

ПРОВ 98

Пров. 1980

ПРОВ 2010

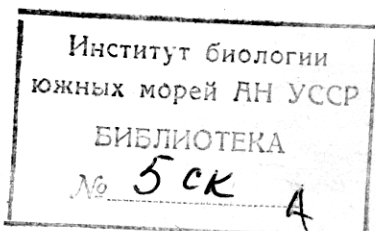
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 2



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

29. *Stephens G. C.* Uptake of amino acids by the bamboo worm. *Clymenella torquata*. — *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab.*, 1962, 123, N 3, p. 512—518.
30. *Stephens G. C.* Dissolved organic material as nutritional source for marine and estuarine invertebrates. — In: *Estuaries* / Ed. G. H. Lauff. Washington: AAAS, 1965, p. 367—373.
31. *Stephens G. C.* Dissolved organic matter as a potential source of nutrition of marine organisms. — *Amer. Zool.*, 1968, 8, N 1, p. 95—106.
32. *Stephens G. C., Schinske R. A.* Uptake of amino acids by marine invertebrates. — *Limnol. Oceanogr.*, 1961, 6, N 2, p. 175—181.
33. *Strickland J. D. H., Parsons T. R.* A practical handbook of seawater analysis. — Ottawa, 1968. — 167 p. — (Fish. Res. Board Can.; Bull. 167).
34. *Wetzel R. G.* Excretion of aquatic macrophytes. — *Bio Sci.*, 1969, 19, N 6, p. 539—540.
35. *Wright R. T., Hobbie J. E.* The uptake of organic solutes in lake water. — *Limnol. Oceanogr.*, 1965, 10, N 1, p. 22—28.

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

Поступила в редколлегию
02.09.78

V. E. EROKHIN

INVERTEBRATES CAPACITY FOR UTILIZING ORGANIC SUBSTANCES DISSOLVED IN SEA WATER

Summary

17 mass invertebrate species are stated to be capable of accumulating and utilizing from sea water 10 organic substances of autotrophic origin, which are different in their chemical composition and molecular weight and initiate external organic metabolites of algae. The studied compounds are shown to be involved in the plastic and energy metabolism, to participate in the synthesis of the complex biochemical components of the invertebrate body and to be oxidated to the final metabolism products, being excreted as CO₂ and other excretions. The experimental data obtained indicate that at close-to-natural concentrations of trophically valuable components of a dissolved organic substance certain invertebrates may make up for about 30—50% respiration-consumed energy.

УДК 577.472

А. П. ГОРДИЕНКО, М. Н. ЛЕБЕДЕВА, Ю. Н. ТОКАРЕВ

ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ЭКСТРЕМУМАХ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В НЕКОТОРЫХ МОРЯХ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

В океане широко распространены бактерии, обладающие способностью светиться [5, 11]. Н. В. Морозова-Водяницкая еще в 1948 г. предположила, что сильное бактериальное свечение, возможно, происходит вслед за «цветением» моря в воде, обогащенной органическим веществом. В прибрежных районах океана, подверженных влиянию стока рек, также часто наблюдалось интенсивное свечение моря как результат массового развития бактериопланктона на органических частицах, выносимых реками. Имеются описания, когда большие пространства океана перед устьями таких многоводных рек, как Амазонка, Конго и Ганг, были охвачены свечением. Бактериальное свечение можно ожидать и в областях стыка холодных и теплых вод, где происходит массовая гибель организмов [11].

Распределение бактерий, как и прочих планктонных организмов в море, неравномерно и обусловлено биотическими и абиотическими факторами среды. Отбор проб по стандартным горизонтам хотя и вскрывает эту особенность в распределении организмов [2, 8, 18], од-

нако не позволяет выявить экстремальные величины их численности и точное их местоположение.

Использование методов непрерывного вертикального зондирования биолюминесцентного поля с одновременным прицельным отбором проб позволило выявить интересные особенности пространственной структуры планктонных сообществ тропических вод Тихого океана. Так, были

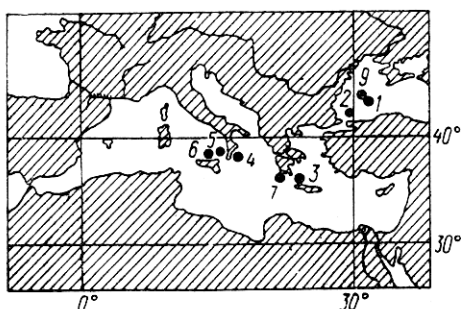


Рис. 1. Карта-схема расположения станций в 80-м рейсе НИС «Академик А. Ковалевский».

обнаружены узкие слои повышенной концентрации бактерий, которые служат своеобразной «кормушкой» для зоопланктона [3, 9, 10].

Вертикальное распределение бактерий в Черном и Средиземном морях изучали до настоящего времени по стандартным гидробиологическим горизонтам [12, 13].

Для сопоставления использованные одновременно полученные данные по sestonu и ультрамикропланктону¹. Ультрамикропланктон в слоях повышенной светимости в районах исследования ранее не изучался.

Цель нашей работы — получить методом прицельного отбора проб данные о численности бактерий в слоях с экстремальными величинами биолюминесценции в некоторых морях Средиземноморского бассейна.

Представляло также интерес подойти к оценке роли бактериопланктона в формировании биолюминесцентного поля.

Материалы и методы исследований. Материал собран на восьми станциях в 80-м рейсе НИС «Академик А. Ковалевский» (октябрь—ноябрь 1976 г.) в Черном, Эгейском, Ионическом и Тирренском морях (рис. 1).

Для инструментального измерения биолюминесценции в толще воды применяли разработанный и изготовленный в ИнБЮМ АН УССР батифотометр. В качестве датчиков биолюминесценции в приборе используются ФЭУ-29, работающие в режиме линейного усиления. Сигналы биолюминесцентного поля, передаваемые по кабель-тросу КТБФ-6, ре-

¹ Авторы искренне признательны Т. Ф. Нарусевич и П. А. Евстигнееву, которые любезно предоставили необходимые сведения.

Численность бактериопланктона (N_6 , млрд. кл./м³) и ультрамикропланктона (B , отн. ед.) в морях Средиземноморского

Горизонт, м	Черное море						Эгейское море	
	2			9			3	
	N_6	N_{Φ}	B	N_6	N_{Φ}	B	N_6	B
0	586	—	16,8	343	1480	14,0	263	12
10	462	1980	19,0	621	2000	22,6	306	16
15	—	—	—	—	—	—	—	—
20	613	1820	20,5	—	—	—	—	—
30	1415	1880	29,0	653	1580	17,0	162	12
40	—	—	—	560	4480	12,0	417	17
50	474	980	14,0	—	—	—	124	12
60	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	428	2000	8,5	—	—
90	—	—	—	—	—	—	325	13
100	349	2060	5,5	—	—	—	—	—
120	—	—	—	—	—	—	—	—
140	—	—	—	—	—	—	—	—
150	—	—	—	—	—	—	309	—

гистрировали на светолучевом шлейфовом осциллографе Н-700 и двухкоординатном самописце ПДС-021, в координатах глубина — свечение со временем интегрирования, равным 4 с.

Микробиологические и ультрамикропланктонные пробы отбирали 6-литровым батометром Ван-Дорна в точках с экстремальными величинами биолуминесценции, определенными при батифотометрическом зондировании. Батометр крепился на 1 м ниже батифотометра на кабель-тресе.

Общее число бактерий определяли методом прямого учета на мембранных ультрафильтрах «HUF5» (Чехословакия) с диаметром пор 0,4 мкм. Для этого фильтровали 2—5 мл воды (в зависимости от района исследований), применяя видоизмененный прибор Пельша со стеклянной воронкой и диаметром фильтрующей поверхности 10 мм. Фильтры с осевшими бактериями окрашивали 5%-ным карболовым эритрозинном и фиксировали парами формалина в течение суток, после чего удаляли избыток краски и солей [7, 12]. Всего получено 63 пробы, обработано 126 мембранных ультрафильтров.

Численность клеток учитывали под микроскопом МБИ-1 в фазовом контрасте, с масляной иммерсией при увеличении в 1350 раз, в 20 полях зрения, на двух параллельных фильтрах. Погрешность полученных данных не превышает 20% при уровне значимости 95% [14].

Планктонные пробы брали сетью Джеди с диаметром входного отверстия 36 см, смонтированной из газа № 49. Объем сетного сестона из планктонных проб определяли в волюминометрах Яшинова по стандартной методике. Количественный и качественный состав ультрамикропланктона установлен методом счета в «живой» капле.

Математическая обработка результатов проведена стандартными методами [1] на ЭВМ «МИР-2».

Результаты и их обсуждение. Анализ материалов показывает, что во всех морях в большинстве случаев относительно более высокое содержание бактерий наблюдается в слоях повышенной светимости (см. таблицу). Так, на шести станциях из восьми (75%) зоны максимальной интенсивности биолуминесценции и наибольшего развития бактерий совпали.

В исследованных морях Средиземноморского бассейна отмечена неоднородность поля биолуминесцентного излучения: при наличии одной-двух максимальных вспышек свечения иногда проявлялись одна-

(N_{ϕ} , тыс. кл/мл) в точках экстремальных значений биолуминесцентного потенциала бассейна на ст. 2, 9, 3, 4, 7, 5 и 6

Ионическое море					Тирренское море					
4		7			5			6		
N_6	Б	N_6	N_{ϕ}	Б	N_6	N_{ϕ}	Б	N_6	N_{ϕ}	Б
607	19	492	—	18,0	307	1920	12,0	—	—	—
—	—	—	—	—	338	6180	14,0	519	—	15
647	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	449	1820	20,7	307	4140	13,0	—	—	—
492	21	359	—	14,0	—	—	—	—	—	—
—	—	633	—	18,0	—	—	—	—	—	—
—	—	490	3120	14,5	—	—	—	—	—	—
703	26	486	2480	16,5	—	—	—	357	3860	16
—	—	369	2300	10,6	159	4400	15,5	—	—	—
194	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
154	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	161	3100	4
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Институт биологии

2-1886

Южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 4 СК

две, выраженные слабее. Наиболее интенсивное свечение зарегистрировано в верхнем слое и ориентировано к термоклину. При этом слой наиболее высокой светимости обычно разделяют 10, 20 или 50 м водной толщи, где интенсивность биолюминесценции в два — шесть раз ниже. Примерно в таком же соотношении уменьшается и содержание планктонов (см. таблицу).

На ст. 2, расположенной в приобсфорском районе Черного моря, на горизонт 30 м приходится самая высокая степень развития бактерио- и ультрананнопланктона, достигающая соответственно 1412 и 1880 тыс. кл/м³.

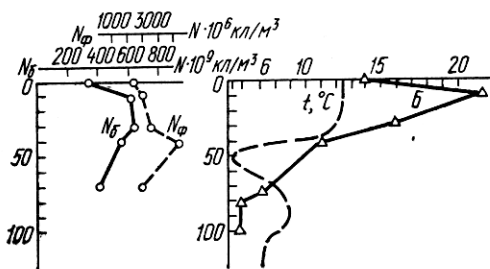


Рис. 2. Вертикальное распределение численности (N_b) бактерий, ультрананнопланктона (N_ϕ) в экстремумах биолюминесценции в Черном море на ст. 9. B — уровень биолюминесцентного потенциала, отн. ед.

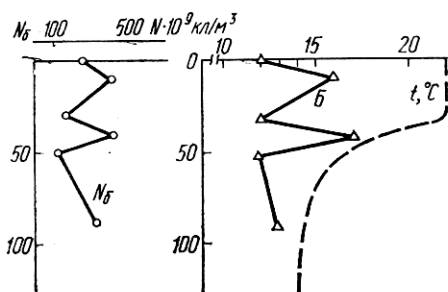


Рис. 3. Сравнительная характеристика распределения численности бактериопланктона, ультрананнопланктона и биолюминесцентного потенциала в Эгейском море (ст. 3). Обозначения те же, что и на рис. 2.

На ст. 1 и 9, выполненных в одной и той же точке в открытых водах Черного моря (октябрь и ноябрь), наблюдалось более слабое развитие бактериальной жизни. Но и здесь наибольшие концентрации бактерий отмечены на горизонтах повышенной биолюминесценции (рис. 2). Этот слой отличался и самым высоким содержанием сестона (715 и 2800 мг/м³), особенно на ст. 9, где концентрация бактерий была несколько меньшей, чем на ст. 1. Можно полагать, что основным источником биолюминесценции был сестон. Максимальная концентрация ультрананнопланктона располагалась на 40 м, значительно ниже слоя наибольшей светимости.

В Эгейском море, несмотря на самое слабое по сравнению с другими исследованными морями развитие бактериальной жизни, наиболее четко прослеживается положение экстремумов биолюминесценции и общей численности бактерий (см. таблицу, рис. 3). Но и здесь на горизонтах повышенной светимости отмечено более высокое содержание сестона: 260 и 75 мг/м³ в слоях 0—10 и 25—50 м против 12 мг/м³ в слое 10—25 м.

Ионическое море по количественному развитию бактериальной жизни приближается к открытым водам Черного моря (см. таблицу, ст. 1 и 9). Что касается вертикального распределения численности бактерий, то на ст. 4, как и в Эгейском море (ст. 3), горизонты относительно высокой и низкой их концентрации особенно хорошо совпали с зонами повышенной и слабой биолюминесценции. Верхний максимум свечения располагался на уровне 20 м — над слоем перепада температур (20—40 м), а нижний — на уровне 70 м, т. е. приходился на слой горизонта плотности (70—80 м).

В этих слоях отмечена и повышенная концентрация зоопланктона, представленного копеподами и в основном науплиальными формами. По визуальным наблюдениям эта станция отличалась также обилием рыб и кальмаров.

На ст. 7 представляется возможным проследить распределение по глубинам различных компонентов планктонного сообщества на фоне изменения интенсивности биолюминесцентного поля в эуфотической зоне (рис. 4). Максимальные величины интенсивности свечения наблюдались в пределах слоя 0—50 м с некоторым снижением биолюминесценции на 40 м. В этом слое и прежде всего до 25 м сконцентрирована основная масса сестона, который был представлен главным образом науплиусами копепоид и видами рода *Calanus*.

На уровне 50 м — над слоем перепада температур — отмечена наибольшая плотность бактериального населения, что, по-видимому, сказывается на биолюминесцентном потенциале.

Очередной всплеск светимости наблюдался на 70-м м, над слоем температурного скачка, где увеличивается соленость. Здесь численность бактерий остается неизменной, но изменение гидрологических условий сказывается на составе планктонного сообщества. При некотором уменьшении численности ультрааннопланктона по сравнению с вышележащим горизонтом (2480 против 31 200 тыс. кл/м³) изменяется его количественный состав — снижается доля синезеленых, увеличивается содержание перидиней, кокколитофорида и мелких жгутиковых, среди которых, как известно, встречается много светящихся форм. Они, вероятно, и вносят основной вклад в свечение воды на этом горизонте.

Тирренское море оказалось беднее Ионического по численности бактериального населения и зоопланктона. Как следствие относительной бедности этого района биолюминесценция в Тирренском море имела наиболее низкие величины по сравнению с другими районами исследования.

Несколько более обильным здесь был ультрааннопланктон, представленный в основном синезелеными водорослями (88—98%), которые, по-видимому, несколько подавили развитие бактерий в этом море. Может быть, поэтому не было такой четкой взаимной приуроченности экстремумов численности бактерий и величин биолюминесцентного потенциала.

В данном море на ст. 5 отмечен единственный случай, когда на горизонте высокой интенсивности биолюминесценции (90 м) наблюдалось минимальное содержание бактерий. Поскольку синезеленые водоросли не люминесцируют, надо полагать, что структура поля биолюминесцентного излучения в первую очередь обусловлена особенностями распределения зоопланктона, что определялось гидрологической обстановкой в районе исследования.

Анализ характера стратифицированного распределения численности бактерий и биолюминесценции по всем станциям изученных морей показал, что на 12 из 16 горизонтов (75% случаев), где отмечались всплески свечения, наблюдалась и более высокая концентрация бактерий. Коэффициент корреляции между численностью бактериального населения и показателями интенсивности биолюминесценции оказался несколько выше, чем между количеством ультрааннопланктона и биолюминесценцией ($r=0,74$ против 0,69 при $p=95\%$). Относительно невысокий коэффициент корреляции по линии ультрааннопланктона, как

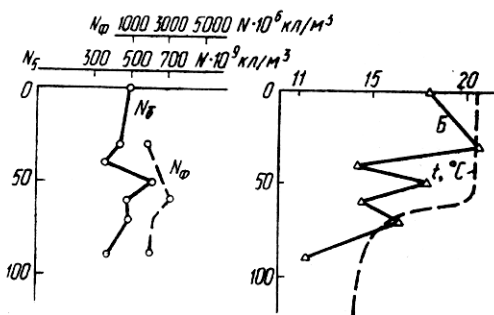


Рис. 4. Вертикальное распределение бактериопланктона (N_b), ультрааннопланктона (N_ϕ) и биолюминесценции в Ионическом море (ст. 7).

Обозначения те же, что и на рис. 2.

видно, обусловлен преобладанием в его составе несветящихся синезеленых водорослей, которые отрицательно влияют на развитие бактериопланктона [4, 6, 12, 13, 17].

Кроме того, эта группа водорослей, по всей вероятности, не только оказывает ингибирующее влияние на бактерии, но и тормозит развитие определенных групп водорослей. Действительно, на горизонтах слабого развития синезеленых водорослей, как правило, изменяется качественный состав ультрамикропланктона — возрастает численность кокколи-тофорид, перидиней и мелких жгутиковых. Эти горизонты совпадают с пиками биолюминесценции.

К горизонтам повышенной интенсивности биолюминесценции и высокой концентрации бактерий часто приурочено скопление основной массы зоопланктона. Светящиеся бактерии, обладающие клеточными выростами — фимбриями и склонные к слипанию клеток в условиях культивирования [16], по-видимому, образуют скопления и в естественной обстановке, где доля фотобактерий в численности сапрофитных форм составляет 10% в открытом океане и почти 60% — в лагунах атоллов [18]. Такие бактериальные агрегаты, количество которых размером более 4 мкм (по данным Ю. И. Сорокина [9]) составляет 20—40% общего числа бактерий, играют существенную роль в пищевом рационе зоопланктонов-фильтраторов.

Результаты изучения численности бактерий в слоях с экстремальными величинами биолюминесценции свидетельствуют о преимущественном соответствии количественного распределения бактерий, характеристик биолюминесцентного поля и некоторых гидрологических показателей, т. е. бактерии, наряду с другими планктонами, определенно вносят свой вклад в свечение моря, а на отдельных горизонтах, где наблюдалась высокая концентрация бактерий при слабом развитии фито- и зоопланктона, являются основными источниками биолюминесценции.

Таким образом, в комплексных исследованиях открывается возможность использования биолюминесцентного зондирования в качестве экспресс-метода для получения предварительной информации о слоях и зонах повышенного содержания микрофлоры.

1. Ашмарин Н. П., Воробьев А. А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. — Л.: Медгиз, 1962. — 180 с.
2. Виноградов М. Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. — М.: Наука, 1968. — 319 с.
3. Виноградов М. Е., Гительзон И. И., Сорокин Ю. И. О пространственной структуре сообществ эвфотической зоны тропических вод океана. — М.: Наука, 1971. — 65 с.
4. Гаевская Н. С. Основные задачи изучения кормовой базы и питания рыб в аспекте главных проблем биологических основ рыбного хозяйства. — В кн.: Трофология водных животных. М.: Наука, 1973, с. 18—37.
5. Гительзон И. И. Живой свет океана. — М.: Наука, 1976. — 119 с.
6. Гусева К. А. Взаимоотношение фитопланктона и сапрофитных бактерий в водоеме. — Тр. пробл. и темат. совещ. зоол. ин-та АН СССР, 1951, вып. 1, с. 134—138.
7. Лебедева М. Н. Эколого-физиологическая характеристика бактериального населения южных морей: Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. — М., 1976. — 48 с.
8. Лебедева М. Н. Бактериальное население. — В кн.: Основы биологической продуктивности Черного моря. Киев: Наук. думка, 1979.
9. Лебедева М. Н., Шумакова Г. В. К вопросу о достоверности данных, полученных методом прямого учета бактерий на фильтрах. — Микробиология, 1969, 38, вып. 2, с. 351—357.
10. Медведева С. Е. Поверхностная и ультраструктурная организация светящихся бактерий и их темновых мутантов: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. — М., 1979. — 23 с.
11. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря. Ч. 1. Фитопланктон в районе Севастополя и общий обзор фитопланктона Черного моря. — Тр. Севастоп. биол. станции, 1948, 6, с. 39—172.
12. Родина А. Г. Методы водной микробиологии (практическое руководство). — М.: Л.: Наука, 1965. — 364 с.

13. *Семина Г. И.* Фитопланктон. — В кн.: Тихий океан. Т. 7. Биология Тихого океана. Кн. 1. Планктон. М.: Наука, 1967, с. 138—152.
14. *Сорокин Ю. И.* Количественная оценка роли бактериопланктона в биологической продуктивности тропических районов океана. — В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М.: Наука, 1971. с. 92—122.
15. *Сорокин Ю. И.* Бактериальная продукция в водоемах. — Итоги науки и техники / ВИНТИ. Общ. экология, биоценология, гидробиология, 1973, 1, с. 47—101.
16. *Тарасов Н. И.* Свечение моря. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. — 204 с.
17. *Хайлов К. М.* Экологический метаболизм в море. — Киев: Наук. думка, 1971. — 251 с.
18. *Чумакова Р. И.* Морские светящиеся бактерии. — В кн.: Биолуминесценция моря. М.: Наука, 1969, с. 68—72.

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

Поступила в редколлегию
18.04.79

A. P. GORDIENKO, M. N. LEBEDEVA, Yu. N. TOKAREV
**BACTERIOPLANKTON NUMBER IN BIOLUMINESCENCE
EXTREMA IN SOME SEAS OF THE MEDITERRANEAN SEA BASIN**

Summary

Data on the total bacteria number on the horizons of bioluminescent field extrema are obtained for the euphotic zone of the Black, Aegean, Ionian and Tyrrhenian Seas. A correlation is established between the qualitative development of the bacterial life and bioluminescence intensity indices ($r=0.74$ when $p=95\%$).

УДК 595.341.3:577.4(266.5)

Л. Н. ПОЛИЩУК

**ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗМЕРА И МАССЫ
ГИПОНЕЙСТОННЫХ РАЧКОВ СЕМЕЙСТВА
PONTELLIDAE (COPEROIDA) ИЗ РАЗЛИЧНЫХ АКВАТОРИЙ
ЧЕРНОГО МОРЯ**

Знание размера и массы копепод в настоящее время необходимо не только для определения биологической продуктивности того или иного вида либо водоема в целом. Длина тела — важный биометрический признак, в значительной степени отражающий характер воздействия некоторых факторов среды на отдельные стороны процесса жизнедеятельности организма [8]. Поскольку длина тела и масса у веслоногих рачков связаны линейной зависимостью [7, 8, 10], они могут служить равноценными биометрическими признаками при решении многих вопросов. Кроме того, данные средних масс планктонных организмов необходимы при изучении питания рыб и т. п.

Сведений о размере и массе представителей семейства Pontellidae в Черном море очень мало. Так, в работе Т. С. Петипа [12] имеются данные о размерах и массе лишь половозрелых особей *Pontella mediterranea* Claus (самки и самцы) и *Labidocera brunescens* Czernjavsky (самцы), причем самим автором отмечается, что приводимые ею массы данных видов приблизительные, поскольку для взвешивания из-за недостаточного их количества были взяты только единичные экземпляры. В работе Ю. П. Зайцева и соавторов [6] также содержатся данные о размере и массе только половозрелых особей *Pontella mediterranea* и *Anomalocera patersoni* Templeton. Л. И. Сажина исследовала в лабораторных условиях линейный рост и увеличение массы возрастных стадий трех черноморских понтеллид [16], в работе приведены кривые роста и рассчитаны среднесуточные приросты массы. Однако данные,