

ПРОВ 98

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

ПРОВ 2010

ЛРБ. 1980

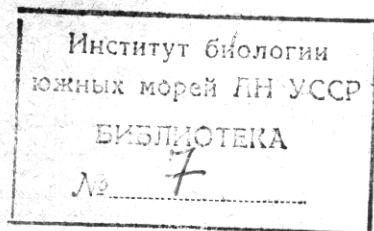
# БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

*Выпуск 47*

ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА  
И ЮЖНЫХ МОРЕЙ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1978

Располагая средними значениями суточных скоростей азотфиксации для 3 станций, расположенных в различных районах моря, мы попытались рассчитать годовые размеры фиксации азота в слое 0—10 см на площади 1 км<sup>2</sup>. Азотфиксация, вычисленная на основании прямых измерений (а также с поправкой на недоучтенную гетеротрофную азотфиксацию), составила для Севастопольской бухты 35 (42), для ст. 5 в районе шельфа 27 (33) и для ст. 8 в глубоководном районе 18 (22) кг N на 1 км<sup>2</sup> в год (см. таблицу).

Используя коэффициент 6,25, мы получили предварительные значения продукции микробного белка, синтезируемого за счет мобилизованного в процессе азотфиксации молекулярного азота, которые для слоя 0—10 см составили в Севастопольской бухте 217 (264), на станции в районе шельфа 169 (205) и на станции в глубоководном районе 112 (136) кг микробного белка на 1 км<sup>2</sup> в год.

Ориентируясь на полученные цифры, можно ожидать, что фиксация азота в приповерхностном слое всего Черного моря будет характеризоваться значениями, близкими к 10 тыс. т N в год, а продукция микробного белка за счет фиксации свободного азота — к 60 тыс. т в год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю. П. Морская нейстонология. К., «Наук. думка», 1970. 264 с.
2. Закутский В. П. Распределение организмов бентогипонейстона в южных морях СССР.— IV Межвуз. зоогеограф. конф. Одесса, 1966, с. 100—101.
3. Пшенин Л. Н. Биология морских азотфиксаторов. К., «Наук. думка», 1966. 266 с.
4. Пшенин Л. Н. Интенсивность процесса азотфиксации в приповерхностных водах Черного моря.— Материалы Всесоюз. симпоз. по изученности Черн. и Средизем. морей, использованию и охране их ресурсов. Ч. 3. К., 1973, с. 155—162.
5. Цыбань А. В. Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря. К., «Наук. думка», 1970. 274 с.
6. Carpenier E. J., Price C. C. Marine Oscillatoria (Trichodesmium): explanation for aerobic nitrogen fixation without heterocystys.— Science, 1970, 191, N 4233, p. 1278—1280.
7. Nees J. C., Dugdale R. C., Dugdale V. A., Goering J. J. Nitrogen metabolism in lakes. I. Measurement of nitrogen fixation with <sup>15</sup>N.— Limnol. Oceanogr., 1962, 7, N 2, p. 163—169.

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

Поступила в редколлегию  
3.10.77

L. N. Pshenin

#### PRODUCTION OF MICROBIC PROTEIN IN THE BLACK SEA SURFACE LAYER DUE TO FREE NITROGEN FIXATION

#### Summary

Values of free nitrogen assimilation by microflora are determined by direct measuring in Sevastopol Bay, the Danube and Bosphorus regions and they amount to about 1.1, 0.9 and 0.6 mg of N per day, respectively. The portion of photoautotrophic and dark heterotrophic fixation of nitrogen in the total process of its accumulation is investigated. Possible values of the created protein mass are calculated.

УДК 577.472(6):582.251

М. И. Сеничева, М. И. Роухияйнен

#### ПРОДУКЦИЯ МЕЛКИХ ЖГУТИКОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Изучение фитопланктона на фиксированном материале позволяет учитывать численность и биомассу лишь хорошо сохраняющихся групп водорослей. При этом обычно не принимают во внимание ультрапланк-

тонных флагеллат, крайне неустойчивых к фиксации. К настоящему времени роль этой группы водорослей в составе фитопланктона показана лишь в отдельных работах [4, 6, 7]. Участие мелких жгутиковых водорослей в создании первичной продукции до сих пор не исследовано. В связи с этим на примере Севастопольской бухты нами сделана попытка дать общую оценку возможной роли ультрапланктонных флагеллат в создании первичной продукции.

Эксперименты проводили *in situ* методом Кондратьевой [3], усовершенствованным впоследствии Н. Л. Антиповой [1]. Суть его заклю-

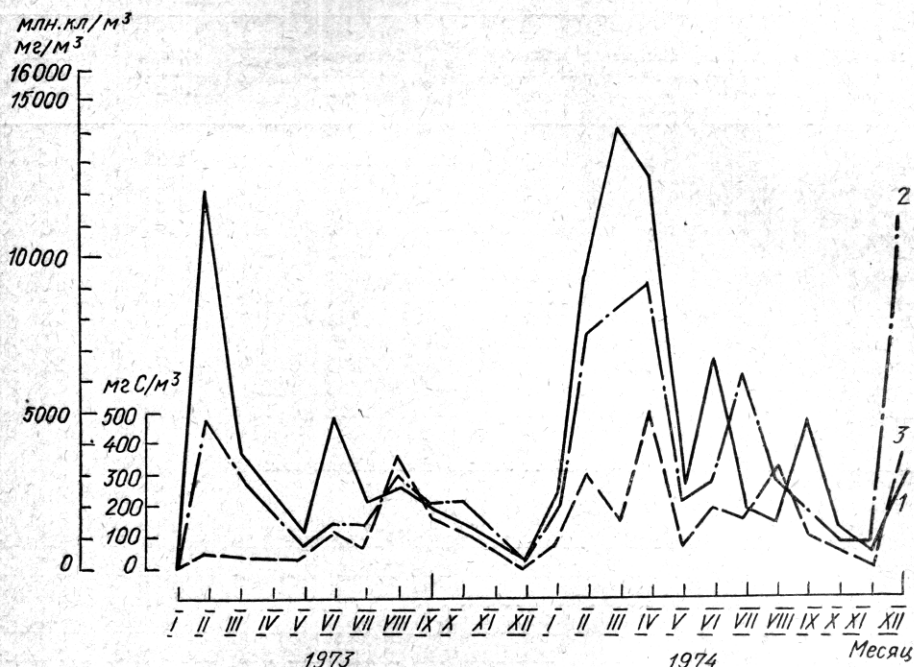


Рис. 1. Численность (1), биомасса (2) и продукция (3) фитопланктона в поверхностных водах Севастопольской бухты в 1973–1974 гг.

чается в следующем. Морскую воду профильтровывали через мельничное сито № 55 для удаления зоопланктонных организмов и в фильтрате просчитывали исходное количество клеток фитопланктона. Затем фильтрат заливали в цилиндры объемом 100 мл, оба конца которых закрывали мембранными фильтрами № 4. К металлической раме подвешивали 8–14 цилиндров и экспонировали на глубине 20 см от поверхности моря. Каждые сутки очередные 2 цилиндра снимали для подсчета в них клеток фитопланктона. Таким образом, один эксперимент длился от 4 до 7 суток. Эксперименты проводили ежемесячно в течение 2 лет.

Мелкие жгутиковые, а также массовые виды диатомовых и перидиниевых водорослей учитывали в «живой» капле, редко встречаемые виды просчитывали в концентрате, полученном с помощью обратной фильтрации через мембранный фильтр № 4.

Скорость деления клеток рассчитывали по формуле  $n = \frac{\lg N - \lg N_0}{\lg 2}$ ,

где  $N_0$  и  $N$  — начальная и конечная численность,  $n$  — число генераций в сутки.

Удельную продукцию водорослей определяли по формуле В. И. Занки [2]  $C = \frac{\lg 2}{g}$ , где  $g$  — время генерации. При определении удельной продукции использовали максимальные значения темпов деления, полученные в цилиндрах в течение первых двух суток экспозиции.

Для определения продукции *in situ* биомассу каждого вида водорослей в бухте в момент наблюдения умножали на удельную продукцию  $P=BC$ , где  $P$  — продукция, мг/м<sup>3</sup>,  $B$  — биомасса, мг/м<sup>3</sup>. Для перехода от сырой массы клеток к количеству углерода использовали формулы Р. Стретмена (Strathmann) [11].

Таблица 1

Содержание мелких жгутиковых водорослей на поверхности Севастопольской бухты (% общей численности и биомассы фитопланктона)

| Месяц    | 1973 г.                                   |                      |                                   |                      | 1974 г.                                   |                      |                                   |                      |
|----------|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
|          | Общая численность, млн. кл/м <sup>3</sup> | Мелкие жгутиковые, % | Общая биомасса, мг/м <sup>3</sup> | Мелкие жгутиковые, % | Общая численность, млн. кл/м <sup>3</sup> | Мелкие жгутиковые, % | Общая биомасса, мг/м <sup>3</sup> | Мелкие жгутиковые, % |
| Январь   | 454                                       | 27                   | 167                               | 22                   | 2217                                      | 10                   | 1890                              | 4                    |
| Февраль  | 12115                                     | 3                    | 4883                              | 4                    | 9501                                      | 3                    | 7680                              | 2                    |
| Март     | 3842                                      | 6                    | 3028                              | 5                    | 14093                                     | 2                    | 8600                              | 1                    |
| Апрель   | —                                         | —                    | —                                 | —                    | 12650                                     | 4                    | 9175                              | 3                    |
| Май      | 1171                                      | 40                   | 789                               | 23                   | 2439                                      | 38                   | 2167                              | 16                   |
| Июнь     | 4993                                      | 21                   | 1554                              | 13                   | 6891                                      | 65                   | 2839                              | 9                    |
| Июль     | 2124                                      | 14                   | 1535                              | 7                    | 1880                                      | 26                   | 6382                              | 1                    |
| Август   | 2703                                      | 10                   | 2980                              | 2                    | 1363                                      | 31                   | 2883                              | 3                    |
| Сентябрь | 1991                                      | 20                   | 2202                              | 5                    | 4581                                      | 71                   | 1792                              | 15                   |
| Октябрь  | 1510                                      | 18                   | 2195                              | 6                    | 1271                                      | 86                   | 757                               | 24                   |
| Ноябрь   | —                                         | —                    | —                                 | —                    | 520                                       | 78                   | 689                               | 14                   |
| Декабрь  | 306                                       | 20                   | 171                               | 11                   | 3018                                      | 16                   | 10118                             | 2                    |

Примечание. В апреле и ноябре 1973 г. эксперименты не проводили.

Общая численность фитопланктона Севастопольской бухты в течение 1973—1974 гг. колебалась в пределах 0,3—14 млрд. кл, общая биомасса — от 0,17 до 10,0 г/м<sup>3</sup> (табл. 1).

В 1973 г. в развитии фитопланктона отмечались весенний максимум в феврале и два летних максимума в июне и августе (рис. 1). Весной количество фитопланктона достигало 12 млрд. кл, биомасса — 4,9 г/м<sup>3</sup> преимущественно за счет развития диатомовой водоросли *Skeletonema costatum*. Летняя вспышка была значительно слабее весенней. Поскольку в июне наблюдалось «цветение» воды мелкой диатомовой водорослью *Cyclotella caspia*, численность фитопланктона составила около 5 млрд. кл, биомасса всего 1,6 г/м<sup>3</sup>. Второй летний пик зарегистрирован в августе (около 3 млрд. кл и 3 г/м<sup>3</sup>) во время массового, но кратковременного развития перидиниевой водоросли *Euxyiaella cordata*.

В 1974 г. отмечено 4 пика в развитии фитопланктона: весенний в марте, летний в июне, осенний в сентябре и зимний в декабре. Весенний пик (14 млрд. кл, 8,6 г/м<sup>3</sup>), как и в 1973 г., был обусловлен развитием диатомеи *Skeletonema costatum*, летний (около 7 млрд. кл, 2,8 г/м<sup>3</sup>) и осенний (около 5 млрд. кл, 1,8 г/м<sup>3</sup>) — развитием мелких жгутиковых водорослей. Максимальные значения биомассы в весенне-летний период (в апреле и в июле) наблюдались примерно на месяц позже максимальной численности за счет более позднего развития нескольких видов крупных диатомовых водорослей: *Striatella unipunctata*, *Diatoma elongatum*, *Licmophora ehrenbergii*, *Rhizosolenia calcar avis* (см. рис. 1). Незначительный пик численности в декабре (3 млрд. кл/м<sup>3</sup>) вызван развитием крупной диатомеи *Cerataulina bergonii*, в результате чего биомасса достигла 10 г/м<sup>3</sup>. Развитие мелких жгутиковых водорослей характеризовалось следующими особенностями. В весенний период 1973—1974 гг., когда в планктоне доминировала *Skeletonema costatum*, мелкие жгутиковые составляли всего 2—6% общей численности (до 370 млн. кл/м<sup>3</sup>) и 1—5% биомассы (до 160 мг/м<sup>3</sup>). Однако после спада весеннего цвете-



ния и по мере прогревания воды роль их существенно возрастала. Так, в мае 1973 г. численность мелких жгутиковых составляла 40, а биомасса 23% (444 млн. кл., 179 мг/м<sup>3</sup>). Довольно существенную роль (10—20% численности) они играли и на протяжении всего летне-осеннего периода.

Таблица 2

Численность (*N*, млн. кл/м<sup>3</sup>), биомасса (*B*, мг/м<sup>3</sup>), продукция (*P*, мгС/м<sup>3</sup>·сутки) и максимальная скорость деления (в сутки) клеток мелких жгутиковых водорослей на поверхности Севастопольской бухты

| Месяц    | 1973 г.  |          |          |                               |                | 1974 г.  |          |          |                               |                |
|----------|----------|----------|----------|-------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------------|----------------|
|          | <i>N</i> | <i>B</i> | <i>P</i> | Максимальная скорость деления | <i>t</i> *, °C | <i>N</i> | <i>B</i> | <i>P</i> | Максимальная скорость деления | <i>t</i> *, °C |
| Январь   | 171      | 36       | 4,4      | 1,1                           | 7,0            | 214      | 78       | 12,1     | 1,5                           | 6,0            |
| Февраль  | 368      | 159      | 16,5     | 1,0                           | 7,2            | 259      | 125      | 13,3     | 1,1                           | 7,0            |
| Март     | 221      | 138      | 9,1      | 0,7                           | 8,0            | 298      | 72       | 4,7      | 0,6                           | 8,4            |
| Апрель   | —        | —        | —        | —                             | 11,2           | 471      | 238      | 27,7     | 1,2                           | 10,2           |
| Май      | 444      | 179      | 16,7     | 1,6                           | 14,4           | 915      | 337      | 66,1     | 1,9                           | 12,7           |
| Июнь     | 1039     | 202      | 31,9     | 1,3                           | 18,3           | 4466     | 249      | 67,4     | 3,0                           | 22,0           |
| Июль     | 288      | 100      | 24,9     | 2,4                           | 23,5           | 483      | 67       | 17,4     | 2,2                           | 23,0           |
| Август   | 264      | 71       | 11,8     | 1,9                           | 22,1           | 425      | 71       | 19,3     | 4,0                           | 22,2           |
| Сентябрь | 395      | 106      | 23,6     | 2,0                           | 21,6           | 3258     | 265      | 63,0     | 1,9                           | 22,2           |
| Октябрь  | 274      | 139      | 10,2     | 1,2                           | 17,0           | 1038     | 178      | 48,8     | 3,5                           | 19,5           |
| Ноябрь   | —        | —        | —        | —                             | 10,8           | 403      | 98       | 11,9     | 1,1                           | 16,0           |
| Декабрь  | 60       | 18       | 16,6     | 1,3                           | 7,6            | 478      | 222      | 26,4     | 1,3                           | 11,0           |

\* Температура воды на поверхности в период проведения опыта.

Таблица 3

Продукция фитопланктона на поверхности Севастопольской бухты

| Месяц    | 1973 г.                           |                                              |                      | 1974 г.                           |                                              |                      |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
|          | Общая, мгС/м <sup>3</sup> × сутки | Мелкие жгутиковые, мгС/м <sup>3</sup> ·сутки | Мелкие жгутиковые, % | Общая, мгС/м <sup>3</sup> × сутки | Мелкие жгутиковые, мгС/м <sup>3</sup> ·сутки | Мелкие жгутиковые, % |
| Январь   | 13,1                              | 4,4                                          | 33,6                 | 91,3                              | 12,1                                         | 13,3                 |
| Февраль  | 61,5                              | 16,5                                         | 26,8                 | 297,4                             | 13,3                                         | 4,5                  |
| Март     | 46,7                              | 9,1                                          | 19,6                 | 149,8                             | 4,7                                          | 3,2                  |
| Апрель   | —                                 | —                                            | —                    | 515,5                             | 27,7                                         | 5,4                  |
| Май      | 43,0                              | 16,7                                         | 38,8                 | 71,1                              | 66,1                                         | 93,0                 |
| Июнь     | 129,5                             | 31,9                                         | 24,6                 | 206,0                             | 67,4                                         | 32,7                 |
| Июль     | 69,7                              | 24,9                                         | 35,7                 | 168,4                             | 17,4                                         | 10,3                 |
| Август   | 356,5                             | 11,8                                         | 3,3                  | 325,2                             | 19,3                                         | 5,9                  |
| Сентябрь | 181,8                             | 23,6                                         | 13,0                 | 113,8                             | 63,0                                         | 55,3                 |
| Октябрь  | 125,6                             | 10,2                                         | 8,2                  | 60,9                              | 48,8                                         | 80,2                 |
| Ноябрь   | —                                 | —                                            | —                    | 15,0                              | 11,9                                         | 79,6                 |
| Декабрь  | 16,6                              | 16,6                                         | 100                  | 363,5                             | 26,4                                         | 7,3                  |

В течение 1974 г. абсолютные количества мелких жгутиковых были значительно выше, причем тенденция максимального их развития в летне-осеннее время сохранялась. В июне мелкие жгутиковые достигали 65% суммарной численности и 9% биомассы (4,5 млрд. кл., 249 мг/м<sup>3</sup>), а осенью (сентябрь, октябрь) их содержание продолжало увеличиваться и составило по численности 71—86% (1—3 млрд. кл/м<sup>3</sup>) и по биомассе 15—24% (178—265 мг/м<sup>3</sup>) (см. табл. 1).

Одновременно с увеличением численности и биомассы мелких жгутиковых в теплый период года наблюдалось и нарастание скорости деления их клеток. Анализ данных (табл. 2) показывает, что в 1973 г. с июля по сентябрь мелкие жгутиковые делились в среднем 2 раза в сутки. В 1974 г. скорость деления их в этот же период была несколько выше —

до 4 раз в сутки. Минимальные темпы деления получены в холодное время года (0,6—1,5 раза).

В работе Р. Эппли (Eppley) [9] на основании литературных данных построен график зависимости скорости деления одноклеточных водорослей, культивируемых в лабораторных условиях, от температуры. Согласно кривой, проведенной по максимальным значениям, изменение скорости деления водорослей в зависимости от температуры происходит по закону Вант-Гоффа — Аррениуса, т. е. значение температурного коэффициента  $Q_{10}$  при изменении температуры на  $10^\circ$  оказывается близким к 2. Нанесенные на график Эппли значения максимальных скоростей деле-

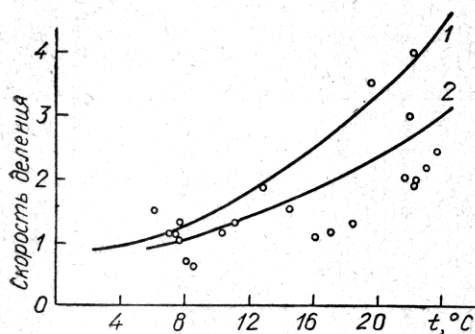


Рис. 2. Зависимость скорости деления (число удвоений в сутки) мелких жгутиковых водорослей в Севастопольской бухте от температуры:

1 — по данным Эппли [9], 2 — по нашим осредненным данным.

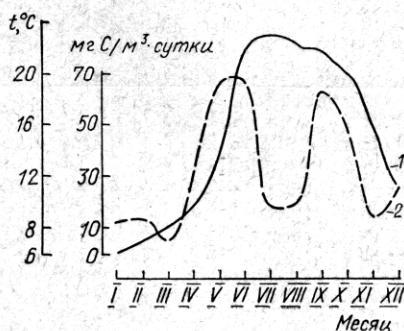


Рис. 3. Сезонная динамика продукции мелких жгутиковых ( $\text{mgC}/\text{m}^3 \times \text{сутки}$ ) (1) и температуры воды (2) в поверхностных водах Севастопольской бухты в 1974 г.

ния мелких жгутиковых водорослей, по нашим данным, оказались несколько выше значений, полученных другими авторами для более крупных одноклеточных водорослей. Однако характер расположения точек вполне соответствует кривой Эппли.

На основании данных табл. 2 нами построен аналогичный график зависимости скорости деления мелких жгутиковых от температуры (рис. 2). Каждый участок полученной кривой с диапазоном температур  $10^\circ$  соответствует изменению скорости деления в 2 раза, т. е.  $Q_{10}$  в интервале температур от 6 до  $23,5^\circ$  равен примерно 2. Близкие значения температурного коэффициента получены и другими авторами в природных условиях [10, 12, 13] и условиях лабораторных культур [7, 8]. По скорости деления 30 видов водорослей рассчитана общая продукция фитопланктона в бухте. В 1973 г. она составляла 13—360  $\text{mgC}/\text{m}^3$  в сутки с минимумом в холодное время года и максимумом в летне-осенний период.

В 1974 г. максимумы общей продукции отмечены в апреле ( $515 \text{ mgC}/\text{m}^3$ ), августе ( $325 \text{ mgC}/\text{m}^3$ ) и декабре ( $364 \text{ mgC}/\text{m}^3$ ), а минимумы в октябре и особенно в ноябре — всего  $15 \text{ mgC}/\text{m}^3$  (табл. 3). Максимальные значения продукции обусловлены в основном развитием массовых форм диатомовых водорослей: *Licmophora ehrenbergii*, *Skeletonema costatum*, *Cyclotella caspia*, *Cerataulina bergonii* и перидиней *Exuviella cordata*. Как показали наши наблюдения, в создании продукции в Севастопольской бухте значительное участие принимали также мелкие жгутиковые, обычно не учитываемые в общем балансе фитопланктона. Их продукция оказалась тесно связанной с температурным режимом бассейна и возрастала в теплый период года. Кроме того наблюдается определенная зависимость продукции мелких жгутиковых водорослей от развития других популяций. Так, наибольшие значения продукции мелких жгутиковых ( $31,9$ — $67,4 \text{ mgC}/\text{m}^3$ ) отмечены в начале теплого периода (в мае—июне), т. е. после отмирания массовых весенних форм

диатомовых водорослей (рис. 3). Затем в июле и августе (при максимальной температуре 22,1—23,5°С), когда большая часть продукции создавалась доминирующей перидинеей *Euxiviaella cordata*, продукция мелких жгутиковых падала до 11,8—7,4 мгС/м<sup>3</sup> и вновь повышалась в сентябре—октябре (23,6—63,0 мгС/м<sup>3</sup>) после отмирания *Euxiviaella cordata*. Очевидно, отмирающие водоросли создавали благоприятные условия для вспышки развития мелких жгутиковых, продукция которых в такие периоды составляла от 38,8 (в мае 1973 г.) до 93% (в мае 1974 г.). Напротив, во время активной вегетации массовых форм продукция мелких жгутиковых снижалась до 3—9% (в марте и августе 1973—1974 гг. и декабре 1974 г.). Высокое содержание их в январе и декабре 1973 г. (33,4—100%) объясняется тем, что в это время они были почти единственными продуцентами в бухте (см. табл. 3).

Таким образом, исследования показали, что обычно неучитываемые динофлагеллаты являются существенным звеном суммарной продукции фитопланктона и представляют значительный интерес для более детального изучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Н. Л., Загоренко Г. Ф. К вопросу об определении суточной продукции некоторых видов Байкальского фитопланктона.— Изв. Биол.-геогр. НИИ при Иркут. ун-те, 1971, 25, с. 20—29.
2. Заика В. Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. К., «Наук. думка», 1972. 148 с.
3. Кондратьева Т. М. Продукция и суточные изменения фитопланктона в южных морях. Канд. дис. Севастополь, 1967. 370 с.
4. Михайлова Н. Ф., Ланская Л. А. Некоторые сведения о мелких жгутиковых Черного моря.— Тр. Севастоп. биол. станции, 1960, 13, с. 11—16.
5. Роухийнен М. И. Мелкие жгутиковые водоросли и их количественное развитие в южных морях.— В кн.: Вопросы рыбохозяйственного и санитарно-биологического режима водоемов Украины. К., 1970, с. 54—56.
6. Роухийнен М. И. О количественном развитии жгутиковых водорослей в южных морях.— Океанология, 1970, 10, № 6, с. 1066—1069.
7. Финенко З. З. Эколого-физиологические основы первичной продукции в море. Докт. дис. Севастополь, 1976. 363 с.
8. Eppley R. W., Sloan P. R. Growth rates of marine phytoplankton: correlation with light absorption by cell chlorophyll «a».—Physiol. plant., 1966, N 13, p. 47—59.
9. Eppley R. W. Temperature and phytoplankton growth in the sea.—Fish. Bull., 1972, 70, N 4, p. 1063—1085.
10. Ichimura S. Phytoplankton photosynthesis. Algae, man, and the environment. Ed. D. F. Jackson. Syracuse, Univ. press, 1968, p. 103—120.
11. Stratmann R. R. Estimation the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume.—Limnol. Oceanogr., 1967, N 12, p. 411—418.
12. Talling J. F. The relative growth rate of three plankton diatoms in relation to under-water and temperature.—Ann. Bot. Nev. Ser., 1955, N 19, p. 329—341.
13. Williams R. B. e. a. Phytoplankton production and chlorophyll concentration in the Beaufort Channel, Nord Carolina.—Limnol. Oceanogr., 1966, N 11, p. 73—82.

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

Поступила в редколлегию  
17.08.77

M. I. Senicheva, M. I. Roukhijajnen

#### PRODUCTION OF SMALL FLAGELLATA IN SEVASTOPOL BAY

#### Summary

Small Flagellata division rate is studied in experiments in situ carried each month for two years. The portion of small Flagellata in the total amount and biomass of phytoplankton is determined. It is found that in some periods it may reach from 40 to 70-80% of the amount and above 20% of the biomass.

Proceeding from the data on the division rate and on biomass, the diurnal production values are calculated which vary from 4 to 67 мгС/м<sup>3</sup> for a year and may account for 3 to 93% of total diurnal production of phytoplankton.