

На правах рукописи

Рязанова
Татьяна Вячеславовна

**ВЛИЯНИЕ ПАТОГЕННЫХ АГЕНТОВ НА ПРОМЫСЛОВЫХ КРАБОВ
ЗАПАДНОКАМЧАТСКОГО ШЕЛЬФА**

03.00.16 — экология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Петропавловск-Камчатский
2011

Работа выполнена в лаборатории болезней рыб и беспозвоночных Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)

Научный

руководитель:

доктор биологических наук, профессор
Карпенко Владимир Илларионович

Официальные

оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится «» 2010 г. в часов на заседании диссертационного Совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Автореферат разослан « » 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного Совета,

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Дальний Восток является основным рыбопромысловым регионом России. Сохранение биоразнообразия его экосистем, изучение их структуры и динамики является одной из самых важных задач рационального природопользования (Бакланов и др., 2003; Широков и др., 2006; Адрианов, 2009; Шунтов, 2009). В последние годы в Охотском море наблюдается резкое снижение численности крабов — ценнейших объектов промысла (Долженков, Кобликов, 2009). Процесс сокращения запасов промысловых гидробионтов, который происходит во многих регионах Мирового океана, связывают как с нерациональным промыслом, так и с экологическими причинами: изменениями климата, антропогенными загрязнениями и разрушением среды обитания (Taylor et al., 1994; Lafferty et al., 2004; Соколовский, Соколовская, 2007; Адрианов и др. 2008).

Значительное влияние на численность гидробионтов оказывают инфекционные и инвазионные болезни (Meyers et al., 1987; Wilhelm, Mialhe, 1996; Marty et al., 2003; Lafferty et al., 2004). Термин «болезнь» определяют как очевидное негативное отклонение от нормального состояния живого организма. В экологическом смысле имеются в виду функциональные или структурные нарушения, влияющие на выживание, рост, воспроизводство, метаболизм, выносливость организма (Власов, 2004; Дудников, 2004; Ревич и др., 2004;). В стабильных условиях все составляющие экологического сообщества, включая возбудителей заболеваний, находятся в состоянии динамического равновесия. Одним из свидетельств нарушения этого баланса в природных популяциях является возникновение вспышек заболеваний (Гаевская, 2004; Дудников, 2004). У ракообразных зарегистрированы эпизоотии с высоким уровнем смертности, связанные с вирусами (Johnson, 1983, 1984; Hill, 2002), риккетсиями (Johnson, 1983; Wang, Gu, 2002), хламидиями (Sparks et al., 1985), простейшими (Couch, Fournie, 1983; Meyers, 1990; Sindermann, 1990).

Сведений о составе патогенных организмов, связанных с ними заболеваниями и их распространенности в популяциях промысловых крабов в Охотском и других Дальневосточных морях крайне недостаточно. Продукция из крабов, зараженных микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами, корнеголовыми раками, некоторыми видами бактерий непригодна для использования, но перечень обязательных для контроля патогенов ракообразных не обозначен в соответствующих нормативных документах по санитарно-ветеринарной экспертизе.

Необходимость в информации о составе инфекционных и инвазионных агентов и их распространенности в природных популяциях гидробионтов связана с еще одним немаловажным обстоятельством — расширением ареала многих видов патогенных организмов, обусловленным климатическими изменениями, переносом с интродуцируемыми или культивируемыми видами, случайным заносом (Stewart, 1991; Lafferty et al., 2004; Гаевская, 2004). Организмы-вселенцы нарушают устоявшуюся систему паразит-хозяин в местных экосистемах и могут стать серьезной угрозой существованию естественных сообществ. В морской среде особое значение имеет проблема биоинвазий, связанная с переносом морскими судами чужеродных организмов, в том числе патогенных, способных выживать в балластных водах (Carlton, Geller, 1993; Дрегубадзе, 2002; Алексеев и др., 2009; Зверева, 2009; Звягинцев и др., 2009).

При оценке естественной смертности в популяции невозможно применять широко используемые в ихтиологии статистические методы, поскольку ракообразные не имеют структур, позволяющих определить их возраст. Современные оценки естественной смертности крабов, используемые для определения общего допустимого улова (ОДУ) носят экспертный характер и сильно различаются.

Смертность от болезней является важной составляющей естественной смертности в популяции. Поэтому выявление патогенных организмов, причиняющих наибольший урон, определение показателей зараженности и особенностей их распространения в популяциях промысловых видов крабов особенно актуально. Так, уровень зараженности возбудителем «горькой болезни» в истощенных промыслом популяциях крабов-стригунов в водах Аляски уже используют как важный критерий в прогнозе способности этих популяций к восстановлению численности (Pestal et al., 2003; Shareef et al., 2010).

Негативное влияние на здоровье ракообразных также оказывает антропогенная нагрузка. Так, количество крабов, больных панцирной болезнью, увеличивается в районах интенсивного промысла (Benhalima et al., 1998; Вялова, 1999). Хотя самок и непромысловых самцов возвращают в море в живом виде, часть из них погибает позднее: как от травм, полученных в процессе сортировки, так и от спровоцированных стрессом заболеваний (MacIntosh, Stevens, 1995; Zhou, Shirley, 1996). Доля отбракованных при ловушечном промысле крабов разных видов может составлять от 1/3 до 2/3 и более улова (Слизкин, Сафронов, 2000; Кобликов, 2003). Вопрос о последствиях промысловых операций для состояния здоровья ракообразных и о том, какая часть из них погибает и, следовательно, выбывает из популяции, практически не изучен.

Цель и задачи исследования: выявление патогенных организмов, оценка их распространенности и степени влияния на здоровье основных промысловых видов крабов шельфа Западной Камчатки.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:

- выявить инфекционные и инвазионные патогены у 4 видов крабов: камчатского, синего, крабов-стригунов опилио и Бэрда;
- описать патоморфологические признаки заболеваний и оценить степень воздействия патогенов на органы и ткани ракообразных;
- определить состав возбудителей инфекционных и инвазионных болезней промысловых крабов на шельфе Западной Камчатки и выявить наиболее опасных из них;
- изучить воздействие подъема в ловушках на состояние здоровья ракообразных, возвращаемых в природную среду;
- провести визуальный учет крабов с признаками патологии в уловах и оценить степень распространенности заболеваний различной этиологии.

Научная новизна

Впервые определен состав основных патогенных агентов и получены данные об их распространенности в популяциях промысловых крабов восточной части Охотского моря. Для оценки распространенности заболеваний в популяции ракообразных применены географические информационные системы, которые обычно используются при расчете численности и запасов крабов на основе данных ловушечной или траловой съемки. Впервые у крабов сем. Lithodidae зарегистрированы паразитические динофлагелляты *Hematodinium* sp.,

микроспоридии рода *Ameson*, у краба-стригуна опилио — ресничные инфузории *Mesanothryx* sp. Кроме того, впервые в Охотском море у крабов обнаружены: герпес-подобная вирусная инфекция, инвазия микроспоридиями рода *Thelohania*. Описаны патоморфологические признаки заболеваний у промысловых крабов на шельфе Западной Камчатки. Впервые, на основании гистопатологических и бактериологических данных, проведена оценка влияния подъема крабов в ловушках при промысле на состояние здоровья ракообразных, возвращаемых в природную среду.

Личный вклад

В работе использованы материалы, собранные лично автором. Непосредственно соискателем проведено планирование работ, подготовка и проведение эксперимента, визуальный учет ракообразных с признаками патологии, гистологическая, гистохимическая, паразитологическая и, частично, бактериологическая обработка собранного материала, а также анализ полученных результатов.

Теоретическое и практическое значение

Результаты исследований позволяют дать оценку состояния здоровья промысловых крабов и эпизоотической ситуации в популяциях ракообразных на шельфе Западной Камчатки. Данные о патогенных организмах, стадиях их развития, сезонной динамике и распространении болезней помогут разработать меры по профилактике их проникновения в другие районы обитания ракообразных. Сведения о составе патогенных организмов необходимы для мониторинга возможного появления у крабов восточной части Охотского моря новых болезнетворных агентов в результате биоинвазий или иных причин.

Результаты исследований могут быть использованы для уточнения и мониторинга уровня естественной смертности в популяциях промысловых крабов. Данные по влиянию промысловых операций на состояние здоровья крабов, возвращаемых в природную среду после сортировки, также могут быть использованы в этих целях. Сведения об опасных патогенных агентах, обнаруженных в районах промысла крабов, позволят рекомендовать методы утилизации зараженных экземпляров, определить перечень обязательных мер для контроля патогенов и разработать правила санитарно-ветеринарной экспертизы ракообразных при инфекционных и инвазионных болезнях. Кроме того, результаты исследований могут быть использованы в разработке научных обоснований для культивирования ракообразных на Камчатке, а также в курсах лекций и на практических занятиях по патологии и паразитологии ракообразных.

Апробация работы

Материалы диссертации были представлены на международной научной конференции «Фауна, биология, морфология и систематика паразитов» (Москва, 2006), международной конференции «Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными организмами» (Мурманск, 2006), международной научно-практической конференции «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2» (Борок, 2007), международной научной конференции «Биоразнообразие и экология паразитов наземных и водных ценозов» (Москва, 2008), международной российско-американской конференции "Здоровье водных организмов" (Шеффердстоун, Западная Вирджиния, 2009), X Съезде Гидробиологического общества при РАН (Владивосток, 2009), VI международном симпозиуме «Здоровье водных животных:

глобальная стратегия в изменяющейся окружающей среде» (Тампа, Флорида, 2010), международном симпозиуме «Паразиты Голарктики» (Петрозаводск, 2010), международной конференции «Современное состояние биоресурсов» (Новосибирск, 2010) и на отчетных сессиях КамчатНИРО в 2003–2010 гг.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 16 работ.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и содержит 13 таблиц, 22 рисунка, 3 приложения. Список использованной литературы включает 273 источника, в том числе 203 иностранных. Общий объем работы — 208 страниц.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность за помощь и ценные советы при подготовке работы своему научному руководителю д.б.н., профессору В.И. Карпенко. Приношу искреннюю благодарность сотрудникам КамчатНИРО к.б.н. Т.В. Гаврюсовой, к.б.н. И.В. Кармановой, к.б.н. С.Л. Рудаковой, И.В. Шлапаковой, Е.В. Бочковой, Н.В. Сергеенко, за помощь и конструктивную критику, а также Р.В. Дунаеву, З.Н. Овчинниковой, к.б.н. В.Н. Лысенко и членам экипажей НИС «Аметист» и «Профессор Кагановский» за содействие при сборе материала во время морских экспедиционных работ. Неоценимую помощь в определении принадлежности бактерий оказала сотрудник КамчатНИРО Е.А. Устименко. Огромная благодарность с.н.с. института биологии моря им. А.В. Жирмунского к.б.н М.Г. Елисейкиной за помощь в электронно-микроскопическом исследовании. Работа не состоялась бы без помощи и всесторонней поддержки сотрудника этого же института к.б.н. В.И. Харламенко.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА, ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАКООБРАЗНЫХ

Шельф западной Камчатки является одним из самых продуктивных районов Мирового океана (Шунтов, 2001). Ширина шельфа у западного побережья Камчатки составляет 30-50 миль. Высокой продуктивности этого района способствует активная динамика его вод. Большое значение в распределении донной фауны, в том числе крабов, имеют грунты. В северной части шельфа Западной Камчатки преобладают каменисто-галечные грунты, особенно в районе м. Хайрюзова, зал. Шелихова, что обеспечивает хорошие условия роста и выживания здесь молоди камчатских и синих крабов (крабы «детские сады») (Левин, 2001).

Охотское море является наиболее важным для промысла ракообразных. Основной вылов в настоящее время основан на трех видах крабоидов и трех видах крабов-стригунов (Долженков, Кобликов, 2009). Из них собственно на шельфе Западной Камчатки обитают камчатский *Paralithodes camtschaticus*, синий *P. platypus*, крабы-стригуны опилио *Chionoecetes opilio* и Бэрда *Ch. bairdi*. Равношипый краб *Lithodes aequispinus* и краб-стригун ангулятус *Ch. angulatus* являются глубоководными видами, скопления которых приурочены к материковому склону.

Многие из известных инфекционных и инвазионных патогенных агентов вызывают у ракообразных вспышки заболеваний с высокой смертностью и/или оказывают негативное влияние на качество и объем выпускаемой продукции.

Массовую смертность ракообразных связывают с вирусами, риккетсиями, хламидиями, патогенными бактериями, простейшими. Продукция из ракообразных, зараженных микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами, корнеголовыми раками непригодна для использования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2002 по 2007 гг. исследовали крабов 4 видов: камчатского – *Paralithodes camtschaticus*, синего – *P. platypus*, стригуна-опилио – *Chionoecetes opilio* и стригуна Бэрда – *Ch. bairdi*. Отлов ракообразных производили в на шельфе Западной Камчатки в период осенне-зимних ловушечных съемок 2002, 2004, 2006, 2010 гг. на НИС «Аметист» и летом 2007 г. в ходе траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский».

При сборе материала использовали биологический и клинический анализы; патологоанатомическое вскрытие; комплексные (бактериологические, паразитологические, гистологические, гистохимические) и, по показаниям, электронно-микроскопические методы исследования (табл. 1).

Таблица 1. Объем обработанного материала (экз.)

Методы исследований	Вид краба			
	Камчатский	Синий	Стригун опилио	Стригун Бэрда
Биологический и клинический анализ	14265	17706	4410	5887
Патологоанатомические	1181	650	1474	1121
Комплексные	236	218	152	279
Электронно-микроскопические	10	6	0	0

Параллельно со стандартным биологическим анализом отловленных крабов (Руководство..., 1979), выявляли и учитывали особей, имеющих внешние признаки заболеваний. Вскрытие животных и отбор проб производили в лаборатории судна, сразу после вылова ракообразных. Для бактериологических исследований пробы гемолимфы, внутренних органов и экзоскелета высевали на питательные среды: TSA (Tryptone Soya Agar) с добавлением 1,5% NaCl и TCBS (Thiosulfate-Citrate-Bile-Sucrose Agar; Vibrio Selective Agar). Посев, культивирование и определение таксономической принадлежности бактерий осуществляли по общепринятым методикам (Holt et al., 1994). Приготовленные методом отпечатков и фиксированные в метиловом спирте препараты внутренних органов крабов окрашивали по Романовскому-Гимза. Отобранные для гистологического и гистохимического анализа образцы внутренних органов фиксировали в жидкости Дэвидсона (Bell, Lightner, 1988) на морской воде. Дальнейшую обработку гистологических проб и окрашивание препаратов гематоксилин-эозином по Мейеру, по Граму, Романовскому-Гимза, Циль-Нильсену, ШИК-световым зеленым проводили по общепринятым методикам (Austin, Austin, 1989; Bancroft et al., 1990). Для трансмиссионной электронной микроскопии образцы тканей фиксировали 2,5% раствором глутарового альдегида на стерильной морской воде, дофиксировали 1% водным раствором OsO₄, обезвоживали и заключали в смесь эпона и аралдита по общепринятой методике (Миронов и др., 1994). Полутонкие и

ультратонкие срезы изготавливали на ультрамикротоме Leica EM UC6. Полутонкие срезы окрашивали метиленовым синим и анализировали с использованием светового микроскопа Leica DM 4500. Ультратонкие срезы анализировали с использованием трансмиссионного электронного микроскопа Libra 120 (Carl Zeiss).

Для определения влияния подъема-спуска в ловушках на состояние здоровья крабов исследовали изменения состава микрофлоры в их гемолимфе. Отобранных для эксперимента ракообразных (не имеющих повреждений и каких-либо внешних признаков заболеваний), опускали в море в ловушке с зашитой горловиной. Крабы находились в ловушке на дне от 36 до 68 часов. До и после эксперимента отбирали пробы гемолимфы и производили ее посев на питательные среды. Затем крабов вскрывали и отбирали пробы для гистологических исследований.

Для получения данных о превалентности (частоте встречаемости, выраженной в процентах) и распространении болезней в популяциях крабов на шельфе западной Камчатки одновременно с полным биологическим анализом уловов проводили визуальный учет ракообразных с признаками различных заболеваний. В 2004 г. обследовали по 100 экз. крабов каждого вида, отобранных случайно на 20 станциях. В 2006 г. ракообразных с внешними признаками заболеваний учитывали на 88, в 2010 г. — на 36 станциях. На каждой из них обследовали улов из 7 – 10 ловушек (не менее 200 крабов каждого вида или весь улов, если особей было меньше 200 экз.). Летом 2007 г. обследовали весь улов в 146 точках траления.

Расчет численности крабов с внешними признаками заболеваний в исследуемом районе и построение карт распределения проводили с использованием программы MapDesigner v. 2.1 (Столяренко, Иванов, 1988). По данным учетов по улову на ловушку или трал, рассчитывали общую численность и долю особей с визуальными признаками заболеваний среди промысловых самцов, непромысловых самцов и самок каждого вида на исследованной площади (более 15 тыс. км²). Используя полученные данные, определяли долю зараженных особей в популяции, т.е. превалентность заболеваний. Этот показатель для заболеваний, не имеющих клинических признаков, определяли как долю *Ch.* больных особей в выборке (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

МОРФОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ИНФЕКЦИОННЫМИ АГЕНТАМИ

Вирусная инфекция

Заболевание вирусной природы было выявлено в 2006 и 2010 гг. у самцов синего краба. Специфических клинических признаков патологии не выявлено. При патологоанатомических исследованиях в антеннальной железе и соединительной ткани вокруг внутренних органов регистрировали множество мелких (менее 1 мм) твердых включений черного цвета. Гистологические исследования показали, что большая часть клеток эпителия лабиринта антеннальной железы и пузыря имеют гипертрофированные ядра с эозинофильным аморфным содержимым крупинчатой структуры. В результате разрушения клеток и ядер это вещество заполняло пространства между петлями лабиринта (рис. 1 А). Обнаружено образование меланизированных включений, которые сливались в крупные очаги. С использованием метода трансмиссионной электронной микроскопии в ядрах

антеннальной железы, пузыря и эозинофильном веществе обнаружили вирусные частицы гексагональной формы размером 108 - 115 нм × 140 – 160 нм (рис. 1 Б).

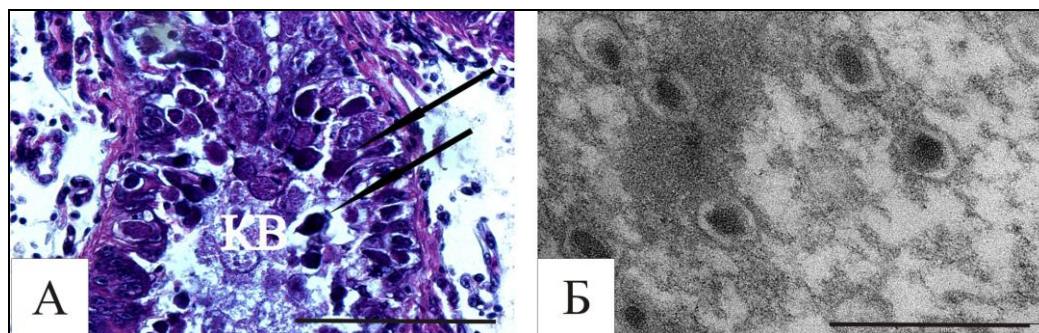


Рис. 1. Вирусное заболевание у синего краба: А — измененные ядра (↑) эпителия лабиринта антеннальной железы (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э); Б — вирусные частицы (линейка — 500 нм). Обозначения: KB — крупинчатое вещество.

Результаты гистопатологических исследований и данные о морфологическом строении вирусных частиц позволяют утверждать, что у синего краба в Охотском море обнаружен вирус из семейства Herpesviridae. Заболевание известно у камчатского и синего крабов в восточной части Берингова моря (Sparks, Morado, 1986). По морфологическим признакам вирус похож на известный патоген голубого краба *Callinectes sapidus* у атлантического побережья Северной Америки. Уровень смертности голубых крабов от этого заболевания в природных условиях неизвестен, но все искусственно инфицированные особи погибают в течение 30-40 дней (Johnson, 1976). Тяжесть патологических изменений антеннальной железы и пузыря у зараженных синих крабов позволяют согласиться с мнением А. Спаркса и Ф. Морадо (Sparks, Morado, 1986), что для крабов-литодид герпес-подобный вирус также является смертельным.

Панцирная болезнь ракообразных

Предварительный диагноз заболевания ставили по наличию ярко выраженных клинических признаков в виде типичных повреждений экзоскелета крабов, окончательный – по изоляции хитиноподобных бактерий (рис. 2 А). В зависимости от тяжести повреждений экзоскелета степень панцирной болезни относили к начальной, средней или сильной (Вялова, 1999). Подавляющее большинство особей с начальной и средней степенью панцирной болезни не имели каких-либо видимых изменений внутренних органов. У крабов с сильной степенью болезни регистрировали некротические повреждения жабр, некротические участки на стенках пищевода и кишечника, изменения цвета и консистенции антеннальной железы и гепатопанкреаса.

При гистологических исследованиях выявили инфильтрацию гемоцитов, образование пигментных включений и их инкапсуляцию в жабрах, пищеводе, желудке, гепатопанкреасе, антеннальных и тегументальных железах, сердце. Тяжесть гистопатологических изменений тканей и органов крабов соответствовала степени панцирной болезни. У сильно пораженных животных отмечали некроз обширных участков жабр, тегументальных желез, лизис эпителия гепатопанкреаса (рис. 2 Б). Выявленные гистопатологические изменения типичны для панцирной болезни ракообразных (Vogan et al., 2001). Заболевание в начальной и средней стадии не опасно. На последней стадии заболевания повреждаются не только

экзоскелет, но так же подлежащие ткани и внутренние органы (Benhalima, et al., 1998; Vogan et al., 2001). Заболевание наносит ущерб промыслу, т.к. особи с сильно поврежденным экзоскелетом (так называемый «гнилой краб») выбраковываются. Сильная степень заболевания, особенно в сочетании с внутренней бактериальной инфекцией, может приводить к гибели животных (Sindermann, 1990).

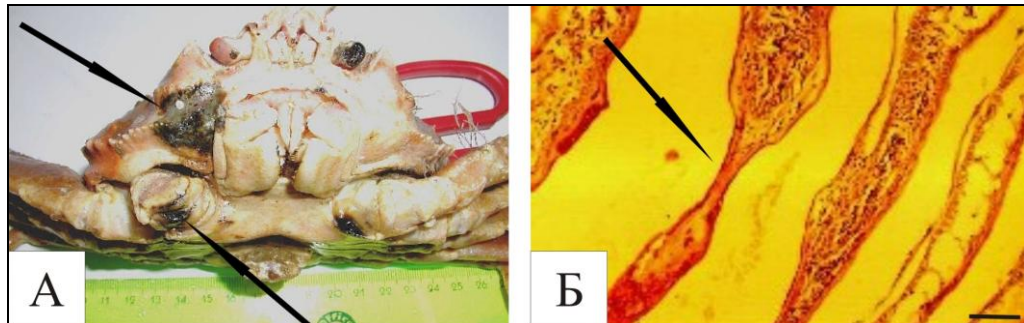


Рис. 2. Панцирная болезнь у краба-стригуна опилио: А — повреждения экзоскелета (↑), Б — некроз (↑) жаберных лепестков (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э)

Этиологическими агентами панцирной болезни у ракообразных чаще всего являются представители родов *Vibrio*, *Aeromonas* и *Pseudomonas* (Benhalima et al., 1998; Sinderman, 1990; Vogan et al., 2002; Пугаева и др., 2002). Представителей указанных родов бактерий выделяли из экзоскелета и гемолимфы крабов с признаками панцирной болезни в течение всего периода исследований.

Вибриоз

Бактерии рода *Vibrio* при проникновении в гемолимфу и быстром размножении в полости тела крабов способны вызывать быстротекущее заболевание с летальным исходом — бактериальный сепсис или вибриоз ракообразных. Это заболевание нами диагностировано у трех самцов камчатского краба в 2004 г. и у одного самца краба-стригуна опилио в 2006 г. Обширную инфильтрацию гемоцитов и меланизированные включения в соединительной ткани жабр, пищевода, желудка, средней и задней кишки, гепатопанкреаса, выделительной железы выявляли гистологическими методами. Из посевов гемолимфы крабов выделили бактерий *V. alginolyticus*. В природных условиях заболевание выявляют редко. Случаи вибриоза с высокой смертностью хорошо известны у содержащихся в неволе и культивируемых ракообразных. Как правило, вспышки заболевания возникают у животных, перенесших стресс, особенно у больных панцирной болезнью, как спровоцированная вторичная инфекция (Sinderman, 1990).

Некроз внутренних органов

С 2004 г. ежегодно среди крабов всех исследованных видов регистрировали абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса. Данную патологию можно было выявить только при патологоанатомических исследованиях крабов. Основным визуальным признаком заболевания были мумифицированные трубочки гепатопанкреаса, отростки средней кишки и образования в виде «мешков», окруженные белым веществом кремообразной консистенции, похожим на гной (рис. 3 А).

При гистологических исследованиях обнаружены увеличение просвета трубочек гепатопанкреаса, скопление в них базофильной аморфной массы,

последовательный цитолиз всех типов клеток эпителия и инфильтрация гемоцитов в межтубулярную соединительную ткань. Мигрировавшие в эту зону гемоциты скапливались вокруг поврежденных трубочек гепатопанкреаса, образуя подобие капсулы. В результате на месте разрушенных трубочек постепенно накапливались некротические меланизированные массы (рис. 3 Б). Картина разрушения отростков средней кишки была схожей.

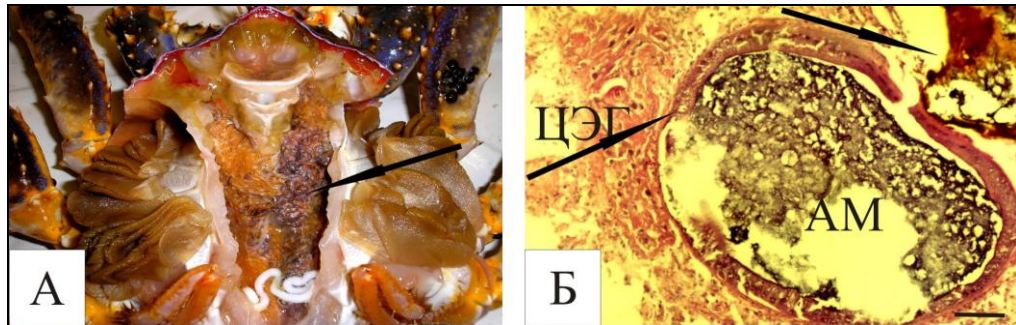


Рис. 3. Некроз гепатопанкреаса у синего краба: А — мумифицированная правая часть органа (↑); Б — меланизированная масса (↑) и разрушающаяся трубочка гепатопанкреаса (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э). Обозначения: АМ — аморфная масса; ЦЭГ — цитолиз эпителия гепатопанкреаса.

В подавляющем большинстве случаев вибрионы *Vibrio alginolyticus* и *V. vulnificus* выделяли из посевов гемолимфы, некротизированных трубочек гепатопанкреаса, отростков средней кишки, гноеподобной субстанции. Достаточно часто от больных особей выделяли бактерий рода *Pseudomonas* (табл. 2). Бактерии других родов встречались единично.

Таблица 2. Состав бактерий, выделенных из гепатопанкреаса (А) и гемолимфы (Б) крабов с некрозом внутренних органов, %

Выделенные бактерии	Камчатский краб (n=22)		Синий краб (n=10)		Краб-стригун опилио (n=9)		Краб-стригун Бэрда (n=26)	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
<i>V. alginolyticus</i> , <i>V. fluvialis</i> , <i>Vibrio</i> sp.	90,9	54,5	90	20	88,9	66,7	76,9	3,8
<i>Pseudomonas</i> sp.	36,4	18,2	20	20	11,1	11,1	3,8	46,1

Аналогичные патологические изменения с формированием обширных абсцессов и лизисом гепатопанкреаса известны у культивируемых ракообразных. Хотя из внутренних органов больных животных также выделяли патогенную микрофлору, возникновению заболевания предшествовало отравление ракообразных токсинами сине-зеленых водорослей (Brock, Lightner, 1990), некачественными кормами (Bower et al., 1994) или другие погрешности диеты (Smith, Taylor, 1968). Определить причину некроза внутренних органов у промысловых крабов в Охотском море пока не представляется возможным. Вероятность отравления токсинами в природной популяции невелика, в то время

как среди вскрытых животных экземпляры с описанной патологией встречались во все годы исследований.

Развитие у крабов бактериальных инфекций и газо-пузырьковой болезни вследствие промысловых операций

В ходе эксперимента определяли состав микрофлоры в гемолимфе крабов сразу после вылова и после стресса, вызванного подъемом в ловушках и возвращением в море. От 42 до 75% крабов, использованных в эксперименте, при первом отборе проб имели стерильную гемолимфу. Из гемолимфы остальных особей выделяли бактерии родов *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Moraxella*, *Pasteurella*, *Acinetobacter*. Бактерий рода *Vibrio* зарегистрировали лишь у одного самца краба-стригуна опилио. При втором отборе проб стала заметно выше доля особей, в гемолимфе которых присутствовала бактериальная микрофлора. Изменения ее состава после подъема-спуска в ловушке были наиболее заметными среди самок камчатского краба — доля особей с бактериями в гемолимфе увеличилась с 25 до 80%. При этом, если изначально в гемолимфе самок этого вида вибрионы не были обнаружены, при повторном отборе их выявили у 35% особей. Среди самцов камчатского краба при втором отборе у 12% особей выделили бактерий рода *Vibrio*. Доля крабов других видов с вибрионами в гемолимфе варьировала от 0 до 17,5% (рис. 4).

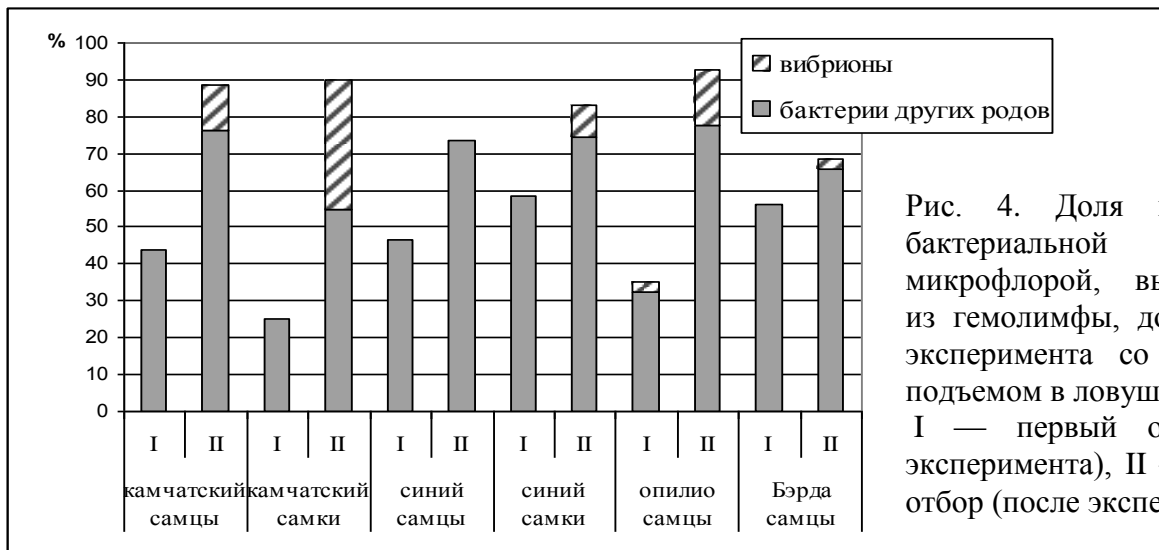


Рис. 4. Доля крабов с бактериальной микрофлорой, выделенной из гемолимфы, до и после эксперимента со спуском-подъемом в ловушках: I — первый отбор (до эксперимента), II — второй отбор (после эксперимента)

Доля погибших самцов и самок камчатского краба составила 2,9%, и 10% соответственно. Этот показатель у самцов и самок синего краба и крабов-стригунов различался незначительно — от 6,3 до 8,3%. Среди погибших ракообразных были как особи, гемолимфа которых до эксперимента была стерильной, так и с изначально присутствовавшей в ней бактериальной микрофлорой.

У всех крабов, которые были вскрыты (как у экспериментальных особей, так и не использованных в эксперименте), гемолимфа имела в большей или меньшей степени «пенистую» консистенцию из-за выделения пузырьков газа, обусловленного резким изменением давления (McDonough, Hemmingsen, 1984). Крупные пузыри были видны сквозь полупрозрачные покровы на стигах конечностей, в сердце и стержнях жабр. При гистологических исследованиях выявили газовые эмболы в жабрах, миокарде, соединительной ткани желудка,

кишечника, скелетной мускулатуре и агрегацию гемоцитов в этой области (рис. 5). Такие изменения характерны для газо-пузырьковой болезни (Johnson, 1976).

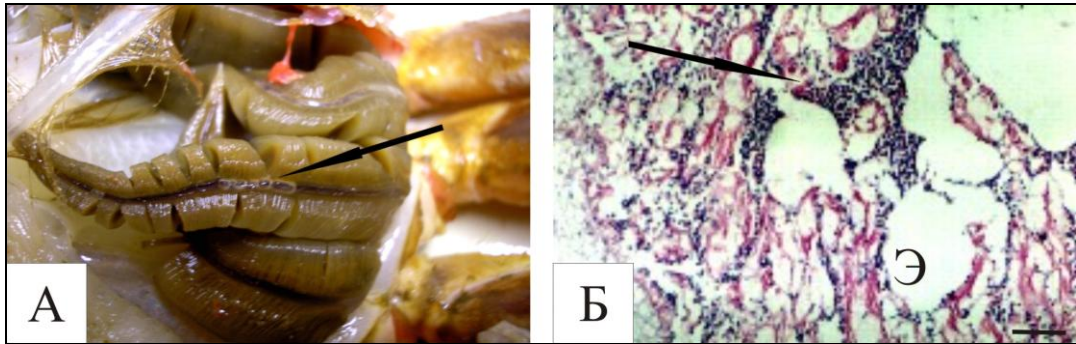


Рис. 5. Газо-пузырьковая болезнь у краба-стригуна Бэрда: А — пузыри газа (↑) в стержне жабры; Б — газовые эмболы и агрегация гемоцитов (↑) в миокарде (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э). Обозначения: Э — газовые эмболы.

Полученные данные показывают, что в результате подъема крабов в ловушках происходит заметное снижение бактерицидных свойств их гемолимфы. Кроме того, в результате резкой смены давления возникает газовая эмболия, которая приводит к повреждению тканей внутренних органов. Эти повреждения для большинства здоровых крабов обратимы, хотя и являются дополнительным стрессовым фактором (Johnson, 1976). В то же время, для ослабленных и больных животных сочетание газовой эмболии с бактериальными инфекциями может стать фатальной.

ИНВАЗИОННЫЕ ПАТОГЕНЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Микроспоридии

На шельфе западной Камчатки микроспоридий рода *Thelohania* впервые обнаружили в 2004, а рода *Ameson* — в 2006 г. В большинстве случаев заболевания выявляли у камчатских и синих крабов, причем клинические признаки болезни регистрировали только среди самок и самцов непромыслового размера. Отмечали единичные случаи инвазии микроспоридиями *Thelohania* sp. крабов-стригунов обоих видов.

У крабов, зараженных микроспоридией *Thelohania* sp., с внутренней стороны абдомена сквозь покровы были хорошо видны белые непрозрачные пятна. Полость тела больных ракообразных была заполнена белыми творожистыми сгустками (рис. 6 А, Б). Панспоробластами паразита была практически полностью заселена соединительная ткань большинства внутренних органов (рис. 6 В). Заражения мускулатуры не обнаружено. Споры микроспоридий были заключены в панспоробласты до 8 штук, что является основным признаком рода *Thelohania* (Sprague et al., 1992; Brown, Adamson, 2006). Размер спор составлял $3,2 \times 2,0$ мкм, панспоробластов — $7,8 \times 7,8$ мкм. Клетки паразита были заключены в панспоробласт (спороносный пузырек) на всех стадиях развития. В его полости отмечали фиброзный материал, вакуоли различного размера, электронно-плотные гранулы, мелкие и крупные трубочки диаметром от 0,04 до 0,06 мкм и от 0,09 до 0,12 мкм соответственно (рис. 6 Г). Отмеченные структуры обычны для микроспоридий этого рода на стадии спорогонии (Исси, 1986; Iversen et al., 1987; Lom et al., 2001; Brown,

Adamson, 2006). Количество витков полярной трубки в зрелых спорах составляло от 17 до 19.

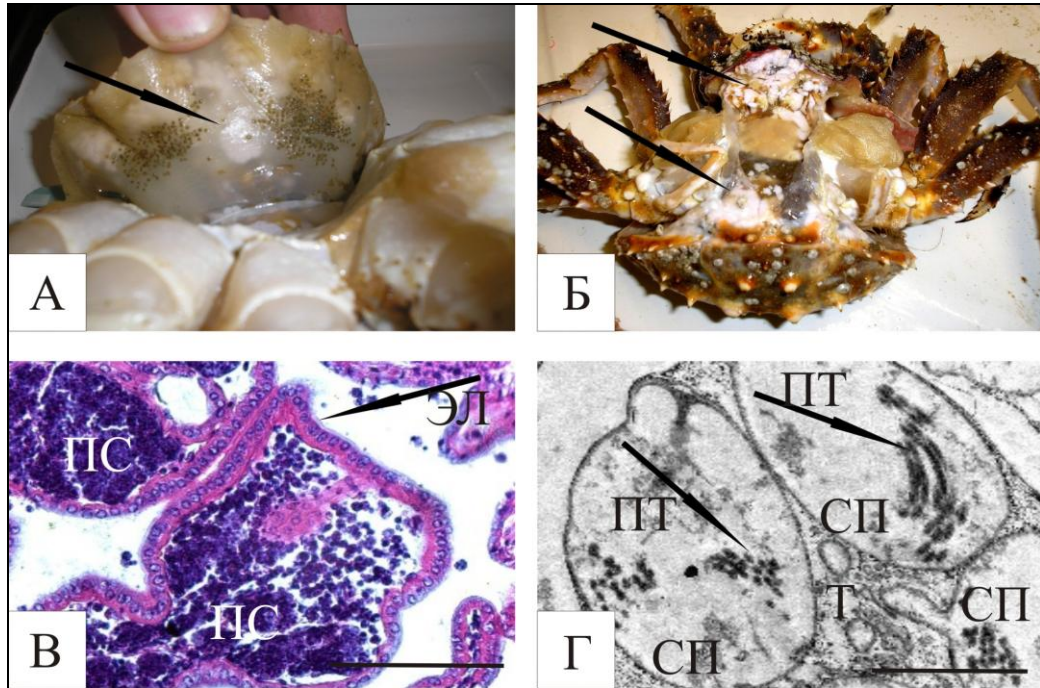


Рис. 6. Микроспоридии рода *Thelohania* у камчатского краба: А, Б — творожистые сгустки (↑) видны сквозь покровы abdomena и в полости тела; В — панспоробласты в соединительной ткани антеннальной железы (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э); Г — панспоробласт со споробластами (линейка — 2 мкм). Обозначения: ПС — панспоробласты; ЭЛ — эпителий лабиринта; СП — споробласт; ПТ — полярная трубка; Т — трубочки в полости панспоробласта.

Визуальные и гистопатологические признаки инвазии, а также морфологическое строение паразита, идентичны таковым у микроспоридии, паразитирующей у камчатского и синего крабов в Беринговом море (Sparks, Morado, 1985), и позволяют предполагать, что это заболевание у крабов Охотского моря вызывает тот же патоген.

Мускулатура крабов, зараженных микроспоридией *Ameson* sp., была плотной и белой, как бы «вареной». Произошло практически полное замещение спорами паразита значительной части мышечных волокон как скелетной, так и висцеральной мускулатуры (рис. 7 А, Б, В). На некоторых участках отмечены инкапсуляция гемоцитами скопления спор и образование крупных меланизированных включений. При сильном заражении споры паразита были обнаружены в миокарде, клетках эпителия лабиринта и соединительной ткани антеннальной железы.

С помощью электронной микроскопии выявлены споробласты и зрелые споры микроспоридий. Они не были заключены в панспоробласты и лежали раздельно. Форма зрелых спор, в зависимости от проекции, была округлой или грушевидной. Длина спор составляла 1,6 мкм, ширина — 1,2 мкм. В задней части споры насчитывали от 8 до 10 витков полярной трубки. Толщина оболочки споры, состоящей из светлой эндоспоры и темной эктоспоры, составляла 0,08 мкм. На поверхности оболочки спор регистрировали тонкие волосовидные выросты от 0,07 мкм до 0,6 мкм длиной (рис. 7 Г).

Морфологические признаки обнаруженного паразита типичны для представителей рода *Ameson*, а наличие волосков на оболочке споры является уникальным признаком этого рода (Sprague et al., 1968; Исси, 1986; Vivares, Azevedo, 1988; Canning et al., 2002).

Таким образом, инвазии у крабов на шельфе западной Камчатки, кроме известного ранее паразита рода *Pleistophora* (Gavvuseva et al., 1997; Устименко и др., 2006), вызываются микроспоридиями еще двух родов.

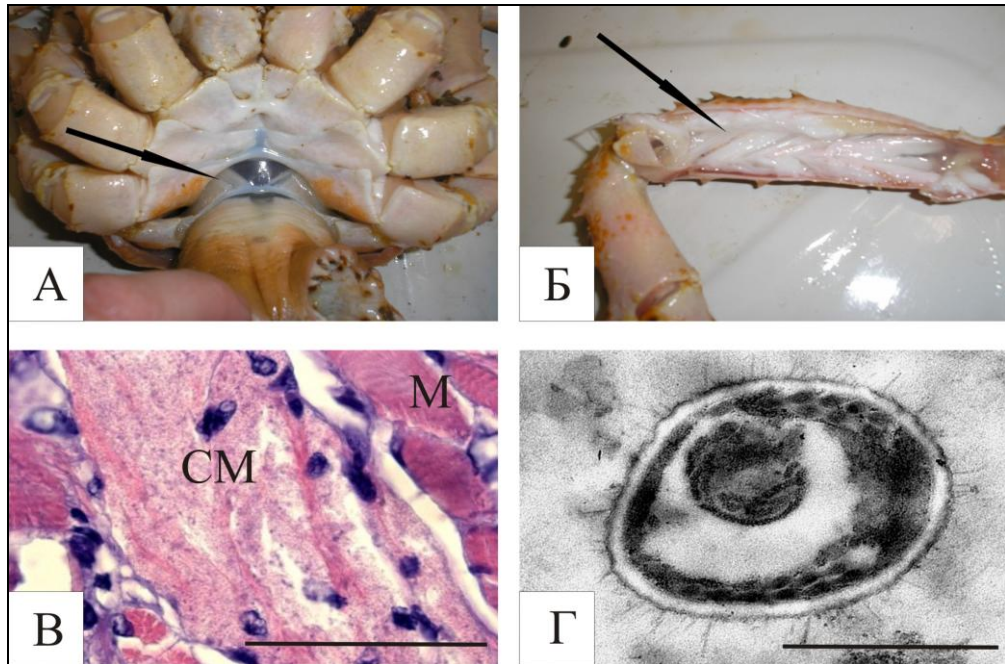


Рис. 7. Микроспоридии рода *Ameson* у синего краба: А, Б — «вареная» мускулатура (↑), видимая сквозь наружные покровы и во вскрытой конечности; В — заселенное спорами мышечное волокно (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э); Г — спора с волосовидными выростами на поверхности оболочки (линейка — 1 мкм). Обозначения: СМ — споры; М — незараженный участок мускулатуры.

Паразитические динофлагелляты *Hematodinium* sp.

В Охотском море этот патоген был впервые зарегистрирован у крабов-стригунов опилио в 2002 г. (Карманова, Рязанова, 2008). Инвазия у камчатского и синего крабов была обнаружена в 2006 г., причем внешние признаки заражения отмечали только у самок и самцов непромыслового размера. Гемолимфа больных животных была кремово-желтого цвета и сметанообразной консистенции (рис. 8 А). Вареное мясо таких крабов имело меловую текстуру и очень горький, вяжущий вкус.

Гистологические исследования показали, что вегетативными стадиями паразита заселена соединительная ткань большинства органов. Выявили вакуолизацию и лизис клеток эпителия гепатопанкреаса, расширение кровеносных сосудов и гемальных синусов, гемоцитопению. *Hematodinium* sp. регистрировали в миокарде, гемопоэтической ткани, жабрах, между мускульных фибрилл в скелетной мускулатуре. В большинстве случаев на гистологических препаратах внутренних органов крабов отмечали вегетативные клетки паразита (рис. 8 Б). Они имели базофильные ядра динокариотного типа и слабоокрашенную вакуолизированную цитоплазму. Размер одноядерных трофонтов составлял

10,7×1,7 мкм. У двух крабов были зарегистрированы преспоровые стадии паразита размером 4,45±0,4 мкм. С использованием дифференциально-фазовой контрастной микроскопии обнаружены клетки овально-бокаловидной формы размером 13×9,5 мкм, которые представляли собой макродиноспоры паразита (рис. 8 В). Они имели сходное строение с макродиноспорами, полученными в культуре из гемолимфы зараженного краба-стригуна Бэрда (Meyers et al., 1987).

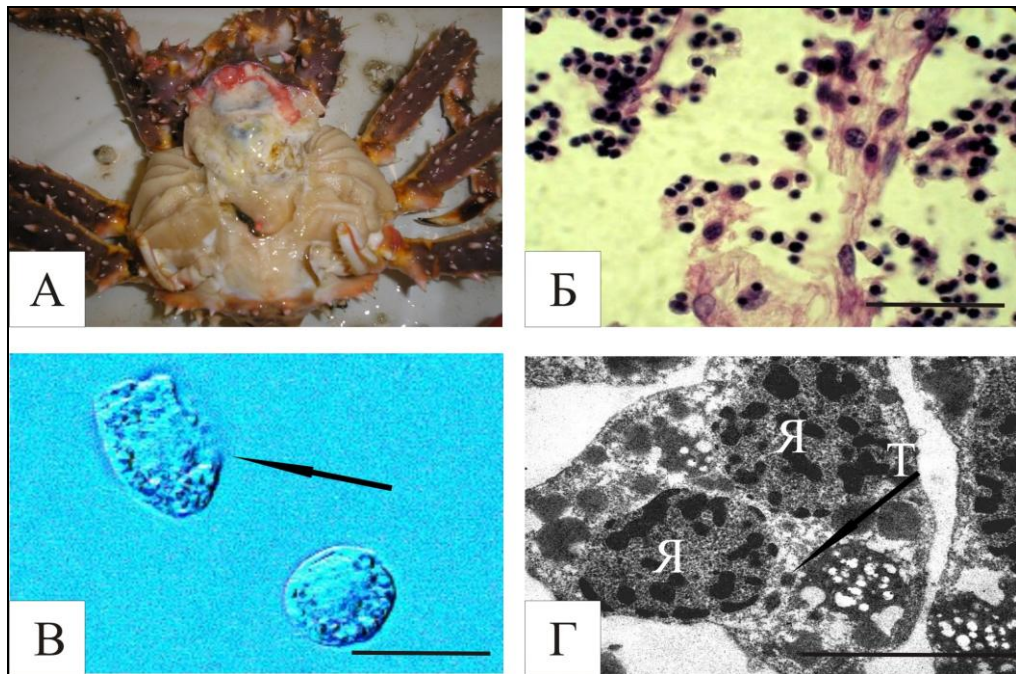


Рис. 8. *Hematodinium* sp. у камчатского краба: А — кремово-желтая гемолимфа в полости тела; Б — вегетативные клетки паразита в миокарде (линейка — 100 мкм, окрашивание — Г-Э); В — макродиноспора (↑) и вегетативная клетка в гемолимфе (линейка — 10 мкм); Г — двуядерная клетка на стадии преспоры (линейка — 5 мкм). Обозначения: Я — ядро; Т — трихоцисты.

При электронно-микроскопических исследованиях выявили как одноядерные, так и многоядерные клетки паразита. Глыбки хроматина в ядрах имели форму бусин различного размера, широких полос или фигур неправильной формы и были окружены зернистой нуклеоплазмой. В гранулированной цитоплазме клеток отмечали крупные электронноплотные вакуоли правильной округлой формы. Такое морфологическое строение типично для *Hematodinium* sp. (Meyers et al., 1987). В отдельных случаях, в цитоплазме одноядерных и многоядерных клеток выявили трихоцисты, которые в поперечном сечении имели форму ромба (рис. 8 Г). Наличие трихоцист указывает на стадию спорогонии паразита (Appleton, Vickerman, 1998).

Таким образом, мы выявили 5 стадий развития паразита: одноядерные амебоидные трофонты, многоядерные плазмодии округлой или неправильной формы, червеобразные прикрепленные и неприкрепленные плазмодии, преспоровые клетки и макродиноспоры.

Ресничные инфузории

Единичные случаи инвазии крабов-стригунов опилио ресничными инфузориями *Mesanothryx* sp. были зарегистрированы в 2004 и 2006 гг. Клинических и патологоанатомических признаков заболевания не отмечено. При

исследовании препаратов внутренних органов крабов, паразитов в большом количестве обнаружили в стержне жабр, семенниках, желудочно-кишечном тракте. Выявили некроз клеток респираторного эпителия, подоцитов и рыхлой соединительной ткани. В семенниках регистрировали пикноз и цитолиз половых клеток всех типов и образование пустот, заполненных детритом. Известно, что зараженные инфузориями *Mesanothryx* sp. ракообразные погибают. Обычная защитная реакция организма хозяина на инвазию неэффективна, т.к. эти паразиты больше гемоцитов по размеру, подвижные и очень быстро размножаются (Cain, Morado, 2001).

У крабов всех исследованных видов на жабрах ежегодно регистрировали сидячих ресничных инфузорий родов *Zoothamnium*, *Epistylis*, *Lagenophrys*, *Vorticella* и сосущих инфузорий родов *Acineta*, *Ephelota*. Отмечены фокальные изменения жабр, связанные с этими организмами.

Корнеголовый рак *Briarosaccus callosus*

Единичный случай заражения самки синего краба зарегистрировали в 2004 г. Под абдоменом самки обнаружили экстерну паразита оранжевого цвета, фасолевидной формы, размером 5,6×3,2 см. Внутренние органы самки были переплетены ярко-зелеными тонкими выростами интерны корнеголового рака. При гистологических исследованиях отростки интерны паразита обнаружили в яичнике, соединительной ткани желудочно-кишечного тракта, антеннальной железы, гепатопанкреаса. Ответной воспалительной реакции тканей хозяина не выявили. В яичнике отмечали разрушение ооцитов. Половая система зараженных паразитом ракообразных подвергается деградации независимо от того, проникли отростки интерны в половые железы или нет (Sparks, Morado, 1986; Meyers, 1990).

ПРЕВАЛЕНТНОСТЬ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ ПАТОГЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ НА ПРОМЫСЛОВЫХ КРАБОВ ШЕЛЬФА ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Превалентность и распространение заболеваний

Наиболее распространенным заболеванием у крабов всех видов на шельфе западной Камчатки была панцирная болезнь. Заболевание регистрировали чаще в осенне-зимний сезон, чем летом и весной (рис. 9).

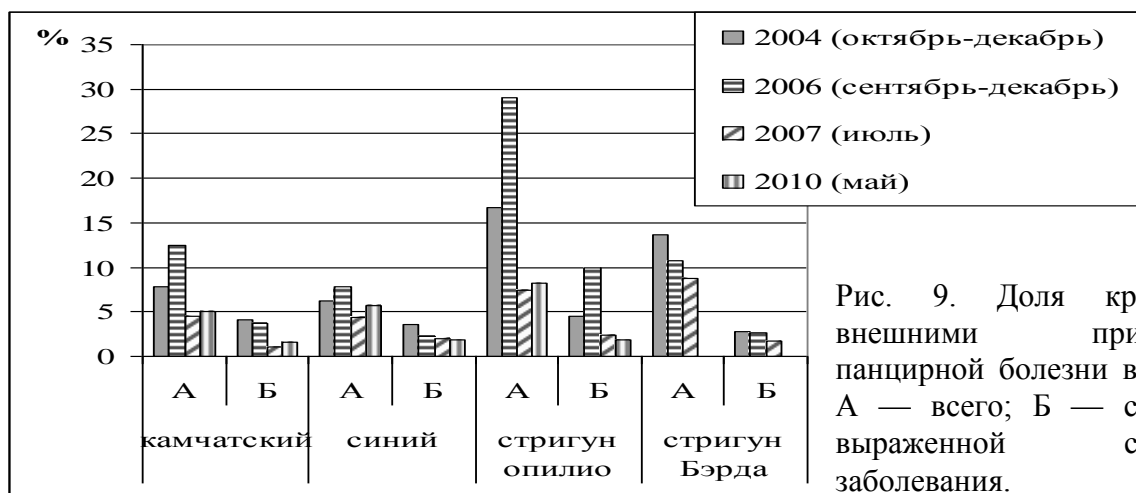


Рис. 9. Доля крабов с внешними признаками панцирной болезни в уловах: А — всего; Б — с сильно выраженной степенью заболевания.

Различия во встречаемости заболевания связаны, в первую очередь со сроками линьки основной части популяций крабов всех исследованных видов. Как

было указано выше, обычным для панцирной болезни является то, что животных с признаками заболевания, особенно сильной степени, больше среди животных со «старым» панцирем. Показатели превалентности панцирной болезни у камчатского и синего крабов в восточной части Охотского моря мало отличаются от таковых в других районах обитания камчатского и синего крабов. Так, по данным 1957 г. в водах Аляски панцирную болезнь регистрировали у 11% «старых» особей камчатских и синих крабов (Sindermann, 1990). По данным визуального учета, панцирная болезнь встречалась значительно чаще у крабов-стригунов, чем у крабов-литодид. За период исследований, больше всего особей с признаками панцирной болезни (29% особей с начальной и средней степенью заболевания и 9,9% — с сильной) отмечали среди крабов-стригунов опилио в осенне-зимний период 2006 г. Однако, это не самые высокие показатели встречаемости болезни у крабов-стригунов. Так, доля крабов-стригунов опилио с клиническими признаками панцирной болезни вокруг о. Сахалин доходила до 30% (Вялова, 1999), а доля больных крабов-стригунов Таннера *Ch. tanneri* в некоторых областях вдоль тихоокеанского побережья США достигала 76% (Baross et al., 1978).

Камчатских и синих крабов с визуальными признаками инвазии микроспоридиями *Thelohania* sp., *Ameson* sp. в 2006 и 2010 гг. регистрировали только на станциях, расположенных севернее 57°01' с.ш. Единичные случаи инвазии крабов-стригунов микроспоридиями рода *Thelohania* sp. отмечали также в северной части шельфа. Летом 2007 г. обнаружили одну самку с признаками заражения *Thelohania* sp. на станции, расположенной несколько южнее — на 56°42' с.ш. Доля особей с признаками заражения микроспоридиями обоих родов была низкой во все сезоны года. У самцов синих крабов, зараженных *Thelohania* sp., она составляла от 0,1 до 3,4%, у самок от 0,1 до 1,8%. Среди камчатских крабов таких животных было 1,2 и 0,3%, соответственно. Доля крабов обоих видов с признаками заражения *Ameson* sp. не превышала 1%. Встречаемость микроспоридиозных инвазий у ракообразных в различных точках Мирового океана варьирует от низкой (менее 10%) до чрезвычайно высокой (90%) (Воронин, 1986; Childers et al., 1996; Messick, 1998; Moodie et al., 2003).

Синдром «горькой болезни» в период ловушечной съемки 2006 г. также был зарегистрирован у крабов на станциях, расположенных севернее 57°01' с.ш. Но в период траловой съемки 2007 г. крабы с «горькой болезнью» встречались почти на всей исследуемой территории шельфа от 53°04' с.ш. до 57°01' с.ш. Особи с клиническими признаками болезни, т.е. на поздних стадиях инвазии, встречались менее чем у 1% самок и непромысловых самцов камчатских и синих крабов. Были отмечены единичные случаи заражения крабов-стригунов.

В 2006 г. крабы с признаками заражения микроспоридиями и *Hematodinium* sp. встречались в уловах с 28 августа по 15 октября. Позднее, вплоть до окончания работ в декабре, таких экземпляров уже не отмечали. Этот факт, а также тяжелые патологические изменения, выявленные у ракообразных, позволяют предполагать, что больные особи погибают к наступлению зимы. Ярко выраженная сезонность характерна как для инвазии ракообразных микроспоридиями (Messick, 1998), так и динофлагеллятами рода *Hematodinium* (Stentiford, Shields, 2005).

Получить достоверные данные о распространенности некроза внутренних органов, вирусных инфекций, инвазии ресничными инфузориями рода *Mesanothryx* в природных популяциях крабов трудно, т.к. эти заболевания не имеют

специфических клинических признаков и патологию можно обнаружить только при вскрытии животных.

Среди крабов-литодид, отобранных случайно, встречаемость некроза внутренних органов варьировала от 0,5 до 3,7%, среди крабов-стригунов – от 0 до 5,3%. Доля больных животных в 2004, 2006, 2010 гг. различалась незначительно.

Случаи инвазии ресничными инфузориями *Mesanothryx* sp., выявленные у крабов-стригунов были единичными. По данным И.В. Кармановой (2008), паразит встречается также у камчатских крабов. Смертность в результате этой инвазии регистрировали у культивируемых (Meyers, 1990) и содержащихся в неволе ракообразных (Sparks et al., 1982). В естественной среде обитания эпизоотия с высокой смертностью была обнаружена у краба *Cancer magister* в Северной Америке (Morado et al., 1999).

Инфекцию ракообразных предположительно герпес-подобным вирусом выявили лишь среди самцов синего краба промыслового размера. Заболевание отмечали только в северной части шельфа и его встречаемость осенью-зимой 2006 и весной 2010 гг. составляла 1,4 и 3,8%, соответственно. По данным американских исследователей, в Беринговом море инфекция встречается также у камчатских *P. camtschaticus* и равношипых крабов *L. aequispinus* (Sparks, Morado, 1985, 1986).

Случаи инвазии корнеголовым раком *B. callosus* как синего, так и камчатского крабов на шельфе западной Камчатки очень редки. В Охотском море этот паразит является обычным у равношипого краба (Исаева и др., 2005). Напротив, в водах Аляски зараженность синего краба выше, чем других видов. Она достигает 12%, в то время как зараженность равношипого и камчатского — около 1% (Hawkes et al., 1986).

Влияние патогенов на популяции промысловых крабов

Прямой ущерб от патогенов различной этиологии выражается в смертности и/или порче товарного качества промысловых объектов. Косвенный эффект включает в себя снижение резистентности организма животных, увеличение потерь от хищничества, задержку роста. Некоторые патогенные организмы, например, корнеголовые раки, приводят к массовой паразитической кастрации в популяциях ракообразных.

Результаты визуального учета заболеваний, патологоанатомических, паразитологических, бактериологических, гистологических и гистохимических исследований показывают, что прямой ущерб в популяциях крабов четырех исследованных нами видов на шельфе западной Камчатки связан с бактериальными и вирусными инфекциями, микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами *Hematodinium* sp. (рис. 10). Эффект от инвазий ресничными инфузориями, амебами, корнеголовым раком *B. callosus* незначительный.

В целом, бактериальные заболевания встречались несколько чаще у крабов-стригунов, паразитарные — у крабов-литодид. На распространение бактериальных инфекций непосредственное влияние оказывает промысел. Результаты проведенного эксперимента показали, что часть крабов, возвращаемых в море, погибает из-за вызванных декомпрессией повреждений внутренних органов в сочетании с внутренними бактериальными инфекциями. Причем, в большей степени страдают самки камчатского и синего крабов.

Встречаемость герпес-вирусной инфекции у синих крабов в настоящее время можно считать невысокой. Однако, это опасное заболевание заслуживает пристального внимания, поскольку его считают одной из предположительных

причин снижения численности камчатского и синего крабов в восточной части Тихого океана (Sparks, Morado, 1985, 1986).

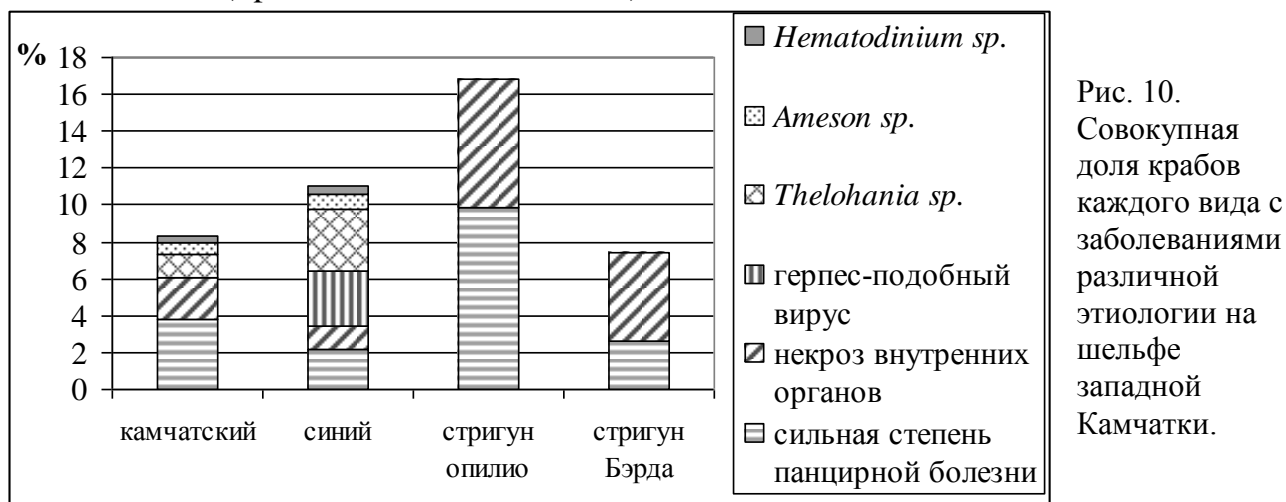


Рис. 10. Совокупная доля крабов каждого вида с заболеваниями различной этиологии на шельфе западной Камчатки.

*Примечание: У крабов-стригунов выявили единичные случаи заражения микроспоридиями *Thelohania* sp. и паразитическими динофлагеллятами *Hematodinium* sp.

Микроспоридии и паразитические динофлагелляты *Hematodinium* sp. оказывают большее влияние на молодь и самок камчатских и синих крабов, хотя они были обнаружены и у промысловых самцов этих видов, а также крабов-стригунов. Вызываемые указанными паразитами заболевания смертельны для ракообразных, а продукция из зараженных особей непригодна для использования. Так, например, из-за горького вкуса мяса крабов, зараженных *Hematodinium* sp., в 1986 г. в США было забраковано готовой продукции из краба-стригуна Бэрда на сумму более 175 тыс. долларов (Meyers et al., 1987). Заболевание было впервые описано у крабов в водах Европы в 1931 г. как редкая инфекция (Chatton, Poisson, 1931). В настоящее время *Hematodinium* sp. признан одним из опаснейших паразитов, причиняющих серьезный ущерб в популяциях более 20 видов промысловых крабов во многих районах Мирового океана (Meyers et al., 1987; Stentiford, Shields, 2005).

В целом, по полученным нами данным уровень встречаемости инфекционных и инвазионных заболеваний у промысловых крабов на шельфе Западной Камчатки относительно невысок. Однако наличие опасных патогенов, способных вызывать эпизоотии, таких как герпес-подобный вирус, микроспоридии, паразитические динофлагелляты *Hematodinium* sp., обуславливают необходимость постоянного мониторинга их распространенности в популяциях промысловых крабов Охотского моря.

ВЫВОДЫ

1. В восточной части Охотского моря у промысловых крабов четырех исследованных видов: камчатского *Paralithodes camtschaticus*, синего *P. platypus*, крабов-стригунов опилио *Chionoecetes opilio* и Бэрда *Ch. bairdi* обнаружены инфекционные (бактерии 8 родов, вирусы) и инвазионные (микроспоридии 2 родов, паразитические динофлагелляты, амёбы, ресничные инфузории, корнеголовый рак) патогенные агенты.

2. Специфические клинические и патологоанатомические признаки заболеваний выявлены у крабов при панцирной болезни, инвазии

микроспоридиями родов *Thelohania* и *Ameson*, паразитическими динофлагеллятами *Hematodinium* sp., корнеголовым раком *Briarosaccus callosus*. Некроз внутренних органов, бактериальный сепсис, герпес-вирусная инфекция имеют лишь патологоанатомические визуальные признаки.

3. У ракообразных с сильной степенью панцирной болезни, бактериальным сепсисом, некрозом внутренних органов, зараженных вирусом, микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами, подвижными ресничными инфузориями, корнеголовым раком обнаружили тяжелые деструктивные изменения внутренних органов и тканей.

4. Установлено, что из инфекционных заболеваний наиболее опасными для крабов были некроз внутренних органов, который встречается у всех исследованных видов крабов и герпес-вирусная инфекция, зарегистрированная только у синего краба.

5. Из паразитарных агентов к наиболее опасным относятся микроспоридии родов *Thelohania* и *Ameson*, а также паразитические динофлагелляты *Hematodinium* sp. Заболевания встречаются чаще у молоди и самок крабов-литодид.

6. Показано, что среди крабов, возвращаемых в природную среду после сортировки улова, увеличивается доля особей с бактериальной микрофлорой в составе гемолимфы. Бактериями рода *Vibrio* обсеменяется гемолимфа от 3,1 до 35% ракообразных. Кроме того, у животных происходят повреждения внутренних органов, вызванные газовой эмболией. Смертность крабов непосредственно после подъема-спуска в ловушках составила от 2,9 до 10%.

7. Уровень встречаемости инфекционных и инвазионных заболеваний у промысловых крабов на шельфе Западной Камчатки в период с 2002-2010 гг. был относительно невысок и в настоящее время эпизоотическую обстановку в этом районе можно считать благополучной.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах:

1. Рязанова Т.В. Гистопатологические изменения при панцирной болезни у камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Биология моря. 2005. Т. 31, № 6, С. 421–428.

2. Рязанова Т.В. Синдром «горького краба» у двух видов крабов-литодид в Охотском море // Биология моря. 2008. Т. 34. № 6. С. 452–455.

3. Рязанова Т.В. Развитие у крабов бактериальных инфекций и газо-пузырьковой болезни вследствие подъема в ловушках // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. вып. 13. С. 95–100.

4. Рязанова Т.В., Елисейкина М.Г. Микроспоридии родов *Thelohania* (*Thelohaniidae*) и *Ameson* (*Pereziidae*) у двух видов крабов-литодид Охотского моря // Биология моря. 2010. Т. 36, №6. С. 429 – 436.

5. Ryazanova T.V., Eliseikina M.G., Kukhlevsky A.D., Kharlamenko V.I. *Hematodinium* sp. infection of red king crab *Paralithodes camtschaticus* and blue king crab *Paralithodes platypus* from the north-eastern part of the Okhotsk Sea, Russia // Journal of Invertebrate Pathology. 2010. 105 (3). P. 329–334.

Публикации в других изданиях и материалах конференций:

1. Рязанова Т.В. Гистопатологические изменения у краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*; *Brachyura: Majidae*) на западнокамчатском шельфе Охотского

моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2006. вып. 8. С. 207–216.

2. Рязанова Т.В. Патологические изменения, вызванные микроспоридиями, у камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Охотское море) // Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными организмами: Сборник материалов международной конференции, Мурманск, 25–29 сентября 2006 г. – Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2006. С. 91–94.

3. Рязанова Т.В. Случай инвазии краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в Охотском море ресничной инфузорией *Mesanophrys* sp. // Фауна, биология, морфология и систематика паразитов: Материалы международной научной конференции, Москва, 19–21 апреля 2006 г. – М.: Ин-т паразитологии РАН, 2006. С. 253–255.

4. Устименко Е.А., Карманова И.В., **Рязанова Т.В.** Воздействие патогенов различной этиологии на камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) в Охотском море // Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными организмами: Сборник материалов международной конференции, Мурманск, 25–29 сентября 2006 г. – Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2006. С. 101–103.

5. Рязанова Т.В. Патология гепатопанкреаса у крабов-стригунов в шельфовой зоне восточной части Охотского моря // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2: Расширенные материалы международной научно-практической конференции, Борок, 17–20 июля 2007 г. – М.: Россельхозакадемия, 2007. С. 405–407.

6. Карманова И.В., **Рязанова Т.В.** Паразитические динофлагелляты рода *Nematodinium* у промысловых крабов шельфа Западной Камчатки // Биоразнообразии и экология паразитов наземных и водных ценозов: Материалы международной научной конференции, посвященной 130-летию со дня рождения акад. К.И. Скрябина, Москва, 9–11 декабря 2008 г. – М.: Центр параз. Ин-та проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, 2008. С. 164–167.

7. Рязанова Т.В. Новая микроспоридиозная инвазия у крабов-литодид Охотского моря // Биоразнообразии и экология паразитов наземных и водных ценозов: Материалы международной научной конференции, посвященной 130-летию со дня рождения акад. К.И. Скрябина, Москва, 9–11 декабря 2008 г. – М.: Центр параз. Ин-та проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, 2008. С. 339–342.

8. Ryazanova T.V. Dinoflagellate infection in king crabs from the Northeastern Okhotsk sea // Aquatic animal health: Third bilateral conference between the United States and Russia, Shepherdstown, West Virginia, 12–20 July, 2009. – Michigan: Michigan State Univ., 2009. P. 36.

9. Рязанова Т.В. Инвазия крабов-стригунов Охотского моря микроспоридиями рода *Thelohania* // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: Тезисы докладов, Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г. – Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 343.

10. Ryazanova T.V. Decompression as a negative factor in pot fisheries of crabs in the Okhotsk sea // The 6 Int. Symp. on Aquatic Animal Health: Global strategies for a changing environment, Tampa, Florida, September 5–9, 2010. P. 165.

11. Рязанова Т.В., Метелев Е.А. Некоторые данные о распространенности микроспоридий *Thelohania* sp. среди промысловых крабов Охотского моря // Сб.

науч. статей Междунар. симп. «Паразиты Голарктики», 4–8 октября, 2010, г. Петрозаводск: Изд. инт-та биологии Карельского науч. центра. Т.2. 2010. С. 83–85.

12. Рязанова Т.В., Елисейкина М.Г. Вирусная инфекция у синего краба *Paralithodes platypus* в Охотском море // 2-я Междунар. конф. «Современное состояние водных биоресурсов», г. Новосибирск, 7–9 декабря, 2010 г. (в печати).

13. Ryazanova T.V. Dinoflagellate Infection in trade crabs from the North-Eastern part Of Okhotsk Sea // Aquaculture: Annual Review of Fish Diseases (in press).