

ПРОВ 68

ПРОВ 1580

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

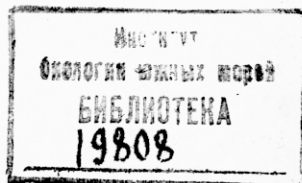
СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

ТРУДЫ
СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ
СТАНЦИИ

Том IX



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА. 1957

Н. В. МОРОЗОВА-ВОДЯНИЦКАЯ | и Е. В. БЕЛОГОРСКАЯ

О ЗНАЧЕНИИ КОККОЛИТОФОРИД И ОСОБЕННО ПОНТОСФЕРЫ
В ПЛАНКТОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

При изучении вопроса о динамике биогенных элементов в Черном море одной из существенных задач является выяснение режима кальция. Кальций входит в состав всех представителей животного и растительного населения моря, однако одним из наиболее энергичных накопителей кальция в живой клетке, путем усвоения кальция, растворенного в морской воде, является одна из групп жгутиконосных планктонных водорослей, именно кокколитофориды (*Coccolithophoridae*, *Coccolithineae*).

Все представители кокколитофорид относятся к наннопланктону, размеры их обычно не превышают 30 μ , многие измеряются 2—3 микронами, а большинство 6—8 микронами; биомасса одной клетки измеряется двумя-тремя десятиллионными долями миллиграмма.

Клетка кокколитофорид покрыта известковым панцирем из отдельных щитков-кокколитов, форма, размер и число которых чрезвычайно варьируют. Кокколиты почти на 100% состоят из соединений кальция. Их накопление на дне морей имеет большое значение в образовании осадочных пород.

Присутствие в планктоне большого количества кокколитофорид считается обычно характерным для морей и океанов в области низких широт: субтропиков и тропиков (Lohmann, 1920; Харвей, 1948; Harvey, 1950). Массовое развитие кокколитофорид зарегистрировано в Средиземном и Адриатическом морях (Bernard et Fage, 1936).

В отношении горизонтального распределения в экологически различных областях моря кокколитофориды обычно противопоставлялись диатомовым водорослям, а именно: обилие диатомовых характерно для прибрежных районов моря (неритическая область), тогда как массовое развитие кокколитофорид считалось характерным для открытых вод морей и океанов (океаническая, пелагическая область).

До 1947 г. считалось, что кокколитофориды в Черном море отсутствуют. Л. А. Зенкевич (1947) даже указывает, что отличительной чертой черноморского планктона от средиземноморского является выпадение из первого группы кокколитин.

Первые упоминания о наличии в черноморском планктоне представителей *Coccolithophoridae* имеются в работе П. И. Усачева (1947), без указания систематического состава и численности их в Черном море. В работе Н. В. Морозовой-Водяницкой (1948) приводится уже 12 видов этой систематической группы. Однако кокколитофориды считались случайными

и немногочисленными пришельцами, проникающими из Средиземного моря в Черное и не находящими в последнем достаточно подходящих для себя условий.

Впервые примененный нами в 1949 г. метод количественной обработки живых проб (до фиксации и осаждения) позволил обнаружить в планктоне Черного моря огромные количества очень мелких растительных организмов, в том числе кокколитофорид.

Целый ряд мелких жгутиковых, составляющих наннопланктон, при обработке фиксированных проб оставался количественно неучтенным, но значение их в продуктивности моря и, в частности, в питании зоопланктона оказалось очень велико.

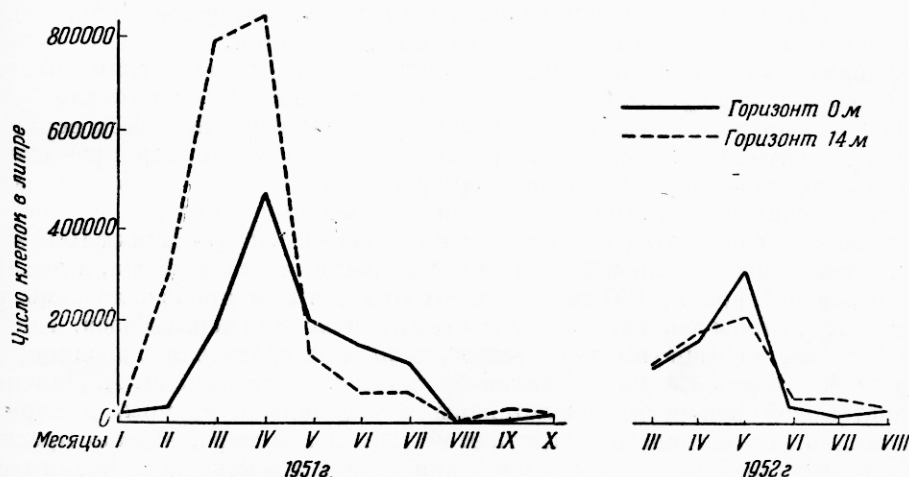


Рис. 1. Максимальная численность *Pontosphaera Huxleyi* в Севастопольской бухте в воде до фиксации

Экспедиционные исследования, проводимые Севастопольской биологической станцией в различных частях Черного моря за последние годы, а также наши стационарные наблюдения над сезонными и многолетними колебаниями численности массовых форм фитопланктона в районе Севастопольской бухты, позволили получить совершенно новые данные о роли кокколитофорид в Черном море.

В районе Севастопольской бухты кокколитофорид, в основном понтоферу [*Pontosphaera Huxleyi* (Lohmann, 1902)] в 1950—1951 гг. находили в течение всего года, причем летом, осенью и зимой в количестве десятков тысяч особей в литре, а с конца февраля по май — до 850 000 в литре. В 1952 г. количество понтоферы в Севастопольской бухте было значительно меньше и максимум развития наблюдался несколько позже, чем в 1951 г. Как массовая форма планктона понтофера в 1952 г. была обнаружена только весной в количестве, не превышающем 320 000 в литре, летом численность ее была низкая, а осенью и зимой она вообще не встречалась (рис. 1).

Интенсивное развитие понтоферы в весенние месяцы по времени совпадает с «цветением» вблизи берегов в Севастопольской бухте и в прибрежных участках открытого моря весенних диатомей: в марте — апреле — *Skeletonema costatum*, в мае — *Chaetoceros socialis*.

Изучение открытых вод Черного моря значительно дополнило наши сведения о распределении, численности и биомассе наннопланктона

в открытых частях моря, что несколько изменило существовавшее до настоящего времени представление о фитогеографической характеристике фитопланктона Черного моря.

В открытом море кокколитофорид находили с февраля по октябрь; для прочих месяцев данных еще не имеется.

Массовое развитие их, в основном *Pontosphaera Huxleyi*, в открытом море наблюдалось в то же время года, что и в районе Севастопольской бухты, а именно — в марте, апреле и мае.

В восточной половине Черного моря начало массового развития понтосферы в открытых частях моря наблюдалось уже в первой декаде февраля. На суточной станции 7—9 февраля 1951 г. в 120 милях от берега на линии Ялта — Батуми (ст. 3) нам удалось наблюдать постепенное нарастание численности понтосферы на протяжении двух суток.

В начале суточной станции понтосферы насчитывались сотнями клеток в литре, а к концу вторых суток количество особей достигало уже 130 тысяч в литре, причем богатое развитие их наблюдалось во всех верхних слоях до глубины 75 м. Численность понтосфер 9 февраля превышала общую численность всех прочих форм фитопланктона почти в три раза. Нами подсчитано, что на протяжении 30 часов количество понтосфер в отдельных горизонтах увеличилось в 130 раз. Для получения от 1000 клеток, отмеченных нами в 1 час ночи 8 февраля, через 30 часов, а именно в 7 часов 9 февраля, 130 тысяч, необходимо, чтобы произошло семь делений, т. е. чтобы деление каждой клетки происходило через 4 часа. Такой, казалось бы, необычно высокий темп деления клеток отмечался неоднократно в лаборатории Севастопольской биологической станции Л. А. Ланской у диатомовой водоросли скелетонемы в условиях культуры, в период максимального весеннего расцвета этой диатомеи в море. Можно предполагать, что такой же скоростью деления обладает в некоторое время года и понтосфера и что нам посчастливилось во время суточной станции, проведенной в феврале, уловить самое начало весеннего расцвета кокколитофорид в открытом море.

На основании наших наблюдений с 1948 по 1953 г. мы сделали попытку представить приближенную картину годовых изменений численности понтосферы в открытых частях моря. Наши данные за этот период относятся к различным районам моря, поэтому они дают только самую общую картину годового колебания численности понтосферы в открытых частях моря.

В марте 1949 и в апреле 1950 г., по наблюдениям на пятидесяти-мильных разрезах против Сухуми, понтосфера была зарегистрирована нами в открытых частях моря в количестве до 200 тысяч особей в литре. Массовое развитие понтосфер наблюдалось в тот же весенний период года и против Южного берега Крыма: в марте 1951 г. в 10 милях от мыса Айя было зарегистрировано 520 тысяч клеток в литре. В апреле 1952 г. численность понтосферы против берегов Крыма достигала до 800 тысяч клеток в литре, а у берегов Северного Кавказа — свыше миллиона.

В мае 1950 г. понтосфера в большом количестве (до 350 тысяч особей в литре) была обнаружена по разрезу Ялта — открытое море, а в июне по тому же разрезу в 50 милях от Ялты мы насчитывали до миллиона клеток в литре.

В августе 1951 г. развитие кокколитофорид в центральной части Черного моря, по разрезам от мыса Херсонес и от мыса Сарыч было сравнительно невелико, численность их колебалась в пределах от 5 до 10 тысяч, изредка до 20 тысяч в литре. Максимальная численность (45 тысяч) отмечена в открытом море в 80 милях от берега на глубине 10 м.

Максимальная численность *Pontosphaera Huxleyi*, наблюдавшаяся в открытом море с 1948 по 1951 г.

(число клеток в литре)

Районы	Восточная половина моря	Центральная часть моря					
Месяцы	Годы						
	1951	1951	1952	1950	1950	1951	1948
Февраль . . .	130000	520000	1160000	350000	1000000		
Март							
Апрель							
Май							
Июнь							
Июль			Д а н н ы х н е т				
Август						45000	
Сентябрь . . .							475

В сентябре 1948 г. понтосфера встречена была в открытом море в 97 милях к югу от мыса Херсонес, где наибольшее количество понтосфер мы наблюдали в слое температурного скачка.

Несмотря на разрозненность приводимых данных численности *Pontosphaera Huxleyi*, все же можно считать, что весна является наиболее благоприятным периодом для развития понтосферы в условиях Черного моря, как в открытых его частях, так и в прибрежных районах. Максимальное ее развитие наблюдается в марте — апреле.

В апреле 1952 г. нам удалось проследить количественное распределение понтосферы почти по всему Черному морю в период ее, по-видимому, наибольшего весеннего развития.

В центральной части моря, против берегов Крыма, в восточной части — против Новороссийска и в западной части — от мыса Тарханкут до Одессы и Дуная понтосфера была обнаружена повсеместно, по всем разрезам, от прибрежных до удаленных от берегов участков, от поверхности моря до предельной обследованной нами глубины — 175 м.

Количество понтосферы определялось десятками или сотнями тысяч, иногда до миллиона в литре. Максимальная численность обычно наблюдалась в верхних слоях от 0 до 50 м, постепенно уменьшаясь с увеличением глубины, но в некоторых участках моря количество ее на глубине 125—150 м было еще значительно.

В горизонтальном распределении численности понтосферы весной 1952 г. была отмечена следующая закономерность: по всем разрезам наибольшая численность (сотни тысяч в литре) наблюдалась вблизи берегов, в неритической области, простирающейся против Крыма и Северного Кавказа весной до 20 миль от берега. В этой зоне кокколитофориды составляли основную часть фитопланктона, именно до 92% от общей численности, а по биомассе — 53% от общей биомассы фитопланктона.

По мере удаления от берега численность обычно постепенно уменьшается: у берега мы насчитывали сотни тысяч клеток в литре, вдали от берега — десятки тысяч. По численности понтосфера в открытом море составляла 73%, а по биомассе всего 10% от общего количества фитопланктона. Исключение представляет западная половина Черного моря, где численность понтосферы по мере удаления от берега (от мыса Тарханкут на юго-запад) не уменьшается, а, напротив, возрастает. Подобная же картина гори-

зонтального распределения отмечена и в районе Днестровского лимана и устья Дуная, где вблизи берега понтосферы насчитывались десятками тысяч, а в открытых частях западной половины Черного моря — сотнями тысяч.

Вертикальное распределение численности понтосфер в верхних слоях 0—50 м на большинстве станций, удаленных от берега, более равномерно, чем вблизи берегов. В прибрежных участках основная масса понтосфер сосредоточена в более тонком верхнем слое 0—25 м, чем вдали от берегов, где слой, богатый кокколитофоридами, занимает глубины 0—50 м и где резкое уменьшение численности отмечено только на глубине 75 м.

Вес одной клетки понтосферы очень мал вследствие ее небольших размеров; биомасса одной особи определяется десятиллионными долями миллиграмма, тем не менее когда понтосферы насчитывались в литре сотнями тысяч, биомасса ее достигала значительных величин и при максимальной численности 1 166 000 составляла 290 мг/м³.

По величине продукции понтосфера также занимает заметное место среди прочих фитопланктонных организмов: по нашим наблюдениям и расчетам по определению продукции отдельных видов фитопланктона на суточных станциях и в культурах, величина продукции, вообще говоря, обратно пропорциональна объему клетки данного вида; для кокколитофорид отношение продукции к биомассе, или коэффициент П/Б, определяется ориентировочно величиной 2,5.

Таким образом, понтосфера должна быть отнесена к числу массовых форм фитопланктона Черного моря, широко распространенных по всему морю как в открытых его частях, так и вблизи берегов.

Ломан (Lohmann, 1902), впервые описавший *Pontosphaera Huxleyi* как новый для науки вид, приводит для Атлантического океана максимальную численность понтосфер — 20 000 особей в литре, что значительно уступает численности понтосфер в Черном море.

Полученные нами за последние четыре года новые данные по систематическому составу фитопланктона Черного моря доводят число видов кокколитофорид до 18 (см. прилагаемый список).

ВИДОВОЙ СОСТАВ COCCOLITHOPHORIDAE ЧЕРНОГО МОРЯ

(см. рис. 2)

1. *Pontosphaera Huxleyi* Lohm.
2. *Pontosphaera Haeckelli* Lohm.
3. *Pontosphaera Hartmanni* Lohm.
4. *Pontosphaera Bigelowi* Gran et Braarud.
5. *Pontosphaera nigra* Schill.
6. *Syracosphaera cordiformis* Schill.
7. *Syracosphaera dentata* Lohm.
8. *Syracosphaera Molischi* Schill.
9. *Syracosphaera pulchra* Lohm.
10. *Syracosphaera* sp. Lohm.
11. *Rhabdosphaera styliifer* Lohm.
12. *Rhabdosphaera longistylis* Schill.
13. *Lohmannosphaera subclausa* Gran et Braarud.
14. *Calyptrorphaera oblonga* Lohm.
15. *Calyptrorphaera incisa* Schill.
16. *Acanthoica acanthos* Schill.
17. *Acanthoica aculeata* Kampt.
18. *Acanthoica quattrosipina* Lohm.

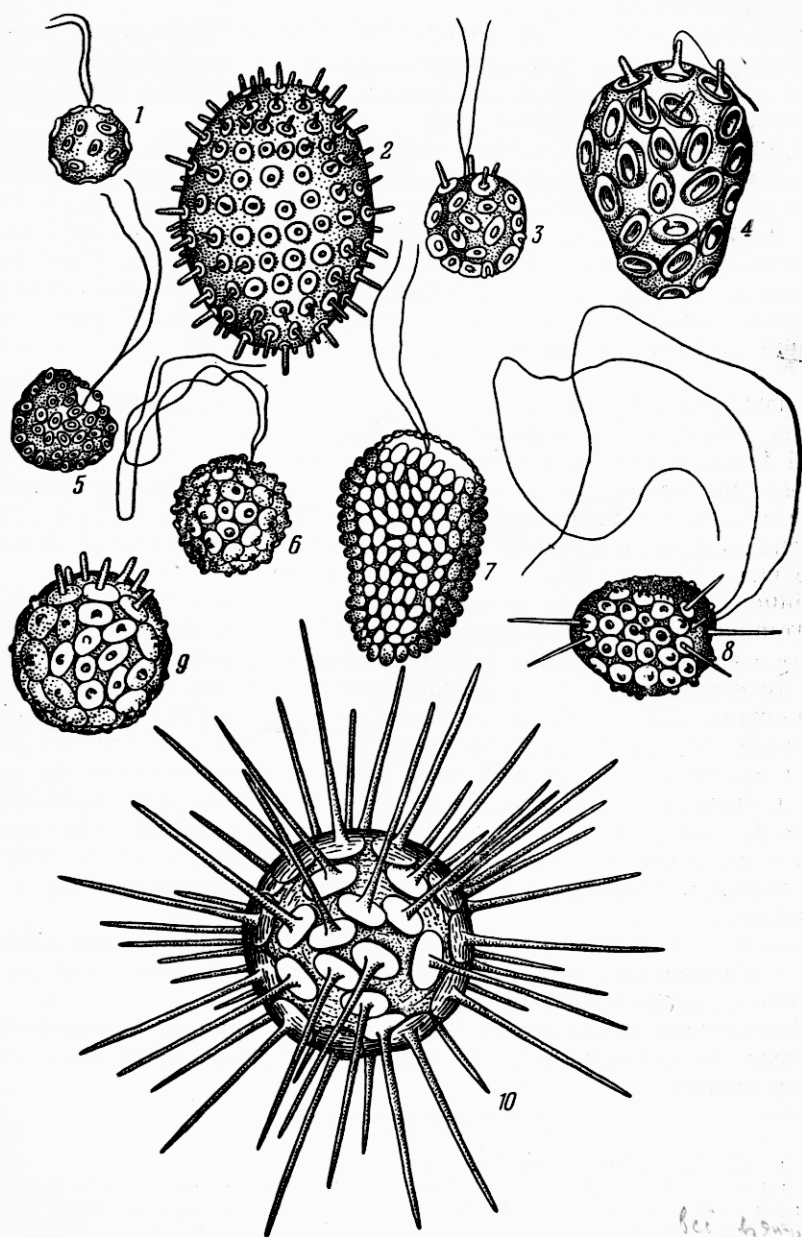


Рис. 2. Некоторые виды черноморских кокколитофорид.

1 — *Pontosphaera Huxleyi* Lohm.; 2 — *Pontosphaera nigra* Schill.; 3 — *Syracosphaera Molischii* Schill.; 4 — *Syracosphaera pulchra* Lohm.; 5 — *Syracosphaera cordiformis* Schill.; 6 — *Acanthoica acanthos* Schill.; 7 — *Calyptrorpha oblonga* Lohm.; 8 — *Acanthoica quattrosina* Lohm.; 9 — *Acanthoica aculeata* Kampt.; 10 — *Rhabdosphaera longistylis* Schill.

А. Н. Мухоморов, 1930
 Слов. речник, - без см. 2*
 Вино

В результате полученных в 1949—1952 гг. данных мы пришли к следующим положениям:

1. Географический ареал распространения и массового развития кокколитофорид шире, чем предполагалось до настоящего времени. Район их массового развития охватывает такие умеренные моря средних широт, как, например, Черное море.

2. Кокколитофориды, в частности понтосфера, наблюдаются в Черном море круглый год, но массового развития достигают весной. Понтосфера в Черном море встречается повсеместно и в открытом море (в океанической области) и вблизи берегов (в неритической области), но большей частью численность ее уменьшается от берега к открытому морю. Наибольшие количества понтосфер — 800 и 1 160 тысяч особей в литре — наблюдались в прибрежной полосе восточной и в центральной частях Черного моря; в западной и северо-западной частях моря численность понтосферы была меньше.

3. В развитии понтосфер, так же как и в развитии других форм фитопланктона, наблюдаются годовые колебания. В 1951 г. в районе Севастопольской бухты понтосфера наблюдалась в заметном количестве в течение всего года (насчитывалась десятками тысяч в литре), при максимальном развитии в апреле численность ее достигала 850 тысяч, тогда как в 1952 г. понтосфера встречалась только в весеннее время года и при весеннем максимуме едва достигала 200 тысяч особей в литре.

4. Биомасса понтосферы вследствие мелких размеров клетки (6—8 μ) незначительна, но при большем развитии заметно повышает величину биомассы всего фитопланктона: при численности понтосферы 850 тысяч в литре (отмеченной в районе Севастопольской бухты) она дает биомассу фитопланктона 212 мг/м³, а при численности 1 166 000 (отмеченной в восточной половине Черного моря) — 290 мг/м³. Кокколитофориды наряду с многочисленными в Черном море мелкими бесцветными жгутиковыми и, возможно, бактериями входят в состав пищи зоопланктонных организмов, которые при изучении вопросов питания зоопланктона Черного моря ранее не учитывались. Весной, в период массового развития кокколитофорид, понтосфера может составлять значительную часть пищи зоопланктона.

5. Развитие кокколитофорид в таких больших количествах дает основание предполагать, что им может принадлежать значительная роль в динамике кальция в Черном море.

6. Присутствие в планктоне Черного моря группы кокколитофорид приближает Черное море к Средиземному и к умеренному поясу Атлантического океана.

ЛИТЕРАТУРА

- Зернов С. А. Общая гидробиология, 1949.
 Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря, ч. I, 1947.
 Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря, ч. 1. Тр. Севаст. биол. ст., 1948, т. VI.
 Усачев П. И. Общая характеристика фитопланктона морей СССР. Усп. совр. биол., 1947 т. XXIII, вып. 2.
 Харвей Х. В. Современные успехи химии и биологии моря. 1948.
 Bernard F. Coccolithophoridés nouveaux un peu connus observés à Monaco en 1938. Arch. Zool. Exp. et Gén., 1939—1942, t. 81, p. 33—34.
 Bernard F. et Fage L. Recherches quantitatives sur le plancton méditerranée. Bull. Inst. Océanogr., 1936, № 701.
 Deflandre G. 1952. Classe des coccolithophorides. Traité de Zoologie, t. I, p. 439—470. Paris.
 Harvey H. W. On the production of living matter in the sea of Plymouth. Journ. Mar. Biol. Assoc., 1950, vol. 29, No. 1.

- K a m p t h e r E. Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien. Ann. Naturhist., Mus. Wien, 1941, Bd. 51, S. 54—149.
- L o h m a n n H. Die Coccolithophoridae. Arch. f. Protist., 1902, vol. I, S. 89—165.
- L o h m a n n H. Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton. J. Arch. f. Biontolog, 1920, Bd. 4, H. 3.
- L e c a l S c h l a u d e r J. Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophorides nord-africains (These, Paris), 1951, Paris, Ann. Inst. Océan., 26, p. 255—362.
- S c h i l l e r J. Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres. Arch. f. Protist., 1925, Bd. 51, S. 1—130.
- S c h i l l e r J. Coccolithineae. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 1930, Bd. 10, S. 89—267 (Leipzig).
-