

УДК 595.353:591.545

ЗАРАЖЕННОСТЬ МАКРОПАРАЗИТАМИ РАКА-КРОТА *UPOGEBIA MAJOR* (DE HAAN, 1841) (DECARODA: GEBIIDEA) ИЗ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2019 г. Н. И. Селин*

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток 690041, Россия

*e-mail: nikselin@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.12.2018 г.

После доработки 28.03.2019 г.

Принята к публикации 03.04.2019 г.

В апреле–ноябре 2017 г. исследовали особенности заражения рака-крота *Upogebia major* из поселения в зал. Восток (зал. Петра Великого) Японского моря изоподами-бопиридами *Gyge ovalis* и *Progebiophilus* sp. и корнеголовым ракообразным *Sacculina upogebiae*. Паразиты встречались с весны до поздней осени. Экстенсивность инвазии *U. major* паразитическими изоподами составила 5.42%, самки и самцы были заражены в равной степени. Экстенсивность инвазии саккулиной составила 1.26%, этот паразит чаще встречался на самках. Изоподы обнаружены на раках-кротах размером более 42 мм, экстерны корнеголовых раков – на особях крупнее 57 мм. Наибольшая степень заражения зарегистрирована летом (7.44%). Случаи одновременного заражения *U. major* паразитами разных видов не отмечены.

Ключевые слова: *Upogebia major*, паразитические изоподы-бопириды, *Gyge ovalis*, *Progebiophilus* sp., корнеголовые ракообразные, *Sacculina upogebiae*, экстенсивность инвазии, зал. Петра Великого, Японское море

DOI: 10.1134/S0134347519050103

Обитающие в норах десятиногие ракообразные инфраотрядов Gebiidea и Axiidea играют важную роль в функционировании морских прибрежных экосистем (Pillay, Branch, 2011; Dworschak et al., 2012; Корниенко, 2013). В дальневосточных морях России они сравнительно мало изучены (Макаров, 1938; Виноградов, 1950; Марин, 2013), хотя в других регионах издавна являются объектом пристального внимания ученых. Крупный рак-крот *Upogebia major* (De Naan, 1841), часто называемый грязевой креветкой (mud shrimp) из-за приуроченности скоплений к местам с заиленным песчаным осадком, – один из представителей этой группы животных. Лишь в текущем десятилетии установлено, что данный вид является обычным представителем сообществ донных организмов эстуарных зон зал. Петра Великого в Японском море, где находит благоприятные условия для размножения, роста и формирования поселений с многовозрастной структурой (Селин, 2015а, 2015б, 2017). Настоящая работа является продолжением исследования биологии и экологии *U. major*. Задача исследования заключалась в оценке степени зараженности этого вида макропаразитами – изоподами и корнеголовыми ракообразными, приводящей к ча-

стичной или полной паразитической кастрации хозяина.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования послужили особи рака-крота *Upogebia major*, собранные в апреле–ноябре 2017 г. из поселения в районе устья р. Волчанка, впадающей в зал. Восток (зал. Петра Великого Японского моря). В середине каждого месяца в течение 1 нед. животных собирали на обширном участке песчаного с заилением дна на глубине 0.5–1.5 м. Для сбора использовали гидростатический насос (yabby pump) и пластиковый трубчатый пробоотборник (подробнее см.: Селин, 2017). Грунт промывали через сито с диаметром ячеек 2.0 мм. У всех животных с точностью до 1 мм измеряли длину тела (расстояние от кончика рострума до заднего края тельсона). Присутствие макропаразитов регистрировали визуально: паразитических изопод по асимметричности тела рака-крота в области головогруди; корнеголовых ракообразных по наличию экстерны (репродуктивной стадии жизненного цикла паразита) или рубца на месте ее прикрепления на вентральной

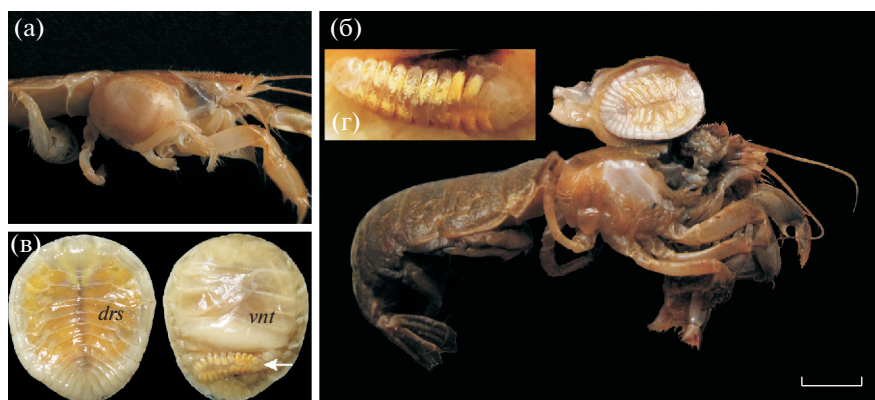


Рис. 1. Изопода *Gyge ovalis*, паразитирующая на раке-кrote *Upogebia major*. а – внешний вид зараженного рака-кroта; б – вскрытая бранхиальная полость рака-кroта с изоподой; в – самка изоподы с дорсальной (*drs*) и вентральной (*vnt*) сторон, стрелкой показано обычное положение самца на теле самки; г – самец изоподы. Масштаб – 10 мм.

поверхности плеона хозяина. Пол *U. major* определяли по внешним морфологическим признакам и наличию яиц у самок (Dworschak, 1988; Chapman, Carter, 2014). Всего были просмотрены и возвращены в среду обитания 799 самцов и 787 самок рака-кroта с длиной тела от 8 до 117 мм. Животные с длиной тела менее 15 мм, пол которых не могли определить, были исключены из статистического анализа.

Результаты учета численности инфицированных особей *U. major* использовали для расчета экстенсивности инвазии этого вида паразитическими изоподами и/или корнеголовым раком (отношение численности зараженных особей к объему выборки, выраженное в процентах) в зависимости от пола и размера тела хозяина, а также времени года (месяц, сезон). При сравнении размерно-частотного распределения животных по длине их тела использовали непараметрический U-критерий Манна–Уитни, при сравнении экстенсивности инвазий – бинomialный тест. Статистическую обработку данных выполняли по общепринятым алгоритмам, реализованным в пакете прикладных программ SPSS 17.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период наблюдений на особях *Upogebia major* из зал. Восток обнаружены корнеголовый рак *Sacculina upogebiae* Shiino, 1943 и паразитические изоподы, преимущественно *Gyge ovalis* (Shiino, 1939), а у трех особей – *Progebiophilus* sp.

Внешний вид зараженного хозяина и паразитов

Оба вида паразитических изопод обнаружены в бранхиальной полости *U. major* (рис. 1) с левой или с правой стороны. Изоподы всегда встречались парами: самка и самец. Самец был значительно

меньше самки и по внешнему виду существенно отличался от нее. Как правило, самец располагался на брюшной стороне самки рака-кroта в районе плеоподов. Изоподы были серовато-белого и желтого цвета, особенно характерного для взрослых особей в период созревания половых продуктов.

У раков-кroтов, зараженных корнеголовым ракообразным *S. upogebiae*, на вентральной стороне первого или второго брюшного сегмента располагалась одна фасолевидная экстерна (рис. 2). В мае–июне встречались как мелкие незрелые экстерны, так и крупные экстерны молочно-желтого и желтого цвета; в остальное время исследований это были в основном крупные экстерны, иногда коричневого цвета разной степени насыщенности. У некоторых крупных экстерн сквозь мантию просматривались яйцевые трубочки и развивающиеся эмбрионы. У четырех самцов и двух самок рака-кroта, инфицированных *S. upogebiae*, экстерна отсутствовала, но отчетливо был виден рубец в том месте, где ранее она прикреплялась к хозяину.

Размеры раков-кroтов и степень их зараженности

Длина тела собранных особей *U. major* изменялась от 15 до 116 мм у самцов и до 117 мм у самок. Размерно-частотное распределение раков-кroтов было бимодальным; в составе населения отчетливо выделялись 2 группы: животные с длиной тела от 15 до 40–50 мм и более крупные особи (рис. 3). В первой группе, в которой преобладали животные с длиной тела 29–34 мм, возраст раков-кroтов не превышал одного года. Во второй группе, представленной двух-трехлетними и, возможно, более взрослыми особями, преобладали животные размером 75–95 мм.

Из 1586 просмотренных особей *U. major* зараженными оказались 106 экз. (6.7%). Паразитиче-

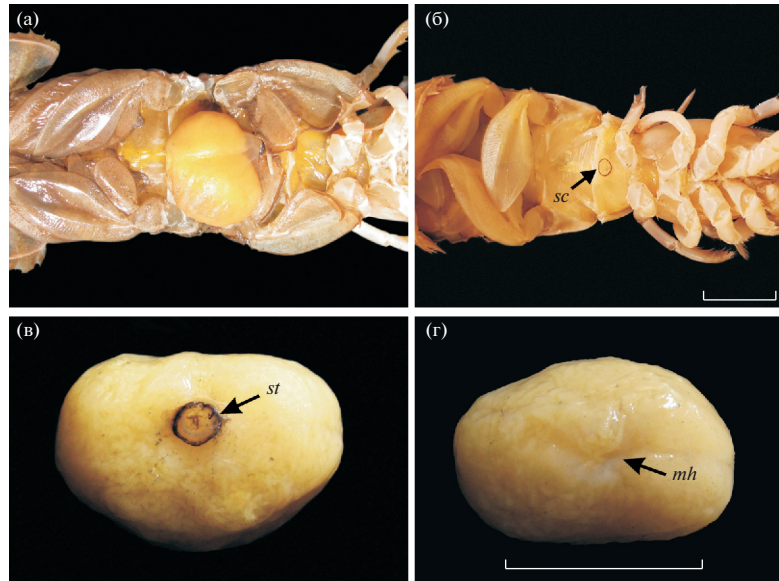


Рис. 2. Корнеголовый рак *Sacculina upogebiae*, паразитирующий на раке-кrote *Upogebia major*. а – экстерна *S. upogebiae* на плеоне хозяина; б – самка рака-кroта, утратившая экстерну паразита; в – экстерна паразита, вид сзади; г – экстерна паразита, вид спереди; *sc* – рубец на месте прежнего прикрепления экстерны; *st* – стебелек экстерны; *mh* – мантийное отверстие. Масштаб – 10 мм.

ские изоподы отмечены у 5.4% упогебий; около 1.3% раков-кroтов были заражены *Rhizocephala* (табл. 1). Паразитические изоподы встречались у раков-кroтов с длиной тела более 42 мм, а экстерны *S. upogebiae* обнаружены у особей крупнее 57 мм. В соответствии с этим размерный состав раков-кroтов, зараженных паразитами, значительно отличался от размерного состава незараженных животных (U-тест; $P \leq 0.002$). Однако при сравнении

размерно-частотных распределений лишь в диапазоне заражения (42–117 мм) различий не обнаружено ($P \leq 0.394$).

Зараженность U. major в зависимости от пола и сезона

Паразитические изоподы и корнеголовый ракообразный *S. upogebiae* были обнаружены как у

Таблица 1. Объем исходного материала (N, экз.) и экстенсивность инвазии (Ext, %) самцов и самок рака-кroта *Upogebia major* паразитическими изоподами *Gyge ovalis* и *Progebiophilus* sp. и корнеголовым ракообразным *Sacculina upogebiae*

Сезон	N ₁	N ₂	Ext ₁	Ext ₂	N ₁ + N ₂	Ext ₁ + Ext ₂
Isopoda						
Весна	282/14	238/10	4.96	4.20	520/24	4.62
Лето	267/23	311/20	8.61	6.43	578/43	7.44
Осень	250/9	238/10	3.60	4.20	488/19	3.89
Всего	799/46	787/40	–	–	1586/86	–
Средняя	–	–	5.76	5.08	–	5.42
Rhizocephala						
Весна	282/2	238/4	0.71	1.68	520/6	1.15
Лето	267/4	311/7	1.50	2.25	578/11	1.90
Осень	250/1	238/2	0.40	0.84	488/3	0.61
Всего	799/7	787/13	–	–	1586/20	–
Средняя	–	–	0.88	1.52	–	1.26

Примечание. N₁ и N₂ – объем выборки соответственно самцов и самок; Ext₁ и Ext₂ – экстенсивность инвазии самцов и самок рака-кroта; над чертой – вся выборка рака-кroта, под чертой – количество зараженных животных.

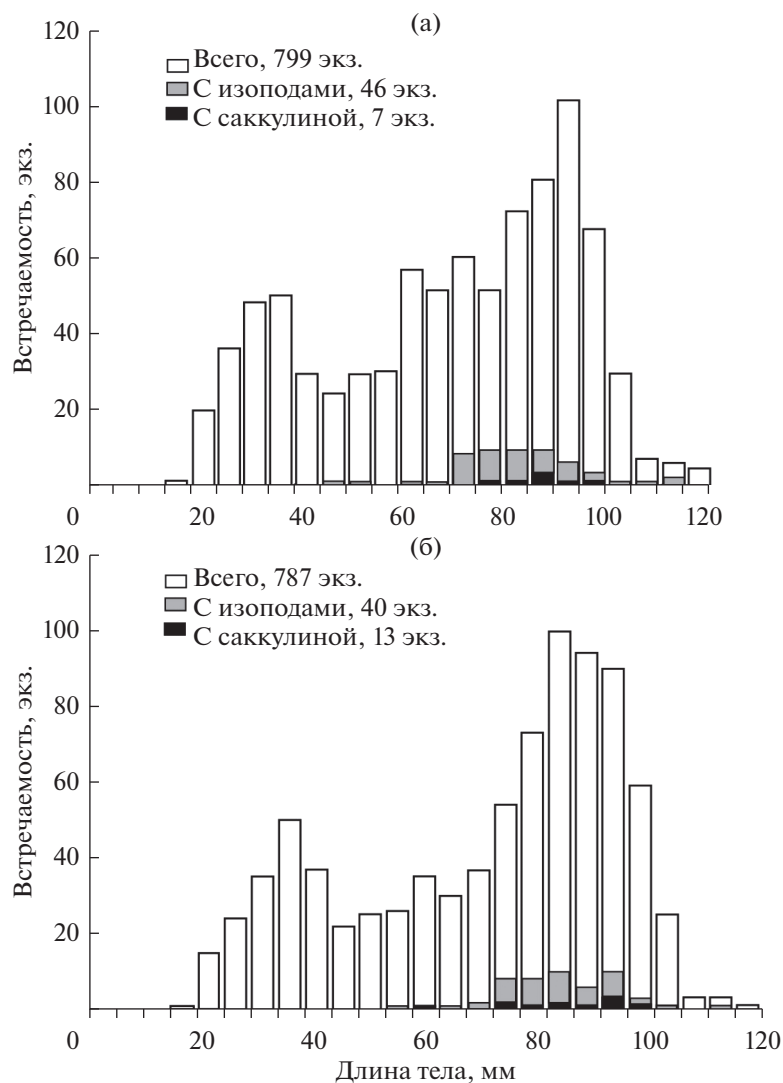


Рис. 3. Размерный состав самцов (а) и самок (б) рака-крята *Upogebia major* и встречаемость макропаразитов.

самцов, так и у самок *U. major*. Экстенсивность инвазии изоподами *G. ovalis* и *Progebiophilus* sp. самок рака-крята составляла 5.08%, самцов — 5.76% (табл. 1). Сравнительный анализ показал, что наблюдаемое различие экстенсивности инвазии в зависимости от пола хозяина носит случайный характер (биномиальный тест; $P = 0.551$). Экстенсивность инвазии самок рака-крята корнеголовыми ракообразными составляла 1.52%. Самцов упогебии, пораженных этим паразитом, было почти в 2 раза меньше (0.88%); экстенсивность инвазии значимо различалась между полами (биномиальный тест; $P = 0.021$).

В течение года экстенсивность инвазии *U. major* макропаразитами изменялась. В апреле визуальные признаки заражения раков-крятов не отмечены, возможно, из-за малочисленности выборки животных (рис. 4). В мае доля раков-крятов, зараженных паразитическими изоподами и корнего-

ловым ракообразным, составляла 6.1%. В летний период экстенсивность инвазии возрастала и достигала максимума (19.8%) в июле. Затем доля зараженных раков-крятов постепенно снижалась до минимума в сентябре (2.8%), но в последующие осенние месяцы немного увеличилась и составляла 5–6% от объема выборки. Данная сезонная динамика экстенсивности инвазии *U. major* макропаразитами отчетливо прослеживалась и при отдельном анализе численности животных, зараженных изоподами и *S. upogebiae* (табл. 1). Парное сравнение числа зараженных особей *U. major* по сезонам в весенний, летний и осенний периоды исследований показало значимое различие экстенсивности инвазии (биномиальный тест; $P \leq 0.035$); экстенсивность инвазии самок рака-крята, зараженных паразитическими изоподами, весной и осенью характеризовалась одинаковой величиной.

ОБСУЖДЕНИЕ

Паразитические изоподы *Gyge ovalis* и *Progebiophilus* sp., обнаруженные на *Upogebia major* из зал. Восток, как и представитель *Rhizosephala Sacculina upogebiae*, ранее известны из прибрежных вод Японии, Кореи и Китая (An et al., 2009, 2015; Lützen et al., 2016); для северо-западной части Японского моря эти виды ракообразных отмечены впервые.

Изоподы из семейства Voryridae и корнеголовые ракообразные из семейства Sacculinidae принадлежат к обширным группам преимущественно морских организмов, насчитывающим в настоящее время соответственно 605 и 280 видов (Høeg, Lützen, 1995; Williams, Boyko, 2012; Høeg et al., 2014; Lützen et al., 2016). Первые сведения об этих животных получены в XVIII и XIX вв., но поистине вал открытий наблюдался в последние десятилетия в связи с бурным развитием электронно-микроскопических и молекулярно-генетических методов исследования. Достигнуты большие успехи в познании их таксономии, морфологии, жизненных циклов, эволюции и филогении (Høeg, 1995; Høeg, Lützen, 1995; Trilles, 1999; Crustacean parasites, 2005; Исаева, Шукалюк, 2007; Boyko et al., 2012, 2013; Williams, Boyko, 2012, и др.). Установлено, что Isopoda и Rhizosephala обитают в пелагиали и бентосе от мелководий до глубин более 5000 м в соответствии с местом обитания своих хозяев; регистрируемое неравномерное пространственное распределение их видового обилия в разных частях Мирового океана отражает региональные различия в изученности фауны (An et al., 2009, 2015; Markham, 2009; Головань, Малютина, 2010; Williams, Boyko, 2012, и др.).

Изоподы-бопириды на стадии личинки инвазируют Calanoida (Copepoda), которые служат промежуточным хозяином; а окончательными хозяевами являются представители Decapoda (Williams, Boyko, 2012). Самцы и самки декапод-хозяев заражаются в равной степени или с некоторым преобладанием самок, однозначное объяснение этого до настоящего времени отсутствует (Repetto, Griffen, 2012; Asson et al., 2017; Mouritsen et al., 2018; настоящее исследование). Присутствие паразита часто вызывает у хозяина морфологические, физиологические и поведенческие изменения, а также полную или частичную кастрацию, но не приводит его к гибели. Один и тот же вид декапод может быть подвержен заражению как Isopoda, так и Rhizosephala (Корниенко и др., 2018; Mouritsen et al., 2018; настоящее исследование).

Визуальный анализ признаков заражения декапод, обычно используемый при оценке экстенсивности инвазии, свидетельствует о том, что Isopoda и Rhizosephala заражают животных, почти достигших и/или уже достигших размера (возраста) половой зрелости (Smith et al., 2008; Dumbauld et al.,

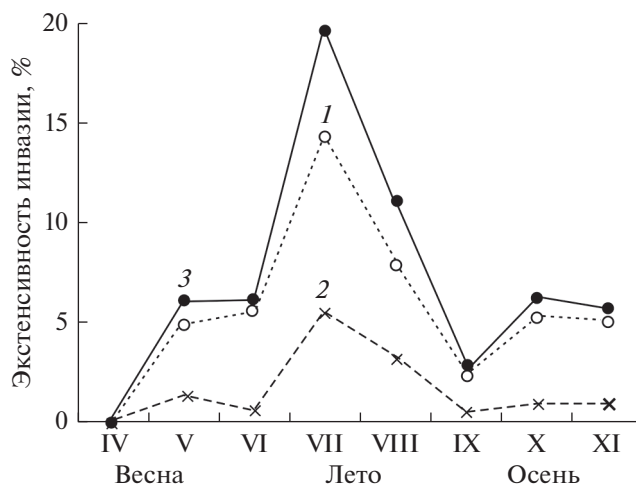


Рис. 4. Экстенсивность инвазии (ЭИ) рака-крота *Upogebia major* макропаразитами, в том числе изоподами (1), саккулиной (2) и общая (3).

2011, и мн. др.). В нашем исследовании установлено, что рак-крот *U. major* заражается на втором году жизни при длине тела более 42 мм. Степень его зараженности изменялась от сезона к сезону; максимальные значения (до 19.8%) зарегистрированы в теплое время года (июль), что в целом характерно для динамики размножения многих морских беспозвоночных, часто демонстрирующих в течение года 1–2 пика пополнения населения молодью (Lützen, 1984; Pascal et al., 2016; Mouritsen et al., 2018, и др.). Экстенсивность инвазии Isopoda в среднем составляла около 5%, а для *Rhizosephala* незначительно превышала 1%. Следует заметить, что для *Rhizosephala* эти данные могут быть занижены, поскольку при учете не только внешних признаков заражения (экстерны), но и наличия у хозяина внутренней части паразита (интерны), а также при молекулярном анализе оценки инвазии бывают выше (см., например: Mouritsen et al., 2018).

Снижая репродуктивный потенциал популяций декапод-хозяев, многие из которых являются доминирующими или массовыми формами сообществ, паразиты опосредованно определяют структурно-функциональные свойства последних. Известно, что у раков-отшельников, служащих основными хозяевами, по меньшей мере, для 30 видов *Rhizosephala* и 83 видов *Isopoda*, экстенсивность инвазии изменяется от 0.1–4 до 25% (см.: McDermott et al., 1998, 2010). Еще более высокие оценки зараженности паразитами получены для раков-отшельников из зал. Петра Великого Японского моря, для которых экстенсивность инвазии составляла от 6 до 35% (Корниенко и др., 2018). Установлено, что примерно за 30 лет численность некогда самого массового в этом районе вида *Pagurus middendorffii* существенно снизилась;

его место в сообществе занял *P. minutus*, ранее встречавшийся единично (Волвенко, 1995; Селин и др., 2016). Предполагается, что увеличение в несколько раз экстенсивности инвазии *P. middendorffii* корнеголовыми ракообразными и паразитическими изоподами (до 35% населения) привело к нарушению процесса пополнения молодью из-за стерильности зараженных особей этого вида.

Роль паразитов в функционировании морских экосистем еще значительнее в тех случаях, когда их хозяином являются организмы-эдификаторы среды. К последним относятся норные десятиногие ракообразные, в том числе раки-кроты из рода *Upogebia* (см.: Pillay, Branch, 2011; Dworschak et al., 2012 и литературу этих обзоров). Считается, что Ахиidea и Gebiidea – одни из самых влиятельных биотурбаторов по воздействию, которое они оказывают на биогеохимию донных осадков и на структуру сообществ, возникающих в результате их жизнедеятельности (Dworschak, 2000; Felder, 2001; Dworschak et al., 2012). Любое изменение активности этих экосистемных инженеров, обусловленное увеличением или снижением их численности (плотности поселения), нарушением физиологического статуса отдельных организмов и популяций и т.д., неизбежно сказывается на состоянии окружающей биоты. Известны драматические ситуации в системе паразит–хозяин, когда паразитом оказывался интродуцированный вид, к которому местные норные десятиногие ракообразные не были адаптированы. Так, в конце прошлого века из Юго-Восточной Азии на тихоокеанское побережье Северной Америки с балластными водами была завезена паразитическая изопода *Orthione griffenis*. Это привело к массовому заражению местного вида рака-крота *Upogebia pugettensis* (экстенсивность инвазии в отдельных случаях достигала 100%) и к резкому сокращению численности его популяций (Smith et al., 2008; Dumbauld et al., 2011; Chapman et al., 2012; Asson et al., 2017, и др.).

В тех случаях, когда в качестве хозяина выступают декаподы, относящиеся к объектам питания человека, паразитарная инвазия становится одной из причин снижения потенциально возможного объема продукции промысловых видов крабов и креветок. Особенно широко распространено заражение промысловых видов крабов паразитическими *Rhizosephala* (Meysers, 1990; Слизкин, Сафронов, 2000; Elumalai et al., 2014). Например, в Охотском море, изобилующем промысловыми видами крабов, экстенсивность инвазии равношипного краба *Lithodes aequispinus* корнеголовым раком *Briarosaccus callosus* в 1998, 2000 и 2015 гг. составляла соответственно около 3, 7 и 19.3% (Селин, 1998; Исаева и др., 2005; Метелёв и др., 2017). Зараженность многошипного краба *Paralomis multispina* в этом районе была еще больше: 26.2% самцов и 20.1% самок были заражены *B. callosus* (Клинушкин и др., 2016). Для многих промысловых

Decapoda сравнительно высокая экстенсивность инвазии в значительной степени обусловлена нерациональной схемой использования ресурса, при которой пойманных зараженных крабов не перерабатывают и не уничтожают, а возвращают в естественную среду, тем самым увеличивая их долю в скоплениях.

Таким образом, в зал. Восток Японского моря обычными паразитами рака-крота *U. major* являются изоподы-бопириды *G. ovalis*, *Progebiophilus* sp. и корнеголовый рак *S. upogebiae*. Средние показатели степени зараженности особей *U. major* не превышали 7%. Полученные ранее данные по обилию, размножению, структуре и динамике состава населения, а также результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что *U. major* в этой части ареала находится в благоприятных условиях существования; являясь общепризнанным организмом-эдификатором, он в значительной мере определяет облик донного населения и способствует стабильности приустьевой экосистемы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор искренне благодарен О.М. Корн, Д.Д. Голубинской и О.А. Головань (ННЦМБ ДВО РАН) за определение видовой принадлежности корнеголового рака и паразитических изопод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградов Л.Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 33. С. 179–358.
- Волвенко И.В. Механизмы регуляции динамики численности и продукционная биология раков-отшельников. Владивосток: Дальнаука. 1995. 284 с.
- Головань О.А., Малютина М.В. Равноногие раки (Isopoda). Биота российских вод Японского моря. Владивосток: Дальнаука. 2010. Т. 9. Ч. 1. 357 с.
- Исаева В.В., Долганов С.М., Шукалюк А.И. Корнеголовые ракообразные – паразиты промысловых крабов и других десятиногих // Биол. моря. 2005. Т. 31. № 4. С. 256–261.
- Исаева В.В., Шукалюк А.И. Колониальные корнеголовые ракообразные (Crustacea: Rhizosephala): бесполое размножение, стволовые клетки, репродуктивная стратегия. М.: Наука. 2007. 132 с.

- Клинушкин С.В., Васильев А.Г., Метелёв Е.А., Абаев А.Д. Глубоководные виды крабов (*Paralomis multispina*, *Lithodes couesi*, *Paralomis verrilli*) центральной части Охотского моря: особенности биологии и распределения // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. 2016. Вып. 41. С. 43–50.
- Корниенко Е.С. Роющие раки инфраотрядов Gebiidea и Axiidea (Crustacea: Decapoda) // Биол. моря. 2013. Т. 39. № 1. С. 3–16.
- Корниенко Е.С., Корн О.М., Селин Н.И. Паразитофауна массовых видов раков-отшельников залива Восток (Японское море) // Биол. моря. 2018. Т. 44. № 2. С. 80–85.
- Макаров В.В. Аномюра. Фауна СССР. Ракообразные. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1938. Т. 10. Вып. 3. 324 с.
- Марин И.Н. Малый атлас десятиногих ракообразных России. М.: Товарищество науч. изд. КМК. 2013. 145 с.
- Метелёв Е.А., Абаев А.Д., Клинушкин С.В., Васильев А.Г. Распределение и численность промысловых видов крабов в центральной части Охотского моря // Тр. ВНИРО. 2017. Т. 165. С. 3–11.
- Селин Н.И. Рейсовый отчет по плану экспедиционных исследований недоиспользуемых и малоизученных объектов и районов промысла дальневосточных морей и контрольному лову на 1998 г. Владивосток: ТИПРО. Науч. арх. № 22940. 1998.
- Селин Н.И. Особенности пространственного распределения рака-крота *Upogebia major* (De Naan, 1841) (Decapoda: Upogebiidae) в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 2015а. Т. 41. № 3. С. 215–218.
- Селин Н.И. Некоторые особенности биологии рака-крота *Upogebia major* (De Naan 1841) (Crustacea: Decapoda) из залива Петра Великого Японского моря // Зоол. журн. 2015б. Т. 94. № 8. С. 989–992.
- Селин Н.И., Корниенко Е.С., Корн О.М. Видовой состав и особенности распределения раков-отшельников (Decapoda: Paguroidea) в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 2016. Т. 42. № 6. С. 458–464.
- Селин Н.И. Популяционная динамика и рост рака-крота *Upogebia major* (De Naan, 1841) (Crustacea: Decapoda) из залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2017. Т. 43. № 4. С. 229–234.
- Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика. 2000. 180 с.
- An J., Jason D., Williams J.D., Yu H. The Bopyridae (Crustacea: Isopoda) parasitic on thalassinideans (Crustacea: Decapoda) from China // Proc. Biol. Soc. Wash. 2009. V. 122. № 2. P. 225–246.
- An J., Boyko C.B., Li X. A Review of bopyrids (Crustacea: Isopoda: Bopyridae) parasitic on caridean shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from China // Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 2015. № 399. 85 p.
- Asson D., Chapman J.W., Dumbauld B.R. No evidence that the introduced parasite *Orthione griffenis* Markham, 2004 causes sex change or differential mortality in the native mud shrimp, *Upogebia pugettensis* (Dana, 1852) // Aquat. Invasions. 2017. V. 12. № 2. P. 213–224. <https://doi.org/10.3391/ai.2017.12.2.09>
- Boyko C.B., Moss J., Williams J.D., Shields J.D. A molecular phylogeny of Bopyroidea and Cryptoniscoidea (Crustacea: Isopoda) // Syst. Biodiversity. 2013. V. 11. P. 495–506.
- Boyko C.B., Williams J.D., Markham J.C. Recent and fossil Isopoda Bopyridae parasitic on squat lobsters and porcelain crabs (Crustacea: Anomura: Chirostyloidea and Galatheoidea), with notes on nomenclature and biogeography // Zootaxa. 2012. V. 3150. P. 1–35.
- Chapman J.W., Carter C.S. A rapid intertidal megafauna survey method applied to *Upogebia pugettensis*, and its introduced parasite, *Orthione griffenis* // J. Crust. Biol. 2014. V. 34. № 3. P. 349–356.
- Chapman J.W., Dumbauld B.R., Itani G., Markham J.C. An introduced Asian parasite threatens northeastern Pacific estuarine ecosystems // Biol. Invasions. 2012. V. 14. P. 1221–1236.
- Crustacean parasites // Marine parasitology / Ed. K. Rohde. Australia: CSIRO Publishing. 2005. Ch. 4. P. 123–169.
- Dumbauld B.R., Chapman J.W., Torchin M.E., Kuris A.M. Is the collapse of mud shrimp (*Upogebia pugettensis*) populations along the Pacific Coast of North America caused by outbreaks of a previously unknown bopyrid isopod parasite (*Orthione griffenis*)? // Estuaries Coasts. 2011. V. 34. № 2. P. 336–350.
- Dworschak P.C. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea). III. Growth and production // Pubbl. Stn. Zool. Napoli. I: Mar. Ecol. 1988. V. 9. № 1. P. 51–77.
- Dworschak P.C. Global diversity in the Thalassinidea (Decapoda) // J. Crustacean Biol. 2000. V. 20. P. 238–245.
- Dworschak P.C., Felder D.L., Tudge C.C. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known collectively as Thalassinidea) // Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. The Crustacea. Leiden: Brill. 2012. V. 9. Part B. № 69. P. 109–219.
- Elumalai V., Viswanathan C., Pravinkumar M., Raffi S.M. Infestation of parasitic barnacle *Sacculina* spp. in commercial marine crabs // J. Parasit. Dis. 2014. V. 38. № 3. P. 337–339.
- Felder D.L. Diversity and ecological significance of deep-burrowing macrocrustaceans in coastal tropical waters of the Americas (Decapoda: Thalassinidea) // Interciencia. 2001. V. 26. P. 440–449.
- Høeg J.T. The biology and life cycle of the Rhizocephala (Cirripedia) // J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 1995. V. 75. P. 517–550.
- Høeg J.T., Lützen J. Life cycle and reproduction in the Cirripedia Rhizocephala // Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 1995. V. 33. P. 427–485.
- Høeg J.T., Chan B.K.K., Rybakov A.V. Rhizocephala // Atlas of crustacean larvae / Eds J.W. Martin, J. Olesen, J.T. Høeg. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press. 2014. P. 111–113.
- Lützen J. Growth, reproduction, and life span in *Sacculina carcini* Thompson (Cirripedia: Rhizocephala) in the Isfjord, Denmark // Sarsia. 1984. V. 69. № 2. P. 91–105.
- Lützen J., Itani G., Jespersen A. et al. On a new species of parasitic barnacle (Crustacea: Rhizocephala), *Sacculina shiinoi* sp. nov., parasitizing Japanese mud shrimps *Up-*

- ogebia* spp. (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae), including a description of a novel morphological structure in the Rhizocephala // Zool. Sci. 2016. V. 33. P. 204–212.
- Markham J.C. A review of the Bopyridae (Crustacea: Isopoda) of Singapore, with the addition of four species to that fauna // Raffles Bull. Zool. 2009. Suppl. № 22. P. 225–236.
- McDermott J.J. Prevalence of two epicaridean isopods (Bopyridae and Antoniscidae) associated with the hermit crab *Pagurus longicarpus* Say, 1817 (Anomura) from the New Jersey coast (U.S.A.) // J. Parasitol. 1998. V. 84. P. 1042–1045.
- McDermott J.J., Williams J.D., Boyko C.B. The unwanted guests of hermits: a global review of the diversity and natural history of hermit crab parasites // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2010. V. 394. P. 2–44.
- Meyers T.R. Diseases of Crustacea. 3.2. Diseases caused by protists and metazoans // Diseases of marine animals. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland. 1990. V. 3. P. 350–389.
- Mouritsen K.N., Geyti S.N.S., Lützen J. et al. Population dynamics and development of the rhizocephalan *Sacculina carcini*, parasitic on the shore crab *Carcinus maenas* // Dis. Aquat. Org. 2018. V. 131. P. 199–211.
- Pascal L., de Montaudouin X., Grémare A., Maire O. Dynamics of the *Upogebia pusilla*–*Gyge branchialis* marine host–parasite system // Mar. Biol. 2016. V. 163. № 9. P. 163–195.
<https://doi.org/10.1007/s00227-016-2969-9>
- Pillay D., Branch G.M. Bioengineering effects of burrowing thalassinidean shrimps on marine soft-bottom ecosystems // Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 2011. V. 49. P. 137–192.
- Repetto M., Griffen B.D. Physiological consequences of parasite infection in the burrowing mud shrimp, *Upogebia pugettensis*, a widespread ecosystem engineer // Mar. Freshwater Res. 2012. V. 63. P. 60–67.
- Smith A.E., Chapman J.W., Dumbauld B.R. Population structure and energetics of the bopyrid isopod parasite *Orthione griffenis* in mud shrimp *Upogebia pugettensis* // J. Crustacean Biol. 2008. V. 28. № 2. P. 228–233.
- Trilles J.-P. Ordre des isopodes sous-ordre des epicarides (Epicaridea Latreille, 1825) // Traité de Zoologie – anatomie, systématique, biologie (Pierre-P. Grassé). T. VII, Fasc. IIIA, Crustacés Peracarides / Ed. J. Forest. Mem. Inst. Oceanogr. Monaco. 1999. V. 19. P. 279–352.
- Williams J.D., Boyko C.B. The Global Diversity of Parasitic Isopods Associated with Crustacean Hosts (Isopoda: Bopyroidea and Cryptoniscoidea) // PLoS One. 2012. V. 7. № 4. e35350.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035350>

The Prevalence of Macroparasite Infection in the Mud Shrimp *Upogebia major* (De Haan, 1841) (Decapoda: Gebiidea) from Peter the Great Bay, Sea of Japan

N. I. Selin

National Scientific Center of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia

The peculiarities of infection with the parasitic bopyrid isopods *Gyge ovalis* and *Progebiophilus* sp. and the rhizocephalan *Sacculina upogebiae* among the mud shrimp *Upogebia major* population in Vostok Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) was investigated in April–November 2017. Parasites were found from spring to late autumn. The prevalence of isopod infection in *U. major* was 5.42%, females and males were equally infected. The prevalence of *Sacculina upogebiae* was 1.26%, this parasite was more common on the female hosts. Isopods were found on mud shrimp larger than 42 mm; rhizocephalan externa occurred in individuals larger than 57 mm. The highest prevalence of parasites was observed in summer (7.44%). No cases of simultaneous infection with different species of parasites were noted in *U. major*.

Keywords: *Upogebia major*, parasitic bopyrid isopods, *Gyge ovalis*, *Progebiophilus* sp., rhizocephalan barnacles, *Sacculina upogebiae*, parasite prevalence, Peter the Great Bay, Sea of Japan