

УДК 595.1(26)

РОСТ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПОЛИХЕТ ИЗ ЧАУНСКОЙ ГУБЫ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ

© 2004 г. С. Ю. Гагаев

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 25.02.2003 г.

Изучены особенности роста популяций многощетинковых червей *Lanassa venusta venusta*, *Chaetozone setosa*, *Scoloplos armiger*, *Aricidea nolani* из наиболее глубокого участка Чаунской губы на основе сезонной динамики их размерно-возрастной структуры. Получены соотношения между линейным размером и весом полихет. Рассчитаны биоэнергетические характеристики поселений. Оказалось, что наиболее высокие энергетические показатели присущи популяциям *Chaetozone setosa* и *Scoloplos armiger* – видам с всесветным распространением.

Несмотря на значительное число работ в различной степени касающихся полихет Арктики, знаний об их росте, продолжительности жизни и биоэнергетических особенностях далеко не достаточно [1–3, 5–7, 11, 12 и др.]. В настоящей статье рассматривается рост, продолжительность жизни и продукционные характеристики следующих видов многощетинковых червей из наиболее глубокого участка Чаунской губы: *Lanassa venusta venusta* (Malmgren, 1874); *Chaetozone setosa* Malmgren, 1867; *Scoloplos armiger* (Muller, 1776); *Aricidea nolani* (Webster et Benedict, 1867). Учитывая сложность определения возраста полихет, мы попытались максимально использовать сезонный материал, на основе которого, на наш взгляд, можно успешнее справиться с этой задачей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проводилась в различные сезоны на одной станции пролива Певек Чаунской губы. Средняя глубина в районе отбора проб составляла примерно 50 метров. Наличие здесь песчанистого ила позволило успешно использовать дночерпатель ДЧ–0.025. Объем каждой сезонной выборки составляли 6 проб. Измеряли длину (L) и ширину (S) каждой особи, а затем целые экземпляры взвешивали с точностью до 0.001 г. Предварительно, для того чтобы уменьшить погрешность измерений, полихет помещали в наркотизирующий раствор хлорида магния. Параметры уравнения, выражающего зависимость между линейным размером и весом, определяли обычным способом [4]:

$$W = aL^b \quad \text{или} \quad W = aS^b,$$

где W – вес (г), L – длина, S – ширина тела (мм), а a и b – коэффициенты.

Рост полихет был изучен с помощью анализа размерной структуры популяций и ее сезонной динамики. Изменение линейных размеров тела в зависимости от возраста аппроксимировали линейной модификацией уравнения Берталанфи–Вальфорда [13]. Продукция видовых популяций (P) определялась интегральным методом [8, 9]. Траты на энергетический обмен (R) и поток энергии через популяции (A), а также коэффициент использования ассимилированной энергии на рост (K_2) рассчитывали обычными способами [10 и др.].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные для рассматриваемых видов зависимости между весом и линейными размерами имеют явное сходство, проявляющееся в отрицательной аллометрии роста (см. табл. 1).

Способность расти в большей степени в длину, чем в ширину или толщину, генетически детерминирована и является результатом аналогичного образа жизни: все виды, как известно, относятся к инфауне.

Анализ размерно-возрастной структуры популяций позволил установить возраст особей в различных группах изучаемых видов полихет и определить примерные сроки размножения (рис. 1–4 и табл. 2).

В популяции червей *Lanassa venusta venusta* особи становятся половозрелыми, вероятно, уже в конце первого года жизни (рис. 1, 5). Размножение происходит в августе – сентябре при достижении размера около 20 мм (L). К октябрю молодежь достигает до 8 мм. Зимой происходит остановка роста, который возобновляется в весенне-летний период. Достигнув максимального размера (42 мм для данной популяции), в возрасте несколько больше трех лет особи погибают.

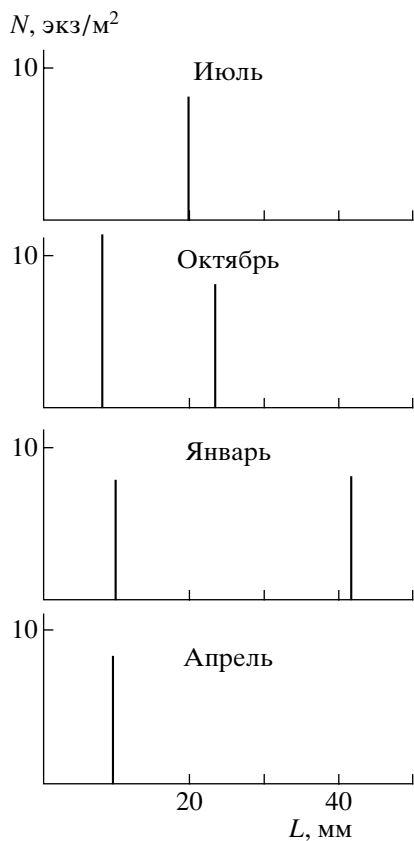


Рис. 1. Размерно-возрастная структура популяции *Lanassa venusta venusta* в различные сезоны. По оси абсцисс – длина тела, мм; по оси ординат – плотность поселений, экз/м².

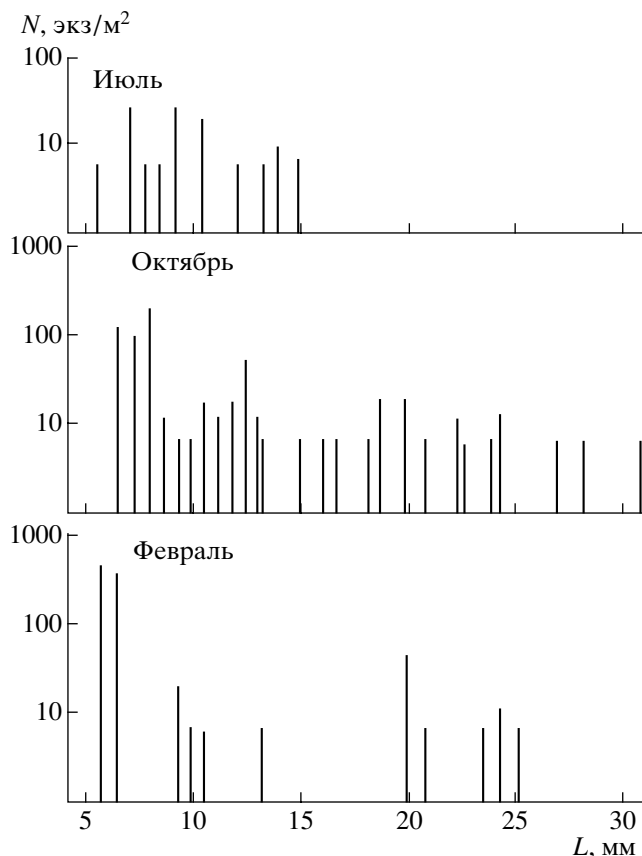


Рис. 2. Размерно-возрастная структура популяции *Chaetozone setosa* в различные сезоны. Обозначения см. рис. 1.

В популяции *Chaetozone setosa* особи становятся половозрелыми, достигнув возраста одного года при длине 12–15 мм (рис. 2, 6). Период нереста у этого вида более растянут во времени, чем у предыдущего, и здесь явно виден результат трех пиков размножения, хорошо заметный на февральской гистограмме. В дальнейшем размерные различия между субгенерациями сглаживаются. Особи достигают максимального размера в возрасте более четырех лет, и с наступлением зимы гибнут.

Размножение полихет *Scoloplos armiger*, также как и у предыдущих видов, совпадает с наиболее теплым промежутком времени и происходит уже в возрасте больше года при достижении ширины тела около 1.4 мм (рис. 3, 7). Для молоди в октябре характерны размеры от 0.6 до 1.1 мм (*S*). Зимой происходит сильное замедление роста, который возобновляется в весенне-летний период. Элиминация взрослых особей наблюдается в возрасте несколько старше двух лет.

Наиболее короткоживущими из рассмотренных видов являются мелкие полихеты *Aricidea no-*

Таблица 1. Зависимость веса полихет (*W*) от длины (*L*) и ширины (*S*) тела

Таксон	$W = aL^b$		$W = aS^b$	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>Lanassa venusta venusta</i>	0.000034 ± 0.000003	1.92 ± 0.04	0.007 ± 0.0006	2.13 ± 0.03
<i>Chaetozone setosa</i>	0.00043 ± 0.00002	1.42 ± 0.02	–	–
<i>Scoloplos armiger</i>	–	–	0.0125 ± 0.002	2.98 ± 0.01
<i>Aricidea nolani</i>	–	–	0.0088 ± 0.0008	2.29 ± 0.04

Примечание. *a* и *b* – коэффициенты уравнения, прочерк означает отсутствие измерений.

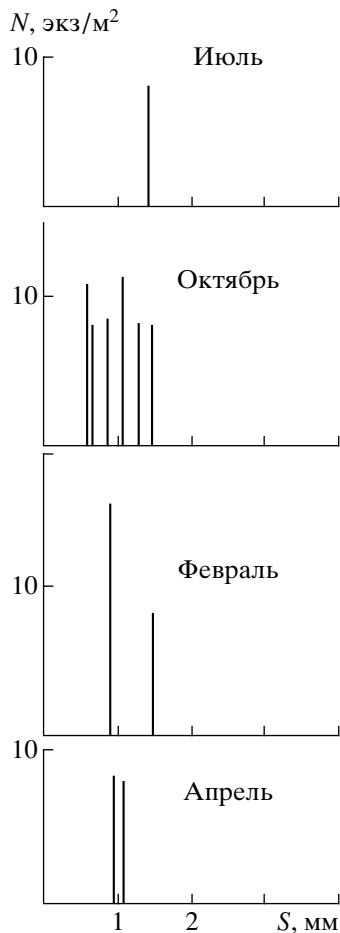


Рис. 3. Размерно-возрастная структура популяции *Scoloplos armiger* в различные сезоны. По оси абсцисс – ширина тела, мм. Остальные обозначения см. рис. 1.

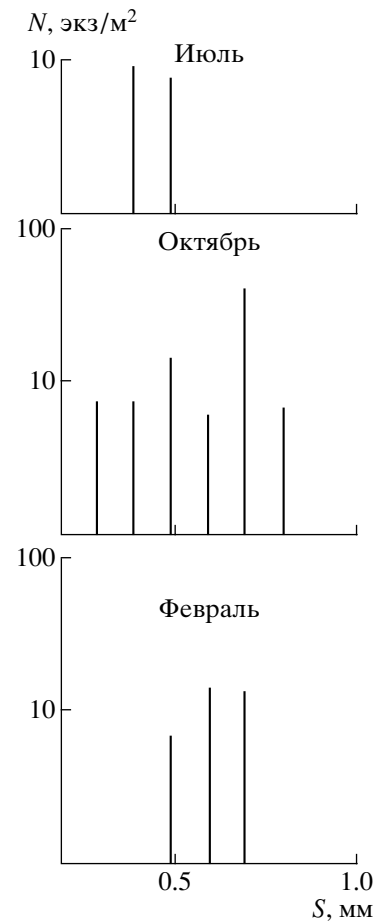


Рис. 4. Размерно-возрастная структура популяции *Aricidea nolani* в различные сезоны. Обозначения см. рис. 3.

lani (рис. 4, 8). Период нереста приходится у них на летне-осеннее время. Взрослые особи погибают на втором году жизни.

Биоэнергетические показатели, приведенные в табл. 3, характеризуют состояние популяций многощетинковых червей. Наиболее высокие энергетические характеристики присущи популяциям *Chaetozone setosa* и *Scoloplos armiger*, а низкие – *Lanassa venusta venusta* и *Aricidea nolani*. Отличие этих условных групп особенно хорошо за-

метно при сравнении не абсолютных показателей (N , B , R , P), а различных коэффициентов, полученных из их соотношений. Очевидно, что первая группа обладает большим биопродукционным потенциалом (Ps/B) и находится в более выгодном положении, чем другая группа [8, 9]. Скорость оборота вещества за год в популяциях (P/B) и коэффициент эффективности использования ассимилированной энергии на рост (K_2), также выше в популяциях *Chaetozone setosa* и *Scoloplos*

Таблица 2. Зависимость длины (L) и ширины (S) тела полихет от их возраста (τ)

Таксон	$L_\tau = L_\infty(1 - e^{-k\tau})$	$S_\tau = S_\infty(1 - e^{-k\tau})$
<i>Lanassa venusta venusta</i>	$L_\tau = 52.9(1 - e^{-0.464\tau})$	–
<i>Chaetozone setosa</i>	$L_\tau = 33.1(1 - e^{-0.491\tau})$	–
<i>Scoloplos armiger</i>	–	$S_\tau = 1.51(1 - e^{-1.299\tau})$
<i>Aricidea nolani</i>	–	$S_\tau = 0.82(1 - e^{-1.945\tau})$

Примечание. L_∞ , S_∞ – теоретически максимальная длина и ширина тела (мм); e – основание натурального логарифма; τ – возраст (годы).

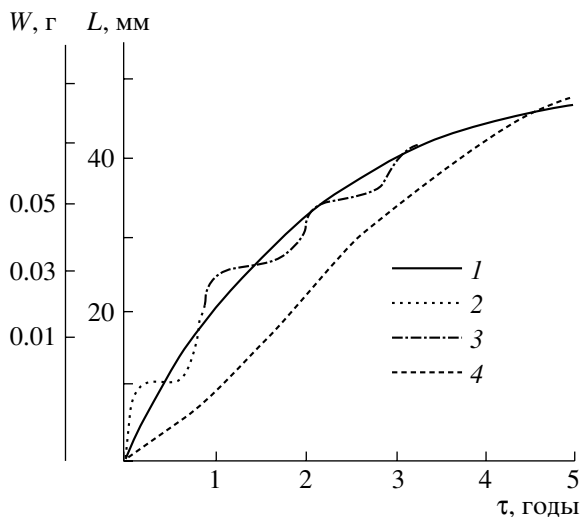


Рис. 5. Рост *Lanassa venusta venusta*.

По оси абсцисс – возраст, годы; по осям ординат – длина тела, мм и вес, г. 1 – аппроксимация линейного роста; 2 – действительный линейный рост; 3 – гипотетический линейный рост; 4 – весовой рост.

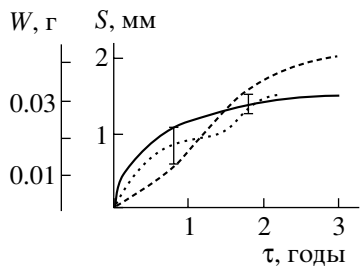


Рис. 7. Рост *Scoloplos armiger*. По осям ординат – ширина тела, мм и вес, г. Остальные обозначения см. рис. 5.

armiger. Следует подчеркнуть, что эти два вида считаются космополитами и, вероятно, они более терпимы к изменению физико-химических условий, чем *Lanassa venusta venusta* и *Aricidea nolani*, имеющие широко бореально-арктическое распространение.

Реализация потенциальных возможностей каждого вида зависит от условий его существования и, в большей степени, от достаточного присутствия подходящей пищи. Несмотря на то, что все рассмотренные виды по типу питания принадлежат к детритофагам, их способность к потреблению и усвоению питательных веществ в различных участках залива не равноценна. Об этом можно косвенно судить по плотности локальных популяций обозначенных видов. Данные для вида *Lanassa venusta venusta*, имеющиеся в нашем распоряжении, ограничены лишь рассмотренным участком, поэтому рассмотрим распределение остальных видов.

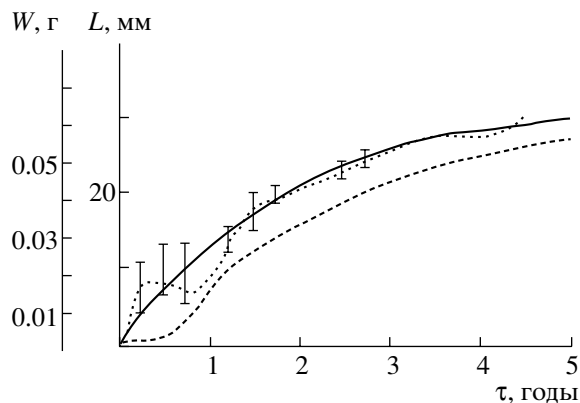


Рис. 6. Рост *Chaetozone setosa*. Обозначения см. рис. 5.

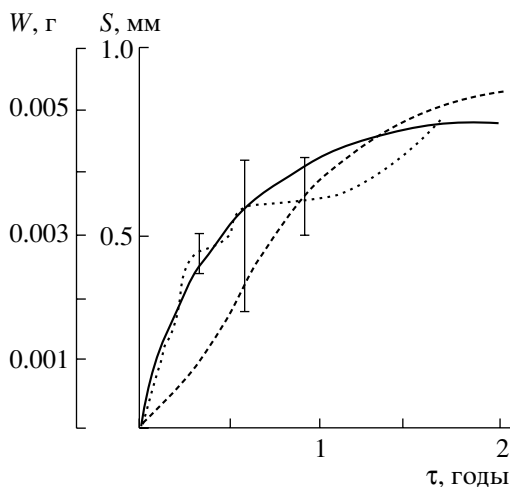


Рис. 8. Рост *Aricidea nolani*. Обозначения см. рис. 7.

Aricidea nolani имеет наибольшую плотность поселений (127 экз/м²) на песчаном, слегка заиленном грунте на глубинах 5–6 м непосредственно на выходе из залива. На сходных грунтах и глубинах, но внутри губы, значение этого показателя уменьшается приблизительно в 5 раз. В диапазоне глубин от 11 до 20 м на илистом грунте плотность поселения увеличивается до 80 экз/м² и снижается до 38 экз/м² в самой глубокой точке залива. Распределение плотности поселений *Scoloplos armiger* имеет сходный характер и достоверно не отличается от значений, отмеченных для предыдущего вида. Минимальная плотность поселений *Chaetozone setosa*, зарегистрированная на глубинах 1.5–3 м и гравийно-песчаном грунте, составляет около 50 экз/м² и возрастает по мере заглубления, достигая 160 экз/м² (на илистом грунте и глубинах от 10 до 20 м) и 433 экз/м² (на песчаном илу и максимальных глубинах залива).

Таблица 3. Биоэнергетические показатели популяций полихет

Обозначения	<i>Lanassa venusta venusta</i>	<i>Chaetozone setosa</i>	<i>Scoloplos armiger</i>	<i>Aricidea nolani</i>
<i>L</i> , мм	42.0	30.8	–	–
<i>S</i> , мм	2.5	–	1.5	0.8
<i>τ</i> , годы	3+	4+	2+	1+
<i>N</i> , экз/м ²	12 ± 3	653 ± 232	31 ± 10	43 ± 16
<i>B</i> , г/м ²	0.16 ± 0.09	6.49 ± 2.07	0.48 ± 0.13	0.11 ± 0.05
<i>R</i> , ккал/м ²	0.42 ± 0.18	18.41 ± 6.05	1.2 ± 0.34	0.46 ± 0.2
<i>P_s</i> , ккал/м ² в год	0.07 ± 0.03	2.59 ± 0.83	0.22 ± 0.06	0.05 ± 0.02
<i>P</i> , ккал/м ² в год	0.11 ± 0.05	8.29 ± 3.49	0.51 ± 0.13	0.08 ± 0.04
<i>P/P_s</i>	1.6	3.2	2.3	1.6
<i>P_s/B</i>	0.9	0.8	0.9	0.9
<i>P/B</i>	1.4	2.6	2.1	1.5
<i>K₂</i>	0.2	0.3	0.30	0.2

Примечание: *N* – плотность поселения; *B* – биомасса; *R* – траты на энергетический обмен; *P_s* – поддерживающая составляющая продукции; *P* – продукция, *K₂* – коэффициент использования ассимилированной энергии на рост.

Автор благодарит гидрологов Чукотгидромета В.Г. Вдовина, В.В. Кузьмина, О.П. Петрова, В.Н. Симонова и С.А. Спирина за помощь в сборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверинцев В.Г. Многощетинковые черви шельфа Земли Франца-Иосифа // Исслед. фауны морей. 1971. Т. 14 (22). С. 140–184.
2. Аверинцев В.Г. Сезонная динамика полихет высокоарктических прибрежных экосистем Земли Франца-Иосифа (*Eggrantia*). Апатиты, 1989. 80 с.
3. Аверинцев В.Г. Фауна многощетинковых червей (*Polychaeta*) моря Лаптевых // Исслед. фауны морей. 1990. Т. 37 (45). С. 147–186.
4. Алимов А.Ф., Голиков А.Н. Некоторые закономерности соотношения между размерами и весом у моллюсков // Зоол. журн. 1974. Т. 53. № 4. С. 517–530.
5. Гагаев С.Ю. Рост и продукция популяций массовых видов полихет Чаунской губы Восточно-Сибирского моря // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26. № 2. С. 17–21.
6. Гагаев С.Ю. Полихеты Чаунской губы и их роль в ее экосистемах // Исслед. фауны морей. Экосистемы, флора и фауна Чаунской губы Восточно-Сибирского моря. Л.: Зоологический ин-т РАН, 1994. Т. 47 (55). Ч. 1. С. 148–173.
7. Гагаев С.Ю. Экология и биоэнергетические особенности некоторых популяций полихет Чаунской губы Восточно-Сибирского моря // Океанология. 1996. Т. 36. № 5. С. 756–758.
8. Голиков А.Н. Метод определения продукционных свойств популяций по размерной структуре и численности // Докл. АН СССР. 1970. Т. 193. № 3. С. 730–733.
9. Голиков А.Н. Продукционный процесс на разных структурных уровнях организации популяций // Океанология. 1976. Т. 16. № 6. С. 1096–1108.
10. Голиков А.Н., Скарлато О.А., Гальцова В.В., Меншуткина Т.В. Экосистемы губы Чупа Белого моря и их сезонная динамика // Исслед. фауны морей. 1985. Т. 31(39). С. 5–35.
11. Львова Т.Г. Жизненный цикл и соленостные адаптации *Micrjnephtys minuta* Theel (*Nephtyidae*: *Polychaeta*) в Белом море // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1981. 20 с.
12. Чивилев С.М. Особенности роста беломорских полихет // Вест. Ленинградского ун-та. 1982. Т. 5. № 3. С. 12–15.
13. Walford L.F. A new graphic method of describing the growth of animals // Biol. Bull. 1946. V. 90. № 2. P. 141–147.

Growth and Bioenergetical Features in Populations of Polychaetes in the Chaun Bay of the East Siberian Sea

S. Yu. Gagaev

The features of growth in populations of polychaetes *Lanassa venusta venusta*, *Chaetozone setosa*, *Scoloplos armiger*, *Aricidea nolani* from the depth of 50 m in Chaun Bay of the East Siberian Sea are studied on the basis of seasonal dynamics of their dimensionally – age pattern. Size-weight ratios have been calculated. Maximum age and age structure of settlements have been shown and production and some energetic coefficients of populations determined. More high bioenergetic characteristics are found in cosmopolite species *Chaetozone setosa*, *Scoloplos armiger* than boreal-arctic *Lanassa venusta venusta* and *Aricidea nolani*.