

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И БИОЛОГИЯ
SINERGASILUS LIENI YIN, 1949
(CRUSTACEA, COPEPODA PARASITICA)

Л. М. Мирзоева

Всесоюзный научно-исследовательский институт
прудового рыбного хозяйства, пос. Рыбное Московской области

Изучено развитие паразита-вселенца *Sinergasilus lienii* Yin, 1949. Впервые описаны 3 науплиальные и 5 копеподитных стадий, половозрелые свободноживущие самец и самка. При температуре 25—27° жизненный цикл завершается за 10—11 дней. Продолжительность жизни паразитирующей самки около одного года, самца — двух недель. В условиях Краснодарского края одна самка дает до 10 поколений; в Московской области 1—2 поколения.

Sinergasilus lienii Yin, 1949 завезен в прудовые хозяйства страны с растительноядными рыбами дальневосточного комплекса обыкновенным (*Hypophthalmichthys molitrix*) и пестрым (*Aristichthys nobilis*) толстолобиками. В последнее время в отдельных хозяйствах южных районов страны наблюдается накопление рачка, который при благоприятных условиях быстро увеличивает численность и может быть причиной заболевания рыб. Известно, что борьба с заболеваниями эффективна только тогда, когда она основана на глубоких знаниях биологии возбудителя. Наша задача — изучить развитие и биологию паразита-вселенца.

Сведения о развитии и биологии *S. lienii* в литературе немногочисленны и получены уже после вселения рачка в наши водоемы. Так, Мусселиус (1966, 1967), впервые обнаружившая рачка в прудовых хозяйствах СССР, отметила его теплолюбивость, характер поражения им жабр рыб, а также показала, что *S. lienii* вид узкоспецифичный и может паразитировать только у обыкновенного и пестрого толстолобиков. Данные о его развитии отсутствуют как в отечественной, так и зарубежной литературе. В известной работе Ин Вен-инь (Yin Wen-ying, 1956) дано описание паразитирующей самки *S. lienii*, а краткие сведения по биологии и развитию относятся к другому виду этого же рода *S. major* — паразиту белого амура, который также был завезен в наши водоемы. Уже после обнаружения *S. major* Бауер и Бабаев (1964), Щербань (1967), Астахова, Рудометова и Степанова (1968) отмечали вспышки заболеваний среди белого амура, вызываемые этим паразитом.

Изучение жизненного цикла и биологии *S. lienii* было начато нами в 1966 г. Работы проводились в двух климатических зонах РСФСР — центральной (рыбхоз Загорский Московской области) и южной (рыбхоз Горячий Ключ Краснодарского края). Начиная работы по изучению развития *S. lienii*, мы попытались проследить его метаморфоз в лабораторных условиях, но не получили положительного результата, так как науплиусы погибали через 1—2 суток. Неудачные попытки разведения рачка в лаборатории побудили нас поставить опыты в условиях максимально приближенных к естественным. Для этого были использованы модели прудов. Это небольшие, полностью имитирующие пруд (характер ложа, водоснабжения, растительность, качество воды) земляные садки

площадью 15—20 кв. м, которые заполняли водой на глубину 35—60 см (Мирзоева, 1968).

В опытах применяли два способа внесения паразита: в одну группу садков подсаживали выключившихся в лаборатории науплиусов, возраст которых был известен. Последнее давало возможность в последующем определять сроки развития и возраст паразита с наибольшей точностью. В другие садки помещали инвазированных рачками рыб. Затем в оба варианта опыта через определенные интервалы подсаживали толстолобиков, свободных от рачка. Каждая партия посаженной рыбы имела индивидуальную метку. Это позволяло довольно точно определить время прикрепления рачка и переход его к паразитированию. Позднее (через разные промежутки времени) рыб отлавливали из садков и контролировали появление на них паразитов. Свободноживущие стадии собирали при помощи планктонной сетки. Ежедневно, трехкратно, на всем протяжении опытов измеряли температуру воды.

Для получения яиц рачка в нужном количестве из производственных прудов хозяйства отлавливали рыбу, зараженную *S. lienii*. Естественно, что на отловленных рыбах паразиты были разного возраста и соответственно имели яйца разной степени зрелости. Между тем для проведения опытов необходимо было одновременно большое количество науплиусов одного возраста, одного времени вылупления. Чтобы их иметь, надо было помещать на инкубацию яйца, одинаковые по степени зрелости. Подбор и классификация таких яиц весьма затруднительна. Для облегчения этого процесса мы составили рабочую шкалу зрелости яиц, дифференцируя их по цвету, прозрачности, наличию и концентрации голубого пигмента (который является характерным признаком сем. *Ergasilidae*), а также по подвижности зародыша. Такая шкала состоит из 7 хорошо различающихся стадий (Мирзоева, 1969).

Длина яйцевых мешков *S. lienii* колеблется от 1 до 2.9 мм. Число яиц в мешках сильно варьирует (от 79 до 277). Яйца расположены обычно в несколько рядов. Форма яиц овальная, реже круглая; диаметр их от 50 до 100 мк. Мешки с большим числом яиц содержат мелкие яйца. Крупные — находятся в мешках в меньших количествах. В одном и том же мешке яйца часто находятся на разных стадиях зрелости: расположенные на конце мешка более продвинуты в развитии, чем лежащие у его основания.

Скорость созревания яиц в мешках, наблюдаемая нами в эксперименте, зависела от температуры воды. При 26—29° развитие яиц от 0 стадии до вылупления науплиусов происходит в течение 20—48 час., при понижении до 18—20° — за 3—4 суток. Наиболее продолжительна 0 стадия, длящаяся в зависимости от температуры 16—24 часа. I стадия проходит за 5—16, II — за 5—12, III—IV — за 10—12, V—VI (выклев) — за 5—10 час. Повышение температуры воды значительно ускоряет процесс созревания. Так, из яиц I стадии, помещенных в термостат при температуре 30.5°, массовый выход науплиусов наблюдался уже через 12—13 час.

Процесс вылупления науплиусов происходит быстро: за 1.5—2, реже 10—15 мин. и почти одновременно, если яйца находятся на одинаковой стадии зрелости. В противном случае вылупление длится 5—10 час. Выход науплиусов из яйцевого мешка происходит в разных участках, при этом каждая личинка самостоятельно проделывает отверстие в его оболочке. В этом наши наблюдения расходятся с данными Ин Вен-инь (1956), которая для *S. major* отмечает, что все личинки выходят через одно-два отверстия в оболочке мешка.

Выключившиеся науплиусы в течение 3—5 мин. лежат неподвижно, затем поднимаются к поверхности и в течение 30—60 сек. парят в воде, а потом переходят к активному движению.

В солонках при 20—23° науплиусы живут от 1 до 3 дней (Мусселиус, 1967; Мирзоева, 1969): при 30.5° (в термостате) — 10—11 час. Жизнеспособными науплиусы оказываются, если вылупление их произошло на V—VI стадии зрелости, когда голубой пигмент ясно обозначен. Науплиусы, вылупившиеся из яиц III—IV стадии (яйца серые, полупро-

зрачные, голубого пигмента нет), погибают в течение одного-двух часов, даже при оптимальных температурах.

Метаморфоз науплиусов (при температуре воды 25—27°) происходит за 2—3 суток. За этот срок они претерпевают две линьки. Нами установлено у *S. lienii* 3 науплиальные стадии, различающиеся между собой размерами, числом щетинок на конце тела, наличием или отсутствием сегментации, степенью пигментации кишечника.

Науплиус I непосредственно после выклева имеет овальное, прозрачное тело сероватого цвета, длиной 90—104 мк, шириной 48—58 мк. Граница кишечника хорошо видна только в заднем конце тела, где расположен голубой пигмент. Имеются три пары конечностей: антеннулы, антенны и мандибулы. На конце тела 2 щетинки.

Тело науплиуса II яйцеобразной формы, сужено к заднему концу, 114—136 мк длиной и 62—74 мк шириной. Граница кишечника четко обозначена, ясно деление его на два отдела. Кишечник пигментирован весь, пигмент более темный, чем у предыдущего. На заднем конце тела 4 щетинки. В строении антеннул, антенн и мандибул заметных изменений нет.

Науплиус III заметно увеличивается в размерах. Длина его 140—200 мк, ширина 72—110 мк. Кишечник крестообразной формы, пигмент темно-синий. Видны щетинки первой пары плавательных ножек. Сегментация только намечается в задней части тела и особенно хорошо заметна с брюшной стороны. На конце тела 4 щетинки, как и у науплиуса II. В строении антеннул, антенн и мандибул изменений нет.

Далее следуют копепоидитные стадии, каждой из которых предшествует линька. В развитии *S. lienii* таких стадий пять; весь метаморфоз при температуре 25—27° происходит очень быстро, за 3—5 суток. Поэтому для обнаружения и описания всех науплиальных и копепоидитных стадий было поставлено более 20 опытов. Так был прослежен весь метаморфоз. Копепоидиты различаются между собой по числу свободных сегментов тела, плавательных ножек, строению их, а также первой и второй пары антенн; фурки, числу щетинок на ней и их устройству.

К о п е п о и д и т I. Тело, длиной 732—754 мк и шириной 218—237 мк, состоит из головогруды, 4 свободных сегментов и фурки. Брюшко одночленистое. Две пары двухветвистых плавательных ножек, каждая ветвь которых состоит из одного членика. Экзоподит первой пары вооружен 3 шипами и 4 щетинками. Последний шип, расположенный на конце, более мощный. На эндоподите 2 шипа и 5 щетинок, из которых 4 лежат вблизи друг от друга, а одна — отдельно. У экзоподита второй пары плавательных ног 2 шипа и 4 щетинки; на эндоподите один шип и 4 щетинки. Третья пара ног на этой стадии только закладывается в виде двух небольших бугорков с шипами на конце. На фурке 4 неразветвленные щетинки: 3 маленькие и одна большая. Антеннулы четырехчленистые с 11—13 щетинками. Базальный членик в длину почти равен трем остальным. Антенны состоят из четырех члеников, последний в виде крючка.

К о п е п о и д и т II имеет длину 0.75—0.83 мм и ширину 0.20—0.21 мм. Число свободных грудных сегментов увеличивается до пяти. Три пары двухветвистых плавательных ножек. Ветви первой и второй пары двучленистые. Базальный членик экзоподита первой пары вооружен одним шипом; каудальный — тремя и пятью щетинками. На первом членике эндоподита одна щетинка, на втором два шипа и четыре щетинки. Экзоподит второй пары плавательных ножек (в отличие от первой) вооружен двумя шипами (по одному на каждом членике); число щетинок на нем такое же, как и у первой пары. Ветви третьей пары одночленистые, причем экзоподит более подвинут в развитии, чем эндоподит: видно деление его надвое. На экзоподите 2 небольших шипа и 4 щетинки, на эндоподите один небольшой шип и 4 щетинки. На фурке 4 щетинки, большая — разветвлена. Число члеников антеннулы сохраняется таким же, как у копепоидита I; число щетинок на ней увеличивается до 16—17. Антенны становятся толще, состоят из четырех члеников.

К о п е п о д и т III достигает длины 0.87—1.04 мм и ширины 0.23—0.28 мм. Состоит из головогруды, четырех грудных, генитального сегмента, брюшка и фурки. Четыре пары двухветвистых плавательных ножек. Ветви первых трех пар из двух члеников, у четвертой пары — одночленистые. В строении первой и второй пары ног особых изменений нет, кроме увеличения числа щетинок до 6 на втором членике экзоподита второй пары ног. Третья пара ног по строению, числу шипов и щетинок совпадает со второй парой плавательных ножек копеподита II. На экзоподите четвертой пары — 2 шипа, на эндоподите — один; на каждом членике по 4 щетинки. Число щетинок на фурке такое же, как у копеподита II. Большая щетинка разветвлена. Намечается деление базального членика антеннулы надвое, число щетинок на ней 17—18. Антенны состоят из 4 члеников.

К о п е п о д и т IV. Тело длиной 1.40—1.43 мм, шириной 0.40—0.42 мм. Число свободных сегментов увеличивается до семи. Брюшко из двух члеников, первый вдвое короче второго. Пять пар двухветвистых плавательных ножек. Ветви первых четырех пар состоят из двух члеников. Первая и вторая пара плавательных ног имеет такое же строение, как и у копеподита III; лишь на втором членике эндоподита второй пары ног число щетинок увеличивается до 6; на экзоподите третьей пары шесть щетинок, в строении эндоподита изменений нет. На пятой паре ног 2 щетинки, одна большая, длина которой почти равна длине генитального сегмента, другая — маленькая. Число щетинок на фурке такое же, как у копеподита II и III, большая щетинка разветвлена. Антеннулы состоят из пяти члеников, на которых расположены 17—19 щетинок. Базальный членик антенн утолщается (по сравнению с копеподитом III), но число члеников сохраняется прежним.

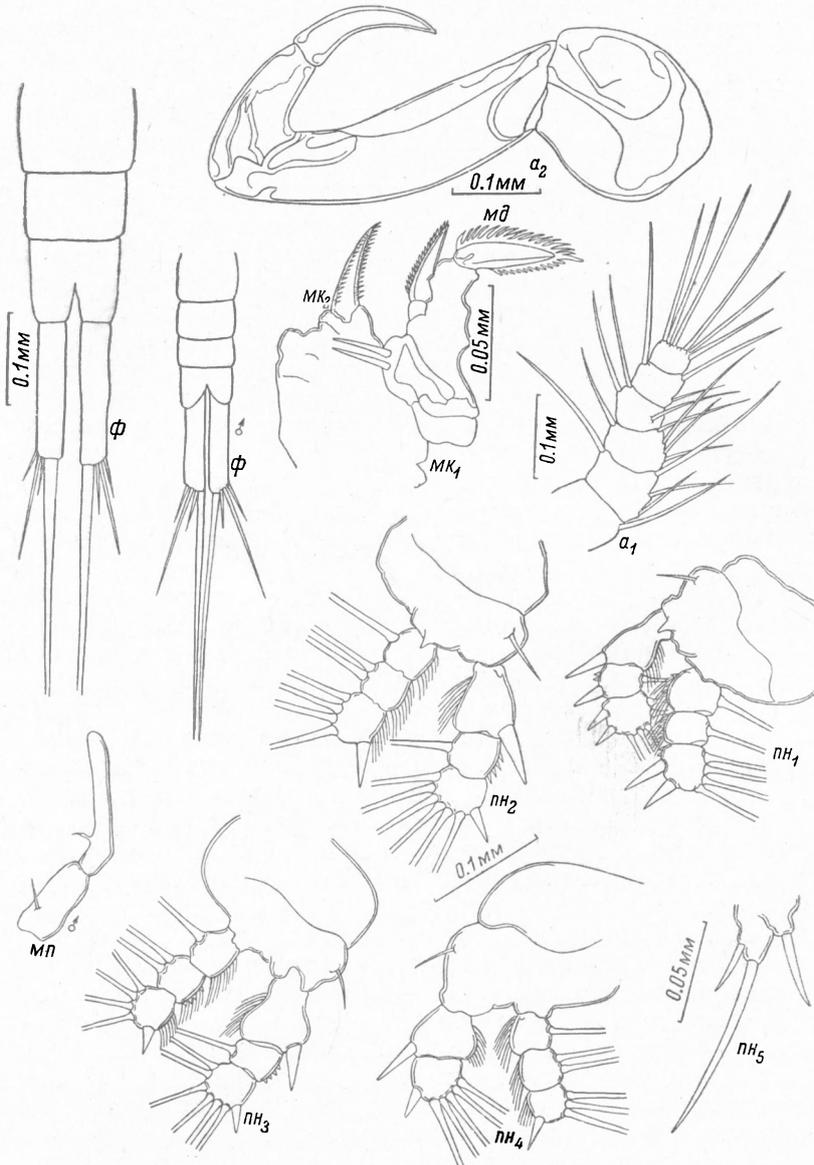
На этой стадии рачки четко дифференцируются по полу. Будущие самцы отличаются от самок меньшим размером тела (1.02—1.07 мм длиной и 0.23—0.26 мм шириной); под ротовым отверстием хорошо видны базальные членики максиллярных ножек. На генитальном сегменте самцов четыре щетинки, по две с каждой стороны.

К о п е п о д и т V. Самки на этой стадии достигают длины 1.52—1.67 мм, ширины 0.43—0.44 мм. Число свободных сегментов остается таким же, как и копеподита IV. Брюшко по-прежнему состоит из двух члеников, но во втором намечается деление надвое. Пять пар двухветвистых плавательных ножек. Ветви первых четырех пар, кроме экзоподита четвертой пары, состоят из трех члеников. В строении базальных члеников экзо- и эндоподита первой—четвертой пары плавательных ножек изменений нет. Средний членик экзоподита I пары имеет один шип и 1 щетинку, конечный — 2 шипа и 5 щетинок. У эндоподита этой пары ног на среднем членике одна щетинка, на конечном — 2 шипа и 4 щетинки. Средний членик экзоподита второй пары плавательных ножек имеет 1 щетинку, а конечный — один шип и 6 щетинок. На среднем членике эндоподита 2 щетинки; на конечном один шип и 4 щетинки. Третья пара плавательных ножек имеет такое же строение, как и вторая. В строении эндоподита четвертой пары ног особых изменений нет, кроме уменьшения числа щетинок до 3 на конечном членике. Пятая пара плавательных ног имеет такое же строение, как и у копеподита IV, только появляется небольшая дополнительная щетинка на эндоподите. Число щетинок на фурке, как и у предыдущих стадий, лишь ответвления большой фуркальной щетинки становятся почти равными по длине. Базальный членик антеннулы делится надвое, число щетинок на ней 20—21. Антенны увеличиваются в размерах, становятся более мощными, базальный членик утолщается.

Самцы на пятой копеподитной стадии имеют длину 1.10—1.20 мм, ширину 0.24—0.27 мм. Число свободных сегментов увеличивается до 8. Брюшко состоит из трех члеников. Максиллярные ножки окончательно сформированы; на базальном членике имеется небольшая щетинка; конечный членик тонкий, длинный, слегка изогнутый. У основания его тонкий изогнутый шип. При копуляции самец захватывает самку с по-

мощью этих ножек. Плавательных ножек пять пар, строение их сходно с плавательными ножками самки. Генитальный сегмент приобретает характерную уховидную форму; у основания его видны небольшие капсулы со сперматофорами.

С в о б о д н о ж и в у щ а я п о л о в о з р е л а я с а м к а (см. рисунок) имеет длину 1.63—1.70 мм, ширину 0.39—0.48 мм. Тело ее состоит



Конечности свободноживущей половозрелой самки *S. lienii*.

a_1 — антеннула; a_2 — антенна; mk_1 , mk_2 , md — ротовой аппарат; ϕ — фурка; $пн_1$ — $пн_5$ — плавательные ножки; ϕ^δ — фурка самца; $мп$ — максиллярные ножки самца.

из головогруди, 8 свободных сегментов и фурки. Пять пар плавательных ножек. Число щетинок на ножках такое же, как у копеподита V. Пятый членик маленький, а генитальный увеличивается до размеров четвертого грудного и по длине почти равен брюшку. На фурке 4 щетинки, большая не разветвлена. Антеннулы и антенны окончательно сформированы, на антенне 23—24 щетинки.

С а м е ц (см. рисунок). Тело длиной 1.19—1.26 мм, шириной 0.30—0.32 мм. Состоит из головогруди, 9 свободных сегментов и фурки. Отли-

чается от самок значительно меньшими размерами, дополнительным члеником в брюшке. Генитальный сегмент больше четвертого грудного, заполнен 2 капсулами со сперматофорами, которые окрашены в темно-коричневый цвет. Число щетинок на нем такое же, как у копеподитов IV—V. Фурка длиннее последнего брюшного сегмента, на ней 4 щетинки, большая не разветвлена.

Таким образом, в жизненном цикле *S. lienii* свободноживущими являются три науплиальные, пять копеподитных стадий, половозрелые самец и самка. Оплодотворение происходит, по-видимому, на 5 копеподитной стадии. Развитие от науплиуса до наступления половой зрелости при 25—27° происходит в течение 4—5 дней; до паразитирующей самки, с яйцевыми мешками, за 7—8 дней (Мирзоева, 1967). При снижении температуры до 18—19° сроки развития удлиняются до 12—15 дней. Жизненный цикл рачка (от науплиуса до науплиуса) при 25° завершается в течение 10—11 дней. На юге, где теплое и продолжительное лето, каждая паразитирующая самка может давать 8—10 поколений.

Самцы *S. lienii* живут около двух недель, как и у других представителей семейства *Ergasilidae*. После оплодотворения самок они погибают. Продолжительность жизни паразитирующей самки около одного года.

На скорость развития и численность популяции *S. lienii* в наших опытах оказывали влияние 2 фактора. Первым и основным являлась температура. Так, в первой декаде апреля в Краснодарском крае (температура 10—12°) все рачки были еще без яйцевых мешков. К середине месяца (с повышением температуры до 14—15°) большая часть их была уже с яйцевыми мешками (яйца на 0—1 стадии); 25—27 апреля некоторые паразиты имели яйца на V—VI стадии, предшествующей вылуплению (температура 18°). С мая до середины сентября большинство рачков имеют яйцевые мешки и только к октябрю, когда температура воды падает до 13—16°, паразиты без яйцевых мешков.

Зараженность толстолобиков *S. lienii* в течение сезона неодинакова. В апреле (при 13°) двухлетние толстолобики заражены на 70%, в мае—июне (18—23°) зараженность поднялась до 96%, а в августе (26.8°) все рыбы оказались зараженными. Поголовное заражение рыб сохраняется до октября, при этом средняя интенсивность инвазии за этот период возросла с 3.1 до 9.4 паразита на рыбу. Снижение интенсивности инвазии в октябре объясняется, по-видимому, отмиранием некоторой части паразитов, прикрепившихся к жаберным дугам прошлым летом и уже зимовавшим.

В рыбхозе Горячий Ключ мы не отмечали резкого снижения зараженности после зимовки рыбы. Так, сеголетки пестрого толстолобика в октябре 1967 г. были заражены поголовно, средняя интенсивность инвазии составила 39.7, максимальная 80 паразитов на рыбу. После зимовки экстенсивность инвазии была 95%, средняя интенсивность 32.6. Очевидно, это вызвано тем, что часть рачков в зимние месяцы отпадает вместе с участками некротизированной ткани.

Вторым фактором, влияющим на степень инвазии, являются гидрохимические условия в пруду, наличие фито- и зоопланктона. В прудах, богатых органическими веществами, фито- и зоопланктоном мы наблюдали более высокую экстенсивность и интенсивность инвазии. В июле 1968 г. двухлетки обоих видов толстолобиков (зараженные на 90% при средней интенсивности инвазии 3.1 рачка) были посажены в два разных пруда: первый удобряемый с низкой биомассой фито- и зоопланктона, второй — удобряемый с высоким содержанием того и другого. Через месяц зараженность рыб в первом пруду была 96.3% при средней интенсивности инвазии 3.3, максимальной 13. Во втором пруду рыбы были заражены поголовно, средняя интенсивность инвазии 27.5, максимальная 105. По-видимому, такое различие зараженности вызвано более благоприятными условиями для развития свободноживущих стадий паразита во втором пруду. На зависимость зараженности рыб от численности свободноживущих стадий указывает и Бабаев (1966).

Специально поставленные опыты по искусственному заражению двухмесячных толстолобиков обоих видов свидетельствуют о том, что пестрые толстолобики заражаются в первую очередь и наиболее сильно. Оказалось, что у молоди пестрого толстолобика, имеющей такую же, как и у обыкновенного, длину тела, размеры жаберных лепестков больше. Жаберные лепестки пестрого толстолобика быстрее достигают размеров, достаточных для прикрепления такого крупного паразита, как *S. lienii*.

У рыб старших возрастных групп в условиях высокой плотности посадки четкого увеличения интенсивности и экстенсивности инвазии с возрастом не прослеживается.

В рыбхозе Загорском Московской области развитие рачка происходит в гораздо более длительные сроки. Так, молодая только что прикрепившаяся самка была обнаружена лишь в конце июня, т. е. развитие от науплиуса до паразитирующей самки продолжается в течение 20—25 дней, а в Краснодарском крае — за 7—8 дней. За короткий вегетационный период (среднемесячная температура 18.6°) паразит может дать одно, максимум два поколения. Соответственно здесь значительно ниже зараженность рыбы, что объясняется более низкими летними температурами.

Весенние просмотры рыбы, зимовавшей в рыбхозе Загорском, показали, что зимовки паразиты не выдерживают и почти полностью вымирают, что ограничивает возможность распространения его в центральных областях.

Л и т е р а т у р а

- Астахова Т. В., Рудометова Н. К. и Степанова Г. А. 1968. Изучение болезней рыб в водоемах Волго-Каспийского района и перспективы развития исследований. Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по болезням и паразит. рыб и вод. беспозв. Л. : 10—11.
- Бабаяев Б. 1966. Паразиты местных и акклиматизируемых рыб водоемов Каракумского канала. Автореф.
- Бауер О. Н. и Бабаяев Б. 1964. *Sinergasilus major* (Markewitsh, 1940), его биология и пагогенное значение. Изв. АН ТуркмССР, сер. биол., 3 : 63—67.
- Мирзоева Л. М. 1967. К эпизоотологии *Sinergasilus lienii* Yin, 1949 (Copepoda, Parasitica). Тез. докл. Всесоюз. конф. молодых специал. по прудов. рыбоводству. 36, М.
- Мирзоева Л. М. 1968. Развитие *Sinergasilus lienii* Yin, 1949 (Copepoda, Parasitica). Реф. докл. V Всесоюз. совещ. по болезн. и паразитам рыб и вод. беспозвоночных. Л. : 82.
- Мирзоева Л. М. 1969. Науплиальный стадий *Sinergasilus lienii* Yin, 1949. (Crustacea, Copepoda parasitica). ДАН УРСР, сер. Б, 8 : 753—755.
- Мусселиус В. А. 1966. О появлении *Sinergasilus lienii* Yin, 1949 в водоемах РСФСР. Тр. ВНИИПРХ, 14 : 51—55.
- Мусселиус В. А. 1967. К биологии и специфичности *Sinergasilus lienii* Yin, 1949 (Crustacea, Copepoda). Паразитол., 1 (2) : 158—160.
- Щербань Н. П. 1967. О заболевании белых амуров синэргазилезом и применении хлорофоса для лечения рыб. Тез. докл. сов. Биол. основ. рыбного хоз. республ. Ср. Азии и Казахстана : 313—315.
- Yin Wen-ying. 1956. Studies on the Ergasilidae (Parasitic, Copepoda) from Fresh-water Fishes. Acta Hydrobiologica sinica, 2 : 210—226.

THE LIFE CYCLE AND BIOLOGY OF SINERGASILUS LIENII YIN, 1949 (CRUSTACEA, COPEPODA PARASITICA)

L. M. Mirzoeva

S U M M A R Y

The development of *Sinergasilus lienii* was studied. Three naupliar and five copepodid stages, adult free-living male and female were described. At a temperature of 25 to 27°C the life cycle lasts from 10 to 11 days. The duration of life of parasitic female is about an year, that of male—about two weeks. Under the conditions prevailing in the Krasnodar Territory a female can have up to ten generations; in the Moscow region — one or two generations.