

УДК 576.89:595.384.2

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭПИЗОТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ РАКООБРАЗНЫХ ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

Т.В. Рязанова, Е.А. Устименко



Ст. н. с., ст. н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18
Тел., факс: (4152) 41-27-01
E-mail: yashma_777@mail.ru

КРАБЫ, ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ, РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ПРИКАМЧАТСКИЕ ВОДЫ

В работе представлены основные данные исследований инфекционных и паразитарных заболеваний и их распространенности в популяциях десяти промысловых видов ракообразных, выловленных на шельфе Западной Камчатки и в западной части Берингова моря в 2012–2013 гг. Были получены данные о патогенных агентах и их воздействии на организм ракообразных. Представлены данные о микроспориозных инвазиях у креветок. Анализ данных визуального учета в уловах крабов с признаками патологии позволил оценить распространенность заболеваний в исследованных районах.

THE MAIN EPIZOOTIC RESEARCH RESULTS OF COMMERCIAL CRUSTACEANS IN KAMCHATKA

Т.В. Ryazanova, E.A. Ustimenko

Senior scientist, senior scientist, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberedzhnaya, 18
Tel., fax: (4152) 41-27-01
E-mail: yashma_777@mail.ru

CRABS, INFECTION DISEASES, PARASITIC DISEASES, PREVALENCE, KAMCHATKA WATERS

This paper provided some data 2012–2013 years on research of infectious and parasitic diseases and their prevalence in populations of ten harvested species of crustaceans from western Kamchatka shelf and the western Bering Sea. The data were obtained on the pathogenic agents and their impact on the organism of crustaceans. Here presents the data on microsporidia invasions in shrimps. The analysis of the data of visual counting in catches of crabs with signs of pathology, allowed us to estimate the prevalence of diseases in the areas of research.

Ценнейшими объектами промысла у берегов полуострова Камчатка являются крабы. Исследования последних десятилетий показывают, что на численность гидробионтов значительное влияние могут оказывать инфекционные и инвазионные болезни (Meyers et al., 1987; Wilhelm, Mialhe, 1996; Marty et al., 2003; Lafferty et al., 2004; Stentiford et al., 2012). Ряд патогенов, наносящих серьезный экономический ущерб промыслу и аквакультуре ракообразных, занесены Международным эпизоотическим бюро в список особо опасных (The World Organisation..., 2009). Уровень зараженности крабов возбудителем «горькой болезни», динофлагеллятой *Hematodinium* sp., уже используют как важный критерий в прогнозе восстановления численности истощенных промыслом популяций крабов-стригунов в водах Аляски (Shareef et al., 2010).

В настоящее время необходимость в накоплении 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 (Stentiford, Shields, 2005; Longshaw, 2011; Morado et al., 2010; Morado, 2011; Small, 2012; Stentiford et al., 2012). Этот процесс обусловлен как климатическими изменениями, так и антропогенным воздействием — переносом с интродуцируемыми или культивируемыми видами, случайным заносом патогенов. Новые болезнетворные агенты становятся серьезной угрозой существованию естественных популяций ракообразных и способны приводить к катастрофической смертности (Longshaw, 2011). В морской среде особое значение имеет проблема биоинвазий, связанная с переносом морскими судами чужеродных организмов, в том числе патогенных, которые способны выживать в балластных водах (Stentiford et al., 2011).

Спектр патогенов и заболеваний, а также их распространенность в популяциях промысловых ракообразных прикамчатских вод, до сих пор изучены недостаточно. Исследования патогенов промысловых крабов в шельфовой зоне Западной Камчатки ведутся сотрудниками ФГУП «Камчат-

НИРО» с 1998 г. Данные по Карагинскому заливу (Восточная Камчатка) получены впервые.

Целью настоящих исследований было определение показателей зараженности и особенностей распространения патогенов в популяциях промысловых ракообразных прикамчатских вод.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В статье использовали материалы, отобранные в 2012–2013 гг. В 2012 г. исследования проводили в ходе двух траловых съемок на НИС «Профессор Пробатов». На шельфе Западной Камчатки работы велись с 5 по 22 июля в диапазоне широт от 51°18' с. ш. до 57°41' с. ш., на глубинах от 9 до 101 м. Всего было выполнено 124 станции. В Карагинской рыбопромысловой подзоне (пролив Литке, заливы Корфа и Олюторский) съемка проходила с 23 октября по 02 ноября. Проведено 56 тралений на глубинах от 20 до 176 м. В качестве орудия лова применялся донный трал «ДТ 27,1/33,7 м».

Одновременно с полным биологическим анализом и определением видового и количественного составов улова проводили визуальный учет крабов, имеющих клинические признаки заболеваний. На каждой станции осматривали до 200 крабов каждого вида или весь улов, если ракообразных было меньше 200 экз. Для выявления заболеваний, не имеющих клинических признаков и/или их начальной стадии, выборочно проводили патологоанатомическое вскрытие визуально здоровых ракообразных. Объектами исследований

были крабы семи видов (камчатский *Paralithodes camtschaticus*, синий *P. platypus*, колючий *P. brevipes*, стригун опилио *Chionoecetes opilio*, стригун Бэрда *Ch. bairdi*, четырехугольный волосатый *Erimacrus isenbeckii*, пятиугольный волосатый *Telmessus cheiragonus*) (табл. 1).

Расчет численности крабов с внешними признаками заболеваний в исследуемом районе проводили с использованием программы Map Designer v. 2.1 (Столяренко, Иванов, 1988). По данным учетов по улову на трал рассчитывали общую численность и долю особей каждого вида с визуальными признаками заболеваний, т. е. их превалентность. Для заболеваний, не имеющих клинических признаков, этот показатель определяли как долю (%) больных особей в выборке.

Кроме того, в 2012 г. обследовали углохвостую *Pandalus goniurus* и гребенчатую *P. hypsinotus* креветку, а также отобранные коллегами в 2013 г. пробы северной креветки *P. borealis* из Камчатско-Курильской и краба-стригуна опилио из Карагинской подзон. Визуальный учет количества больных особей в общих уловах в этих случаях не проводили. Для комплексных исследований отбирали пробы только от экземпляров с внешними признаками патологии.

От всех ракообразных с признаками заболеваний и визуально здоровых, выбранных случайно особей каждого вида отобрали пробы для паразитологических, бактериологических, гематологических, гистологических и гистохимических исследований (табл. 2). Вскрытие ракообразных и

Таблица 1. Количество крабов (экз.), подвергнутых клиническому (А) и патологоанатомическому (Б) анализу

Вид краба	Западнокамчатский шельф		Карагинская подзона	
	А	Б	А	Б
<i>Paralithodes camtschaticus</i>	6145	361	38	38
<i>P. platypus</i>	437	165	108	64
<i>P. brevipes</i>	–	–	10	10
<i>Chionoecetes opilio</i>	88	76	2161	986
<i>Ch. bairdi</i>	2424	268	668	379
<i>Erimacrus isenbeckii</i>	196	131	–	–
<i>Telmessus cheiragonus</i>	297	50	33	33

Таблица 2. Количество ракообразных (экз.), исследованных паразитологическими (А), бактериологическими (Б), гематологическими (В), гистологическими (Г), гистохимическими (Д) методами

Вид	Методы исследований				
	А	Б	В	Г	Д
<i>P. camtschaticus</i>	68	53	362	53	17
<i>P. platypus</i>	64	60	130	64	22
<i>L. aequispinus</i>	21	–	–	21	5
<i>Ch. opilio</i>	53	53	834	69	14
<i>Ch. bairdi</i>	56	56	299	56	9
<i>E. isenbeckii</i>	7	35	–	35	5
<i>T. cheiragonus</i>	43	43	–	43	–
<i>P. goniurus</i>	8	–	–	8	8
<i>P. borealis</i>	–	–	–	9	9
<i>P. hypsinotus</i>	3	–	–	3	3

отбор проб проводили в лаборатории судна непосредственно после вылова.

При паразитологических исследованиях использовали стандартные методики (Быховская-Павловская, 1985). Фиксированные в течение 1 мин в 10%-м формалине, приготовленном на морской воде, отпечатки тканей гепатопанкреаса, сердца, антеннальной железы, жабр, мускулатуры и кишечника окрашивали по Романовскому–Гимзе. 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 (Bergey's manual..., 2004). Для культивирования грибов использовали селективную среду Сабуро. Отобранные методом случайной выборки пробы гемолимфы, фиксированные 10%-м формалином, приготовленном на морской воде, сохраняли в шприцах при температуре 4 °C (Pestal et al., 2003). Мазки гемолимфы готовили на предметных стеклах. Затем их подсушивали на воздухе и окрашивали по Романовскому–Гимзе. Отобранные для гистологического и гистохимического анализа образцы внутренних органов ракообразных фиксировали в жидкости Дэвидсона на морской воде и после фиксации сохраняли в 70%-м этиловом спирте (Bell, Lightner, 1988). Дальнейшую обработку гистологических проб и окрашивание препаратов гематоксилин-эозином по Мейеру, Граму, Романовскому–Гимзе, Цилю–Нельсену, ШИК-световым зеленым проводили по общепринятым методикам (Bancroft et al., 1990). Полученные препараты изучали под световым микроскопом Olympus BH-2, имеющим автоматическое фотографическое устройство. При измерении спор, паразитов или их отдельных частей использовали окуляр-микрометр.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работ в прикамчатских водах (Камчатско-Курильской, Западно-Камчатской и Карагинской промысловых подзонах) у ракообразных были зарегистрированы вирусная, бактериальные, микозные инфекции, а также инвазии микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами, трематодами (табл. 3).

В целом, на шельфе Западной Камчатки (Камчатско-Курильская, Западно-Камчатская подзоны) превалентность большинства заболеваний низкая и остается на уровне предыдущих лет (Рязанова и др., 2013). Исключение составляет абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса у краба-стригуна Бэрда, который выявили у 10,8% особей. По результатам траловой съемки 2007 г. у этого вида он составлял 3,8%. Состав патогенов промысловых ракообразных был дополнен риккетсиями, которые обнаружены впервые в этом районе.

В Карагинской подзоне Берингова моря большинство выявленных патогенов и заболеваний те же, что были отмечены в ходе настоящих исследований или в предыдущие годы на шельфе Западной Камчатки. Два патогена зарегистрированы впервые в прикамчатских водах: микроспоридии, предположительно относящиеся к роду *Hepatospora*, в гепатопанкреасе краба-стригуна опилио и метацеркарии трематод в мускулатуре этого же вида, а также краба-стригуна Бэрда. Превалентность инвазии в Олюторском заливе среди самцов краба-стригуна опилио превышала 10%. Среди всех выявленных заболеваний и на всей исследованной территории самой высокой была зараженность молоди и самок краба-стригуна опилио паразитическими динофлагеллятами *Hematodinium* sp. Средняя превалентность по Карагинской подзоне составляла более 14%.

Вирусная инфекция. До настоящего времени герпес-вирусная инфекция остается единственным известным вирусным заболеванием ракообразных в прикамчатских водах. Заболевание было впервые зарегистрировано в 2004 г. у синего краба в северной части шельфа Западной Камчатки (Рязанова, Елисейкина, 2010). В ходе настоящих исследований данную инфекцию выявили у крабов этого же вида. Были обнаружены характерные для данной инфекции визуальные признаки, а при микроскопических исследованиях — деструктивные изменения в тканях антеннальной железы и пузырька, а также в соединительно-тканной составляющей внутренних органов (Sparks, Morado, 1986; Рязанова, Елисейкина, 2010). В восточной части Берингова моря заболевание известно также у камчатского и равношипного крабов. Мы обнаружили его только у синего краба.

Бактериальные инфекции. Визуальные признаки бактериальной панцирной болезни различной степени тяжести выявляли у ракообразных

всех видов. При гистологических исследованиях отмечали типичные для этого заболевания изменения внутренних органов (Vogan et al., 2001). Признаки панцирной болезни регистрировали у крабов 3-й поздней и 4-й линочной стадии, что характерно для этого заболевания. Тяжесть гистопатологических изменений тканей и органов крабов соответствовала степени панцирной болезни. Из поврежденных экзоскелета и гемолимфы особей с признаками болезни выделили бактерий родов *Vibrio*, *Aeromonas* и *Pseudomonas*, которые считаются этиологическими агентами этого заболевания (Benhalima et al., 1998; Vogan et al., 2001).

При патологоанатомическом вскрытии у крабов шести исследованных видов выявляли некротические изменения трубочек гепатопанкреаса, которые выглядели как твердая, черная или коричневая проволока, окруженная белым веществом кремообразной консистенции, похожим на гной. Такие трубочки образовывали единичные или

множественные мелкие участки (Ø 1–3 мм) в верхних или нижних долях гепатопанкреаса. Иногда они формировали крупные сгустки из некротизированных трубочек размером до нескольких сантиметров. В отдельных случаях была полностью поражена левая или правая часть гепатопанкреаса. Последующие микроскопические исследования показали, что хотя визуально признаки патологии во всех случаях очень похожи, мы имеем дело с двумя разными заболеваниями. Так, у крабов пяти видов (камчатского, четырехугольного и пятиугольного волосатых, крабов-стригунов опилю и Бэрда) имел место абсцессоподобный бактериальный некроз. Это заболевание в прошлые годы отмечали на шельфе Западной Камчатки как у ракообразных указанных видов, так и у синего и равношипного крабов (Рязанова, 2012; Рязанова и др., 2013). Бактериологическими методами из гепатопанкреаса крабов с указанной патологией выделяли бактерий рода *Vibrio*. При гистологиче-

Таблица 3. Патогены и/или заболевания, выявленные у ракообразных в разных промысловых подзонах Камчатки

Подзона	Патоген/заболевание	Виды ракообразных	Превалентность, %		
			♀	♂	Без учета пола
Западно-Камчатская	Герпес-подобный вирус	<i>P. platypus</i>	2,4	4,9	
	Панцирная болезнь	Все виды			0,2–2,8
	Абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса (бактерии рода <i>Vibrio</i>)	<i>P. camtschaticus</i>			1,9
		<i>Ch. bairdi</i>			10,8
	Некроз гепатопанкреаса (риккетсии)	<i>P. platypus</i>			3,6
	Фузариоз	<i>P. platypus</i>		0,6	
	<i>Thelohania</i> sp. /микроспоридиоз	<i>P. platypus</i>			0,6
	<i>Nosema</i> ?/микроспоридиоз	<i>P. goniurus</i>			
	<i>Pleistophora</i> ?/микроспоридиоз	<i>P. goniurus</i>			
<i>Hematodinium</i> sp.	<i>P. camtschaticus</i>	0,7	0,4		
	<i>P. platypus</i>		1,2		
Камчатско-Курильская	Абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса (бактерии рода <i>Vibrio</i>)	<i>Ch. bairdi</i>			10,8
	Панцирная болезнь	<i>Erimacrus isenbeckii</i>			0,8
		Все виды			0,2–2,8
	Фузариоз	<i>P. camtschaticus</i>	0,5		
	<i>Thelohania</i> sp.	<i>P. camtschaticus</i>	0,3		
	<i>Thelohania</i> ?	<i>P. borealis</i>			
	<i>Ameson</i> sp. /микроспоридиоз	<i>P. camtschaticus</i>		0,3	
<i>Nosema</i> ?/микроспоридиоз	<i>P. borealis</i>				
Карагинская	Герпес-подобный вирус	<i>P. platypus</i>		6,0	
	Панцирная болезнь	Все виды			0,2–2,8
	Абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса (бактерии рода <i>Vibrio</i>)	<i>Ch. opilio</i>			0,3
		<i>Ch. bairdi</i>			0,5
		<i>Telmessus cheiragonus</i>			3,0
	Асфальтовая болезнь*	<i>Ch. opilio</i>			
	Микозное поражение икры	<i>Ch. bairdi</i>	3,0		
		<i>P. platypus</i>			1,8
	<i>Thelohania</i> sp. /микроспоридиоз	<i>P. camtschaticus</i>			2,6
	<i>Hepatospora</i> ?/ (микроспоридии)	<i>Ch. opilio</i>		0,2	
	<i>Nosema</i> ?/микроспоридиоз	<i>P. hypsinotus</i>			
	<i>Hematodinium</i> sp.	<i>P. platypus</i>	2,5	2,9	
		<i>Ch. opilio</i>	11,6	14,4	
<i>Ch. bairdi</i>		1,5	0,4		
<i>Ch. opilio</i>		3,2	10,8		
<i>Ch. bairdi</i>		4,6	2,8		

Примечание. * — все экземпляры краба-стригуна с асфальтовой болезнью выловлены в 2013 г., когда визуальный учет в общих уловах не проводился

ских исследованиях отмечали уменьшение объема цитоплазмы в клетках эпителия трубочек гепатопанкреаса, ее повышенную базофилию, уменьшение количества вакуолей, некроз эпителия трубочек и образование меланизированных псевдокапсул вокруг последних. При окраске по Граму в полости пораженных трубочек гепатопанкреаса наблюдали скопления палочковидных грамотрицательных бактерий.

В северной части Западно-Камчатской промысловой подзоны у 3,6% синего краба выявили заболевание, патологоанатомические признаки которого были сходными с таковыми при абсцессоподобном бактериальном некрозе гепатопанкреаса, описанном выше. Однако гистологические признаки заболеваний имели четкие различия. Так, скопления микроорганизмов регистрировали непосредственно в цитоплазме клеток эпителия гепатопанкреаса. Размер зараженных клеток был увеличен, стенки некоторых из них разрушены, и, в этих случаях, их содержимое находилось в просвете трубочки гепатопанкреаса. Общими для обоих заболеваний явились деструкция клеточных стенок и лизис всех типов клеток эпителия, разрушение базальной мембраны трубочек и образование вокруг последних меланизированной «капсулы». Таким образом, конечным результатом патологического процесса в обоих случаях были полный некроз и меланизация трубочек гепатопанкреаса. Однако причиной некроза гепатопанкреаса во втором случае оказались риккетсии или риккетсиоподобные организмы. Предварительные данные электронно-микроскопических и генетических исследований показали, что обнаруженный нами патоген близок к риккетсиоподобным бактериям некроза гепатопанкреаса (NHP-B), которые вызывают эпизоотии с высокой смертностью у культивируемых креветок (Nunan et al., 2013). Ранее единичные случаи инфекции риккетсиями невыясненного таксономического положения отмечали у синего краба *P. platypus* в восточной части Берингова моря (Johnson, 1984). В Охотском море риккетсии у ракообразных выявлены впервые.

Микозные инфекции зарегистрировали у крабов-стригунов опилио и двух видов крабов-литодид. У 0,5% самок камчатского и 0,6% самцов синего краба выявили микозное заболевание, вызванное патогенным грибом, принадлежащим к роду *Fusarium*. В жаберной области на карапаксе крабов отмечали единичные крупные коричневые

пятна, похожие на сгоревшую хлебную корку. Цвет пятна изменялся от центра к периферии от черного до светло-коричневого. В его центре покровы истончались и выкрашивались. Подлежащие ткани под пятном были некротизированы, и имелась четкая граница в виде валика между пораженной и здоровой тканью. При культивировании образцов пораженных тканей крабов на среде Сабуро была получена культура, в которой при микроскопических исследованиях обнаружили септированные гифы, макро- и микроконидии патогенного гриба, отнесенного по морфологическим признакам к роду *Fusarium*. При гистологических исследованиях органов и тканей больных ракообразных выявили некроз, расплавление и меланизацию эпидермальной, соединительной и мышечной тканей, прилегающих к зонам пораженных внешних покровов, а также жабр. Первый случай этого заболевания на западнокамчатском шельфе был выявлен нами у самца камчатского краба в 2006 г. Фузариоз, «болезнь черных жабр» (black gill disease) или «болезнь ожогового пятна» (burn spot disease) известна у лобстеров и креветок в аквакультуре. В природных условиях регистрируется редко. Болезнь характеризуется почернением и образованием эрозий экзоскелета и жабр и часто вызывает гибель ракообразных (Hose et al., 1984; Nha et al., 2009).

Еще одну микозную инфекцию, так называемую «асфальтовую болезнь», выявили у 5 экз. краба-стригуна опилио, выловленных в южной части Карагинской подзоны в 2013 г. Этиологическим агентом заболевания является патогенный гриб *Trichomarix invadens*. Название заболевания обусловлено образованием на наружных покровах ракообразных черного плотного налета. При гистологических и гистохимических исследованиях выявили плодовые тела и гифы гриба на поверхности и в толще разрушающихся слоев экзоскелета. Прорастание гиф отмечали также в подлежащих слоях эпителия и соединительной ткани. Хотя это микозное заболевание не считается опасным для жизни крабов, такие особи не имеют коммерческой ценности. В водах Аляски в отдельные годы отмечали зараженность и, соответственно, непригодность для промысла до 75% выловленных крабов *C. bairdi* (Sparks, 1982). Гифы гриба способны проникать сквозь экзоскелет к подлежащим тканям вплоть до мускулатуры (Sindermann, 1990).

У самок краба-стригуна Бэрда в Карагинской подзоне была зарегистрирована гибель икры (табл. 3). Пораженный участок кладки икры был покрыт тонким белесым «пушком». При посеве на селективную среду наблюдали рост культуры, при микроскопических исследованиях которой обнаружили несептированные гифы гриба и конидии продолговатой формы. Предположительно патоген относится к группе фикомицетов. Виды фикомицетов, принадлежащие к порядкам *Ladeniales*, *Saprolegniales* и *Peronosporales*, обычно инфицируют кладки яиц и личиночные стадии крабов, лобстеров и креветок, но иногда поражают и взрослых особей (Fisher, Wickham, 1975; Sindermann, 1988; Armstrong, 1988). Ранее мы регистрировали гибель икры в результате подобной микозной инфекции у 3% самок равношипного краба, выловленных в северной части шельфа Западной Камчатки в ходе ловушечной съемки 2010 г.

Микроспоридии. У камчатского и синего крабов выявили заражение микроспоридиями рода *Thelohania*. Визуальным признаком данного заболевания является наличие творожистых сгустков в полости тела больных животных. Микроскопическими исследованиями в соединительной ткани крабов выявили панспоробласты морфологического строения характерного для микроспоридий этого рода. У 0,3% самцов камчатского краба в Камчатско-Курильской подзоне обнаружили инвазию микроспоридиями *Ameson* sp. Визуальным признаком инвазии является белая мускулатура больного животного. Патологические изменения в органах и тканях зараженных ракообразных были типичными для инвазии указанными патогенами (Sparks, Morado, 1985; Рязанова, Елисейкина, 2010; Morado, 2011). В восточной части Охотского моря оба паразита обнаружены также у равношипного краба (Рязанова, Метелев, 2010; Метелев, Рязанова, 2013). Они известны у камчатского, синего, равношипного крабов в восточной части Берингова моря (Morado et al., 2014). Микроспоридий рода *Thelohania* отмечали у крабов-стригунов опилио и Бэрда в Охотском море (Рязанова, 2009).

У 0,2% самцов краба-стригуна опилио, выловленных в Карагинской подзоне (табл. 3), обнаружили инвазию микроспоридиями, ранее не отмеченными как в прикамчатских водах, так и у этого вида ракообразных. При патологоанатомическом вскрытии животных отмечали побеление

трубочек гепатопанкреаса и наличие отдельных участков некроза. На основании последнего признака патологию предварительно диагностировали как абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса. Однако гистологические исследования показали наличие в ядрах и цитоплазме клеток эпителия трубочек гепатопанкреаса спор микроспоридий. Споры не были заключены в панспоробластическую оболочку. Зарегистрировали инфильтрацию гемоцитов вокруг пораженных трубочек и образование меланизированной капсулы. Относительно недавно инвазию клеток эпителия гепатопанкреаса микроспоридиями *Enterospora canceri* выявили у крабов *Cancer pagurus* и *Eupagurus bernhardus* в Атлантике у побережья Великобритании (Stentiford et al., 2007; Stentiford, Bateman, 2007). Еще один вид микроспоридий *Hepatospora eriocheir* был обнаружен в клетках гепатопанкреаса у китайского мохнаторукого краба *Eriocheir sinensis* в Азии (Wang, Chen, 2007). Причем, в 2011 г. этого паразита зарегистрировали у крабов того же вида в Европе. Как полагают авторы, его появление является результатом биоинвазии (Stentiford et al., 2011). Вопрос о таксономическом положении микроспоридии, выявленной нами в гепатопанкреасе крабов-стригунов опилио, остается открытым и требует дальнейшего изучения. В уловах креветок обнаружили экземпляры с белой непрозрачной мускулатурой (рис. 1, А). При гистологических исследованиях выяснилось, что причиной патологических изменений мускулатуры у креветок являются микроспоридии, причем они относятся к трем родам и, как минимум, к двум семействам. По наличию панспоробластов, содержащих до 8 спор, микроспоридий, зарегистрированных у двух экземпляров северной креветки, отнесли к роду *Thelohania* (рис. 1, Б). В отличие от микроспоридий этого же рода, паразитирующих у крабов-литодид в соединительной ткани, данный патоген заселяет мускулатуру хозяина. Заражение скелетной мускулатуры микроспоридиями другого вида обнаружили у северной, гребенчатой и углохвостой креветок. Споры этой микроспоридии овальной формы, одиночные, не образуют панспоробластов (рис. 1, В). Патоген предварительно отнесли к семейству *Nosematidae*. Также у углохвостой креветки регистрировали заражение скелетной мускулатуры микроспоридиями, которые, вероятно, являются представителями рода *Pleistophora*. Одной из отличительных особенно-

стей паразитов данного рода является наличие крупных панспоробластов, содержащих большое количество спор (до 100 и более) (рис. 1, Г). Следует отметить, что все микроспоридии, выявленные нами у креветок, паразитируют в мускулатуре, поэтому визуальный признак инвазии один — белая, непрозрачная мускулатура. Определить, что они имеют разное систематическое положение, возможно только при микроскопических исследованиях.

Синдром «горькой болезни», причиной которого является паразитическая динофлагеллята *Hematodinium* sp., на шельфе Западной Камчатки зарегистрировали у камчатского и синего крабов. В Карагинской подзоне это заболевание выявили у синего, крабов-стригунов опилю и Бэрда. Визуальные признаки инвазии включают «меловую» непрозрачную окраску экзоскелета, а также изменение цвета и консистенции гемолимфы. У

крабов-стригунов обоих видов зачастую отмечали розовый оттенок покровов. Патологические изменения внутренних органов крабов, зараженных *Hematodinium* sp., как и его морфологическое строение, выявленные нами при микроскопических исследованиях, были типичными. Они описаны у множества видов ракообразных, зараженных динофлагеллятами рода *Hematodinium*, включая крабов-литодид (Meyers et al., 1987; Stentiford, Shields, 2005; Ryazanova et al., 2010; Morado, 2011).

По полученным нами данным, зараженность крабов *Hematodinium* sp. была существенно выше в Карагинском заливе, чем на шельфе Западной Камчатки (табл. 3). По данным многолетних (с 2002 г.) исследований, в восточной части Охотского моря превалентность инвазии не превышала 1% у крабов-литодид, а у крабов-стригунов были отмечены лишь единичные случаи этого заболевания (Рязанова и др., 2013). В 2012 г. визуальные

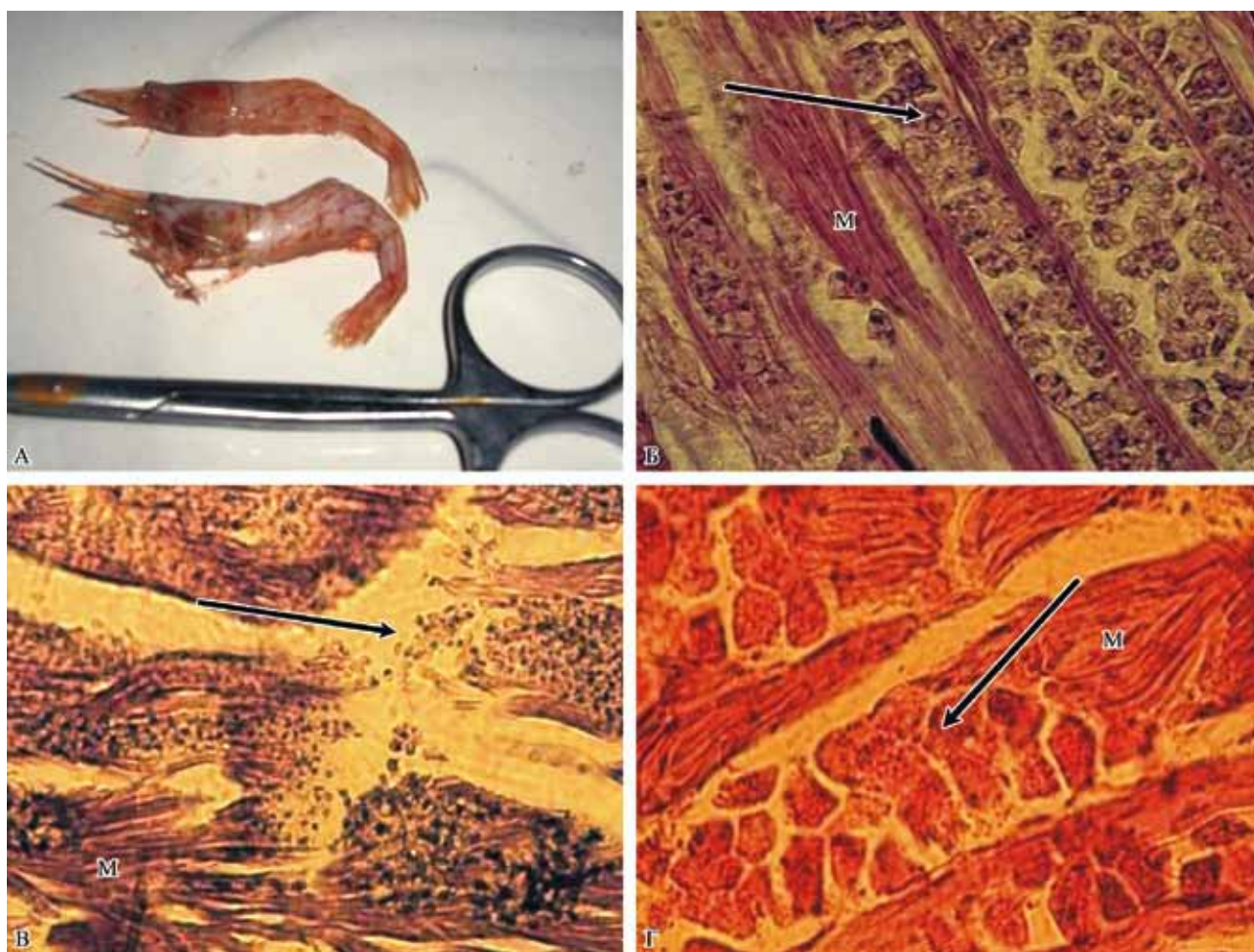


Рис. 1. Микроспоридиозные инвазии у креветок
Примечание. А — белая непрозрачная мускулатура зараженной углохвостой креветки (визуальный признак заболевания); Б — панспоробласты, содержащих до 8 спор, в мускулатуре северной креветки; В — одиночные споры в мускулатуре гребенчатой креветки; Г — панспоробласты с большим количеством спор (углохвостая креветка). Обозначения: М — мускулатура; стрелки — споры или панспоробласты микроспоридий. Увеличение: Б — 400; В, Г — 100. Окрашивание гематоксилин-эозином

признаки «горькой болезни» у ракообразных зарегистрировали на 7 из 10 станций в заливе Корфа, трех из 36 в Олюторском заливе и трех из 8 станций — в проливе Литке. По данным визуального учета клинических и патологоанатомических признаков заболевания, наибольшая зараженность ракообразных динофлагеллятами наблюдалась в заливе Корфа. В подавляющем большинстве внешние признаки инвазии регистрировали у молодежи (до 70 мм) самцов опилио и самок обоих видов крабов-стригунов. В центральной части Олюторского залива ракообразных с «горькой болезнью» не отмечали, в проливе Литке ее зарегистрировали у крабов-стригунов на трех станциях. Впервые в прикамчатских водах это заболевание выявили у крабов-стригунов опилио в восточной части Охотского моря в 2002 г. (Карманова, Рязанова, 2008). В 2006 г. в том же районе инвазию обнаружили у двух видов крабов-литодид — камчатского и синего (Рязанова, 2008; Ryzanov et al., 2010). В 2012 г. был зарегистрирован случай заражения этим патогеном равношипного краба (Метелев, Рязанова, 2013). Таким образом, в прикамчатских водах паразитическая динофлагеллята рода *Hematodinium* на настоящий момент обнаружена у пяти видов промысловых крабов и в двух промысловых подзонах.

Паразитические черви. Впервые в прикамчатских водах была отмечена инвазия ракообразных паразитическими червями. Инцистированные метацеркарии трематод обнаружили в мускулатуре крабов-стригунов опилио и Берда (рис. 2, Б). Инвазию выявили при вскрытии животных, не имеющих клинических признаков заболеваний.

Паразитов отмечали только у половозрелых самок и самцов промыслового размера. В основном, цисты Ø 2–3 мм (от 1 до 30 экз.) регистрировали в мускулатуре ходильных ног крабов. У двух самцов краба-стригуна опилио с сильным заражением их отмечали также в соединительной ткани, выстилающей полость тела, гепатопанкреасе и жабрах. При гистологических исследованиях обнаружили пролиферацию фиброзных элементов и образование гранул вокруг капсулы с паразитом. Других признаков воспалительной реакции не регистрировали.

Зараженных трематодами ракообразных отмечали только в Олюторском заливе. Причем на нескольких станциях было заражено до 75% выловленных ракообразных (рис. 2, А). Самая высокая превалентность инвазии в среднем по Олюторскому заливу была у самцов краба-стригуна опилио (табл. 3). Следует отметить, что хотя в восточной части Охотского моря исследования заболеваний ракообразных проводятся с 2002 г., подобной инвазии не выявляли ни разу. В ходе настоящих исследований ее не обнаружили как на шельфе Западной Камчатки, так и в заливе Корфа и проливе Литке Карагинской подзоны Берингова моря. По сообщению американских коллег, единственный случай заражения краба-стригуна опилио метацеркариями трематод, предположительно отнесенными ими к роду *Steganoderma*, был зарегистрирован несколько лет назад у островов Прибылова (устное сообщение Ф. Морато). В целом, случаи инвазии метацеркариями трематод у ракообразных довольно редки. Их отмечали у креветок и крабов нескольких видов в Атлантике



Рис. 2. Географическая распространенность инвазии трематодами крабов-стригунов и ее превалентность по станциям в Олюторском заливе (А) и метацеркарии паразита (↑) в скелетной мускулатуре краба-стригуна опилио (Б)

и у западного побережья Америки (Morado et al., 2014). Степень патологического воздействия трематод на ракообразных-хозяев может быть от незначительной до летальной, в зависимости от интенсивности заражения метацеркариями и их локализации. Окончательными хозяевами для этих паразитов являются донные рыбы и, вероятно, морские птицы. Данных о заражении теплокровных, включая человека, нет, но присутствие метацеркарий трематод в мускулатуре ракообразных промысловых видов сказывается на качестве продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований промысловых ракообразных 10 видов, выловленных в шельфовой зоне восточной части Охотского моря и в Карагинской промысловой подзоне Берингова моря, зарегистрировали бактериальные, микозные и вирусную инфекции, инвазии микроспоридиями, паразитическими динофлагеллятами («горькая болезнь»), трематодами. Некоторые из заболеваний, известных ранее у ракообразных на шельфе Западной Камчатки, в ходе настоящих исследований были обнаружены в восточной части Берингова моря и/или у других видов ракообразных. У синего краба в Охотском море впервые выявлена инфекция гепатопанкреаса риккетсио-подобными организмами. При микроскопических исследованиях креветок обнаружили заболевания, вызванные микроспоридиями, относящимися к трем родам и, как минимум, к двум семействам. У краба-стригуна опилио выявили инвазию гепатопанкреаса микроспоридиями, ранее не отмеченными как в исследованных районах, так и у этого вида ракообразных. Впервые в прикамчатских водах зарегистрировали инвазию метацеркариями трематод крабов-стригунов.

Эпизоотическая ситуация в исследованных районах по большинству выявленных у ракообразных патогенов и заболеваний в настоящее время благополучная. Превалентность заболеваний низкая. Исключение составляют абсцессоподобный некроз гепатопанкреаса у крабов-стригунов Бэрда на шельфе Западной Камчатки, инвазия метацеркариями трематод и паразитическими динофлагеллятами *Hematodinium* sp. крабов-стригунов опилио в Карагинской подзоне Берингова моря. Средняя превалентность этих заболеваний превышает 10%.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы приносят искреннюю благодарность сотрудникам КамчатНИРО Р.В. Дунаеву и Т.Б. Морозову, сотруднику ВНИРО С.И. Моисееву — за сбор и предоставление материала в 2013 г., а также членам научной группы КамчатНИРО и экипажу НИС «Профессор Пробатов» — за содействие при сборе материала во время морских экспедиционных работ 2012 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 121 с.
- Карманова И.В., Рязанова Т.В. 2008. Паразитические динофлагелляты рода *Hematodinium* у промысловых крабов шельфа Западной Камчатки // Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения акад. К.И. Скрябина «Биоразнообразие и экология паразитов наземных и водных ценозов» (Москва, 9–11 декабря 2008 г.). М.: Центр паразитологии им. А.Н. Северцова РАН. С. 164–167.
- Метелев Е.А., Рязанова Т.В. 2013. Некоторые паразиты равношипного краба *Lithodes aequispinus* северной части Охотского моря // Матер. докл. отчет. сессии ФГУП «МагаданНИРО» по результатам науч. исслед. 2012 г. (Магадан, 6 февраля 2013 г.). Магадан: Новая полиграфия. С. 97–100.
- Рязанова Т.В. 2008. Синдром «горького краба» у двух видов крабов-литодид в Охотском море // Биол. моря. Т. 34. № 6. С. 452–455.
- Рязанова Т.В. 2009. Инвазия крабов-стригунов Охотского моря микроспоридиями рода *Thelohania* // Тез. докл. X Съезда Гидробиол. общества при РАН. Владивосток: Дальнаука. С. 343.
- Рязанова Т.В. 2012. Некротические изменения внутренних органов у промысловых крабов Охотского моря // Матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 551–557.
- Рязанова Т.В., Елисейкина М.Г. 2010. Вирусная инфекция у синего краба *Paralithodes platypus* в Охотском море // II Междунар. конф. «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 7–9 декабря, 2010 г.). Новосибирск: ИИЦ ГНУ СибНХБ Россельхозакадемии. С. 211–215.
- Рязанова Т.В., Метелев Е.А. 2010. Некоторые данные о распространенности микроспоридий *Thelohania* sp. среди промысловых крабов Охот-

- ского моря // Сб. науч. статей Междунар. симп. «Паразиты Голарктики» (Петрозаводск, 4–8 октября, 2010 г.). Петрозаводск: Инст-т биологии Карельского науч. центра. Т. 2. С. 83–85.
- Рязанова Т.В., Харламенко В.И., Устименко Е.А. 2013. Инфекционные и инвазионные заболевания и их распространенность у промысловых крабов на шельфе Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 29. С. 125–136.
- Столяренко Д.А., Иванов Б.Г. 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветок *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. Т. 1. С. 45–70.
- Armstrong D.A. 1988. Disease of Dungeness crabs: Fungus (*Lagenidium*) / Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo: Elsevier. P. 215–219.
- Bancroft D., Stevens A., Turner D.R. 1990. Theory and practice of histological techniques. Edinburgh – London – Melbourne – New York: Churchill Livingstone Inc. 725 p.
- Bell T.A., Lightner D.V. 1988. A handbook of normal penaeid shrimp histology. Baton Rouge. Louisiana: The World aquaculture society. 114 p.
- Benhalima K., Moriyasu M., Wade E., Hebert M. 1998. Exoskeletal lesions in the male snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) in the southern Gulf of St. Lawrence // Can. J. Zool. V. 76. № 4. P. 601–608.
- Bergey's manual of systematic bacteriology. 2004. Ed. by G.M. Garrity, J.A. Bell, T.G. Lilburn. 2 Ed. New York: Springer. 330 p.
- Fisher W.S., Wickham D.E. 1975. Egg mortalities in wild populations of the Dungeness crab in Central and Northern California // Fish. Bull. V. 75. P. 235–237.
- Hose J.E., Lightner D.V., Redman R.M., Danald D.A. 1984. Observations on the pathogenesis of the imperfect fungus, *Fusarium solani*, in the California brown shrimp, *Penaeus californiensis* // J. Invertebrate Pathol. V. 44. № 3. P. 292–303.
- Johnson P.T. 1984. A rickettsia of the blue king crab, *Paralithodes platypus* // J. Invertebrate Pathol. V. 44. № 1. P. 112–113.
- Lafferty K.D., Porter J.W., Ford S.E. 2004. Are diseases increasing in the ocean? // Ann. Rev. Ecol. Evol. System. V. 35. P. 31–54.
- Longshaw M. 2011. Diseases of crayfish: a review // J. Invertebrate Pathol. V. 106. P. 54–70.
- Marty G.D., Quinn T.J., Carpenter G., Meyers T.R., Willits N.H. 2003. Role of disease in abundance of a Pacific herring (*Clupea pallasii*) population // Can. J. Fish. Aquat. Scien. V. 60. № 10. P. 1258–1265.
- Meyers T.R., Koeneman T.M., Botelho C., Short S. 1987. Bitter crab disease — a fatal dinoflagellate infection and marketing problem for Alaskan tanner crabs *Chionoecetes bairdi* // Dis. Aquat. Org. V. 3. № 3. P. 195–216.
- Morado J.F. 2011. Protistan diseases of commercially important crabs: A review // J. Invertebrate Pathol. V. 106. P. 27–53.
- Morado J.F., Dawe E.G., Mullowney D., Shavey C.A., Lowe V.C., Cawthorn R.J. 2010. Climate change and the Worldwide Emergence of *Hematodinium*-Associated Disease: Is There Evidence for a Relationship? In: Biology and Management of Exploited Crab Populations under Climate Change. G.H. Kruse, G.L. Eckert, R.J. Foy, R.N. Lipcius, B. Sainte-Marie, D.L. Stram, and D. Woodby (eds.), Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks. P. 153–173.
- Morado J.F., Shavey C.A., Ryazanova T.V., White V.C. 2014. Diseases and other anomalies / King Crabs of the World: Biology and Fisheries Management. Taylor & Francis Ltd. P. 134–203.
- Nha V.V., Hoa D.T., Khoa L.V. 2009. Black gill disease of cage-cultured ornate rock lobster *Panulirus ornatus* in central Vietnam caused by *Fusarium* species // J. Aquat. animal health. V. 15. № 4. P. 35–37.
- Nunan L.M., Carlos R., Gomez-Jimenez P.S., Lightner D.V. 2013. «Candidatus *Hepatobacter penaei*», an intracellular pathogenic enteric bacterium in the hepatopancreas of the Marine Shrimp *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda) // Appl. and Environmental Microbiology. V. 79. № 4. P. 1407–1409.
- Pestal G.P., Taylor D.M., Hoenig J.M., Shields J.D., Pickavance R. 2003. Monitoring the prevalence of the parasitic dinoflagellate *Hematodinium* sp. in snow crabs *Chionoecetes opilio* from Conception Bay, Newfoundland // Dis. Aquat. Org. V. 53. № 1. P. 67–75.
- The World Organisation for Animal Health (OIE). 2009. Manual of diagnostic tests for aquatic animals. Sixth ed. OIE, Paris. 469 p.
- Ryazanova T.V., Eliseikina M.G., Kukhlevsky A.D., Kharlamenko V.I. 2010. *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 // J. Invertebrate Pathol. V. 105. № 3. P. 329–334.
- Shareef M., Siddeek M., Zheng J., Morado J.F., Kruse G.H., Bechtol W.R. 2010. Effect of bitter crab disease on rebuilding in Alaska tanner crab stock // ICES J. Marine Science. V. 67. P. 1–6.
- Sindermann C.J. 1988. Blue crab diseases: Fungus (*Lagenidium*) disease / Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo: Elsevier. P. 197–199.
- Sindermann C.J. 1990. Principal diseases of marine fish and shellfish. New York: Academic Press. 516 p.
- Small H.J. 2012. Advances in our understanding of the global diversity and distribution of *Hematodinium* spp. – Significant pathogens of commercially exploited crustaceans // J. Invertebrate Pathol. V. 110. P. 234–246.
- Sparks A.K. 1982. The histopathology and possible role in the population dynamics of tanner crab, *Chionoecetes bairdi*, of the fungus disease (black mat syndrome) caused by *Trichomaris invadens* // Proceedings of the inter. symp. on the Genus *Chionoecetes*. Lowell Wakefield Symposia Series. Alaska Sea Grant Rep. Fairbanks: Alaska Sea Grant Program. № 82–10. P. 539–546.
- Sparks A.K., Morado J.F. 1985. A preliminary report on the diseases of Alaska king crabs // Proceed. of the Int. king crab symp. Anchorage. Alaska. Alaska sea grant report. 1985. V. 85–12. P. 333–339.
- Sparks A.K., Morado J.F. 1986. A herpes-like virus disease in the blue king crab *Paralithodes platypus* // Dis. Aquat. Org. V. 1. № 2. P. 115–122.
- Stentiford G.D., Bateman K.S. 2007. *Enterospora* sp. — an intranuclear microsporidian infection of hermit crab (*Eupagurus bernhardus*) // Dis. Aquat. Organ. V. 75. P. 73–78.
- Stentiford G.D., Bateman K.S., Feist S.W. 2007. *Enterospora canceri* n. gen., n. sp., an intranuclear microsporidian infecting European edible crab (*Cancer pagurus*) // Dis. Aquat. Organ. V. 75. P. 61–72.
- Stentiford G.D., Bateman K.S., Dubuffet A., Chambers E., Stone D.M. 2011. *Hepatospora eriocheir* (Wang and Chen, 2007) gen. et comb. nov. infecting invasive Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*) in Europe // J. Invertebrate Pathol. V. 108. P. 156–166.
- Stentiford G.D., Neil D.M., Peeler E.J., Shields J.D., Small H.J., Flegel T.W., Vlak J.M., Jones B., Morado F., Moss S., Lotz J., Bartholomay L., Behringer D.C., Hauton C., Lightner D.V. 2012. Disease will limit future food supply from the global crustacean fishery and aquaculture sectors // J. Invertebrate Pathol. V. 110. P. 141–157.
- Stentiford G.D., Shields J.D. 2005. A review of the parasitic dinoflagellates *Hematodinium* species and *Hematodinium*-like infections in marine crustaceans // Dis. Aquat. Org. V. 66. № 1. P. 47–70.
- Vogan C.L., Costa-Ramos C., Rowley A.F. 2001. A histological study of shell disease syndrome in the edible crab *Cancer pagurus* // Dis. Aquat. Org. V. 47. № 3. P. 209–217.
- Wang W., Chen J. 2007. Ultrastructural study on a novel microsporidian, *Endoreticulatus eriocheir* sp. nov. (Microsporidia, Encephalitozoonidae), parasite of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (Crustacea, Decapoda). J. Invertebrate Pathol. V. 94. P. 77–83.
- Wilhelm G., Mialhe E. 1996. Dinoflagellate infection associated with the decline of *Necora puber* crab populations in France // Dis. Aquat. Org. V. 26. № 3. P. 213–219.