

На правах рукописи

Семенькова Елена Геннадьевна

**БИОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА
ЯПОНСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА *ERIOSCHEIR JAPONICA*
В ВОДОЕМАХ ПРИМОРЬЯ**

03.00.18 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Владивосток – 2007

Работа выполнена в лаборатории ресурсов промысловых беспозвоночных прибрежных вод и континентальных водоемов и в секторе экосистемных исследований биоресурсов прибрежных вод Федерального государственного унитарного предприятия «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор
Шунтов Вячеслав Петрович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, старший научный сотрудник
Дулепова Елена Петровна

кандидат биологических наук
Масленников Сергей Иванович

Ведущая организация: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет

Защита состоится «31» мая 2007 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН по адресу:

690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

Факс (4232) 310-900. E-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан «28» апреля 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Е.Е. Костина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние годы в связи с развитием прибрежного рыбного хозяйства все большее внимание уделяется освоению слабо используемых промысловых биологических ресурсов, которые слагает большое количество рыб, макрофитов и беспозвоночных. Одним из таких объектов является японский мохнаторукий краб *Eriocheir japonica*. Интерес к нему как перспективному объекту промысла в Приморье появился в конце 1990-х гг. Небольшой лов его здесь ведется с 1998 г., а выловленный краб экспортируется в страны юго-восточной Азии (в основном в Китай).

На Дальнем Востоке России из рода *Eriocheir* обитает только японский мохнаторукий краб, если не считать отдельных поимок китайского мохнаторукого краба *Eriocheir sinensis* в р. Амур. До последнего времени японский краб в Приморье систематически не изучался, поэтому многие стороны его биологии изучены слабо. В то же время сведения о распределении, миграциях, биологических характеристиках, особенностях жизненного цикла, условиях воспроизводства, биологических связях и численности этого краба могут иметь существенное значение не только для организации рационального использования его запасов, обоснования промысловых прогнозов и при необходимости рекомендаций для искусственного разведения, но и для понимания особенностей функционирования континентально-прибрежных биоценозов.

Цель и задачи работы. Целью данной работы является выявление особенностей биологии японского мохнаторукого краба в водоемах Приморья. Для достижения указанной цели ставились следующие задачи:

1. Определить таксономический статус и описать распространение японского мохнаторукого краба в водах Приморья.
2. Описать количественное распределение и сезонные миграции мохнаторукого краба в водоемах Приморья, а также условия его обитания в реках и морских прибрежьях.
3. Исследовать особенности питания краба.
4. Уточнить размерно-весовую структуру и половой состав этого вида из разных водоемов Приморья.
5. Выявить закономерности процессов линьки и созревания.

6. Изучить репродуктивную биологию рассматриваемого вида.
7. Определить популяционный статус японского краба в водоемах Приморья.
8. Оценить современное состояние его ресурсов.

Научная новизна. В работе уточнены видовой статус и распространение японского мохнаторукого краба в водоемах Приморья. Впервые обобщены и представлены данные по миграциям, распределению и среде обитания краба. Дана характеристика особенностей его питания и биоценотического окружения. Проанализированы размерно-весовой и половой составы в региональном, сезонном и межгодовом аспектах. Определен размер наступления половой зрелости, установлены сроки линьки, а также описано созревание гонад с указанием их цветовых характеристик. Описан процесс спаривания, определены число кладок, плодовитость, размер яиц и сроки размножения. Дана характеристика репродуктивной стратегии вида и описан его жизненный цикл. Разработана гипотеза популяционной организации вида в водах Приморья.

Практическая значимость. Знания о распространении, миграциях, распределении и условиях обитания группировок мохнаторукого краба необходимы для обоснования рекомендаций по его рациональному промысловому использованию и охране.

Сведения о размерно-весовой структуре и половом составе мохнаторукого краба в водоемах Приморья используются в ТИПРО-Центре при прогнозировании его запасов и определении величины ОДУ.

Материалы по биологии мохнаторукого краба могут использоваться при разработке биотехнологии культивирования этого вида в естественных и искусственных условиях.

Определена численность краба в р. Раздольной, и дается экспертная оценка общего запаса краба, а также сформулированы рекомендации по рациональной эксплуатации запасов мохнаторукого краба в водоемах Приморья.

Апробация работы. Основные положения диссертации представлялись на Региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии (г. Владивосток, 2003 г.), VIII и IX Пущинских конференциях молодых ученых (г. Пущино, 2004 и 2005 гг.); международных конференциях «Россия и страны АТР: проблемы институциональных преобразований» (г. Владивосток,

2003 г.), «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек» (г. Астрахань, 2004 г.), 14 ежегодной встрече PISES – 2005 (г. Владивосток, 2005 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 7 статей.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, десяти глав, выводов, списка литературы, включающего 364 наименований, в том числе 237 – иностранных авторов. Работа изложена на 235 страницах, иллюстрирована 66 рисунками и 37 таблицами.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.б.н., профессору В.П. Шунтову за всестороннюю помощь в работе, а также к.б.н. Н.В. Колпакову, к.б.н. Е.Э. Борисовцу, к.б.н. М.В. Калининой, М.Е. Шаповалову, к.б.н. Е.И. Барабанщикову, д.б.н. В.И. Чучукало, к.б.н. Г.И. Викторовой, д.б.н. В.С. Левину, Н.А. Черныху, А.Б. Олифиренко, Н.Г. Чупышевой, Н.А. Винниковой и гендиректору ООО «Дальневосточник» В.Н. Киселеву за консультации, помощь при сборе и обработке материалов по мохнаторукому крабу для диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Основные этапы и направления изучения крабов рода *Eriocheir*

По литературным источникам рассматриваются основные этапы и направления изучения шести видов мохнаторуких крабов: *E. japonica*, *E. sinensis*, *E. hepuensis*, *E. formosa*, *E. leptognathus* и *E. ogasawaraensis*.

Глава 2. Физико-географическое и гидрологическое описание района исследований

По литературным сведениям описаны физико-географические и гидрологические особенности Японского моря, заливов Петра Великого, Амурского и Уссурийского. Приводятся общие данные о реках и озерах Приморья.

2.1. Гидрологическая характеристика некоторых рек и озер, населенных японским мхнаторукиим крабом. В разделе представлена гидрологическая характеристика рек Раздольная, Амба, Артемовка и оз. Карасьего.

Глава 3. Материал и методика

Настоящая работа основана на материалах, собранных в различных водоемах Приморья с 2002 по 2006 гг. Места наблюдений показаны на рис. 1. Объем собранного материала представлен в таблице 1.



Рис. 1. Карта – схема района работ

Таблица 1

Количество материалов, положенных в основу работы, экз.

Параметры	Водоем					Итого
	Река Раздольная	Устье р. Амба	Реки Артемовка, Кневичанка	Озеро Карасье	Прочие	
ПБА	700	414	400	200	369	2083
МП	3675	236	3237	1013	2767	10928
Плодовитость	53	91	-	-	-	115
Размер яиц	53	91	-	-	-	115
Размер 50 % - ной половозрелости	2943	-	1832	-	-	4775
Питание	126	68	-	-	30	224
Мечение	1450	-	-	231	-	1681
Морфология	337	169	201	100	268	1075

Примечание. ПБА – полный биологический анализ, МП – массовые промеры.

Орудиями лова служили специализированные складные ловушки и ловушки других конструкций, сачки, сети, драги по добыче моллюсков и закидной невод. При выполнении полного биологического анализа определялась ширина карапакса (ШК), полная масса тела с клешнями и без клешней, масса гонад, оплодотворенной икры у самок и личинная стадия. Пол определялся по форме абдомена. Во время массовых промеров измерялась ШК и определялся пол.

По размерам крабы разделялись на три группы. Крабы с ШК менее 45 мм в массе своей являются мелкими неполовозрелыми, с ШК 45-70 мм – среднеразмерными половозрелыми и с ШК > 70 мм – крупными половозрелыми.

Все сравнения проводились с использованием критерия Стьюдента. Для сравнения доли самцов и самок в выборках оценивали разности между выборочной и генеральной долями, используя 5 % - ный уровень значимости. При $t_{\phi} \geq t_{st}$ разность между долями признавалась статистически достоверной (Лакин, 1990).

Зависимость между размером и массой тела у мохнаторукого краба аппроксимировали степенной функцией вида $W = aL^b$, где W – масса тела, г; L – ширина карапакса, мм; a и b - коэффициенты.

Для обработки материалов по питанию использовалась количественно-весовая методика (Методическое пособие..., 1974; Чучукало, 2006). Индекс наполнения желудка (ИНЖ) считался, как отношение массы пищи к общей массе тела краба, умноженное на 10000. Суточный пищевой рацион (СПР, %) рассчитывался по методам Новиковой (1949) и Коган (1963). Реконструированный вес кормовых объектов определялся с учетом стадии их переваренности (Чучукало, Напазаков, 1999). Степень сходства общего состава пищи устанавливалась при помощи индекса сходства Чекановского-Сьеренсена (I_{CS}) в модификации для количественных данных (форма b) (Песенко, 1982):

$$I_{CS} = \sum_i \min(p_{ij}, p_{ik}),$$

где p - доля i – того вида (таксономической группы) по массе в двух сравниваемых выборках j и k . Для наглядности индекс сходства выражали в процентах.

Ширину пищевой ниши (H) оценивали по формуле Шеннона (Pielou, 1972):

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i,$$

где p - доля i – того вида (по массе) в пище.

Кластерный анализ выполнен в программе Statistica. Дендрограмму строили методом UPGMA (невзвешенного парно-группового среднего), мера сходства – I_{CS} , %. Следуя Россу (Ross, 1986), перекрывание пищевых спектров считали значимым при $I_{CS} \geq 40$ %.

Плодовитость (Е, тыс.шт.) определялась весовым методом (Иоганзен, 1955; Анохина, 1969). Диаметр яиц (по 30 шт. в каждой пробе) измерялся с помощью окуляра-микрометра (МБС-10, увеличение x8).

Исходя из объема икры, выделялись три типа яйценосных самок: тип А – большой хорошо заметный объем икры, abdomen сильно изогнут; тип В – заметна небольшая часть икры, abdomen изогнут слегка; тип С – икра присутствует, но незаметна снаружи, abdomen практически плоский (Kobayashi, Matsuura, 1995a).

Теоретическое число кладок определялось с помощью уравнения, предложенного Н.Н. Хмелевой (1988) для определения числа пометов у ракообразных:

$$N = 1.35 * (L_{\max} / L_{\min})^{2.5},$$

где N – число кладок, L_{\max} – максимальная ШК яйценосных самок, L_{\min} – минимальная ШК яйценосных самок.

Развития эмбрионов классифицировалось по 4 стадиям: стадия А – нет ясной сегментации или сегментация заметна, но эмбрион невидим; стадия В – эмбрион заметен, но без глазной пигментации; стадия С – эмбрион с глазной пигментацией, желток занимает половину объема яйца; стадия D – яичная оболочка (личинки выпущены) (Kobayashi, Matsuura, 1995b).

Гонадный индекс (ГИ) рассчитывался как отношение массы гонады к массе животного без клешней, выраженное в процентах.

На гистологических препаратах стадии зрелости яичников определялись по следующей классификации: 1-я – стадия пролиферации оогониев, 2-я – стадия роста ооцитов (превителлогенез), 3-я – начало трофоплазматического роста (первичный вителлогенез), 4-я – стадия активного трофоплазматического роста (вторичный вителлогенез), 5-ая – преднерестовая, 6-я - посленерестовая (Kobayashi, 2003).

В полевых условиях предварительное определение стадий зрелости яичников осуществляли визуальным методом с помощью таблицы цветов (Kalinina, Semen'kova, 2005). Цветовые характеристики гонад были получены визуальным способом с помощью атласа цветов Манселла (Munsell Book of Color, 1976).

Линочная стадия определялась по пятибалльной шкале, применяемой для большинства видов промысловых крабов, с некоторыми модификациями: 0 – предлиночные и линяющие крабы, 1 – особи с мягким неокрепшим панцирем после линьки, 2 – особи с тонким, хрупким панцирем, 3 – особи с твердым панцирем, 4 – особи со старым панцирем (Слизкин, Сафронов, 2000).

Размер 50 %-ной половозрелости крабов определялся по доле половозрелых особей в каждом размерном классе. Полученные данные аппроксимировались логистической функцией, коэффициенты которой находились по уравнению Ферхюльста (Лакин, 1990):

$$y = 100/1+10^{(a+bx)},$$

где y – доля морфологически зрелых самок, %; x – ширина карапакса, мм; a и b – коэффициенты.

Мечение осуществлялось в несколько туров и в разные сезоны с помощью краски и пластиковых меток розового цвета, на которых указаны организация и номер. Метки с помощью резинки одевались на тело краба сверху карапакса, чтобы они были хорошо заметны. Всего был помечен 1681 экз., повторно поймано 134 экз.

Все измерения для изучения морфометрии проводились автором с точностью до 1 мм на живых крабах. В соответствии с рекомендациями (Андреев, Решетников, 1977) при дальнейшем анализе использованы индексы отношения абсолютных промеров к ширине карапакса (в %). Для выявления степени и характера внутривидовой дифференциации использован дискриминантный анализ (Афифи, Эйзен, 1982).

Численность краба определялась на основе данных по неводным уловам и по результатам мечения. Площадь исследованного района определяли по карте в программе MapInfo 7.0 без учета глубины.

Глава 4. Видовые отличия мохнаторуких крабов и их распространение

4.1. Таксономические отношения мохнаторуких крабов. На начальном этапе исследований было необходимо определить таксономический статус японского мохнаторукого краба в водоемах Приморья. В результате анализа литературной

информации (Виноградов, 1950; Guo et al., 1997; Ng et al., 1999; Chu et al., 2003), а также сравнения образцов китайского мохнаторукого краба из провинции Ляонин (Китай) и японского мохнаторукого краба из разных водоемов Приморья (за исключением приграничных водоемов на юге края) мы пришли к выводу, что в водах Приморья обитает один вид – японский мохнаторукий краб.

В данном разделе также приводится описание шести видов мохнаторуких крабов, и указываются характерные особенности, отличающие японского мохнаторукого краба от других видов.

4.2. Распространение мохнаторуких крабов. Японский мохнаторукий краб распространен по всей Японии, на юго-востоке Корейского полуострова, юге Китая, западном и северо-восточном побережьях о. Тайвань, о-вах Гонконг и Рюкю (Sakai, 1976; Chan et al., 1995; Komai et al., 2006).

В Приморье этот краб населяет практически все реки, озера и водохранилища от р. Туманная на юге до р. Серебрянка на севере. Северная граница распространения японского мохнаторукого краба из-за слабой изученности точно пока не установлена. Он также встречается в континентальном оз. Ханка, куда был, по-видимому, случайно занесен людьми. На Сахалине распространен на юго-восточном побережье от зал. Анива до зал. Терпения (Виноградов, 1950; Лабай, 1999; Барабанщиков, 2002).

В сравнительном плане также рассматривается распространение других видов мохнаторуких крабов.

Глава 5. Миграции и распределение японского мохнаторукого краба

5.1. Нерестовая миграция. Японский мохнаторукий краб – катадромный вид. Для размножения он спускается по основным руслам рек или протокам к солоноватым или морским прибрежным зонам. В этих зонах происходят спаривание, нерест, эмбриональное и личиночное развитие, оседание мегалоп и превращение их в ювенильных крабов. Нерестовые миграции японского мохнаторукого краба в реках и озерах Приморья проходят с апреля по июль. Самцы начинают катадромную миграцию раньше самок.

5.2. Мечение. Наибольшее удаление крабов от места выпуска составило 26 км в сторону моря и 40 км вверх по течению. Наиболее длительный срок между выпуском и поимкой краба составил 1 год.

Весна-лето. Распределение меченых крабов в р. Раздольной и на прилегающей акватории Амурского залива довольно четко отражает перемещение крабов в сторону моря в весенний период (апрель-май) (рис. 2).

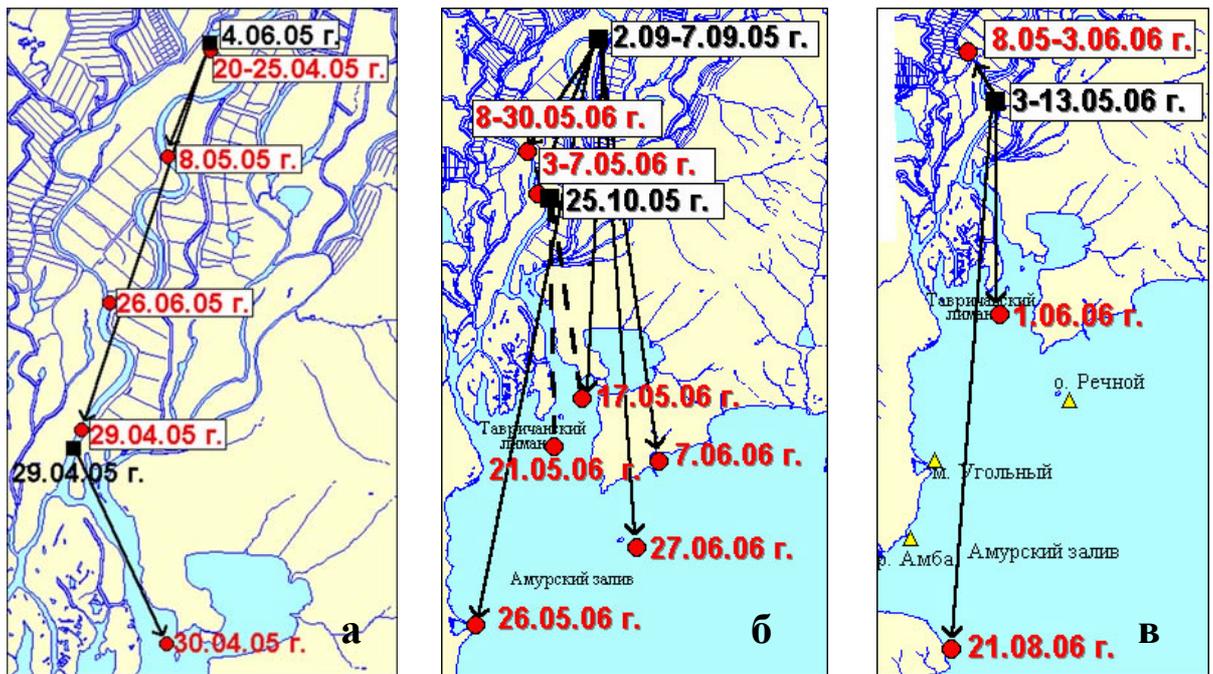


Рис. 2. Перемещения японского мохнаторукого краба в низовьях р. Раздольной в весенне-летний период 2005 и 2006 гг.: квадрат – место выпуска меченых крабов, круг и треугольник – места поимки крабов; черные цифры – даты выпуска, красные цифры – дата поимки. Масштаб: 1 см – 1600 м (а), 2550 м (б) и 2900 м (в)

Известно, что летом, после того как основная масса половозрелого краба переместилась в море, в реках встречаются особи, пропустившие нерест, рекруты и ранняя молодь (Барабанщиков, 2002; Олифиренко, Семенькова и др., 2004). Результаты мечения показали, что в июне-июле крабы держались в одном локальном районе, не совершая протяженных перемещений.

Осень-зима. В сентябре перемещения краба, как и в летний период, были незначительными, однако общим направлением движения было вверх по течению. В октябре-первой половине ноября происходило рассредоточение нагуливающегося краба в бассейне реки. Максимальное зафиксированное удаление от места мечения составило примерно 9 км вниз и 40 км вверх по течению. В середине ноября краб

образовывал концентрации в средней и нижней частях реки в глубинных местах, где и оставался до марта.

5.3. Распределение и предпочитаемые биотопы

Распространение в реке и в море. Японский мохнаторукий краб большую часть жизни обитает в реках и эстуарных зонах, протоках, лагунах и озерах, имеющих выход к морю. Во время нагула он широко распространяется по речным системам, поднимаясь на значительные расстояния вверх по течению. В морском прибрежье краб распространяется на небольшие расстояния от устьев рек – до 18 км.

Предпочитаемые биотопы. В устьях рек и их прибрежных морских зонах японский мохнаторукий краб встречается на илисто-песчаном, песчаном или каменистом грунтах, включающих органические остатки (фрагменты веток, листьев и др., а также раковины моллюсков). При этом соленость летом в местах обитания краба, по зафиксированным нами данным составляет 4-30 ‰, температура – 16-28 °С (на мелководье до 32 °С); характерно, что при этом указанные гидрологические параметры заметно меняются в течение суток.

В реках большинство особей краба держится в среднем и нижнем течениях. Они предпочитают медленно текущие и неглубокие воды с растительностью, обитая в основном на илистых и илисто-песчаных грунтах в диапазоне глубин почти от уреза до 4.5 м. Соленость изменяется в широких пределах - от 0 до 28 ‰, температура – от плюс 2-4 °С (зимой) и до 28-32 °С (летом) (Ресурсы..., 1972).

Глава 6. Питание японского мохнаторукого краба

Состав пищи и его биотопическая изменчивость. Японский мохнаторукий краб - эврифаг: его пищевой спектр включает как растительную, так и животную пищу. Исследование питания краба в трех биотопах: эстуарии, морском прибрежье и лагунном озере показало, что в озере краб питается преимущественно древесными остатками и водорослями. В реке и море в его пище выше доля животных.

Сезонная изменчивость состава пищи. Интенсивность питания снижается в период линьки и зимовки, повышается во время постлиночного периода и предзимовального нагула.

Онтогенетическая изменчивость пищевого спектра. С ростом в пище краба снижается доля растительной и увеличивается количество животной пищи. Наиболее широка пищевая ниша среднеразмерных особей.

Состав пищи особей разного пола. Интенсивность питания особей разного пола одинакова. Самки в большей степени предпочитают растительную пищу, самцы – животную.

Суточная ритмика питания и активности. Для японского мохнаторукого краба характерен дневной тип активности с пиками в первой и второй половинах дня. Обнаружена суточная изменчивость состава пищи: утром и вечером краб наиболее активно поедает рыб, а ракообразных и водоросли – днем.

Суточный пищевой рацион. Суточный пищевой рацион японского мохнаторукого краба в летне-осенний период варьирует в пределах 1.8-2.0 %.

6.1. Биоценотическое окружение. Указываются виды рыб, креветок и крабов, встречающихся в уловах вместе с японским мохнаторуким крабом.

Глава 7. Размерно-весовой и половой составы японского мохнаторукого краба

Размерно-весовой состав и половая структура японского краба анализируются в межрегиональном, сезонном и межгодовом аспектах. Отмечено увеличение среднего размера краба в ряду Уссурийский залив (56.2 мм) - Амурский залив (60.0 мм) – зал. Посьета (64.2 мм). Соотношение полов близко 1 : 1. В целом следует отметить, что для адекватной оценки размерно-половой структуры японского краба необходимо сочетание разных способов лова: в речной зоне – неводного и ловушечного, а в морской - ловушечного, сетного и ручного способов. Кроме этого следует предъявлять повышенные требования к объему и качеству первичных данных с учетом пространственно-временной изменчивости в период нерестовых, нагульных и зимовальных миграций.

Глава 8. Половое созревание и линька японского мохнаторукого краба

8.1. Размер наступления половой зрелости. В результате наших исследований было выяснено, что в разных водоемах Приморья особи мохнаторукого краба созревают при разных размерах – от 55.1 до 64.4 мм. Кроме этого половое созревание у самцов (60.0 мм) и самок (60.2 мм) наступает при одних и тех же или очень сходных средних размерах.

8.2. Линька, созревание и цветовые характеристики гонад. В реках и озерах Приморья японский краб линяет в летне-осенний период (июнь-октябрь). Массовая линька проходит в августе, однако в южных и северных районах ее сроки несколько различаются. Так, в северном Приморье линька мохнаторукого краба проходит в первой половине августа, а в южном Приморье – во второй половине этого месяца (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение особей японского мохнаторукого краба на разных личинных стадиях в 2002-2006 гг.

Водоем	Дата	Личинные стадии, %					n
		0	1	2	3	4	
южное Приморье							
Озеро Карасье	19-28.05.05	-	0.4	-	99.6	-	554
	06-14.05.06	4.6	-	-	95.4	-	647
Река Раздольная	10.04.04	-	-	-	100	-	66
	23.04-2.05.05	-	-	-	100	-	878
	25.08.05	39.6	12.5	4.1	43.8	-	48
	24.08.06	46.8	8.2	1.6	43.4	-	122
	01-03.09.05	-	0.8	-	98.4	0.8	118
	20.10.02	-	-	-	100	-	145
Река Артемовка	03.09.03	-	13.7	-	86.3	-	73
	09.09.03	-	5.7	-	94.3	-	175
	16.09.03	-	3.1	-	96.9	-	97
	27.09.03	-	-	-	100	-	155
	16.10.04	-	0.4	-	99.6	-	73
Река Кневичанка	16.09.03	-	1.3	-	98.7	-	226
	28.09.03	-	0.7	-	99.3	-	140
	04.11.03	-	-	-	100	-	134
Река Петровка	19.11.04	-	-	-	100	-	70
северное Приморье							
Река Тумановка	18.08.05	2.7	10.2	1.9	85.2	-	108

Результаты наших исследований показали, что, начиная с третьей декады августа до третьей декады мая, в реках Приморья у мохнаторукого краба наблюдаются процессы роста и созревания гонад.

По мере созревания яичников их цвет меняется от светло-желтого до бурого в определенной последовательности. С помощью атласа цветов Манселла (Munsell Book of Color, 1976) путем визуальной интерполяции по шкалам атласа с использованием буквенно-цифрового и словесного методов была составлена таблица цветов яичников, включающая следующие цветовые оттенки: светло-желтый, желтый, бежевый, светло-фиолетовый, светло-коричневый, темно-фиолетовый, коричневый и темно-коричневый. Закономерное изменение цвета яичников у японского мохнаторукого краба по мере созревания в первую очередь зависит от интенсивности вителлогенеза и накопления запасных питательных веществ и пигментов в ооцитах.

В летне-осенний период у большинства крабов, которые росли до этого времени в реке, наблюдалась линька половозрелости. В Приморье у японского мохнаторукого краба период развития яичников от половозрелой линьки (в августе) до полного созревания (в ноябре) составляет около 3 мес.

Таким образом, в нерестовой миграции и, соответственно в размножении, в основном участвуют особи, которые перезимовали в реке, а также крабы, вернувшиеся обратно в реку после размножения в море, и особи, которые, по физиологическим причинам, пропустили нерест и обитали в реке.

Глава 9. Особенности биологии размножения японского мохнаторукого краба

Спаривание. По литературным сведениям описан процесс спаривания и гидрологические условия, необходимые для этого процесса и нереста (откладка оплодотворенных яиц на плеоподы) у японского и китайского мохнаторуких крабов. В водах Приморья спаривание особей японского мохнаторукого краба проходит в апреле-мае (Барабанщиков, 2002; опросные данные).

Число кладок. На основе визуальных наблюдений в природе и анализа физиологического состояния самок краба, делается заключение, что в водах Приморья самки нерестятся несколько раз (до четырех) за сезон размножения, а теоретически возможное число пометов может достигать 6-9.

Плодовитость. По нашим данным, количество яиц японского мохнаторукого краба из р. Амба варьирует от 15 до 676 тыс. яиц (в среднем - 262 тыс. яиц), из р. Раздольная – от 29 до 598 тыс. яиц (в среднем – 323 тыс. яиц), при этом средняя величина у самок из р. Раздольной достоверно выше. Количество яиц в кладке самки

одного и того же размера различается в несколько раз (табл. 3). Количество яиц находится в пропорциональной зависимости от размера и массы тела самок.

Таблица 3

Количество яиц в кладке японского мохнаторукого краба в разных районах Приморья

Район	n	№ кладки	Ширина карапакса, мм		Кол-во яиц в кладке, тыс. шт.	
			lim	M±m	lim	M±m
Устьевая зона р. Амба	40	1	53-72	61.1±0.8	143-676	407.0±20.4
	33	2	42-79	59.3±1.6	47-388	215.0±16.2
	28	3	47-76	60.3±1.4	5-150	54.8±5.7
Мыс Речной - о. Речной	41	1	50-72	60.6±1.0	156-598	374.0±19.7
	8	2	53-68	60.3±1.9	106-323	203.0±25.6
	4	3	54-62	58.3±1.9	29-50	37.2±4.6

Размер наружных яиц. По нашим данным, в районе мыс Речной - о. Речной преобладали самки, находящиеся на стадии развития С, средний диаметр яиц у них составил 394 мкм (328-430 мкм). В устьевой зоне р. Амба наиболее часто встречались особи на стадии развития В, средний размер яиц у которых составил – 378 мкм (300-450 мкм). Размер яиц меняется в зависимости от стадии развития. На стадии С средний и максимальный диаметры яиц достигают наибольших размеров (табл. 4). Диаметр яиц не связан с размером и массой самки.

Таблица 4

Изменение диаметра яиц японского мохнаторукого краба в зависимости от стадии развития в разных районах, лето 2004 г.

Район	n	Стадия развития	lim	M±m
Мыс Речной – о. Речной	7	А	328-367	346.3±5.0
	10	В	335-377	357.0±4.1
	36	С	378-430	413.0±2.1
Устьевая зона р. Амба	25	А	300-365	344.0±4.5
	43	В	323-387	370.3±2.4
	33	С	333-450	414.3±4.7

Сроки размножения. Сезон размножения мохнаторукого краба в водах Приморья длится около 5 мес (с конца апреля до начала сентября).

Поведение. Описано поведение самцов и самок японского мохнаторукого краба в период размножения.

Гибель после размножения. После размножения весьма значительная часть особей погибает. По нашим данным, наибольшее количество мертвых самцов было отмечено в августе, а самок – в сентябре. Смертность, по-видимому, связана с завершением онтогенетического цикла и определяется генетически запрограммированной продолжительностью жизни (Олифиренко, Семенькова и др., 2004).

Паразиты и комменсалы. В разделе по собственным и литературным данным охарактеризованы паразиты и комменсалы японского мохнаторукого краба.

Некоторые черты биологии личинок и молоди. На основе литературных сведений описаны некоторые черты биологии личинок и молоди японского и китайского мохнаторуких крабов.

9.1. Репродуктивная стратегия и жизненный цикл

Репродуктивная стратегия. Рассмотренные репродуктивные особенности японского мохнаторукого краба: высокая абсолютная плодовитость, небольшие размеры оплодотворенных яиц и планктотрофные личинки, а также распространение в районах, подверженных значительным колебаниям гидрологических условий, что сказывается на его высокой смертности в ранний период жизни, а, следовательно, на динамике численности, - показывают, что по типу жизненной стратегии японский мохнаторукий краб является выраженным *r*-стратегом.

Жизненный цикл. Жизненный цикл японского мохнаторукого краба в водах Приморья имеет ряд особенностей. Так, с середины весны - до конца лета в эстуарных и морских зонах самки японского краба вынашивают оплодотворенные яйца. Из яиц в течение лета вылупляются личинки. Развитие личинок проходит через пять стадий зоэа и одну стадию мегалопы. Поверхностными течениями зоэа разносятся в прибрежной зоне моря, а мегалопа, напротив, ведет придонный образ жизни. Она оседает на дно в конце лета – осенью и превращается в ювенильного краба.

В конце лета - осенью ювенильные крабы мигрируют в реку, где они распространяются по речной системе. Японский мохнаторукий краб достигает половозрелости в возрасте 3-5 лет. В конце лета – начале осени особи претерпевают половозрелую линьку. Перезимовав в реке, половозрелые особи весной мигрируют в низ по течению реки к морю для размножения, при чем самцы первыми достигают морской зоны, где происходит спаривание и нерест крабов. За сезон размножения

самец способен оплодотворить несколько самок, однако самка спаривается только с одним самцом, при этом она нерестится несколько раз в течение сезона размножения. С середины лета после размножения крабы (по крайней мере, их большая часть) погибают.

Глава 10. Внутривидовая дифференциация, численность и промысел

10.1. Внутривидовая дифференциация. В водах Приморья японский мохнаторукий краб, по-видимому, образует единую суперпопуляцию, подразделяющуюся на относительно независимые группировки, вероятно, популяционного или субпопуляционного ранга. О локальности группировок краба свидетельствуют такие факты, как: морфологическая дифференциация (рис. 3); локализация морфотипов; перемещение крабов на небольшие расстояния в море; региональные различия по предельным размерам и половому составу; изрезанность береговой линии и отсутствие сквозных вдольбереговых течений в неритической зоне, что должно ограничивать разнос личинок вдоль побережий.

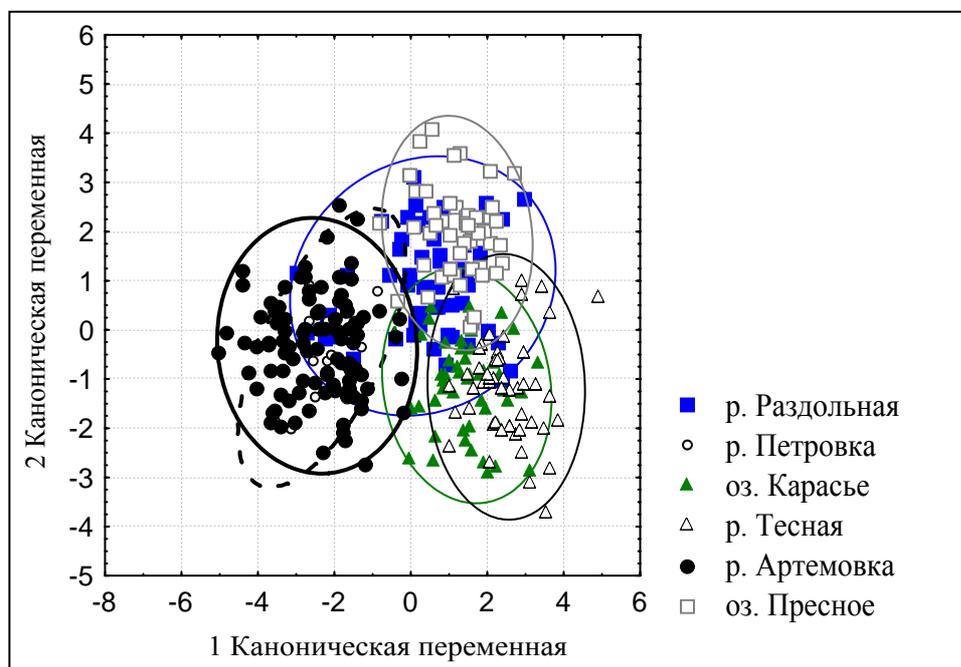


Рис. 3. Распределение выборок самцов в пространстве канонических переменных по морфологическим признакам

Таким образом, предварительно можно выделить 5 группировок, имеющих собственный промысловый потенциал: юго-западной части зал. Петра Великого,

северной части Амурского залива, северной части Уссурийского залива, восточной части зал. Петра Великого и северного Приморья. Вследствие этого ОДУ должен определяться для каждой из группировок. Это обеспечит распределение промысловых нагрузок в соответствии с их запасами и продуктивностью.

10.2. Численность, промысел и рекомендации по рациональному использованию ресурсов мохнаторукого краба

Промысел. История освоения ресурсов японского мохнаторукого краба в Приморье непродолжительна. Лов краба здесь ведется с 1998 г. первоначально в режиме контрольного лова, а с 2000 г. только в режиме ресурсных исследований.

До настоящего времени лов носит преимущественно экспериментальный характер, и проводится в два периода - весенний и осенний. Годовые уловы варьируют в пределах от нескольких сотен килограммов до нескольких тонн.

Выделяется 7 основных промысловых районов: I - эстуарий р. Раздольной, II – реки Артемовка, Кневичанка и Петровка, III – р. Тесная, озера Карасье, Лебяжье и Рязановское, IV – р. Партизанская, V – р. Киевка, VI – р. Аввакумовка, VII – р. Зеркальная и озера Пресное, Известняк, Зеркальное.

В настоящее время в Приморье наблюдается заметное снижение уловов мохнаторукого краба, о чем косвенно свидетельствует освоение квоты в 15 т только наполовину в последние два года – 2005 и 2006 гг., тогда как в предыдущие годы она осваивалась полностью. При этом, к сожалению, достоверная статистика уловов мохнаторукого краба в период промысла отсутствует, что затрудняет более подробно охарактеризовать промысловую обстановку в настоящее время. На наш взгляд, снижение уловов краба, в первую очередь связано с динамикой численности. Кроме этого, имеется браконьерский промысел.

Численность. По данным мечения биомасса краба осенью 2005 г. в низовьях р. Раздольной оценена в 21 т, учитывая смертность краба в летний период на нерестилищах, экспертным путем биомасса краба весной 2005 г. оценена в размере 50 т. По данным неводных съемок средние оценки биомассы краба в эстуарии р. Раздольной в июле-октябре 2006 г. составляли 17-45 т. Если взять за отправную точку биомассу, учтенную в сентябре – 45 т, то на начало 2006 г. биомассу краба в эстуарии р. Раздольной можно оценить в размере примерно 100 т.

Допуская, что уловы краба пропорциональны его численности, и, что на долю крабов р. Раздольной приходится примерно 40 % общего запаса краба в Приморье, можно экспертным путем оценить запасы краба в основных промысловых районах (табл. 5).

Таблица 5

Экспертная оценка запасов краба в водоемах Приморья

Район	Доля запаса, %	Запас, т
Водоемы юго-западной части зал. Петра Великого (р. Тесная, озера Карасье, Лебяжье, Рязановское)	25	50
Р. Раздольная	40	100
Реки Уссурийского залива (Артемовка, Петровка, Шкотовка, Суходол)	10	30
Реки восточной части зал. Петра Великого (Партизанская, Литовка)	10	30
Водоемы северного Приморья (реки Киевка, Аввакумовка, Зеркальная, озера Пресное, Известняк, Зеркальное)	15	50
Итого	100	260

Общий запас при этом по экспертной оценке составляет около 260 т. Однако следует заметить, что общий запас оценивается в период, как указывалось выше, пониженной численности. Поэтому в периоды высокой численности запас мохнаторукого краба в водоемах Приморья, по-видимому, увеличивается в 2-3 раза.

Даются рекомендацию по рациональному использованию запасов японского мохнаторукого краба.

Выводы

1. В водах Приморья род *Eriocheir* представлен одним видом – японским мохнаторуким крабом *Eriocheir japonica*. Он населяет практически все реки, озера и некоторые водохранилища от р. Туманной на юге до р. Серебрянка на севере.

2. Японский мохнаторукий краб большую часть жизни обитает в реках, эстуарных зонах, протоках, лагунах и озерах, имеющих выход к морю. Во время нагула краб широко распространяется по речным системам, предпочитая среднее и нижнее течения в диапазоне глубин почти от уреза до 4.5 м. В морском побережье он встречается на глубинах менее 10 м на илисто-песчаных, песчаных или каменистых грунтах, включающих органические остатки.

3. Японский мохнаторукий краб эврифаг: его пищевой спектр состоит как из

растительной, так и животной пищи. Основные кормовые объекты - водоросли, древесные остатки и рыбы, второстепенные - ракообразные, моллюски, личинки насекомых, гидроиды и земноводные. Интенсивность питания снижается в период линьки и зимовки, повышается во время постлиночного периода и предзимовального нагула. С ростом в пище краба снижается доля растительной и увеличивается количество животной пищи. Суточный пищевой рацион в летне-осенний период находится в пределах 1.8-2.0 %.

4. В водоемах Приморья японский краб достигает 95 мм по ширине карапакса и массы 515 г. Отмечено увеличение среднего размера краба в ряду Уссурийский залив - Амурский залив – зал. Посъета. Соотношение полов близко к 1 : 1. Размерно-половая структура подвержена заметной пространственно-временной изменчивости в период нерестовых, нагульных и зимовальных миграций.

5. В водоемах Приморья мохнаторукий краб становится половозрелым при минимальном размере 40 мм. Половое созревание у самцов (60.0 мм) и самок (60.2 мм) наступает при одних и тех же или очень сходных средних размерах. В реках и озерах Приморья японский краб линяет в летне-осенний период (июнь-октябрь). Массовая линька проходит в августе. Линька половозрелости у большинства крабов, которые росли до этого времени в реке, проходит также в летне-осенний период.

Период развития яичников от половозрелой линьки (в августе) до полного созревания (в ноябре) составляет около 3 мес. В нерестовой миграции и, соответственно, в размножении, в основном, участвуют особи, которые перезимовали в реке, а также крабы, вернувшиеся обратно в реку после размножения в море, и особи, которые по физиологическим причинам пропустили нерест и обитали в реке.

6. По мере созревания яичников их цвет меняется от светло-желтого до бурого. Закономерное изменение цвета яичников у японского мохнаторукого краба по мере созревания в первую очередь зависит от интенсивности вителлогенеза и накопления запасных питательных веществ и пигментов в ооцитах.

7. Нерестовые миграции мохнаторукого краба в реках и озерах Приморья в связи с суровыми гидрологическими условиями сдвинуты по сравнению с более южными районами ареала на теплый период года - апрель - июль.

8. В водах Приморья самки мохнаторукого краба нерестятся несколько раз (до

четырёх) за сезон размножения, который длится около 5 мес (с конца апреля до начала сентября). Количество яиц в кладке зависит от размеров и массы самок, и варьирует от 5 до 676 тыс. яиц. Абсолютная плодовитость в среднем составляет 654 тыс. (529-884 тыс. яиц). Размер яиц не зависит от размера и массы самки, при этом он меняется в зависимости от стадии развития, составляя в среднем - 320 мкм (328-450 мкм).

9. Значительная часть крабов после размножения умирает, причем первыми погибают самцы. Смертность крабов, по-видимому, связана с завершением онтогенетического цикла и определяется генетически запрограммированной продолжительностью жизни. По типу жизненной стратегии японский мохнаторукий краб является выраженным r-стратегом.

10. Японский мохнаторукий краб в водах Приморья, вероятно, образует единую суперпопуляцию, подразделяющуюся на 5 относительно независимых группировок популяционного или субпопуляционного ранга. Каждая из группировок представляет собой самостоятельную единицу запаса, имеющую собственный промысловый потенциал. Вследствие этого ОДУ должен оцениваться для каждой из группировок, что обеспечит распределение промысловых нагрузок в соответствии с запасами и продуктивностью.

11. Лов мохнаторукого краба в Приморье проводится в два периода - весенний и осенний. Выделяется 7 основных промысловых районов. В настоящее время наблюдается заметное снижение уловов мохнаторукого краба, что связано с естественной динамикой численности. Общий запас мохнаторукого краба по экспертной оценке в водоемах Приморья составляет в настоящее время около 260 т. В годы высокой численности этого вида общий запас, по-видимому, может увеличиваться в 2-3 раза.

Список публикаций по теме диссертации

1. Семенькова Е.Г. Обзор исследований биологии китайского мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*) // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 122-137.
2. Олифиренко А.Б., Семенькова Е.Г., Пущина О.И. и др. Некоторые данные о сезонных миграциях японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в водах Приморья // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 137-147.

3. Семенькова Е.Г. Некоторые вопросы биологии японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus*, связанные с его размножением // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 143. С. 52-62.
4. Семенькова Е.Г., Шаповалов М.Е. Некоторые биологические характеристики японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в реках южного Приморья в осенний период // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 144. С. 82-90.
5. Семенькова Е.Г., Калинина М.В. Личинный процесс и половое созревание японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в водоемах Приморья // Вопр. рыб-ва. 2006. Т. 7, № 2 (26). С. 238-250.
6. Семенькова Е.Г., Колпаков Н.В., Барабанщиков Е.И. Питание и суточная ритмика активности японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в водах Приморья // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 56-66.
7. Семенькова Е.Г., Колпаков Н.В., Шаповалов М.Е. Распределение и численность японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в эстуарии р. Раздольная (южное Приморье) // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 165-182.

Семенькова Елена Геннадьевна

**БИОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА
ЯПОНСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА *ERIOSCHEIR JAPONICA*
В ВОДОЕМАХ ПРИМОРЬЯ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Подписано в печать 20.04.2007 г. Формат 60x90/16. 1 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №.4

Отпечатано в типографии издательского центра ФГУП «ТИНРО-Центр»

г. Владивосток, ул. Западная, 10