



УДК 595.142.2(262.5)

В. Г. Копий вед. инж., Е. В. Лисицкая, канд. биол. наук, с. н. с.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ *SACCOCIRRUS PAPILLOCERCUS* (POLYCHAETA: SACCOCIRRIDAE) В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Изучены динамика численности, биомасса и распределение полихеты *Saccocirrus papillocercus* Bobretzky, 1872 у берегов Крыма. Установлено, что численность саккоциррусов зависит от гранулометрического состава грунта, предпочтение отдается мелкому граввию и крупному песку. Минимальные численность (2 экз.·м⁻²) и биомасса (0.0012 г·м⁻²) отмечены в акватории м. Опук, максимальные (соответственно 3525 экз.·м⁻² и 8.2709 г·м⁻²) – в районе Окунёвки. В лабораторных условиях личиночное развитие *S. papillocercus* продолжалось 8 – 9 сут. Личинки оседали и прикреплялись к субстрату при длине тела 104 – 128 мкм.

Ключевые слова: многощетинковые черви, *Saccocirrus papillocercus*, личиночное развитие, Чёрное море

Многощетинковые черви *Saccocirrus papillocercus* Bobretzky, 1872 (Polychaeta: Saccocirridae) широко распространены в Средиземном море и Атлантическом океане [7, 10, 11]. В Чёрном море этот вид встречается у берегов Румынии, Болгарии и вдоль крымского побережья [2, 3, 7, 8]. Саккоциррусы обитают на мелководье в среднем и крупнозернистом песке. Отдельные данные по биологии и экологии этого вида представлены в [3, 9, 10]. Обобщение материала, полученного в конце 20-го века, приведено в [6]. Однако питание и личиночное раз-

витие *S. papillocercus* ранее детально не исследовались. Состояние популяции *S. papillocercus* у берегов Крыма в последние годы не изучалось.

Цель настоящей работы – дополнить данные по биологии вида и оценить современное состояние популяции *S. papillocercus* прибрежной зоны Крыма.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили пробы макрозообентоса, собранные в 2006 – 2011 гг. в различных районах крымского побережья Чёрного моря (рис. 1).



Рис. 1 Карта-схема районов исследования

Fig. 1 Map-scheme of the regions of investigations

Бентосные пробы отбирали в зоне псевдолиторали ручным дночерпателем с площадью захвата 0.04 м². Материал фиксировали 4% раствором формалина, обработку проводили в лаборатории отдела экологии бентоса ИнБЮМ НАН Украины.

Грунт промывали через сито с диаметром ячеек 0.5 мм и просматривали под бинокулярном МБС-9. Гранулометрический анализ проводили с помощью системы сит, каждую фракцию грунта взвешивали, затем рассчитывали процент содержания фракции в пробе. Всего обработано более 800 бентосных проб и 250 проб грунта.

Для проведения исследований червей содержали в течение 3 мес. (20.04. – 25.07. 2011) в кристаллизаторе объёмом 2.5 л. Воздух постоянно подавали компрессором, смену воды проводили 2 раза в неделю. В качестве корма использовали смеси микроводорослей *Isochrysis galbana* Parke (золотистые), *Tetraselmis suecica* Butch. (зелёные), *Phaeodactylum tricornutum* Bohl. (диатомовые), *Rhodomonas salina* Wisl. (криптофитовые), представленные к.б.н. Л.В. Ладыгиной.

Для исследования размерной структуры популяции *S. papillocercus* проводили подсчёт количества сегментов каждого экземпляра, измеряли длину и ширину полихет. Для определения плодовитости червей самок с яйцами помещали в чашку Петри и препарировали. Суспензию, состоящую из воды и яиц, подкрашивали бенгальской розовой, переливали в камеру Богорова и под бинокулярном МБС-9 проводили подсчёт яиц. Для изучения размножения и развития *S. papillocercus* половозрелых червей отсаживали в отдельную ёмкость, нерест стимулировали повышением температуры воды до 33°C. Оплодотворённые яйца переносили в кристаллизаторы объёмом 50 мл с профильтрованной морской водой, но без грунта. По мере роста личинок измеряли и фотографировали под микроскопом «Микмед-5».

Результаты и обсуждение. По литературным данным, у саккоциррусов длина тела достигает 20 – 30 мм, количество сегментов – 80 – 150 [2, 3, 6]. По нашим наблюдениям, в прибрежье Крыма преобладали 120 – 140-сегментные черви длиной 40 – 45 мм, а наибольшее количество сегментов составило 156 при длине тела червя 45 мм. Длина усиков зависела от размеров тела и изменялась от 1.75 до 7 мм. Головной конец червя закруглён, с двумя глазами.

Имеются два удлинённых щупальцевидных усика. Пигидий с двумя закруглёнными лопастями, на которых с брюшной стороны имеются папиллы – присоски, с помощью ко-

торых червь прикрепляется к субстрату (частицам крупного песка, гравия). Параподии цилиндрические, с пучком из 7 – 8 простых щетинок, тупых на концах. Щетинки отсутствуют на последних 7 – 10 сегментах у самцов и 3 – 4 – у самок. Цвет светло-зелёный или белесоватый [2, 3, 6].

В экспериментальных условиях показано, что взрослые черви усваивают растворённое органическое вещество [5]. Нами изучено питание данного вида, для чего червям в качестве корма добавляли смеси морских водорослей. При кормлении смесью микроводорослей *I. galbana*, *T. suecica* и *P. tricornutum* кишечника полихет имели тёмно-зелёную окраску. Затем в течение 5 сут. саккоциррусов не кормили, по истечении этого срока у большинства животных кишечника стали пустыми и бесцветными. На 6-й день саккоциррусам добавили криптофитовую микроводоросль *R. salina*, хроматофоры которой имеют красно-коричневый цвет. Через сутки кишечника *S. papillocercus* были заполнены кормом, в них просвечивалось содержимое насыщенного красно-коричневого цвета. Вполне вероятно, что и в природных условиях черви могут питаться не только растворённым органическим веществом, но и фитопланктоном.

S. papillocercus – раздельнополые животные. В районе Севастополя особи, содержащиеся половые продукты, зарегистрированы в мае – октябре [6]. В наших сборах половозрелые черви были встречены с мая по август.

В лабораторных условиях изучены плодовитость и личиночное развитие саккоциррусов. Половозрелые самки имели более 55 сегментов: с 1 по 20 и в последних 15 – 20 сегментах яйца не содержались. Количество яиц изменялось от 244 (у 67-сегментных червей) до 783 (у 156-сегментных) (рис. 2). Увеличение количества яиц с увеличением размера тела характерно для многих видов многощетинковых червей [3, 6].

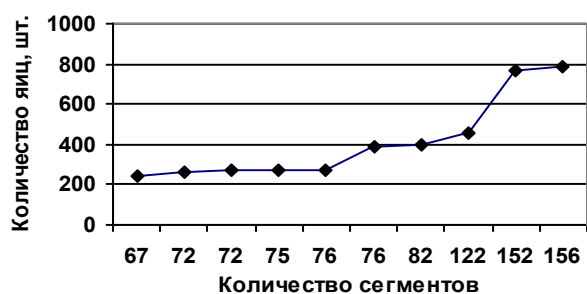


Рис. 2 Количество яиц у самок *Saccocirrus papillocercus*

Fig. 2 Number of eggs in *Saccocirrus papillocercus* females

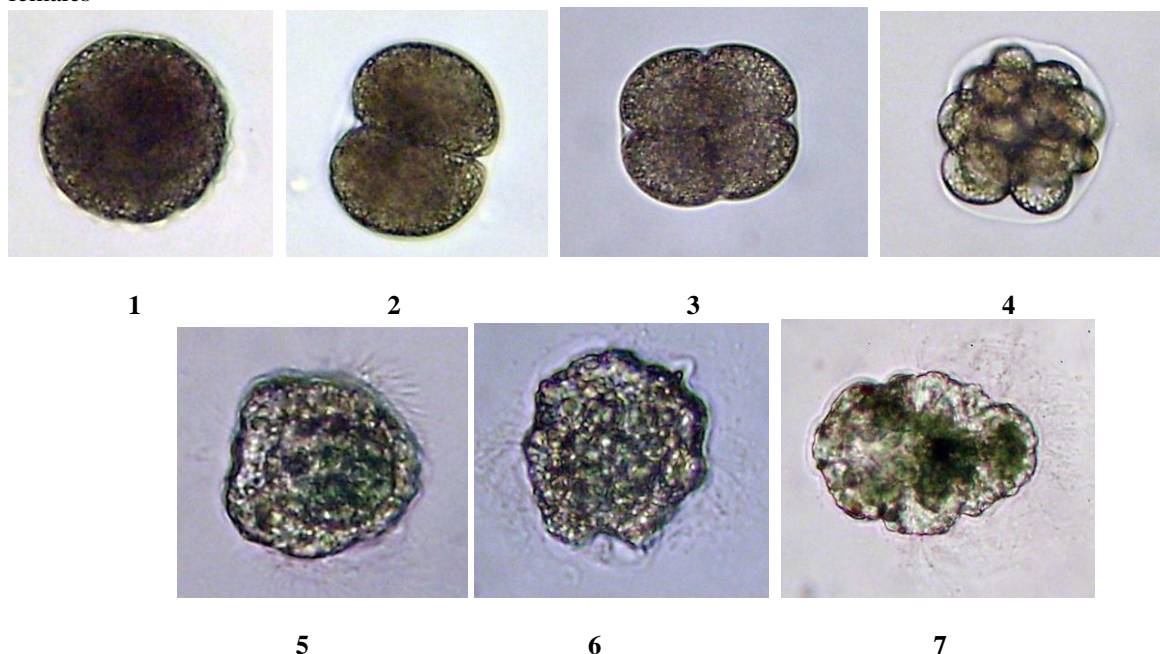


Рис. 3 Личиночное развитие *S. papillocercus*: 1 – оплодотворенное яйцо; 2 – первое деление яйца (образование 2 бластомеров); 3 – Второе деление яйца (стадия четырех бластомеров); 4 – третье деление яйца; 5 – трохофора; 6 – метатрохофора; 7 – осевшая личинка
Fig 3 Larval development of *S. papillocercus*: 1 – the fertilized egg; 2 – first division of egg (formation of 2 blastomeres); 3 – second division of egg (stage of 4 blastomeres); 4 – third division of egg; 5 – trochophore; 6 – metatrochophore; 7 – settled larvae

Через 25 – 30 мин после выхода яиц в воду началось их дробление. В результате первого деления через 20 мин образовалось два бластомера равных размеров (рис. 3, 2), второе завершилось за 13 мин и привело к образованию четырёх бластомеров (рис. 3, 3). Третье деление длилось 45 мин, отмечено смещение бластомеров (рис. 3, 4), что характерно для спирального типа дробления [4]. При дроблении размеры образующихся клеток уменьшались, но увеличения размера зародыша не наблюдали, его диаметр не превышал 96 мкм.

Морський екологічний журнал, № 4, Т. XI. 2012

Личиночное развитие *S. papillocercus* впервые описано Н. В. Бобрецьким [2], который отметил, что яйца и личинки червей очень мелкие, но конкретных размеров не привёл, не были указаны и продолжительность нахождения личинок в планктоне, сроки их оседания.

По нашим данным, оплодотворённые яйца круглые, с запасом желтка, непрозрачные, диаметром от 64 до 80 мкм (рис. 3, 1).

За сутки в результате дробления образовалась лецитотрофная личинка – трохофора округлой формы тёмно-зелёного цвета (рис. 3, 5), длиной 72 – 80 мкм, с апикальным сенсорным органом и двигательным органом – прототрохом. Она быстро плавала, слегка вращаясь. В течение суток трохофора слегка вытянулась, её длина достигала 88 – 96, ширина – 64 – 72 мкм. На 2 – 3 сут. развития длина личинки составляла 104 – 112, ширина 72 – 96 мкм. Появился второй ресничный пояс и два глаза кирпично-красного цвета. На 6 сут. отмечены

максимальные размеры метатрохофор: 120 – 128 в длину и 88 – 96 мкм в ширину, началась сегментация тела (рис. 3, б). Личинки мало плавали, часто опускались ко дну. На 8 – 9 сут. практически все личинки осели и прикрепились ко дну кристаллизатора, при этом они не передвигались, но периодически резко сокращались и как бы «заглатывали» пищу (у них хорошо просматривалось ротовое отверстие). При сокращении их длина уменьшалась до 80 – 88, ширина – до 56 – 64 мкм. Заметим, что размеры нескольких ещё не осевших личинок в это же время достигали в длину 104 и в ширину 72 мкм. Осевшие личинки становятся бесцветными по краям тела и насыщенного зелёного цвета – в центре, имеют пару кирпично-красных глаз. Сегментация выражена слабо, щетинки отсутствуют (рис. 3). Полученные результаты дополняют данные [2, 6] по личиночному развитию *S. papillocercus*.

Учитывая результаты экспериментальных работ, мы предположили, что в природных условиях, чтобы избежать воздействия волн, личинки оседают глубже местообитания взрослых особей. Они проникают в промежутки между частицами песка, прикрепляются к субстрату, дорастают до определённых размеров, а затем передвигаются в зону заплеска. Для подтверждения этого предположения в летний период были взяты бентосные пробы в бухте Казачья. На глубине 1.5 м *S. papillocercus* не встретились, на глубине 1 м зарегистрированы только мелкие особи (до 22 – 23 сегментов). В зоне заплеска (до глубины 0.3 м) 22 – 23-сегментные саккоциррусы не отмечены, на долю особей с 25 – 26 сегментами приходилось 10 %, с 27 – 40 сегментами – 47 %, а 45-сегментные и более крупные черви составляли 43 % общей численности. Таким образом, в зоне заплеска мелкие полихеты (менее 26 сегментов) отсутствуют, либо их доля очень мала (1 – 5 %), тогда как на глубине 1 м зарегистрированы только мелкие особи, что подтверждает наше предположение. На личиночной стадии саккоциррусы расширяют границы своего обитания, что

способствует процессу формирования генетического разнообразия [4].

Для изучения размерной структуры популяции *S. papillocercus* проведен ежемесячный отбор проб в бухте Казачья. В течение всего года встречались черви разных размеров. В зоне заплеска доминировали крупные особи, с количеством сегментов более 105, в весенний период на их долю приходилось 36 %, в остальные сезоны года – 63 – 69 % от общей численности. Самые мелкие полихеты (до 25 сегментов) отмечены в летний период (июль), на их долю приходилось 20 %. По литературным данным, в акватории Карадага увеличение доли молодежи саккоциррусов отмечали в июне [3]. В остальные сезоны мелкоразмерные экземпляры имели 36 – 45 сегментов и составляли в зависимости от времени года 5 – 10 % от общей численности. В зимний период черви такого размера не зарегистрированы.

S. papillocercus зарегистрирован на всех станциях от западного до восточного побережья Крыма. На северо-западном побережье (Межводное) саккоциррус не найден (рис. 1). Значения количественных показателей *S. papillocercus* различны (табл. 1). В районе бухты Баракта и Орджоникидзе обнаружен только один вид многощетинковых червей – *S. papillocercus*. Высокие количественные показатели данного вида отмечены в районах Карадага (пляж), Прибрежного, бухт Казачья и Ласпи (табл. 1): численность и биомасса саккоциррусов здесь составляла 99 – 100 % от общей численности и биомассы всех полихет. Самая низкая доля численности саккоциррусов зарегистрирована в районе бухты Тихая (6.7 %), а биомассы – в бухте Казачья (4.14 %). В районе юго-восточного Крыма (Орджоникидзе, Прибрежное, бухта Тихая) отмечена высокая численность *S. papillocercus*, но их размеры были меньше, что отразилось на показателях биомассы (табл. 1). Средняя биомасса саккоциррусов в районах с преобладанием мелкого гравия и крупного песка в 8 раз выше, чем в районах с преобладанием среднего и мелкого песка.

Табл. 1 Средние значения численности (N, экз.м⁻²) и биомассы (B, г.м⁻²) *S. papillocercus* в различных районах крымского побережья Чёрного моря (зона псевдолиторали)
Table 1 Average magnitudes of abundance (N, ex.m⁻²) and biomass (B, g.m⁻²) of *S. papillocercus*. in different regions of the Black Sea Crimean coast (zone of pseudolittoral)

Район	N, экз.м ⁻²	B, г.м ⁻²	Район	N, экз.м ⁻²	B, г.м ⁻²
Юго-западный Крым:			Юго-восточный Крым:		
Оленёвка	16±12	0.0031±0.0019	Керчь	172±31	0.1556±0.028
Ойрат	416±302	0.0513±0.0356	Опук	2±2	0.0012±0.0011
Окунёвка	3525±2973	8.2709±6.7902	Орджоникидзе	1867±1443	0.0668±0.0462
Громово	8±7	0.0005±0.00049	Прибрежное	2633±1368	0.6666±0.5082
Беляус	130±106	0.0155±0.0088	б. Тихая	1583±1405	0.0667±0.0179
Донузлав	53±46	0.0132±0.0098	Карадаг:		
Порт	23±19	0.0048±0.0041	пляж	1913±251	5.5625±5.2499
Витино	48±38	0.0048±0.0041	Кузьмичёв камень	42±41	0.0729±0.07145
Севастополь:			б. Барахта	9±6	0.0046±0.0032
б. Казачья	2117±1631	0.05±0.009	б. Лисья	138±129	0.2667±0.2552
б. Севастопольская	88±76	0.092±0.075	Ласпи	2255±35	6.228±0.0934

В 1934 – 1938 гг. в зоне псевдолиторали Каркинитского залива *S. papillocercus* не зарегистрирован [1]. Летом – осенью 1945–1946 гг. О. Б. Мокиевским была проведена съёмка вдоль всего западного побережья Крыма [8]. Он указал, что саккоциррус встречен в единственном экземпляре. Доля его численности от общей численности макрозообентоса составила всего 0.003%. По неопубликованным данным М. И. Киселёвой, в пробах в районе карадагского пляжа в 1984 г. *S. papillocercus* встречался на глубине 0.2 – 0.3 м. Его численность составляла 3 экз.м⁻², биомасса 0.003 г.м⁻². Во время наших исследований (2008 г.) в этом же районе численность и биомасса саккоцирруса были несоизмеримо выше (табл. 1).

В Севастопольской бухте *S. papillocercus* встречался с 1990 по 2004 гг., в 1999 г. он доминировал по численности, а в 2002 – 2004 гг. был субдоминантом [9]. Для сравнения: на западном побережье Португалии численность *S. papillocercus* составляет 60 экз.м⁻², а у юго-восточного средиземноморского побережья – 850 экз.м⁻² [10, 11]. Таким образом, в настоящее время количественные показатели *S. papillocercus* у берегов Крыма достигают более высоких значений.

Вдоль крымского побережья преобладают рыхлые грунты, состоящие в основном из мелкого гравия, крупного песка и обломков створок раковин моллюсков, но в разных районах доля того или иного компонента различается. Известно, что саккоциррус обитает на крупнозернистом песке, и его численность может значительно колебаться в зависимости от состава грунта или гидрологического режима [3, 6]. Результаты наших исследований подтвердили, что горизонтальное распределение *S. papillocercus* изменяется в зависимости от гранулометрического состава грунта. Если в состав грунта входило более 50 % мелкого гравия и крупного песка, то вид доминировал по численности в зоне уреза или ниже уреза воды, но предпочитал зону уреза воды.

Выводы: 1. У берегов Крыма полихета *S. papillocercus* преобладает в зоне заплеска. Численность саккоциррусов зависит от гранулометрического состава грунта, предпочтение отдаётся мелкому гравию и крупному песку. Минимальные значения численности (2 экз.м⁻²) и биомассы (0.0012 г.м⁻²) отмечены в акватории м. Опук, максимальные (3525 экз.м⁻² и 8.2709 г.м⁻² соответственно) – в районе Окунёвки. 2. Экспериментально установлено, что

S. papillocercus может питаться фитопланктоном. 3. Яйца диаметром от 64 до 80 мкм обнаружены у самок *S. papillocercus*, имеющих более 55 сегментов. Количество яиц зависит от размера самки и составляет 244 (у 67-сегментных червей) до 783 (у 156-сегментных). Для оплодотворённых яиц характерно полное равномерное дробление. В лабораторных условиях планктонная стадия развития *S. papillocercus* продолжалась 8 – 9 сут. При длине тела

104 – 128 мкм личинки оседали и прикреплялись к субстрату. 4. Результаты исследований размерной структуры популяции *S. papillocercus* показали, что в зоне заплеска доминируют крупные особи. Мелкие особи (22 – 23 сегмента) отмечены только на глубине 1 м.

Благодарности Авторы выражают благодарность за помощь в сборе материала к. б. н. В. А. Гринцову, за предоставление кормовых микроводорослей к.б.н. Л. В. Ладыгиной.

1. Арнольди Л. В. Материалы по количественному изучению зообентоса Чёрного моря. II. Каркинитский залив // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1949. – 8. – С. 127 – 192.
2. Бобрецкий Н. В. *Saccocirrus papillocercus* n. gen. et sp. – тип нового семейства аннелид. Сравнительно-анатомический очерк // Зап. Киев. общ-ва естествоиспыт. – 1872. – 2, 2. – С. 211 – 259.
3. Виноградов К. А. К фауне кольчатых червей (*Polychaeta*) Чёрного моря // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1949. – Вып. 8. – С. 18 – 56.
4. Дондуа А. К. Биология развития: Начала сравнительной эмбриологии. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2005. – 1. – 295 с.
5. Ерохин В. Е., Вайчулис В. А. К вопросу о накоплении внешних метаболитов водорослей в теле *Saccocirrus papillocercus* (*Archiannelidae*) // Гидробиол. журн. – 1976. – 12, №1. – С. 55 – 60.
6. Киселева М. И. Многощетинковые черви (*Polychaeta*) Чёрного и Азовского морей. – Апатиты: Изд-во. КНЦ РАН, 2004. – 409 с.
7. Копий В. Г., Заика В. Е. Годичная динамика популяции полихеты *Saccocirrus papillocercus* в интерстициали зоны заплеска (Чёрное море, Севастопольская бухта) // Морск. экол. журн. – 2009. – 8, № 2. – С. 49 – 52.
8. Мокиевский О. Б. Фауна рыхлых грунтов литорали западных берегов Крыма // Тр. ИОАН. – 1949. – 4. – С. 124 – 159.
9. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / Под общ. ред. О. Г. Миронова. – Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика, 2009. – 192 с.
10. Carvalho S., Moura A., Gaspar M. B. et al. Spatial and inter-annual variability of the macrobenthic communities within a coastal lagoon (Obidos lagoon) and its relationship with environmental parameters // Acta ecologica. – 2005. – 27, 3. – P. 143 – 159.
11. Casu D., Milella I., Castelli A., Todaro M.A. Meiobenthic polychaetes of the Meloria Shoals. // Biol. Mar. Mediterr. – 2000. – 7, 2. – P. 666 – 669.

Поступила 17 декабря 2011 г.
После доработки 25 мая 2012 г.

Деякі аспекти біології та сучасний стан популяції *Saccocirrus papillocercus* (*Polychaeta: Saccocirridae*) у прибережній зоні Криму (Чорне море). В. Г. Копій, О. В. Лисицка. Отримано дані щодо динаміці чисельності, біомаси та розподілу біля берегів Криму багатощетинкових червів *Saccocirrus papillocercus* Bobretzky, 1872. Встановлено, що чисельність саккоциррусів залежить від гранулометричного складу ґрунта, перевага віддається дрібному гравію і крупному піску. Мінімальні значення чисельності (2 екз·м⁻²) і біомаси (0.0012 г·м⁻²) відзначені в акваторії м. Опук, максимальні (3525 екз·м⁻² і 8.2709 г·м⁻² відповідно) – в районі с. Окуневки. В лабораторних умовах личинковий розвиток *S. papillocercus* тривав 8 – 9 діб. При довжині тіла 104 – 128 мкм личинки осідали і прикріплювалися до субстрату.

Ключові слова: багатощетинкові черви, *Saccocirrus papillocercus*, личинковий розвиток, Чорне море

Some aspects of the biology and current status of population *Saccocirrus papillocercus* (*Polychaeta: Saccocirridae*) in the coastal water of Crimea (the Black Sea). V. G. Kopii, E. V. Lisitskaya. The population dynamics, biomass and distribution off the coast of the Crimea polychaetes *Saccocirrus papillocercus* Bobretzky, 1872 were studied. Number *S. papillocercus* depends on the granulometric composition of soil, preferred shallow gravel and coarse sand. The minimum abundance (2 ind·m⁻²) and biomass (0.0012 g·m⁻²) were observed in the waters of Cape Opuk, the maximum (3525 ind·m⁻², and 8.2709 g·m⁻², respectively) - in the area Okunevka. In the laboratory, larval development of *S. papillocercus* lasted 8 – 9 days. The larvae settled and attached to the substrate having a body length of 104 – 128 mm.

Key words: polychaetes, *Saccocirrus papillocercus*, larval development, the Black Sea