

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

38

1991

for indirect counting of heterotrophic bacteria in the sea water at a salinity of 14—18‰ and the RPA medium at salinity of 6—13‰. Two specific groups of microorganisms developing in the Odessa Bay in the salinity range of 6—13‰ and 14—18‰ have been distinguished. The law governing the changes in the ratio of the number of bacteria of these groups in the sea depending on water salinity has been established. The results obtained may be employed for prediction of the number of heterotrophic-saprophyte bacteria of allochthonous and autochthonous origin in the Odessa Bay.

УДК 591.524.124:591.13:551.465.8(262.5)

Г. А. ФИНЕНКО, З. А. РОМАНОВА

ПИТАНИЕ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЧЕРНОМОРСКОГО ВЕСЛОНОГО РАЧКА *ACARTIA CLAUSI* GIESBR. НА ДЕТРИТЕ

Исследовано потребление детрита макрофитов и одноклеточных водорослей разного срока разложения (2; 5; 10; 30 и 40 сут) веслоногим рачком *A. clausi*. Установлено, что только при питании молодым (2-дневным) детритом рачки могут удовлетворить минимальные пищевые потребности. Потребление более старого детрита может лишь частично компенсировать затраты энергии животных на дыхание.

Исследования в различных районах морей и океанов потребностей морских планктонных ракообразных в продукции фитопланктона показали, что фитопланктон не может быть для них единственным источником энергии в течение всего года. В качестве другого возможного пищевого источника многие авторы рассматривают мертвое органическое вещество, большой запас которого в море, его химический и размерный состав дают основание для такого предположения [2, 7, 10, 11]. Полевые наблюдения не дают необходимой информации о количестве и степени удовлетворения пищевых потребностей при использовании животными мертвой органической взвеси. Только дополненные результатами эколого-физиологических экспериментов, они позволят судить о роли детрита в трофодинамике морских планктонных сообществ.

Прямые наблюдения и эксперименты по потреблению детрита морскими планктонными животными до сих пор немногочисленны и противоречивы. Различные, часто противоположные результаты определяются особенностями использованного в опытах детрита: его происхождением (зоо- или фитогенный детрит, детрит макрофитов или одноклеточных водорослей), возрастом, степенью разложения и др. Методическая сторона экспериментов также недостаточно разработана. Кратковременные наблюдения, в которых продолжительность питания животных измеряется часами, а иногда минутами, позволяют оценить скорость потребления детрита, но не достаточны для суждения о его пищевой ценности. Только в совокупности с наблюдениями по выживаемости, росту, плодовитости они могут дать объективную оценку возможности использования животными детрита как пищевого источника. Для таких исследований требуется длительное содержание морских планктонных организмов в лабораторных условиях, а также поддержание детритных частиц во взвеси, что связано с определенными трудностями и требует специальных методических разработок.

Цель настоящей работы — оценить интенсивность питания черноморского рачка *Acartia clausi* и его выживаемость на детрите разного происхождения (детрит макрофитов и одноклеточных водорослей) и возраста.

Материал и методика. Опыты проводили во время 27-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в Черном море в июле — августе 1988 г. Использовали детрит макрофитов *Ulva rigida* разного срока разложения

© Г. А. Финенко, З. А. Романова, 1991

(2; 5; 10; 30 и 40 сут) и одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tri-cornutum* (30-дневный), который получали в лаборатории путем аэробного разложения при температуре 18—20°C в больших объемах воды. По истечении срока разложения детрит макрофитов высушивали при 60°C, растирали и хранили в эксикаторе. Сгущенный центрифугированным детрит микроводорослей хранили в морозильной камере при —15°C.

Для получения однородной по размерам взвеси перед началом опыта детрит макрофитов вновь растирали, подсушивали, после чего на 6 мг/л сухой массы вносили отфильтрованную через фильтр с диаметром пор 1,5 мкм морскую воду и отстаивали в течение 20 мин. Оставшийся во взвеси детрит с частицами размером 5—50 мкм служил пищевым материалом в экспериментах. Детрит же микроводорослей размораживали, отбирали 1 мл густого осадка, растирали и общий объем взвеси доводили до 100 мл. После 20-минутного отстаивания взвесь вносили в опытные сосуды. Избегая оседания детритных частиц в пищевых экспериментах, склянки с животными помещали на вращающийся со скоростью 1 об/мин барабан. Животных перед опытом содержали в течение суток на отфильтрованной через 1,5 мкм фильтр морской воде для освобождения кишечника. Эксперименты проводили в 0,6—0,7-литровых склянках с притертыми пробками, куда помещали пищевую взвесь, а затем вносили 20—30 акарий. После окончания опыта содержимое сосудов отстаивали в течение 30 мин, затем пипеткой, затянутой газом № 49, осторожно отцеживали воду, доводя общий объем пробы до 100 мл. В этом объеме в камере Богорова под бинокуляром МБС-9 подсчитывали количество рачков, выделенных фекалий и их размер.

Для сравнения использовали взвесь водорослей *Peridinium trochoideum* и *Gymnodinium kowalevskii*, в качестве контроля — морскую воду, отфильтрованную через 1,5 мкм фильтр. Опыты проводили при температуре 19—20°C. Об интенсивности питания рачков судили по скорости выделения фекалий животными, потребляющими данный вид корма в течение 24—30 ч. Для определения выживаемости рачков были поставлены эксперименты на 2- и 40-дневном детрите макрофитов и на 30-дневном детрите одноклеточных водорослей. Для контроля использовали опыты по выживаемости рачков на отфильтрованной через 1,5 мкм фильтр морской воде, а также на водорослях *Gymnodinium kowalevskii* (концентрация 4 мг/л). Попытка содержания рачков в проточной системе оказалась неудачной из-за травмирования их при вовлечении в круговорот движения воды. Поэтому наблюдения проводили

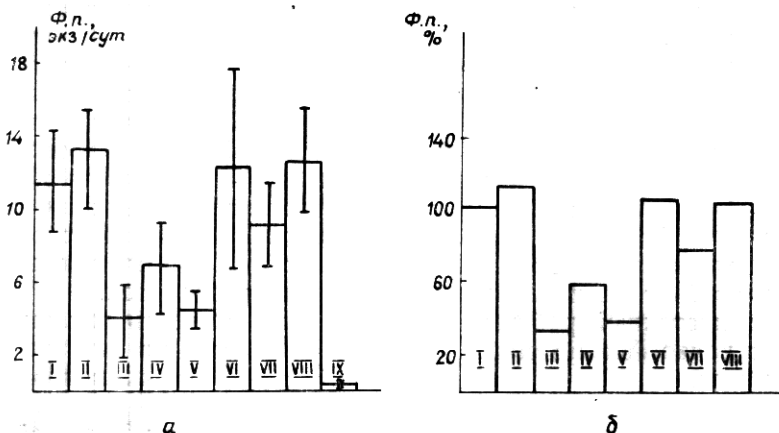


Рис. 1. Скорость выделения фекалий *A. clausi* (а — абсолютная, б — относительная, в %, от максимальной) на разных видах пищи:

I — *P. trochoideum*, концентрация 4 мг/л; II — детрит *U. rigida* 2-дневный; III — 5-дневный; IV — 10-дневный; V — 30-дневный; VI — 40-дневный; VII — детрит *Ph. tricornutum*, 30-дневный; VIII — *G. kowalevskii*, концентрация 0,32 мг/л; IX — фильтрованная морская вода

в непроточных 800—1000 мл сосудах при плотности посадки 1 экз. на 40—50 мл. Смену пищевой взвеси проводили через 2, реже 3 сут. Оказалось, что детритные частицы размером 50 мкм и меньше практически не оседают, постоянные вибрация и качка на судне создают дополнительные условия для поддержания их во взвеси.

Результаты. Количество выделенных фекальных пеллет было высоким при потреблении рачками 2-дневного детрита макрофитов и живых водорослей (рис. 1, а). Рачки выделяли 11,7—13,7 фекальных комков в сут. Более низкая скорость выделения фекалий отмечена при питании детритом одноклеточных водорослей (9,1 ф. п./сут, или 70% максимальной) (рис. 1, а, б), но она значительно выше при питании детритом макрофитов того же возраста (4,42 ф. п./сут, или 38% максимальной). Детрит 5; 10 и 30-дневного возраста слабо потребляется животными, в среднем количество фекальных комков при его потреблении составило 3,9—6,7 в сут. По количеству выделенных рачками фекалий 40-дневный детрит приближался к водорослям ($12,25 \pm 5,57$), однако большой разброс величин привел к недостоверным отличиям скорости выделения при его потреблении по сравнению с 5—30-дневным детритом.

Размер фекальных пеллет является хорошим показателем обеспеченности рачков пищей. При питании водорослями и всеми видами детрита размер фекалий был практически одинаковым и значительно превышал их длину на фильтрованной воде, где рачки находились в состоянии голодания (рис. 2).

Выживаемость *A. clausi* в суспензии 2-дневного детрита была близка к выживаемости на водорослях и значительно превышала выживаемость на старом детрите (рис. 3 а, б). Коэффициент мгновенной смертности в уравнении вида $N_t = N_0 e^{-kt}$ составлял 0,172 для 2-дневного, 0,398 и 0,285 — для 30- и 40-дневного детритов соответственно (табл. 1). На молодом детрите 50% рачков доживали до 6,6 сут (на водорослях — 7,0 сут), в то время как на старом детрите, как и на фильтрованной воде, половина рачков погибала уже к 3—4-м суткам.

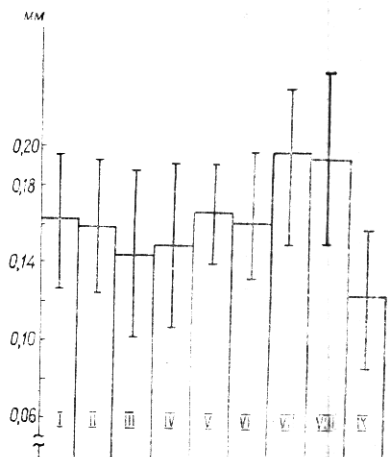


Рис. 2. Размер фекальных пеллет *A. clausi* на разных видах пищи. Обозначения те же, что и на рис. 1

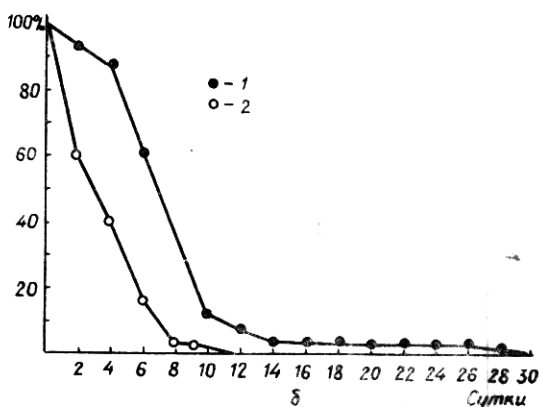
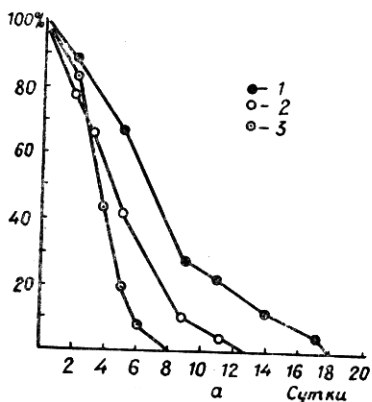


Рис. 3. Выживаемость *A. clausi* на разных видах пищи:

а — детрит *U. rigida* (1 — 2-дневный; 2 — 40-дневный; 3 — детрит *Ph. tricornutum* 30-дневный); б — 1 — *G. kowalevskii*; 2 — фильтрованная морская вода.

Таблица 1. Выживаемость *A. clausi* на разных видах пищи

Пища	$N_t = N_0 e^{-kt}$
2-дневный детрит макрофитов	$N_t = 23,99 e^{-0,172t}$
40-дневный детрит макрофитов	$N_t = 28,29 e^{-0,285t}$
30-дневный водорослевый детрит	$N_t = 33,91 e^{-0,398t}$
<i>Gymnodinium kowalevskii</i>	$N_t = 29,98 e^{-0,153t}$
Фильтрованная морская вода	$N_t = 35,94 e^{-0,430t}$

Примечание. N_0 — количество рачков в начале опыта, экз.; N_t — количество выживших животных ко времени t ; k — коэффициент смертности.

Обсуждение. Основываясь на скорости выделения фекалий, можно заключить, что молодой 2-дневный детрит макрофитов потребляется акарией с такой же скоростью, как и живые одноклеточные водоросли, в то время как интенсивность потребления детрита большей степени разложения (возраста) значительно ниже. Мертвое органическое вещество одноклеточных водорослей потребляется интенсивнее детрита макрофитов того же возраста.

Различия в скорости потребления детрита разного происхождения и возраста не связаны с биохимическими показателями мертвого органического вещества (табл 2). Последовательное увеличение доли белка и калорийности, а также снижение отношения C/N в процессе разложения макрофитов не приводят к существенному изменению интенсивности потребления их животными, как и изменение содержания отдельных липидных фракций, в частности фосфолипидов и триглицеридов (табл. 3) *. Возможно, различные скорости потребления связаны с количеством бактерий на детритных частицах. Согласно данным [4, 9], максимум развития бактерий на естественном и искусственном детритах наблюдается в первые трое суток разложения. Полагая, что пищевая ценность детрита определяется в первую очередь наличием микробиоты, можно ожидать наибольшую пищевую ценность молодого детрита по сравнению с более разложившимся, что и было получено в наших опытах.

Отметим, что размеры и форма пищевых частиц могут определять скорость их потребления, как это было показано на водорослях [1]. Большая часть детритных частиц макрофитов после растирания имеет неправильную форму, размер их составляет от 7 до 200 мкм, хотя преобладают частицы размером 15—100 мкм; при этом мелкие частицы чаще имеют более правильную цилиндрическую или округлую форму. Частицы водорослевого детрита мельче и имеют более правильную форму, чем частицы макрофитного детрита, что может быть причиной их более интенсивного потребления рачками. По скорости выделения

Таблица 2. Некоторые биохимические характеристики детрита разного возраста

Возраст детрита,	C, мкг/мг	N, мкг/мг	C/N	Белок, мкг/мг	Сухая масса			Калорийность, кал/мг	
					Белок	Липиды	Золь- ность	сухого ве- щества	органиче- ского ве- щества
Детрит <i>Ulva rigida</i>									
2	294,92	38,45	8,98	240,31	24,0	1,4	29,4	2,95	4,18
5	272,21	41,37	7,70	258,65	25,8	1,2	30,2	2,72	3,90
10	298,32	63,70	5,48	398,12	39,8	1,7	29,6	2,98	4,23
30	274,02	58,50	5,48	365,62	36,6	1,2	37,2	2,74	4,36
40	316,42	61,93	5,11	387,06	38,7	1,5	32,8	3,16	4,70
Детрит <i>Phaeodactylum tricornutum</i>									
30	231,3	10,43	25,96	65,1	6,5	—	—	2,31	—

* Определение общего содержания липидов и белка, а также отдельных фракций липидов проведено А. М. Щепкиной.

фекалий и их размерам, а также объему кишечника животных были рассчитаны примерные суточные рационы рачков при допущении, что детрит и водоросли усваиваются с одинаковой эффективностью (60%). Основание для такого допущения дают материалы, полученные для морских и пресноводных животных на фитогенном детрите разного срока разложения [3, 5].

Таблица 3. Относительное содержание отдельных липидных фракций (% суммы липидов) в детрите макрофитов разного срока разложения

Возраст детрита, сут	Фосфолипиды	Холестерин	Жирные кислоты	Триглицериды	Эфиры холестерина
5	42,4	1,00	14,3	41,9	0,35
10	46,0	0,70	8,4	44,7	0,24
30	28,0	0,94	12,4	58,3	0,33
40	35,0	0,78	13,6	50,3	0,27

Приведенные в табл. 4 величины относительных суточных рационов на различных видах корма изменяются от 9,3 до 46,1% массы тела. При этом максимальные рационы отмечены на водорослях, 2-дневный детрит макрофитов рачки потребляли с той же интенсивностью, что и живые водоросли. Рацион при питании более разложившимся детритом (5; 10 и 30-суточным) был 1,5—2 раза ниже. По материалам Т. С. Петипа [6] минимальные пищевые потребности акарций составляют 30—35% массы тела при 20°C. Следовательно, только на 2-дневном детрите в предложенной нами концентрации рачки могут удовлетворить минимальные пищевые потребности. Потребление более старого детрита может лишь частично компенсировать траты животных на дыхание, что говорит о необходимости дополнительных источников энергии для поддержания популяции в течение длительного срока. Об этом же свидетельствуют материалы по выживаемости рачков.

1. Ковалева Т. М. Влияние биотических факторов на питание *Acartia clausi* Giesbr. и *Pseudocalanus elongatus* Boeck (Crustacea, Copepoda) в Черном море: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1983. — 23 с.
2. Мельников И. А. Характеристика органических компонентов океанического сестона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1974. — 25 с.
3. Павловская Т. В., Павлютин А. П., Африкова С. Г., Царева Л. В. Питание и трансформация энергии потребленной пищи у массовых форм тропического планктона // Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море. — Киев: Наук. думка, 1975. — С. 181—191.
4. Павлютин А. П. Детрит пресных вод и его пищевая ценность для пресноводных ракообразных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Минск, 1974. — 21 с.
5. Павлютин А. П., Остапеня А. П. Рацион и усвояемость *Daphnia magna* при питании детритом // Биология внутр. вод: Информ. бюл. — 1976. — Вып. 29. — С. 41—43.
6. Петипа Т. С. Соотношение между приростом, энергетическим обменом и рационами у *Acartia clausi* Giesbr. // Физиология морских животных. — М.: Наука, 1966. — С. 82—91.
7. Студеникина Е. И. Состав пищи и трофическая структура сообщества планктонных гетеротрофов в Азовском море // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — 1974. — 103. — С. 87—94.
8. Gerber R. P., Marshall N. Ingestion of detritus by the lagoon pelagic community at Eniwetock Atoll // Limnol. and Oceanogr. — 1976. — 21, N 2. — P. 141—145.
9. Heinle O. R., Harris R. P., Utach G. F., Flemer D. S. Detritus as food for estuarine copepods // Mar. Biol. Assoc. U. K. — 1977. — 40, N 4. — P. 341—353.
10. Lenz J. On detritus as a food source for pelagic filter-feeders // Mar. Biol. — 1977. — 14, N 1. — P. 1—11.
11. Parsons T. R., Strickland J. D. N. Oceanic detritus // Science. — 1962. — 136. — P. 313—314.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 19.01.90

Т а б л и ц а 4. Рацион *A. clausi* при потреблении разных видов пищи *

Пища, концентрация	Объем фекального комка, 10^{-4} мм ³	Количество фекальных комков в объеме кишечника	Скорость выделения фекалий, экз/сут	Количество заплываний кишечника, сут	Время переваривания, ч
Фильтрованная морская вода	3,8	6,00	0,14	0,023	—
<i>P. trochoideum</i> (4 мг/л)	4,9	4,67	11,7	2,50	9,60
Детрит <i>U. rigida</i> 2-дневный	4,7	4,87	13,2	2,70	8,90
5-дневный	4,3	5,32	3,9	0,73	32,91
10-дневный	5,3	4,32	6,7	1,55	15,48
30-дневный	5,0	4,58	4,4	0,96	25,00
40-дневный	4,9	4,67	12,2	2,61	9,19
Детрит <i>Ph. tricornutum</i> 30 дневный	6,0	2,66	9,1	2,66	9,02
<i>G. kowalevskii</i> (0,32 мг/л)	6,6	3,46	12,7	3,67	6,54
<i>P. trochoideum</i> $0,4 \cdot 10^3$ кл/мл	7,0	3,27	4,3	1,31	18,32
$0,8 \cdot 10^3$ кл/мл	6,1	3,75	6,3	1,68	14,29
$1,1 \cdot 10^3$ кл/мл	5,8	3,95	7,0	1,77	13,56
$2,0 \cdot 10^3$ кл/мл	6,2	3,69	7,0	1,90	12,63

* Объем кишечника составляет $22,9 \cdot 10^4$ мм³; масса акарции 0,045 мг. Принято, что усво

G. A. FINENKO, Z. A. ROMANOVA

NUTRITION AND SURVIVABILITY OF THE BLACKS SEA ACARTIA CLAUSI GIESBR ON DETRITUS

Summary

The consumption of detritus of macrophytes and unicellular algae with different time of decomposition (2; 5; 10; 30 and 40 days) by *A. clausi*. It is established that only feeding on young (2-day) detritus *A. clausi* can satisfy minimum food demand. Consumption of the older detritus can only partially compensate the animal expenditures for respiration.

УДК 577.472

С. Г. САФРОНОВ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕСЛОНОГО РАЧКА EPILABIDOCERA AMPHITRITES McMURRICH (COPEPODA, CRUSTACEA)

Исследованы пространственное распределение, сезонные изменения численности и возрастной структуры популяции *Epilabidocera amphitrites*. Установлено, что в прикамчатских морских водах большую часть зимне-весеннего периода этот вид находится в состоянии диапаузы и является сезонным. Распределение *E. amphitrites* определяется динамикой поверхностных вод, а размеры половозрелых особей — особенностью прогрева вод в весенне-летний период. В течение года, вероятно, имеется две генерации (осенняя и зимняя).

Epilabidocera amphitrites (далее по тексту эпилабидоцера) — крупная копепода, эндемик северной Пацифики встречается в дальневосточных морях от залива Петра Великого до пролива Беринга, в южной части Чукотского моря, вдоль Северной Америки от Аляски до залива

© С. Г. Сафронов, 1991