

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ISSN 0203-4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

28
—
1988

наряду с молодыми стерильными растениями еще встречаются единичные женские растения и зрелые спорофиты. Осенью плодоносящие экземпляры встречаются редко, а основную часть популяции по-прежнему составляют растения летней генерации. В популяции лауренции много-сосочковой большую часть года (с января по август) вегетирует спорофит. В конце августа в популяции наблюдается смена поколений, поэтому с сентября по декабрь все особи данного вида стерильны. В бухте Казачья на глубине 3 м лауренция тупая в весенне-летний период размножается с помощью тетраспор. Гаметофиты в этом районе не обнаружены.

3. Анатомо-морфологические исследования слоевищ гаметофитов и спорофитов показали, что различия в их строении незначительны и касаются в основном формы и размеров ствола, боковых ветвей и клеток на поперечном срезе.

1. Морозова-Водяницкая Н. В. Эпифитизм и вегетативное размножение цистозирры (*Cystoseira barbata*) в Черном море // Тр. Новорос. биол. станции. — 1940. — 2, № 3. — С. 209—218.
2. Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. — Л.: Наука, 1967. — 397 с.
3. Кондратьева Н. В. Морфология и систематика гормогониевых водорослей, вызывающих «цветение» воды в Днепре и Днепровских водохранилищах. — Киев: Наук. думка, 1972. — 146 с.
4. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1975. — 246 с.
5. Петров Ю. Е. Размножение и циклы развития водорослей // Жизнь растений. — М.: Просвещение, 1977. — 3. — С. 38—42.
6. Евстигнеева И. К. Рост *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamour. на искусственном субстрате в Черном море // Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. по науч.-техн. пробл. марикультуры (Владивосток, 27 сент.—1 окт. 1983 г.). — Владивосток, 1983. — С. 3—5.
7. Евстигнеева И. К. Возрастные этапы в онтогенезе *Laurencia coronopus* J. Ag. Черного моря // Экология моря. — 1983. — Вып. 15. — С. 29—33.
8. Евстигнеева И. К. Возрастная структура эпифитной синузии *L. coronopus* J. Ag. в Черном море // Биологические ресурсы водоемов в условиях антропогенного воздействия. — Киев: Наук. думка, 1985. — С. 8—9.
9. Saito Y. Morphology and infrageneric position of three British species of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) // Phycologia. — 1982. — 21, N 3. — P. 299—306.

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

Получено 01.07.86

I. K. EVSTIGNEEVA

CERTAIN CHARACTERS OF LAURENCIA BIOLOGY IN THE BLACK SEA

Summary

A generative structure is described for populations of four mass species of the Black Sea *Laurencia* in different seasons with detection of periods and ways of their propagation. It is shown that differences in the structure of gametophytes and sporophytes are insignificant and concern the shape and sizes of main stem, side branches and cells on the cross-section.

УДК 595.332:591.1(261)

И. Е. ДРАПУН

СВЯЗЬ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ С МАССОЙ ТЕЛА У ПЛАНКТОННЫХ ОСТРАКОД

Масса тела планктонных остракод является показателем, необходимым для изучения ряда вопросов жизнедеятельности планктонного сообщества (количественное распределение биомассы, питание, дыхание, продукция). Между тем литературных данных об этом мало [4, 10].

Цель нашей работы — определить массу тела отдельных видов остракод и исследовать взаимосвязь массы с линейными размерами особей.

Материал и методика. В работе исследовали остракод из планктонных сборов двух рейсов нис «Михаил Ломоносов»: 30-го (юго-западная часть Южной Атлантики, 1976 г.) и 32-го (тропическая часть Южной Атлантики, 1977 г.). Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина.

Для определения массы остракод измеряли объем одного рачка и плотность его тела способом, предложенным Л. С. Светличным [7, 8]. С покрова рачка, находящегося на предметном стекле в капле машинного масла, с помощью тонкой пипетки удаляли воду, после чего помещали его в водяную каплю, висящую в толще раствора масла в тетрагидроэтилене, имеющего плотность, близкую к плотности воды. В несмешивающейся жидкости приблизительно равной плотности капля воды имеет форму идеального шара, диаметр которого легко измерить. Изменение объема шара после помещения в него рачка позволяет вычислить объем последнего. Диаметр шара измеряли окуляр-микрометром микроскопа МБС-9 с точностью до 0,01 мм.

Остракоды компактны; антенны, как правило, не выдаются значительно за пределы раковины, что дает возможность помещать их в каплю минимального диаметра, близкого длине раковины. Это повышает точность измерения объема. Кроме того, объемный метод имеет некоторое преимущество по сравнению с широко распространенным методом непосредственного взвешивания [3, 5, 9—11]. Среди планктонных остракод есть виды (*Halosyrpris inflata*), у которых створки раковины довольно плотно сомкнуты. Поэтому при обсушивании на фильтровальной бумаге часть воды может сохраниться под раковиной, что приведет к увеличению истинной массы. Объемный метод в значительной степени лишен этого недостатка.

Объем каждой особи измеряли трижды. Средняя погрешность измерения $\approx \pm 10\%$. Общее количество измерений — 820 (273 экз., 20 видов). Перед определением объема у всех особей измеряли длину (от конца рострума до заднего края — l , мм) и высоту раковины (наибольшее расстояние между спинным и брюшным краями раковины — h , мм).

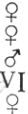
Плотность тела остракод измеряли, сравнивая ее с плотностью раствора масла в тетрагидроэтилене, которую можно изменять добавлением одного из компонентов до тех пор, пока рачок в растворе не приобретет нейтральную плавучесть [8]. С покровов рачка перед помещением его в раствор удаляли воду. Плотность раствора определяли взвешиванием в пикнометрах на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Плотность тела каждого рачка измеряли два-три раза. Перед повторным измерением рачка промывали в воде. Таким образом была определена плотность тела остракод, относящихся к четырем видам, резко различающимся своими морфометрическими характеристиками. Их размеры составили 0,8 (*Conchoecia curta*) — 2,5 мм (*Conchoecia atlantica*). *Conchoecia oblonga* — обладатель тонкой прозрачной раковины, *H. inflata* — имеет плотную раковину. Тем не менее плотность тела рачков всех четырех видов оказалась примерно одинаковой (табл. 1), в среднем $1,0537 \pm 0,0041$. Эта величина близка к величинам плотности тела планктонных ракообразных, известным из литературы [1, 6, 12]. Она и использовалась в данной работе в качестве переходного коэффициента между найденными объемами и массой тела остракод.

Результаты и обсуждение. Данные определений индивидуальной массы и размеры остракод представлены в табл. 2. Для сравнения в таблицу внесены также данные, полученные взвешиванием¹. Как правило, эти величины несколько выше полученных объемным методом. Возможно, это вызвано тем, что после обсушивания под раковиной остракод оставалось некоторое количество воды.

Полученные результаты позволили рассчитать ряд уравнений, свя-

¹ Определения проведены Е. А. Пастуховой.

Таблица 1. Плотность тела (ρ , мг/мм³)
остракод семейства Haloscyrididae

Вид	Пол, личиноч- ная стадия	n^*	ρ
H. inflata		3	1,0509
		2	1,0511
		2	1,0614
C. oblonga		3	1,0517
		3	1,0590
		2	1,0508
C. atlantica		3	1,0496
C. curta		2	1,0551

* Количество измерений плотности тела одного и того же рачка.

остракод, а также для семейства Haloscyrididae в целом представлены в табл. 3. Общее для семейства уравнение позволяет вычислять массу остракод с погрешностью $\pm 20-22\%$. Более точно ($\pm 6-13\%$) массу можно рассчитать, пользуясь уравнением для данного вида.

Для определения объема были отобраны виды, различающиеся по форме раковины, что позволяет полнее оценить влияние этих различий на изменчивость параметров уравнения (1). Одна из характеристик формы раковины — соотношение основных линейных размеров: длины и высоты (рис. 1). Соотношение l/h связано с коэффициентом q в уравнении (1) обратной зависимостью (рис. 2, а). Поскольку l/h в процессе развития остракод менялось, увеличиваясь от личиночных стадий к взрослым особям, учитывалось среднее значение l/h :

$$(l/h)_{\text{ср}} = \frac{(l/h)_{\text{♀♂}} + (l/h)_{\text{VI}} + (l/h)_{\text{V}} + \dots + (l/h)_n}{n}, \quad (2)$$

где $(l/h)_{\text{♀♂}}$ — средняя величина отношения длины раковины к высоте у самок и самцов; $(l/h)_{\text{VI}}$, $(l/h)_{\text{V}}$, ... — у личиночных стадий; n — число стадий.

Коэффициент корреляции между q и $(l/h)_{\text{ср}}$ равен $-0,963$ ($S_r = 0,026$). Эта зависимость может быть выражена уравнением гиперболы

$$q = \frac{0,28}{(l/h)_{\text{ср}}} = 0,07. \quad (3)$$

Коэффициент b в уравнении (1) связан с изменением пропорций в процессе развития остракод, различным у каждого из видов (см. рис. 1). Для количественной оценки изменения пропорций в онтогенезе остракод был использован показатель $\Delta(l/h)$:

$$\Delta(l/h) = \frac{[(l/h)_{\text{♀♂}} - (l/h)_{\text{VI}}] + [(l/h)_{\text{VI}} - (l/h)_{\text{V}}] + \dots + [(l/h)_{n-1} - (l/h)_n]}{n-1} \quad (4)$$

Чем заметнее в процессе развития остракод менялась форма раковины (в данном случае — величина показателя l/h), тем меньшие значения принимал коэффициент b (рис. 2, б). Коэффициент корреляции между b и $\Delta(l/h)$ равен $-0,738$ ($S_r = 0,148$). Зависимость может быть выражена уравнением прямой

$$b = 2,96 - 2,75 \Delta(l/h). \quad (5)$$

При $\Delta(l/h) = 0$ (сохранение формы в онтогенезе) коэффициент b близок к трем.

Таким образом, руководствуясь данными табл. 3, а также формулами (3) и (5), можно рассчитать массу рачков любого вида остракод семейства Haloscyrididae, если в материале присутствуют личинки нескольких стадий.

зывающих длину рачков с массой (w , мг) их тела. Известно, что эта связь может быть выражена степенным уравнением

$$w = ql^b, \quad (1)$$

где q — коэффициент, зависящий от формы и плотности тела; b — коэффициент, связанный с типом роста (в случае изометрического роста $b=3$; при аллометрическом $b \neq 3$) [2].

Параметры уравнений зависимости w от l для ряда видов

Таблица 2. Размер (l , мм, l/h) и масса (w , мг) остракод семейства Halocyprididae

Вид	Пол, личи- ночная стадия	$l_{\min}-l_{\max}$	l/h	$\sigma_{l/h}$	$w_{\min}-w_{\max}$
Archiconchoecia cucullata	♂	1,83—1,84	2,97	0,01	0,113—0,149
	VI	1,38—1,44	2,93	0,03	0,058—0,059
	V	1,07—1,09	2,89	0,04	0,022—0,024
Fellia bicornis	♀	2,04—2,10	1,30	0,03	0,999—1,180
	♂	1,80—1,83	1,40	0,04	0,536—0,594
	VI	1,50	1,40	—	0,234
Halocypris inflata	♀	1,32—1,62	1,28	0,03	0,328—0,537
	♂	1,22—1,49	1,49	0,04	0,286—0,401
	VI	0,99—1,09	1,24	0,01	0,174—0,257
	V	0,76—0,87	1,26	0,01	0,061—0,117
	IV	0,56—0,67	1,22	0,02	0,033—0,055
	III	0,45—0,53	1,21	0,02	0,017—0,028
Conchoecia acuminata	♀	2,99—3,23	2,78	0,11	0,531—1,037
	♂	2,17—2,38	2,48	0,11	0,287—0,572
	VI	1,88—2,07	2,61	0,06	0,204—0,256
	V	1,18—1,29	2,27	0,07	0,080—0,117
	IV	0,74—0,76	1,89	0,06	0,021—0,041
C. acuticosta	♀	1,14—1,27	1,45	0,03	0,161—0,276
	♂	1,13—1,25	1,60	0,01	0,124—0,228
C. atlantica	♀	3,71—3,77	1,94	0,03	2,093—4,607
	♂	3,50—3,72	2,18	0,03	1,918—2,593
	VI	2,41—2,62	1,99	0,08	0,491—0,910
	V	1,43—1,57	1,86	0,07	0,171—0,217
	IV	0,96—1,03	1,80	0,05	0,065—0,091
	III	0,69—0,73	1,67	0,04	0,024—0,030
C. bispinosa	♀	1,86—2,08	2,15	0,04	0,447—0,689
	♂	1,88	2,28	—	0,407
C. chuni *	♀	2,27—2,53	2,80	0,04	0,469—0,669
C. curta	♀	0,76—0,87	1,46	0,02	0,054—0,072
	♂	0,80—0,88	1,69	0,05	0,048—0,071
	VI	0,62—0,66	1,42	0,02	0,025—0,038
	V	0,48—0,50	1,39	0,03	0,014—0,018
C. daphnoides	VI	3,30	4,85	—	1,096
C. elegans *	♀	1,51—1,79	2,49	0,06	0,176—0,235
	♂	1,84—1,86	2,46	0,06	0,238—0,397
	VI ♀	1,24—1,29	2,42	0,09	0,073—0,100
	VI ♂	1,44—1,56	2,43	0,06	0,115—0,175
	V	0,91—1,04	2,16	0,02	0,033—0,060
C. giesbrechti	♀	2,43—2,48	2,31	0,08	0,406—0,566
	♂	1,93—1,94	2,20	0,02	0,300—0,340
C. imbricata	♀	2,84	2,38	—	1,120
	VI	2,02—2,09	2,43	0,03	0,180—0,296
C. magna	♀	1,57—1,98	1,86	0,07	0,216—0,679
	♂	1,62—1,95	1,95	0,05	0,270—0,588
	VI	1,29—1,39	1,72	0,06	0,114—0,218
	V	0,76—0,99	1,66	0,04	0,043—0,083
	IV	0,58—0,64	1,53	0,04	0,023—0,043
C. oblonga	♀	1,57—1,87	2,46	0,02	0,143—0,439
	♂	1,42—1,49	2,28	0,08	0,134—0,174
	VI	1,24—1,29	2,41	0,05	0,071—0,111
	V	0,88—0,92	2,37	0,06	0,033—0,043
C. parthenoda	♀	1,61—1,68	2,00	0,06	0,240—0,397
	♂	1,66—1,76	2,06	0,03	0,232—0,398
	VI	1,24—1,36	1,95	0,03	0,137—0,212
	V	0,81—0,91	1,80	0,03	0,052—0,065
	IV	0,63—0,66	1,75	0,03	0,025—0,031
C. procera	♀	1,17	2,36	—	0,095
C. serrulata *	♀	1,31—1,42	1,73	0,01	0,177—0,412
	♂	1,21—1,33	1,68	0,06	0,202—0,278
	VI	0,96—1,04	1,57	0,02	0,109—0,149
	V	0,69—0,71	1,50	0,04	0,041—0,056
	IV	0,51—0,56	1,39	0,02	0,021—0,027
C. spinifera	♂	1,87	2,15	—	0,289
C. spinirostris	♀	1,09	1,95	—	0,089
H. inflata *	♀	1,60	—	—	1,045**
	♂	1,40	—	—	0,536**
	VI	1,06	—	—	0,230**

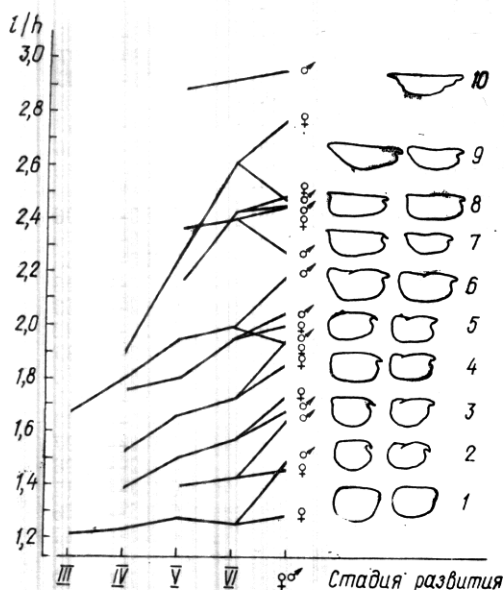
Вид	Пол, личи- ночная стадия	$l_{\min}-l_{\max}$	l/h	$\sigma_{l/h}$	$w_{\min}-w_{\max}$
<i>C. elegans</i> *	♀	1,57	—	—	0,230—0,252 **
<i>C. obtusata</i> *	♂	1,72	—	—	0,291**
<i>v. antarctica</i> *	♀	1,58	—	—	0,295**
	♂	1,19	—	—	0,176**
<i>C. serrulata</i> *	♀	1,16—1,35	—	—	0,317—0,556 **
	♂	1,14—1,23	—	—	0,230—0,270 **
<i>C. serrulata</i> *	VI	0,88	—	—	0,090—0,140 **
<i>C. serrulata</i> *	V	0,63	—	—	0,028—0,062 **
	IV	0,47	—	—	0,021**

* Вид из юго-западного района Южной Атлантики.

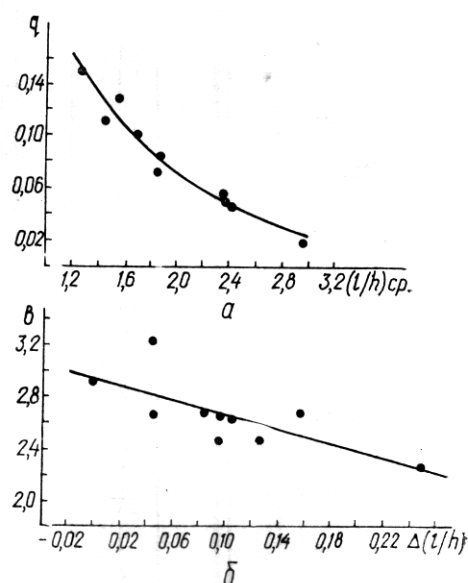
** Масса, полученная методом взвешивания.

Таблица 3. Параметры уравнения зависимости массы тела от длины у остракод семейства Halocypridae

Вид	n	$l_{\min}-l_{\max}$	r	q	b	S_q	S_b
Сем. Halocypridae	273	0,45—3,77	0,923	0,088	2,266	0,0168	0,057
<i>H. inflata</i>	33	0,45—1,62	0,991	0,150	2,695	0,0136	0,069
<i>C. serrulata</i>	26	0,51—1,42	0,982	0,128	2,659	0,0112	0,099
<i>C. curta</i> , <i>C. acuticosta</i>	32	0,48—1,27	0,977	0,110	2,704	0,0093	0,103
<i>C. magna</i>	25	0,58—1,98	0,967	0,099	2,493	0,0121	0,131
<i>C. parthenoda</i>	27	0,63—1,68	0,987	0,082	2,469	0,0050	0,077
<i>C. atlantica</i>	31	0,69—3,77	0,990	0,070	2,694	0,0062	0,068
<i>C. acuminata</i>	25	0,74—3,23	0,995	0,055	2,307	0,0040	0,088
<i>C. elegans</i>	25	0,91—1,79	0,965	0,049	2,690	0,0029	0,147
<i>C. oblonga</i>	20	0,88—1,87	0,980	0,048	2,933	0,0027	0,149
<i>A. cucullata</i>	7	1,07—1,84	0,992	0,019	3,232	0,0004	0,157

Рис. 1. Изменение соотношения длины и высоты раковины (l/h) в онтогенезе остракод видов:

1 — *H. inflata*, 2 — *C. curta*, 3 — *C. serrulata*,
 4 — *C. magna*, 5 — *C. parthenoda*, 6 — *C. atlantica*,
 7 — *C. oblonga*, 8 — *C. elegans*, 9 — *C. acuminata*, 10 — *A. cucullata* (слева — самки, справа — самцы)

Рис. 2. Зависимость параметров уравнения (1) от соотношения длины и высоты раковины (a), и их изменения в онтогенезе остракод (b)

1. Алексеев В. П. Определение плотности тел веслоногих раков с помощью эталонных растворов // Биол. внутр. вод. : Информ. бюл. — 1978. — 40. — С. 74—76.
2. Винберг Г. Г. Общие закономерности роста животных // Методы определения продукции водных животных. — Минск : Высшая школа, 1968. — С. 45—59.
3. Канаева И. П. Средний вес *Copepoda* Центральной и Северной Атлантики, Норвежского и Гренландского морей // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — 1962. — 46. — С. 253—266.
4. Павлова Е. В., Мельник Т. А. Интенсивность общего обмена у некоторых планктонных ракообразных тропической части Индийского океана // Экология моря. — 1981. — Вып. 5. — С. 49—61.
5. Петипа Т. С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции. — 1957. — 9. — С. 39—58.
6. Светличный Л. С. Плотность тела планктонных копепод // Экология морских организмов: (Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф., Севастополь, 1979). — Киев : Наук. думка, 1981. — С. 12—24.
7. Светличный Л. С. Вычисление биомассы планктонных копепод при помощи коэффициентов пропорциональности между объемом и линейными размерами тела // Экология моря. — 1983. — Вып. 15. — С. 46—58.
8. Светличный Л. С. Биомеханические аспекты парения и плавания копепод: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1983. — 2 с.
9. Уломский С. Н. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер (к вопросу о методе определения видовой биомассы зоопланктона) // Тр. Проблем. и темат. совещ. Зоол. ин-та АН СССР. Пробл. гидробиол. внутр. вод. — 1951. — 1. — С. 121—130.
10. Шмелева А. А. Весовые характеристики массовых форм зоопланктона Адриатического моря (Сообщ. I). — Тр. Севастоп. биол. станции. — 1964. — 15. — С. 53—69.
11. Шмелева А. А. Весовые характеристики массовых форм зоопланктона Адриатического моря (Сообщ. II). — Там же. — 1963. — 16. — С. 153—159.
12. Lawndes A. G. The displacement method of weighing living aquatic organisms // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. — 1942. — 25, N 3. — P. 555—575.

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

Получено 04.09.86

I. E. DRAPUN

CORRELATION OF LINEAR SIZES WITH BODY WEIGHT OF PLANKTONIC OSTRACODS

Summary

Weight and size characteristics of certain species of planktonic ostracods are determined. They permit studying the features of weight and size correlation of this crustacean. It is stated that the interspecies differences in the shell shape influence the variety of parameters of the equations describing the dependence of weight (w , mg) on the shell length (l , mm): $w = ql^b$. The formulae obtained permit calculating the weight of ostracods of any species of the family Halocyprididae.