

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



15
—
1983

27. Степанов В. Н., Светличный Л. С. Методы определения объемов планктонных организмов. — Биология моря, Киев, 1976, вып. 39, с. 46—51.
28. Уломский С. Н. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер (к вопросу о методе определения видовой биомассы зоопланктона). — В кн.: Тр. пробл. и темат. совещ. Зоол. ин-та АН СССР: Пробл. гидробиологии внутр. вод. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951, вып. 1, с. 121—130.
29. Шмелева А. А. Весовые характеристики массовых форм зоопланктона Адриатического моря. — Сообщение 1. — Тр. Севастоп. биол. ст., 1964, 15, с. 53—69.
30. Шмелева А. А. Весовые характеристики массовых форм зоопланктона Адриатического моря. — Там же, 1963, 16, с. 153—159.
31. Чернышев Э. Р. Материалы по сырому весу массовых форм зоопланктона прибрежных форм зоопланктона прибрежных вод Сахалина. — Тр. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 1973, 91, с. 106—109.
32. Численко Л. Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела. — Л.: Наука, 1968. — 105 с.

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

Получено
10.05.82

L. S. SVETLICHNY

CALCULATION OF PLANKTONIC COPEPOD BIOMASS BY MEANS OF COEFFICIENTS OF PROPORTIONALITY BETWEEN VOLUME AND LINEAR DIMENSIONS OF THE BODY

Summary

A new method is suggested for determining the body volume in certain copepod individuals with 5-10% accuracy. Regression equations are considered which describe the body volume-linear-dimensions relation. The volume (W) of copepods is suggested to be calculated using a coefficient of proportionality between W and length (l_c) and width (d_c) of the cephalothorax from the formula: $W = K_c l_c d_c^2$. For twenty species under study $K_c = 0.534 \pm 0.057$. The coefficients K_c calculated from data of other authors (68 species) proved to be approximately the same: 0.56 ± 0.03 (in females) and 0.58 ± 0.01 (in males). They are constant at copepodide developmental stages as well. Application of K_c =coefficient permits calculating biomass of most copepod species with a $\pm 15\%$ accuracy.

УДК 591.524.13

С. М. ИГНАТЬЕВ

О СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ НЕКТОБЕНТОСНЫХ КРЕВЕТОК (DECAPODA, NATANTIA)

Изучение локомоторных адаптаций ракообразных к условиям обитания в водной среде представляет интерес для выяснения общих путей и закономерностей развития, хотя особенности их движения, в частности у Decapoda, изучены весьма слабо. Крайне мало литературных данных по скоростям движения представителей этого отряда. Если для большинства нектонных организмов имеются обширные сводки по скоростям движения [1, 6], то Decapoda в этом плане практически не изучались, хотя не исключено наличие среди них нектонных форм, прежде всего среди креветок Natantia. Скорости движения креветок измерялись визуально [7] или искусственно задавались вращением редуктора респирационной камеры [5, 11], что, конечно, не отражало всего диапазона возможных скоростей движения организма в естественных условиях. Исключение составляют работы В. С. Логачева и Ю. Е. Мордвинова [8, 9], в которых скорости движения мелких форм креветки *Palaemon adspersus* Rathke измерялись при помощи кино съемки, и работа Л. А. Пономаревой и А. С. Суслеева [10] по определению, также при помощи киносъемки, скоростей движения некто-

планктонных креветок семейства *Sergestidae*. Цель настоящей работы — выяснение диапазона скоростей движения некоторых креветок.

Материал и методы. В опытах были использованы черноморские креветки *Palaemon adspersus* Rathke, *P. elegans* Rathke (*Palaemonidae*) и *Crangon crangon* Linne (*Crangonidae*), отловленные в июне—августе 1980 г. в бухтах г. Севастополя, тихоокеанский травяной чилим *Pandalus latirostris* Rathbum (*Pandalidae*), дальневосточные пресноводные креветки *Macrobrachium nipponense* De Naan и *Leander modestus* Heller (*Palaemonidae*), акклиматизированные в водоемах европейской части СССР [4]. Последние три вида креветок были любезно предоставлены в наше распоряжение сотрудником Аквариума ИнБЮМ АН УССР С. Н. Бродским, оказавшим также большую помощь в проведении экспериментов, за что считаю своим долгом его поблагодарить. Всего в эксперименте использовано 34 экземпляра креветок размерами тела от 2 до 8 см. Изучение локомоции креветок проводили в гидrolотках (45×20×15 и 90×20×20 см), стенки которых были размечены масштабными отметками через каждые 5 см. Лоток заполняли водой, соответствующей условиям обитания данного вида солености (температура воды 17—20°С), его дно и стенки для контрастности экранировались черной или белой бумагой. Съемка проведена кинокамерой КСР-1М на 35-миллиметровую киноплёнку КН-1 и КН-2 (частота съемки 24+1 кадр/с) после получасовой адаптации креветок в лотке. При известных числе кадров и частоте съемки легко определить время, а по масштабной сетке — расстояние, которое преодолело животное за это время. Скорости движения рассчитывали на основании анализа 5—12 кинограмм для каждого исследованного вида.

Результаты и их обсуждение. Наличие у нектобентосных креветок, обладающих прочной экологической связью с субстратом, трех типов локомоторных конечностей: 1) пять пар переопод на головогрудь; 2) пять пар плеопод на абдомене; 3) уropоды, образующие совместно с терминальным сегментом абдомена и тельсоном мощный хвостовой веер, определяет существование трех возможных способов передвижения:

1. Ходьба по субстрату на двух-трех парах переопод (обычно III—IV пары). При этом способе передвижения креветка держит абдомен над субстратом, плеоподы работают в «дыхательном режиме» (частота работы плеопод по данным киносъемки составляет 2—4 Гц), обеспечивая приток свежей воды к жабрам и создавая поддерживающую абдомен силу. (Лишенные плеопод креветки не способны держать абдомен над субстратом).

2. Плавание при помощи плеопод, которые работают метасинхронно, как весельный движитель с типичным двухфазным циклом [1]; частота работы плеопод по данным киносъемки составляет 4—12 Гц («плавательный режим»).

3. Плавание при помощи хвостового веера — наиболее скоростной способ движения, используется при спасении от хищника. По данным Р. Н. Буруковского [2, 3], хвостовой веер приводит в движение все мышцы абдомена (40—45% массы тела). При помощи сильной мускулатуры креветка резко сгибает абдомен, расправляя при этом тельсон с уropодами. Животное, получив сильный толчок, начинает двигаться со значительной скоростью. Продолжительность щелчка абдоменом по данным киносъемки составляет 0,2—0,3 с, что подтверждает данные, имеющиеся в литературе [12]. Щелчки абдоменом могут повторяться в частоте 2—5 Гц, совершив три—пять прыжков, креветка неподвижно замирает в зарослях водной растительности. У всех исследованных видов креветок хорошо развит рострум (относительная длина рострума, определяемая как отношение длины рострума к эффективной длине тела креветки, по нашим данным составляет 0,27—0,40), выполняющий в совокупности со скафоцеритами роль стабилизатора, при движении с помощью хвостового веера [2].

Скорости движения нектобентосных креветок

Вид	L, см	Способ локомоции	Скорость V, см/с			V/L _c	Re
			min	max	M		
<i>Pandalus latirostris</i>	6,0	Ходьба на переподках	2,0	10,0	5,0	0,3—1,6	—
		Плавание при помощи плеопод	10,0	40,0	20,8	1,6—6,6	$6,0 \cdot 10^3$ — $2,4 \cdot 10^4$
		Плавание при помощи хвостового веера	60,0	120,0	83,0	10,0—20,0	$3,6 \cdot 10^4$ — $7,2 \cdot 10^4$
<i>Crangon crangon</i>	2,5—4,0	Ходьба на переподках	2,0	12,0	7,0	1,0—3,0	—
		Плавание при помощи плеопод	11,0	30,0	27,3	2,0—7,5	$2,5 \cdot 10^3$ — $1,2 \cdot 10^4$
		Плавание при помощи хвостового веера	40,0	100,0	68,0	15,0—25,0	$9,2 \cdot 10^3$ — $4,2 \cdot 10^4$
<i>Palaemon adspersus</i>	0,6—0,9*	Плавание при помощи плеопод	3,0	10,0	4,5	5,0—7,5	$1,8 \cdot 10^3$ — $9,0 \cdot 10^2$
		Плавание при помощи хвостового веера	—	—	21,0	24,0	$1,2 \cdot 10^3$ — $1,9 \cdot 10^3$
		Плавание при помощи плеопод	10,0	30,0	20,3	4,7—6,5	$2,0 \cdot 10^3$ — $1,4 \cdot 10^4$
		Плавание при помощи хвостового веера	40,0	100,0	83,0	19,0—26,7	$8,4 \cdot 10^3$ — $4,7 \cdot 10^4$
		Ходьба на переподках	2,0	16,0	6,5	0,9—3,1	—
<i>Palaemon elegans</i>	2,5—4,0	Ходьба на переподках	2,5	12,0	8,3	1,0—3,0	—
		Плавание при помощи плеопод	10,0	30,0	20,3	4,7—6,5	$3,1 \cdot 10^3$ — $1,1 \cdot 10^4$
		Плавание при помощи хвостового веера	37,6	80,0	56,0	15,0—20,0	$9,3 \cdot 10^3$ — $3,2 \cdot 10^4$
<i>Palaemonetes vulgaris</i>	7,0**	Способ движения не указан	—	—	70—80	9,5—10,0	$4,9 \cdot 10^4$ — $5,6 \cdot 10^4$
<i>Macrobrachium nipponense</i>	5,0	Ходьба на переподках	8,0	30,0	24,5	1,0—1,6	—
		Плавание при помощи плеопод	10,0	48,0	25,0	2,0—9,6	$5,0 \cdot 10^3$ — $2,4 \cdot 10^4$
		Плавание при помощи хвостового веера	50,0	90,0	75,0	10,0—18,0	$2,5 \cdot 10^4$ — $4,5 \cdot 10^4$
<i>Leander modestus</i>	3,5	Ходьба на переподках	7,0	15,0	13,0	2,0—4,2	—
		Плавание при помощи плеопод	15,0	25,0	20,2	4,2—7,1	$5,2 \cdot 10^3$ — $8,8 \cdot 10^3$
		Плавание при помощи хвостового веера	40,0	95,0	70,0	11,4—27,1	$1,4 \cdot 10^4$ — $6,6 \cdot 10^4$
Креветки семейства Sergestidae		Плавание при помощи плеопод	—	—	0,5—0,9***	—	—

* По В. С. Логачеву и Ю. Е. Мордвинову [8, 9].

** По Mc Farland, Pickeus [11].

*** По Л. А. Пожаревой и А. С. Суслиеву [10].

Полученные в результате анализа кинограмм данные о скоростях движения креветок *V*, а также вычисленные на их основе величины относительной скорости V/L_c (где L_c — эффективная длина тела [1], измеряемая от конца рострума до начала тельсона) и чисел Рейнольдса (Re) представлены в таблице. Несмотря на достаточно высокие величины скоростей плавания ($Re \geq 5,0 \cdot 10^3$), длительная экологически необходимая связь этих гидробионтов с субстратом (заросли водной растительности или грунт) позволяет охарактеризовать перечисленные в таблице виды креветок как нектобентосные. На основании результатов визуальных наблюдений за особенностями локомоции креветок в аквариуме, степенью связи организма с субстратом можно выделить две экологические группы креветок:

1. Нектобентосные креветки с большой степенью подвижности в толще воды (*Palaemon adspersus*, *P. elegans*, *Crangon crangon* и *Pandalus latirostris*), для которых плавание является основным способом движения, характеризуются высокими скоростями плавания.

2. Нектобентосные креветки с малой степенью подвижности в толще воды (*Macrobrachium pirropense* и *Leander modestus*), основным способом локомоции является ходьба по твердому субстрату, плавают неохотно, медленно.

Таким образом, несмотря на различную степень связи с субстратом, скорости движения у семи видов нектобентосных креветок каждым из описанных выше способов характеризуются в среднем величинами одного порядка и в зависимости от способа локомоции изменяются от 2 до 150 см/с.

1. Алев Ю. Г. Нектон. — Киев: Наук. думка, 1976. — 390 с.
2. Буруковский Р. Н. О функции рострума у креветок. — Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 1972, 42, с. 176—179.
3. Буруковский Р. Н., Буланенко С. К. Розовая креветка *Penaeus duorarum* Burkenrood. — Калининград: Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 1969. — 76 с.
4. Иванов Б. Г., Старобогатов Я. И. Субтропическая пресноводная креветка *Macrobrachium pirropense* De Naap (*Palaemonidae*) в водоемах Подмосквья. — Экология, 1974, № 6, с. 83—85.
5. Ивлев В. С. Расход энергии при движении креветок. — Зоол. журн., 1963, 42, № 10, с. 1465—1442.
6. Комаров В. Т. Скорости движения нектонных животных. — Киев: Наук. думка, 1976. — 98 с.
7. Константинов А. С. Движение гидробионтов. — Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1968. — 27 с.
8. Логачев В. С., Мордвинов Ю. С. Сравнительные данные по скоростям движения личинок некоторых рыб и хищных беспозвоночных Черного моря. — В кн.: Вопросы раннего онтогенеза рыб.: Тез. докл. II Всесоюз. конф. (Севастополь, 1978). Киев: Наук. думка, 1978, с. 182—183.
9. Логачев В. С., Мордвинов Ю. Е. Скорость плавания и активность личинок бычка-кругляка и некоторых хищных беспозвоночных Черного моря. — Биология моря, Владивосток, 1979, № 3, с. 77—80.
10. Пономарева Л. А., Суслев А. С. О движении некоторых планктонных организмов. — Океанология, 1980, 20, вып. 2, с. 301—305.
11. Mc Farland W. W., Pickeus P. E. The effect of season temperature and aktive oxygen consumption of the grass shrimp *Palaemonetes vulgaris*. — Can. J. Zool., 1965, 43, N 3, p. 507—528.
12. Webb P. W. Mechanics of escape responses in crayfish (*Orconectes virilis*). — I. Exp. Biol., 1979, 79, Apr, p. 245—263.

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

Получено
20.04.82

ON MOVEMENT VELOCITIES OF NECTOBENTHIS SHRIMPS
(DECAPODA, NATANTIA)

Summary

Movement velocities of six species of nectobenthos shrimps are determined by means of shooting. It is stated that movement velocities of nectobenthic shrimps are characterized on the average by values of the same order when the locomotion method is similar and vary depending on the method from 2 to 150 cm/s.

УДК 582.263/275.36:577.1 (262.5)

И. М. ЦЫМБАЛ

УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ
ЧЕРНОГО МОРЯ

Данные по углеводородному составу водорослей немногочисленны. В состав талломов водорослей входят углеводороды нормального строения от C_{13} до C_{26} с преобладанием пентадекана в бурых водорослях, гептадекана — в красных [4]. У двух видов обнаружен пристан в небольших количествах, другие изопреноиды не найдены.

Цель нашей работы — определить состав и содержание парафинов в некоторых водорослях Черного моря.

Материал и методы. Водоросли (табл. 1) собирали в мае и июле на глубине 0—5 м в двух разных по степени загрязненности бухтах: I — открытого типа, «условно чистая», II — с постоянным хроническим загрязнением. Талломы водорослей собирали непосредственно с твердого субстрата без видимых обрастаний. Размеры пластин водорослей в пределах одного вида примерно одинаковы весной и летом. Слоевища водорослей, взятых для анализа, широко варьировали по степени рассеченности и наличию корового слоя. Пробы водорослей собирали общей массой 300—500 г, из которых отбирали средние (100—200 г сырой массы) и использовали их для определения содержания и состава углеводородов.

Талломы водорослей перед фиксацией отмывали от внешнего загрязнения хлороформом до исчезновения люминесценции в растворе. Фиксировали водоросли жидким азотом и измельчали в ступке до порошка. Экстракцию углеводородов производили смесью четыреххлористый углерод: этанол в соотношении 2:1 на качалке. Полученный экстракт упаривали в роторном испарителе при 40°C, а углеводороды отделяли от липидов на двойной колонке с силикагелем марки АСК и окисью алюминия. Углеводороды с колонки элюировали 0,5 л гексана. Растворитель отгоняли в роторном испарителе, а парафиную часть углеводородов анализировали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ХРОМ-31 с пламенно-ионизационным детектором для индикации нормальных и разветвленных алканов. В качестве неподвижной фазы использовался Апиэзон L. Хроматографирование проводили с линейным программированием температуры 2°/мин. В качестве газа-носителя использовался гелий.

Результаты исследования. Весной и летом общее содержание углеводородов в водорослях незагрязненной бухты (см. табл. 1) значительно ниже, чем загрязненной. Изопреноиды в водорослях бухты II составляют большую часть суммы всех парафинов. Следует отметить, что концентрация углеводородов в водорослях весной значительно выше, что может быть связано с интенсивным процессом фотосинтеза в этот период. Анализ качественного состава парафиновой фракции углеводородов водорослей из загрязненной бухты (табл. 2) показал наличие алканов нормального строения в диапазоне C_{13} — C_{25} . Наи-