

А. КОВАЛЕВСКИЙ»

69-й РЕЙС НИС «АКАДЕМИК

«НАУКОВА ДУМКА»  
КИЕВ-1975

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

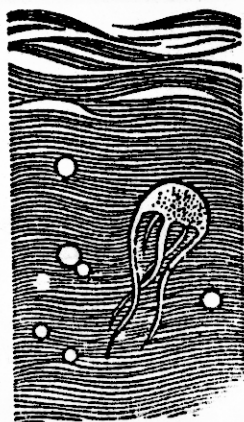
ПРОВ 98

# ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

В НОЯБРЕ - ДЕКАБРЕ 1971г.

Институт  
Биологии южных морей  
ВНЕДРОИНСТИТУТА

№ 25821



## Темпы размножения гетеротрофных бактерий из Черного и Средиземного морей в изолированных пробах морской воды

С целью оценки активности гетеротрофной микрофлоры и получения представления о темпах ее размножения (табл. 1) был поставлен ряд экспериментов в изолированных пробах морской воды (склянки на 250 мл выдерживали в проточной воде при температуре, близкой к естественной порядка 14–17° С).

Исходное и конечное количество бактерий в морской воде учитывали на двух–трех параллельно засеянных чашках на седьмые–десятые сутки их роста при комнатной температуре 18–22° С (изучение мезофилов) и температуре холодильника 4–6° С (изучение психрофилов). Посев из склянок в начале и конце опыта осуществляли методом Коха (1 мл воды для прибрежных районов и 5 мл воды для открытых районов).

В приустьевых районах морей, а также в открытых водах Черного моря и Адриатики опыты ставили в двух вариантах – с водой, освобожденной от микрозоопланктона путем фильтрации через уплотненный фильтр (предварительно обдавали кипятком) с синей полосой (диаметр пор 1,0–2,5 мк) и нефiltroванной водой. Фильтрованная вода в значительной степени теряла и сестон соответствующих размерных групп. Время экспозиции склянок было близко к суткам, а в отдельных случаях составляло 16–19 часов.

Всего поставлено 140 опытов при наличии сестона в морской воде и 31 опыт – при отсутствии его (фильтрованный вариант). Время генерации гетеротрофных бактерий так же, как и их удельная продукция, колебались в широких пределах (табл. 2–9). Это имело место и в приустьевых районах рек и открытых водах морей.

Таблица 1

Объем работ по изучению темпов размножения гетеротрофных бактерий

|                    | Р е к а        | Станция                     | Горизонт,<br>м                                       | Число опытов<br>по вариантам |        | Время экспозиции,<br>ч | С .<br>экспозиции |
|--------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|--------|------------------------|-------------------|
|                    |                |                             |                                                      | н/ф                          | ф      |                        |                   |
| Приустьевые районы | Дунай          | 3, 4,<br>5, 6               | 0, 10, 16, 20<br>0, 10, 28, 45                       | 6<br>—                       | 6<br>7 | 16<br>6,5 — 8          | 14 — 15           |
|                    | П о            | 36, 37<br>38, 39            | 0, 10, 25<br>0, 10, 27, 30                           | 5<br>6                       | 5<br>— | 24 — 26<br>22 — 24     | 16                |
|                    | Рона           | 45, 46<br>48, 49,<br>50, 51 | 0, 10, 25, 50, 75<br>95, 100, 115                    | 21                           | —      | 24 — 25                | 14 — 16           |
|                    | Эбро           | 53 — 60                     | 0, 10, 25, 50,<br>70, 75, 90                         | 20                           | —      | 23 — 26                | 14 — 17           |
|                    | Черное<br>море | 1                           | 0, 25, 40, 50,<br>100, 150, 500,<br>1000, 1500, 2000 | 9                            | 8      | 16 — 23                | 14,5              |

|                 |                  |                        |                                                                 |        |        |                   |          |
|-----------------|------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|-------------------|----------|
| Открытые районы | Черное море      | 8                      | 200, 250, 500, 1000                                             | 4      | -      | 24,5              | 14,5     |
|                 | Адриатика        | 31<br>35               | 0,25,50,80,100, 300,500,1000, 1100<br>0, 25, 50, 60             | 9<br>4 | 5<br>- | 16-17,5<br>9,5-11 | 18<br>18 |
|                 | Тунисский пролив | 44                     | 0, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250, 300                          | 9      |        | 18 - 20           | 14       |
|                 | Тирренское море  | 66, 67<br>68, 69<br>70 | 0, 25, 50, 100 250, 500, 950, 1000,1500, 1900, 2000, 2500, 3000 | 40     |        | 24                | 16-17    |
|                 | Балеарское море  | 62                     | 0, 50, 100, 200, 500, 1000, 1500                                | 7      |        | 24 - 25           | 16       |
|                 |                  |                        |                                                                 |        |        |                   |          |

Таблица 2

Темпы размножения ( $g = \text{ч}$ ) и удельная продукция ( $C$ ) гетеротрофных бактерий придунайского района Черного моря при  $t = 14-15^{\circ}\text{C}$  в случае наличия (нефильтрованный вариант) и отсутствия (фильтрованный вариант) сестона в пробах воды размером более 2,5 мк

| Номера станций | Горизонт, м | Нефильтрованный вариант |          |     |          |               |      |                 | Фильтрованный вариант |          |     |        |               |      |                  |
|----------------|-------------|-------------------------|----------|-----|----------|---------------|------|-----------------|-----------------------|----------|-----|--------|---------------|------|------------------|
|                |             | $n$ 1)                  | $N_0$ 2) | $n$ | $N_t$ 2) | $g, \text{ч}$ | $C$  | время экспозиц. | $n$ 1)                | $N_0$ 2) | $n$ | $N_t$  | $g, \text{ч}$ | $C$  | время экспозиции |
| 3              | 0           | 2                       | 1,0      | 2   | 5,5      | 6,7           | 2,48 | 16ч30           | 2                     | 0,5      | 2   | 2,5    | 7,0           | 2,37 | 16ч16            |
|                | 10          | 2                       | 0        | 2   | 0,5      | 7,0           | 2,38 | 16ч17           | 2                     | 0,0      | 2   | 1,5    | 4,1           | 4,10 | 15ч53            |
|                | 20          | 2                       | 3,5      | 2   | 5,5      | 24,8          | 0,67 | 16ч09           | 2                     | 0,5      | 2   | 3,0    | 6,1           | 2,74 | 15ч43            |
| 4              | 0           | 2                       | 103,0    | 2   | 89,5     | Подавление    |      | 16ч12           | 2                     | 29,5     | 2   | 23,0   | Подавлен.     |      | 15ч59            |
|                | 10          | 2                       | 35,0     | 2   | 26,0     | "-"           |      | 15ч59           | 2                     | 11,0     | 2   | 5,5    | "-"           |      | 15ч45            |
|                | 16          | 2                       | 8,0      | 2   | 15,0     | 17,7          | 0,94 | 16ч01           | 2                     | 1,0      | 2   | 8,0    | 5,2           | 3,23 | 15ч28            |
| 5              | 0           |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 26,6     | 3   | 31,4   | 33,6          | 0,49 | 8ч03             |
|                | 10          |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 6,6      | 3   | 3,4    | Подавлен.     |      | 7ч48             |
|                | 28          |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 1244,6   | 3   | 1828,0 | 12,7          | 1,31 | 7ч02             |
| 6              | 0           |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 28,6     | 3   | 72,6   | 6,3           | 2,66 | 8ч25             |
|                | 10          |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 1,4      | 3   | 20,0   | 1,9           | 8,57 | 7ч26             |
|                | 28          |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 0,6      | 3   | 9,4    | 2,2           | 7,49 | 6ч49             |
|                | 45          |                         |          |     |          |               |      |                 | 3                     | 4,0      | 3   | 5,4    | 19,7          | 0,85 | 6ч31             |

1)  $n$  - число параллельных посевов. 2)  $N_0$  и  $N_t$  - исходное и конечное количество бактерий (тыс./л).

Таблица 3

Темпы размножения ( $g = \text{ч}$ ) и удельная продукция (С) гетеротрофных бактерий района устья р. По при температуре  $16^{\circ}\text{C}$  в случае наличия (нефильтрованный вариант) и отсутствия (фильтрованный вариант) в пробах воды сестона размером более 2,5 мк

| Номер станции | Гори зонт, м | Нефильтрованный вариант |          |       |        |               |       |               | Фильтрованный вариант |          |       |       |               |      |               |
|---------------|--------------|-------------------------|----------|-------|--------|---------------|-------|---------------|-----------------------|----------|-------|-------|---------------|------|---------------|
|               |              | $n$ 1)                  | $N_0$ 2) | $N_t$ | $n$    | $g, \text{ч}$ | С     | время экспоз. | $n$ 1)                | $N_0$ 2) | $N_t$ | $n$   | $g, \text{ч}$ | С    | время экспоз. |
| 36            | 0            | 3                       | 13,5     | 3     | 12,3   | Подавлен.     | 23ч50 |               | 3                     | 6,6      | 3     | 139,4 | 5,7           | 2,92 | 25ч01         |
|               | 25           | 3                       | 78,2     | 3     | 156,4  | 23,4          | 0,71  | 23ч27         | 3                     | 65,6     | 3     | 87,6  | 56,9          | 0,29 | 23ч42         |
|               |              |                         |          |       |        |               |       |               |                       |          |       |       |               |      |               |
| 37            | 0            | 3                       | 42,7     | 3     | 35,0   | Подавлен.     | 24ч00 |               | 3                     | 4,3      | 3     | 8,0   | 27,0          | 0,62 | 24ч10         |
|               | 10           | 3                       | 23,3     | 3     | 21,0   | "             | 24ч00 |               | 3                     | 5,7      | 3     | 33,0  | 9,4           | 1,76 | 23ч55         |
|               | 25           | 3                       | 97,0     | 3     | 528,7  | 10,7          | 1,56  | 26ч08         | 3                     | 24,7     | 3     | 105,7 | 11,4          | 1,45 | 23ч59         |
| 38            | 0            | 3                       | 16,4     | 3     | 24,4   | 41,7          | 3,98  | 23ч56         |                       |          |       |       |               |      |               |
|               | 10           | 3                       | 9,7      | 3     | 70,3   | 8,4           | 1,99  | 23ч55         |                       |          |       |       |               |      |               |
|               | 27           | 3                       | 19,3     | 3     | 36,7   | 23,3          | 0,71  | 21ч37         |                       |          |       |       |               |      |               |
| 39            | 0            | 3                       | 17,0     | 3     | 2260,0 | 3,4           | 4,92  | 23ч51         |                       |          |       |       |               |      |               |
|               | 10           | 3                       | 53,0     | 3     | 510,7  | 7,3           | 2,27  | 24ч00         |                       |          |       |       |               |      |               |
|               | 30           | 3                       | 51,7     | 3     | 5644,0 | 3,5           | 4,70  | 24ч00         |                       |          |       |       |               |      |               |

1)  $n$  - число параллельных посевов. 2)  $N_0$  и  $N_t$  - исходное и конечное количество бактерий (тыс./л).

Таблица 4

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных бактерий (при 14-16°С)  
в склянках с пробами воды, взятыми в районе устья р.Роны и содержащими  
сестон

| Горизонт, м | n | n'    | n          | N <sub>t</sub> | g, ч | C    | t, ч |
|-------------|---|-------|------------|----------------|------|------|------|
|             |   |       | Станция 45 |                |      |      |      |
| 0           | 3 | 91,3  | 3          | 177,3          | 25,3 | 0,66 | 24,2 |
| 10          | 3 | 18,7  | 3          | 29,9           | 37,9 | 0,44 | 24,0 |
| 25          | 3 | 51,3  | 3          | 68,3           | 57,7 | 0,29 | 23,8 |
| 50          | 3 | 4,0   | 2          | 81,5           | 5,6  | 2,98 | 24,3 |
| 75          | 3 | 0,3   | 3          | 85,0           | 3,0  | 5,62 | 24,0 |
| 100         | 3 | 13,0  | 3          | 264,7          | 5,1  | 3,26 | 22,2 |
| 115         | 3 | 2,3   | 2          | 119,0          | 4,5  | 3,70 | 25,6 |
|             |   |       | Станция 46 |                |      |      |      |
| 0           | 3 | 11,3  | 3          | 160,0          | 6,3  | 2,66 | 23,6 |
|             |   |       | Станция 48 |                |      |      |      |
| 0           | 3 | 41,7  | 3          | 497,3          | 6,7  | 2,48 | 24,0 |
|             |   |       | Станция 49 |                |      |      |      |
| 0           | 3 | 118,7 | 3          | 7083,7         | 4,4  | 3,82 | 25,6 |
| 10          | 3 | 6,7   | 3          | 145,0          | 5,4  | 3,06 | 24,0 |
| 25          | 3 | 47,7  | 3          | 71,7           | 30,8 | 0,54 | 24,0 |

| Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$    | $g, ч$ | $C$  | $t, ч$ |
|-------------|-----|-------|-----|----------|--------|------|--------|
| 50          | 3   | 4,3   | 3   | 72,3     | 6,0    | 2,79 | 24,0   |
| 75          | 2   | 30,5  | 3   | 135,0    | 11,8   | 1,41 | 25,3   |
| 95          | 3   | 36,3  | 3   | 49,3     | 53,2   | 0,31 | 23,5   |
| Станция 50  |     |       |     |          |        |      |        |
| 0           | 3   | 5,3   | 3   | 508,3    | 3,5    | 4,73 | 23,2   |
| 10          | 3   | 2,0   | 3   | 21,0     | 7,0    | 2,36 | 23,9   |
| 25          | 3   | 2,8   | 3   | 33,7     | 6,2    | 2,69 | 23,9   |
| 50          | 3   | 3,3   | 3   | 202,7    | 4,0    | 4,15 | 23,8   |
| 75          | 3   | 5,0   | 3   | 8,0      | 34,7   | 0,48 | 23,5   |
| Станция 51  |     |       |     |          |        |      |        |
| 0           | 3   | 480,7 | 3   | 102427,0 | 3,1    | 5,37 | 24,0   |

Примечание. Значения  $n, N_0, N_t, C$  те же, что и в табл. 1-3.



Таблица 5

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных бактерий (при 14-17°C) в склянках с пробами воды (содержащими сестон), отобранными в Балеарском море в районе устья р. Эбро и на глубоководной станции 62

| Горизонт, м | n | $N_0$      | n | $N_t$   | $g, ч$ | C    | $t, ч$ |
|-------------|---|------------|---|---------|--------|------|--------|
| 0           | 3 | Станция 53 |   |         | 25,5   | 0,65 | 26,0   |
|             |   | 250,7      | 2 | 507,5   |        |      |        |
| 0           | 3 | Станция 54 |   |         | 2,7    | 6,12 | 24,8   |
|             |   | 26,3       | 2 | 14958,5 |        |      |        |
| 0           | 3 | Станция 55 |   |         | 4,3    | 3,90 | 24,0   |
|             |   | 240,3      | 2 | 12080,0 |        |      |        |
| 0           | 3 | Станция 56 |   |         | 2,6    | 5,88 | 24,0   |
|             |   | 47,7       | 2 | 17340,5 |        |      |        |
| 0           | 2 | Станция 57 |   |         | 5,1    | 3,28 | 24,4   |
|             |   | 300,5      | 2 | 8495,5  |        |      |        |

| Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$   | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
|-------------|-----|-------|-----|---------|------------------|------|--------|
| Станция 58  |     |       |     |         |                  |      |        |
| 0           | 3   | 4,3   | 2   | 526,5   | 3,3              | 5,07 | 22,7   |
| 10          | 3   | 8,3   | 2   | 3613,5  | 2,6              | 6,37 | 22,9   |
| 25          | 3   | 17,0  | 2   | 2270,5  | 3,3              | 5,10 | 23,0   |
| 50          | 3   | 10,3  | 2   | 6670,5  | 2,5              | 6,73 | 23,0   |
| 70          | 3   | 7,7   | 2   | 1907,0  | 2,9              | 5,74 | 23,0   |
| Станция 59  |     |       |     |         |                  |      |        |
| 0           | 3   | 17,0  | 2   | 555,5   | 5,6              | 3,00 | -24,2  |
| 10          | 3   | 2,3   | 2   | 22,5    | 7,3              | 2,29 | 23,9   |
| 25          | 3   | 2,0   | 1   | 7,0     | 12,7             | 1,31 | 23,0   |
| 50          | 4   | 90,0  | 2   | 45,0    | Подавление роста |      | 24,4   |
| 75          | 3   | 17,0  | 3   | 67,0    | 12,6             | 1,32 | 24,6   |
| Станция 60  |     |       |     |         |                  |      |        |
| 0           | 3   | 60,3  | 2   | 81890,5 | 2,3              | 7,23 | 23,9   |
| 10          | 3   | 2,7   | 2   | 156,0   | 4,1              | 4,06 | 24,0   |
| 25          | 3   | 5,0   | 2   | 30,5    | 9,2              | 1,81 | 24,0   |
| 50          | 3   | 8,3   | 2   | 1884,5  | 3,1              | 5,40 | 24,0   |
| 90          | 3   | 1,7   | 2   | 453,0   | 3,0              | 5,56 | 24,0   |

Продолжение табл. 5

| Горизонт, м                                                    | $n$ | $N_0$ | $n$        | $N_t$   | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
|----------------------------------------------------------------|-----|-------|------------|---------|------------------|------|--------|
|                                                                |     |       | Станция 62 |         |                  |      |        |
| 0                                                              | 3   | 14,8  | 2          | 32,5    | 22,0             | 0,76 | 25,0   |
| 50                                                             | 3   | 134,8 | 2          | 51582,8 | 2,8              | 5,88 | 24,3   |
| 100                                                            | 3   | 15,4  | 2          | 6,8     | Подавление роста |      | 24,6   |
| 200                                                            | 3   | 16,0  | 2          | 1744,3  | 3,6              | 4,58 | 24,6   |
| 500                                                            | 3   | 20,0  | 2          | 3474,3  | 3,3              | 5,06 | 24,5   |
| 1000                                                           | 2   | 14,0  | 2          | 1417,5  | 3,6              | 4,60 | 24,0   |
| 1500                                                           | 3   | 7,5   | 3          | 34,6    | 11,2             | 1,48 | 24,6   |
| Примечание. Значения $n, N_0, N_t, C$ те же, что и в табл.1-3. |     |       |            |         |                  |      |        |

При отсутствии сестона в пробе эти колебания иногда становились шире (приустьевой район Дуная, табл. 2) или уже (слой 0-100 м на глубоководных станциях Черного моря и во всей толще вод Адриатики, табл. 6,7). В приустьевых районах рек (табл. 2-5) самые высокие темпы размножения бактерий при наличии взвеси в воде отмечены близ Эбро.

Что касается открытых вод (табл. 8-9), то наименьшее время между делением бактериальных клеток (1,6 и 1,8 ч ) отмечено в Адриатике (ст. 35, горизонты 0 и 50 м). Значительной скоростью размножения отличались бактериальные популяции как поверхностных, так и глубинных слоев Тунисского пролива (до 2,3 и 2,7 ч соответственно), а также Тирренского (2,6 и 2,3 ч ) и Балеарского (до 2,8 и 3,3 ч ) морей.

Следует отметить, что черноморские гетеротрофные бактерии из глубинных слоев по сравнению с микробными популяциями из поверхностных вод размножались более интенсивно и при наличии (до 2,6 ч ) и отсутствии (до 3,2 против 4,3 ч ) сестона. Такая же тенденция отмечена в Тирренском при наличии сестона (до 2,3 против 2,6 ч ), а в Адриатическом море — лишь в варианте опытов с фильтрованной водой (до 4,0 против 7,5 ч ).

Верхние пределы времени генерации бактерий в приустьевых районах особенно большими были близ рек По (до 56,9 ч ) и Роны (до 57,7 ч ), а в открытых водах в Черном море — до 58,6 часа и Адриатике — до 51,2 ч.

Отмечены случаи уменьшения численности бактерий в экспонированных пробах, что наблюдалось не только в нефiltrованных, но и фильтрованных вариантах опытов. Это может быть связано или с ингибирующим действием продуктов обмена фитопланктона или выеданием бактерий жгутиковыми формами (до 2-3 мк), которые могут пройти через поры уплотненного бумажного фильтра с синей полосой.

Интересно, что подавление развития бактерий

Таблица 6

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных бактерий открытого района Черного моря (при 14,5° С) в случае наличия и отсутствия в пробах воды сестона

| Не фильтрованный вариант |             |     |       |     |         |                  |      |        |
|--------------------------|-------------|-----|-------|-----|---------|------------------|------|--------|
| Номер станции            | Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$   | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
| 1                        | 0           | 3   | 11,1  | 3   | 57,2    | 6,9              | 2,41 | 16,3   |
|                          | 25          | 3   | 9,3   | 3   | 59,4    | 6,0              | 2,77 | 16,0   |
|                          | 40          | 3   | 5,1   | 3   | 45,3    | 5,6              | 3,00 | 17,6   |
|                          | 50          | 6   | 6,1   | 1   | 5,8     | Подавление роста |      | 18,5   |
|                          | 100         | 12  | 11,7  | 3   | 14,6    | 58,6             | 0,28 | 18,7   |
|                          | 500         | 4   | 1,7   | 2   | 22,2    | 5,5              | 3,00 | 20,5   |
|                          | 1000        | 6   | 0,6   | 2   | 4,8     | 6,5              | 2,56 | 18,9   |
|                          | 1500        | 6   | 1,4   | 3   | 3,1     | 21,2             | 0,78 | 23,9   |
|                          | 2000        | 6   | 0,4   | 1   | 13,2    | 5,0              | 3,29 | 25,0   |
| 8                        | 200         | 3   | 222,0 | 2   | 43969,6 | 3,2              | 5,13 | 24,7   |
|                          | 250         | 3   | 111,3 | 2   | 34880,1 | 3,0              | 5,60 | 24,6   |
|                          | 500         | 3   | 55,3  | 3   | 39622,0 | 2,6              | 6,42 | 24,6   |
|                          | 1000        | 2   | 18,5  | 3   | 51,6    | 16,6             | 1,00 | 24,5   |

| Фильтрованный вариант                                           |             |     |       |     |        |        |      |        |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|-----|-------|-----|--------|--------|------|--------|
| Номер станции                                                   | Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$  | $g, ч$ | $C$  | $t, ч$ |
| 1                                                               | 0           | 4   | 1,9   | 3   | 6,1    | 9,5    | 1,76 | 16,0   |
|                                                                 | 25          | 3   | 5,0   | 2   | 54,4   | 4,6    | 3,58 | 16,0   |
|                                                                 | 40          | 3   | 1,7   | 1   | 23,4   | 4,3    | 3,90 | 16,0   |
|                                                                 | 50          | 3   | 3,6   | 3   | 23,2   | 6,1    | 2,74 | 16,3   |
|                                                                 | 100         | 11  | 2,9   | 2   | 5,8    | 18,7   | 0,87 | 18,5   |
|                                                                 | 150         | 11  | 13,8  | 2   | 1960,4 | 3,2    | 5,2  | 22,8   |
|                                                                 | 500         | 6   | 4,6   | 2   | 25,5   | 8,1    | 2,1  | 19,9   |
|                                                                 | 1000        | 3   | 5,1   | 5   | 8,7    | 23,7   | 0,7  | 18,5   |
| Примечание. Значения $n, N_0, N_t, C$ те же, что и в табл. 1-3. |             |     |       |     |        |        |      |        |

Таблица 7

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных бактерий открытых вод южной (станция 31) и северной (станция 35) Адриатики при ( $18^{\circ}\text{C}$ ) наличии и отсутствии в пробах воды сестона

| Не фильтрованный вариант |             |     |       |     |        |               |       |               |
|--------------------------|-------------|-----|-------|-----|--------|---------------|-------|---------------|
| Номер станции            | Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$  | $g, \text{ч}$ | $C$   | $t, \text{ч}$ |
| 31                       | 0           | 3   | 23,3  | 3   | 1881,6 | 2,9           | 5,66  | 18,3          |
|                          | 25          | 3   | 0,7   | 3   | 4,3    | 6,8           | 2,45  | 17,2          |
|                          | 50          | 3   | 4,1   | 3   | 4,1    | Подавление    |       | 16,9          |
|                          | 55          | 3   | 0,4   | 3   | 2,9    | 6,0           | 2,76  | 17,4          |
|                          | 60          | 3   | 1,1   | 3   | 1,3    | 50,7          | 0,33  | 17,2          |
|                          | 100         | 3   | 5,5   | 3   | 5,2    | Подавление    |       | 18,7          |
|                          | 300         | 3   | 1,1   | 3   | 1,3    | 51,2          | 0,33  | 17,3          |
|                          | 500         | 3   | 2,7   | 3   | 0,5    | Подавление    |       | 17,0          |
|                          | 1000        | 3   | 0,0   | 3   | 3,1    | 4,3           | 3,90  | 17,0          |
| 35                       | 0           | 3   | 14,8  | 3   | 1539,4 | 1,6           | 10,20 | 10,9          |
|                          | 25          | 2   | 71,2  | 3   | 1083,2 | 15,3          | 1,08  | 9,5           |
|                          | 50          | 3   | 57,4  | 3   | 2082,6 | 1,8           | 9,14  | 9,4           |
|                          | 60          | 3   | 42,3  | 3   | 658,0  | 2,4           | 7,05  | 9,3           |

| Фильтрованный вариант                                          |             |     |       |     |       |                  |      |        |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-----|-------|-----|-------|------------------|------|--------|
| Номер станции                                                  | Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$ | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
| 31                                                             | 25          | 2   | 1,8   | 3   | 1,7   | Подавление роста |      | 15,8   |
|                                                                | 55          | 3   | 0,8   | 3   | 1,5   | 17,0             | 0,98 | 16,0   |
|                                                                | 60          | 3   | 0,6   | 3   | 3,1   | 7,5              | 2,22 | 16,5   |
|                                                                | 300         | 3   | 0,2   | 3   | 1,6   | 5,8              | 2,85 | 17,5   |
|                                                                | 1100        | 3   | 0,3   | 3   | 4,1   | 4,0              | 4,14 | 15,9   |
| Примечание. Значения $n, N_0, N_t, C$ те же, что и в табл.1-3. |             |     |       |     |       |                  |      |        |



Таблица 8

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных бактерий в  
Тунисском проливе (при 14° С) и глубоководных районах Тирренского  
моря (при 16–17° С) в пробах воды, содержащих сестон

| Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$ | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
|-------------|-----|-------|-----|-------|------------------|------|--------|
| Станция 44  |     |       |     |       |                  |      |        |
| 0           | 3   | 7,2   | 3   | 278,2 | 3,8              | 4,39 | 20,0   |
| 10          | 3   | 1,0   | 2   | 401,5 | 2,3              | 7,20 | 20,0   |
| 25          | 3   | 3,8   | 3   | 4,0   | Подавление роста |      | 20,0   |
| 50          | 3   | 4,8   | 3   | 5,2   |                  |      | 20,0   |
| 100         | 3   | 6,0   | 3   | 160,0 | 4,3              | 3,86 | 20,4   |
| 150         | 3   | 50,4  | 3   | 219,2 | 9,7              | 1,71 | 20,7   |
| 200         | 3   | 4,8   | 3   | 219,5 | 3,7              | 4,46 | 20,5   |
| 250         | 3   | 1,0   | 3   | 161,0 | 2,7              | 6,09 | 20,0   |
| 300         | 3   | 3,5   | 3   | 121,2 | 3,6              | 4,66 | 18,2   |
| Станция 66  |     |       |     |       |                  |      |        |
| 0           | 2   | 0,3   | 2   | 254,7 | 2,6              | 6,52 | 24,4   |
| 25          | 2   | 2,2   | 2   | 351,2 | 3,4              | 4,96 | 24,6   |
| 50          | 2   | 6,3   | 2   | 23,3  | 13,0             | 1,28 | 24,4   |
| 100         | 2   | 4,0   | 2   | 102,2 | 5,0              | 3,32 | 23,4   |
| 250         | 2   | 4,0   | 2   | 35,7  | 8,0              | 2,08 | 25,2   |
| 440         | 2   | 30,3  | 2   | 447,0 | 6,3              | 2,64 | 24,4   |

| Горизонт,<br>м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$  | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
|----------------|-----|-------|-----|--------|------------------|------|--------|
| Станция 87     |     |       |     |        |                  |      |        |
| 0              | 2   | 1,0   | 2   | 13,2   | 6,6              | 2,54 | 24,4   |
| 25             | 2   | 16,2  | 2   | 1,3    | Подавление роста |      | 24,7   |
| 50             | 2   | 8,5   | 1   | 3,0    | — "              |      | 24,5   |
| 100            | 2   | 1,7   | 2   | 48,0   | 5,2              | 3,20 | 25,2   |
| 500            | 1   | 8,0   | 1   | 440,3  | 4,2              | 3,93 | 24,5   |
| 1000           | 1   | 31,3  | 2   | 117,8  | 9,9              | 1,68 | 24,4   |
| 1500           | 2   | 11,8  | 2   | 35,2   | 15,4             | 1,08 | 24,2   |
| 2500           | 2   | 1,7   | 2   | 89,8   | 4,2              | 3,98 | 24,0   |
| Станция 68     |     |       |     |        |                  |      |        |
| 0              | 2   | 0,5   | 2   | 54,8   | 3,5              | 4,70 | 24,0   |
| 25             | 2   | 12,0  | 1   | 687,7  | 4,2              | 3,91 | 24,8   |
| 50             | 2   | 25,0  | 2   | 1231,5 | 4,4              | 3,79 | 24,7   |
| 100            | 2   | 14,2  | 2   | 727,2  | 4,3              | 3,87 | 24,4   |
| 250            | 2   | 5,0   | 2   | 402,3  | 3,8              | 4,40 | 23,9   |
| 500            | 2   | 23,0  | 2   | 1278,7 | 4,2              | 3,99 | 24,2   |
| 950            | 2   | 29,5  | 2   | 1501,3 | 4,2              | 3,94 | 23,9   |
| Станция 69     |     |       |     |        |                  |      |        |
| 0              | 2   | 1,2   | 2   | 1,0    | Подавление роста |      | 24,5   |
| 25             | 2   | 14,7  | 2   | 273,7  | 5,8              | 2,87 | 24,5   |
| 50             | 2   | 31,8  | 4   | 1605,3 | 4,0              | 4,21 | 24,5   |
| 100            | 2   | 8,5   | 2   | 419,0  | 4,3              | 3,83 | 24,4   |

Продолжение табл. 8

| Горизонт,<br>м | $n$ | $N_0$ | $n$        | $N_t$   | $g, ч$           | $C$  | $t, ч$ |
|----------------|-----|-------|------------|---------|------------------|------|--------|
| 250            | 2   | 3,8   | 2          | 147,5   | 4,6              | 3,60 | 24,3   |
| 1000           | 2   | 14,8  | 3          | 9,0     | Подавление роста |      | 24,2   |
| 1500           | 2   | 49,5  | 2          | 16,2    | --               |      | 23,0   |
| 2000           | 2   | 110,2 | 3          | 3176,3  | 5,2              | 3,21 | 25,0   |
| 2500           | 2   | 168,7 | 2          | 79,0    | Подавление роста |      | 23,5   |
| 3000           | 2   | 33,7  | 3          | 251,9   | 8,3              | 2,01 | 24,0   |
| 0              | 3   | 35,0  | Станция 70 |         |                  |      |        |
| 25             | 1   | 126,3 | 3          | 313,1   | 7,6              | 2,20 | 23,9   |
| 50             | 3   | 83,0  | 3          | 23477,2 | 3,2              | 5,25 | 23,9   |
| 100            | 3   | 27,7  | 3          | 6435,1  | 3,8              | 4,34 | 24,0   |
| 250            | 3   | 24,3  | 3          | 2287,2  | 3,7              | 4,47 | 23,7   |
| 500            | 3   | 109,0 | 3          | 1338,3  | 4,0              | 4,11 | 23,4   |
| 1000           | 3   | 16,2  | 3          | 2476,0  | 3,1              | 5,33 | 24,4   |
| 1500           | 3   | 23,8  | 3          | 1777,4  | 3,6              | 4,66 | 24,2   |
| 1900           | 3   | 287,0 | 1          | 32687,3 | 2,3              | 7,14 | 24,3   |
|                |     |       | 3          | 65645,7 | 3,1              | 5,37 | 24,3   |

Примечание. Значения  $n, N_0, N_t, C$  те же, что и в табл. 1-3.

Пределы колебания темпов размножения и удельной продукции  
гетеротрофных бактерий в районах исследования

| Район<br>приустьевой    | Число<br>определе-<br>ний | Слой,<br>м | $\rho$<br>от - до | C<br>от - до | $t^{\circ}\text{C}$ | $t, \text{ч}$ | Приме-<br>чание |
|-------------------------|---------------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|---------------|-----------------|
| Дуная н/ф<br>ф          | 1)<br>6                   | 0-20       | 6,7-24,8          | 0-2,48       | 14-15               | 16            | +               |
|                         | 2)<br>13                  | 0-45       | 1,8-33,6          | 0-8,57       | "                   | "             | +               |
| По н/ф<br>ф             | 11                        | 0-30       | 3,4-41,7          | 0-4,92       | 16 }<br>"           | 22-26         | +               |
|                         | 5                         | 0-25       | 5,7-56,9          | 0,29-1,76    |                     |               | -               |
| Рона н/ф                | 21                        | 0-115      | 3,0-57,7          | 0,29-5,62    | 14-16               | 24-25         | -               |
| Эбро н/ф                | 20                        | 0-90       | 2,3-25,5          | 0-7,23       | 14-17               | 23-26         | +               |
| Черное<br>море н/ф<br>ф | { 5                       | 0-100      | 5,6-58,6          | 0-3,00       | 14,5                | { 16-25       | +               |
|                         | { 7                       | 200-2000   | 2,6-21,2          | 0,78-6,42    |                     | "             | -               |
|                         | { 5                       | 0-100      | 4,3-18,7          | 0,87-3,90    |                     | { 16-23       | -               |
|                         | { 3                       | 150-1000   | 3,2-23,7          | 0,7-5,2      |                     | "             | -               |
|                         |                           |            |                   |              |                     |               |                 |

Продолжение табл. 8

| Район<br>приустьевой | Число<br>определ. | Слой,<br>м                           | $\rho$<br>от - до | C<br>от - до          | $t^{\circ}\text{C}$   | $t, \text{ч}$ | Приме-<br>чание |   |
|----------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------------|---|
| Адриатика            | н/ф               | $\begin{cases} 10 \\ 3 \end{cases}$  | 0-100<br>300-1000 | 1,6-50,7<br>4,3-51,2  | 0-10,20<br>0- 3,90    | 16-17<br>"    | 23-24<br>"      | + |
|                      | ф                 | $\begin{cases} 3 \\ 2 \end{cases}$   | 25-60<br>300-1100 | 7,5-17,0<br>4,0 и 5,8 | 0-2,22<br>2,85 и 4,14 | "<br>"        | 23-25<br>"      | + |
|                      |                   |                                      |                   |                       |                       |               |                 | - |
|                      |                   |                                      |                   |                       |                       |               |                 |   |
| Тирренское<br>море   | н/ф               | $\begin{cases} 20 \\ 20 \end{cases}$ | 0-100<br>250-3000 | 2,6-13,0<br>2,3-15,4  | 0-6,52<br>0-7,14      | 16-17         | 24-25           | + |
|                      |                   |                                      |                   |                       |                       |               |                 | + |
| Тунисский<br>пролив  | н/ф               | $\begin{cases} 5 \\ 4 \end{cases}$   | 0-100<br>150-300  | 2,3-4,3<br>2,7-9,7    | 0-7,20<br>1,71-6,09   | 14            | 18-20           | + |
|                      |                   |                                      |                   |                       |                       |               |                 | - |
| Балеарское<br>море   | н/ф               | $\begin{cases} 3 \\ 4 \end{cases}$   | 0-100<br>200-1500 | 2,8-22,0<br>3,3-11,2  | 0-5,88<br>1,49-5,06   | 16            | 24-25           | + |
|                      |                   |                                      |                   |                       |                       |               |                 | - |

1) н/ф - нефльтрованный вариант, 2) ф - фильтрованный вариант.

В графе примечание знаком + обозначены те случаи, когда в отдельных опытах наблюдалось подавление или выедание бактерий в конце эксперимента.

Таблица 10

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных анаэробных бактерий Черного моря (ст. 8) при экспонировании проб воды в склянках при 15° С

| Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$ | $g, ч$       | $C$  | $t, ч$ |
|-------------|-----|-------|-----|-------|--------------|------|--------|
| 150         | 3   | 40,7  | 2   | 143,0 | 13,2         | 1,26 | 24,3   |
| 200         | 3   | 4,7   | 3   | 4,7   | нет размнож. |      | 24,7   |
| 250         | 3   | 11,7  | 2   | 23,5  | 24,5         | 0,68 | 24,6   |
| 500         | 3   | 10,0  | 3   | 12,7  | 71,3         | 0,23 | 24,6   |
| 1000        | 3   | 4,0   | 3   | 8,3   | 46,1         | 0,37 | 24,5   |

Примечание: значения  $n$ ,  $N_0$ ,  $N_t$ ,  $C$  те же, что и в табл. 1-3.

Таблица 11

Темпы размножения и удельная продукция гетеротрофных психрофильных бактерий Черного моря (ст. 1) при экспонировании проб воды в склянках в условиях холодильника (4-6° С)

| Горизонт, м | $n$ | $N_0$ | $n$ | $N_t$ | $g, ч$ | $C$  | $t, ч$ |
|-------------|-----|-------|-----|-------|--------|------|--------|
| 200         | 3   | 3,3   | 2   | 6,3   | 25,5   | 0,65 | 24,2   |
| 500         | 6   | 0,7   | 2   | 2,6   | 10,4   | 1,60 | 20,5   |
| 1000        | 6   | 0,1   | 2   | 0,8   | 6,3    | 2,64 | 18,6   |

Примечание: значения  $n$ ,  $N_0$ ,  $N_t$ ,  $C$  те же, что и в табл. 1-3.

или его выедание наблюдалось не только в зоне фотосинтеза (горизонты - 0,10, 25, 50, 75, 100 м), но и в глубинных слоях (500 м - в Адриатике, 1000, 1500 и 2500 м - в Тирренском море).

На глубоководной станции 8, ближайшей к при-босфорскому району, было поставлено 5 опытов для изучения темпов размножения анаэробных бактерий (склянки экспонировались при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ , табл. 10). Показано, что наибольшей скоростью воспроизведения массы обладали бактериальные популяции пограничного между кислородной и сероводородной зоной горизонта 150 м, где бактерии делились примерно 2 раза в сутки. На 200 м отмечено подавление нарастания числа клеток, а на глубинах 250, 500 и 1000 м время генерации гетеротрофных бактерий составляло 1-3 суток.

Что касается темпов деления психрофилов при температуре, близкой к естественной ( $4-6^{\circ}\text{C}$ ), то с наибольшей интенсивностью размножались микробные популяции, обитающие на максимальной из изученных глубин - 1000 м ( $g = 6,3 \text{ ч}$ ), несколько медленнее ( $g = 10,4 \text{ ч}$ ) - на 500 м и лишь раз в сутки делились психрофильные бактерии, поднятые с 200 м (табл. 11).

## ВЫВОДЫ

1. Время генерации гетеротрофных бактерий в изолированных пробах морской воды при температуре  $14-17^{\circ}\text{C}$  в исследованных районах колебалось в широких пределах (от 1,6 до 58,6 ч).

2. При наличии сестона в воде наибольшие темпы размножения бактерий отмечены близ Эбро, где время генерации в 15 из 20 опытов колебалось от 2,3 до 5,1 ч, в открытых районах Адриатики - 1,6 и 1,8 ч, 0 и 50 м; в поверхностных и глубинных слоях Тунисского пролива, а также Тирренского и Балеарского морей - от 2,3 до 3,3 ч.

3. В ряде районов микробные популяции из глубинных слоев размножались более интенсивно, чем гетеротрофные бактерии поверхностных вод (в Черном море при наличии и отсутствии сестона, в Тирренском море при наличии сестона, в Адриатическом море при его отсутствии).

4. В Черном море изучение времени генерации анаэробных бактерий (при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ ), показало, что наибольшей скоростью размножения отличались формы пограничного между кислородной и сероводородной зонами горизонта 150 м (около двух раз в сутки). Из психрофильных бактерий самые высокие темпы размножения (при температуре  $4-8^{\circ}\text{C}$ ) отмечены для бактериальных популяций, обитающих на максимальной (1000 м) из изученных глубин ( $g = 6,3 \text{ ч}$  ).