	1,2
61	18°09'0"	35°15'0"	22.07	06 ч 50 мин	2,9
62	13°57'8"	33°52'3"	23.07	06 ч 38 мин	2,3
63	10°18'0"	32°40'0"	24.07	06 ч 20 мин	0,9

Номер станции	Широта	Долгота	Дата	Время	Продукция, $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$
64	00°29'3"	29°04'0"	26.07	12 ч 10 мин	7,3
65	03°12'0" N	27°28'0" W	27.07	12 ч 00 мин	16,0
66	07°39'8"	25°27'5"	28.07	12 ч 00 мин	4,6
67	11°41'8"	23°43'5"	29.07	12 ч 00 мин	13,9
68	15°30'1"	21°04'0"	30.07	12 ч 00 мин	9,1
69	23°19'0"	16°40'4"	02.08	12 ч 00 мин	28,5
70	26°48'2"	14°37'2"	03.08	12 ч 00 мин	3,9
71	33°33'6"	09°22'0"	05.08	12 ч 00 мин	1,6
72	36°00'0"	06°53'3"	06.08	05 ч 15 мин	6,5
73	35°52'4"	05°56'7"	07.08	23 ч 00 мин	5,8
74	36°00'0"	04°30'0"	08.08	06 ч 00 мин	12,5
75	38°48'2"	06°08'5" E	11.08	04 ч 30 мин	1,3
76	41°40'1"	11°20'2"	18.08	12 ч 00 мин	0,4
77	36°38'2"	19°05'2"	21.08	05 ч 00 мин	1,9
78	39°06'5"	25°45'0"	23.08	06 ч 00 мин	1,5
79	40°56'0"	28°54'3"	24.08	08 ч 10 мин	3,4
80	41°14'3"	29°08'8"	24.08	10 ч 20 мин	136,9

46,5 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$) отмечены Т. М. Кондратьевой и Л. С. Марковой [3].

Относительно низка первичная продукция у Канарских островов (9,1 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$) и в районе, прилегающем к северо-западной части африканского побережья (3,9 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$). Близкие уровни наблюдались и в предгибралтарском районе (6—7 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$).

Разрез от западной Африки до района основных работ (4° с. ш. — 41° ю. ш.) пересекал Северный тропический антициклональный круговорот, зону экваториальных течений, Южный тропический антициклональный круговорот, западную часть Южно-Атлантического субтропического антициклонального круговорота, отличающихся по гидрологическим характеристикам. Наибольшие уровни первичной продукции, как и ранее [6, 7], получены в экваториальной зоне подъема глубинных вод (7,3 — 16,0 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$). Далее значения первичной продукции постепенно снижались, достигая минимума (0,4 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$) южнее 10° ю. ш., то есть в зоне опускания вод Южно-Атлантического круговорота. Значительно увеличивались ее показатели в районе сороковых широт, где отмечены максимальные величины фотосинтеза — более 29 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$ для южной части Атлантического океана. В остальной части исследованной акватории они в основном составляли около 10 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$. Наименьшие уровни первичной продукции обнаружены в зоне влияния Бразильского течения (1,5 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$), несколько повышались они в водах течения Западных ветров. Высокие величины первичной продукции отмечены во фронтальной зоне — 18,9 $\text{мг} \cdot \text{С} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{день}^{-1}$.

Таким образом, проведенные исследования первичной продукции в морях Средиземноморского бассейна и в Атлантическом океане показали, что уровни первичной продукции значительно колебались. Наибольшие величины первичной продукции в открытых районах Средиземноморского бассейна были на участках непосредственно подверженных влиянию водообмена через проливы. По мере удаления от зон влияния значения первичной продукции, как правило, снижались. В Атлантическом океане наибольшая интенсивность фотосинтеза наблюдалась в районах подъема глубинных вод и во фронтальных зонах. Минимум ее значений отмечен для зоны опускания вод Южно-Атлантического антициклонального круговорота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Георгиева Л. В.* Первичная продукция в Тунисском проливе зимой 1970 г. — В кн.: *Океанографические исследования в Тунисском проливе*. Киев: Наук. думка, 1971, с. 84—88.
2. *Георгиева Л. В.* Первичная продукция в некоторых районах Средиземноморского бассейна. — В кн.: *Экспедиционные исследования в Средиземном море: 67-й рейс НИС «Академик А. Ковалевский»*. Киев: Наук. думка, 1973, с. 106—114.
3. *Кондратьева Т. М., Маркова Л. С.* Первичная продукция в поверхностном слое тропической части Атлантического океана. — В кн.: *Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море: 27-й рейс НИС «Михаил Ломоносов»*. Киев: Наук. думка, 1975, с. 149—160.
4. *Методическое пособие по определению первичной продукции органического вещества в водоемах радиоуглеродным методом*. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1960. — 27 с.
5. *Сорокин Ю. И., Кляшторин Л. Б.* Первичная продукция в Атлантическом океане. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1961, 2, с. 265—284.
6. *Чмыр В. Д.* Первичная продукция в экваториальной Атлантике и условия ее формирования. — Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 1971, вып. 37, с. 175—190.
7. *Чмыр В. Д.* Сезонная изменчивость величин первичной продукции в восточной части экваториальной Атлантики. — В кн.: *Тропическая зона Мирового океана и связанные с ней глобальные процессы*. М.: Наука, 1973, с. 104—108.
8. *Lloyd I. J.* Primary production of the coast of Northwest Africa. — *J. Cons. int. explor. mer.*, 1971, 33, № 3, p. 312—323.
9. *Sournia A.* La production primaire planctonique en Méditerranée: Essai de mise à jour. — *Bull. étud. commun. Méditerr.*, 1973, N 5, p. 1—128.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
23.03.78

L. V. Georgieva

PRIMARY PRODUCTION OF CERTAIN REGIONS OF THE MEDITERRANEAN BASIN AND ATLANTIC OCEAN

Summary

Primary production was measured on the surface of certain regions of the Mediterranean basin and Atlantic Ocean. The values of the production varied within three orders. They were the least in the open regions of the Mediterranean Sea and in the sinking zone of the South Atlantic anticyclonic circulation waters. High levels of photosynthesis in the Mediterranean Sea were observed in the regions affected by the Straits of Gibraltar and Bosphorus and in the Atlantic Ocean in the upwelling and frontal zones.

УДК 581.526.325.577.475

Д. К. Крупаткина, Л. В. Кузьменко

СРАВНЕНИЕ ТРЕХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Величину первичной продукции измеряют разными модификациями радиоуглеродного метода — *in situ*, имитацией световых условий в море с помощью нейтральных светофильтров и по схеме Сорокина [2]. Последняя показала хорошее совпадение с данными, полученными *in situ* [6], и является наиболее распространенной. Хлорофильный метод [4, 7] используется значительно реже, поскольку является расчетным методом, в котором результаты получают не прямым измерением продукции, как в радиоуглеродном, а косвенно — на основании измерения максимального ассимиляционного числа (а.г.) и концентрации хлорофилла.