

УДК 639.18 (573.6)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МОХНАТОРУКИХ КРАБОВ РОДА *ERIOCHEIR* DE HAAN

М. Е. Шаповалов (Maksim.shapovalov@tinro-center.ru)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Тихоокеанский филиал («ТИНРО»)
Россия, г. Владивосток, 690091, пер. Шевченко, 4

Шаповалов М. Е. Сравнительный анализ особенностей жизненного цикла мохнаторуких крабов рода *Eriochair* De Haan // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2021. – Т. 17. – С. 77–96.

В работе проведена попытка на основе сравнительного анализа особенностей жизненного цикла мохнаторуких крабов, а также изучения данных о биотехнике товарного выращивания китайского мохнаторукого краба из китайских источников выявить узловые моменты для разработки биологических основ культивирования и промышленного выращивания японского мохнаторукого краба в Приморском крае.

Показано, что жизненный цикл японского мохнаторукого краба включает стадию зимовки, что не характерно для других видов этого рода, что может являться основой рентабельности аквакультуры этого вида, ориентированной на рынки Китая.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мохнаторукий краб, биология, жизненный цикл, биотехника.

Табл. – 5, ил. – 5, библиогр. – 36.

Shapovalov M. E. Comparative analysis of the characteristics of the life cycle of mitten crabs in the aspect of the development of biotechnology for commercial cultivation of Japanese mitten crab *Eriochair japonica* De Haan // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the “SakhNIRO”. – Yuzhno-Sakhalinsk : “SakhNIRO”, 2021. – Vol. 17. – P. 77–96.

In this work, an attempt is made to highlight the key points in the development of the biological foundations of the industrial cultivation of Japanese mitten crab in the Primorsky Territory on the basis of a comparative analysis of the characteristics of the life cycle of mitten crabs, as well as to study data on the biotechnology of commercial cultivation of Chinese mitten crab from Chinese sources.

It was shown that the life cycle of the Japanese mitten crab includes a wintering stage, which is not typical for other species of this genus, which may be the basis for the profitability of aquaculture of this species, oriented to the Chinese markets.

KEYWORDS: mitten crab, biology, life cycle, biotechnics.

Table – 5, fig. – 5, ref. – 36.

ВВЕДЕНИЕ

Мохнаторукие крабы в Юго-Восточной Азии широко распространены и являются деликатесом. Их широко культивируют совместно с рыбой на рисовых полях, в прудах, озерах а также в садках. Ежегодный вылов составляет более 10000 т (**Семенькова, 2003а**).

В России промышленный лов японского мохнаторукого краба начался в 2015 г., в силу чего имеется некоторый опыт эксплуатации его запасов. Он показывает, что при относительной простоте получения разрешений на вылов промысел его достаточно трудоемок, а получение экспортных документов часто вообще оказывается невозможным из-за некорректного поведения недобросовестных участников этого рынка.

На этом фоне у ориентированных на промышленный лов компаний все больший интерес вызывает перспектива товарного выращивания японского мохнаторукого краба в районах его распространения.

Объективными предпосылками интереса к данному виду крабов являются с одной стороны, его высокая цена на рынках Китая, а с другой – особенности его биологии. Так, молодь мохнаторукого краба, в больших количествах поднимающаяся на зимовку в реки может быть легко обловлена и помещена для дорастивания в подходящие водоемы. А в случае создания полносистемного (полноциклового) разведения короткий морской период получения личинок не требует капитальных затрат на создание инкубационного цеха для получения собственного посадочного материала. Дальнейшее выращивание происходит в пресной воде без необходимости применения дополнительных усилий по корректировке параметров среды, т.е. в естественных климатических условиях. Их рацион составляют в основном водные растения и различные обитатели естественных водоемов, а также отходы переработки рыбы и других животных, кормовая мука.

При этом на внутреннем рынке нашей страны живой мохнаторукий краб стоит от 60 до 160 руб./кг (**Колпаков, Семенькова, 2012**). А при поставке на рынки Китая (по сообщению рыбаков) можно рассчитывать на цену до 10 долларов США за 1 кг живого краба и выше.

Однако на сегодняшний день технология его культивирования в России не разработана. Имеющаяся в нашем распоряжении литература по выращиванию мохнаторукого краба в КНР посвящена культивированию китайского мохнаторукого краба, жизненный цикл которого имеет определенные отличия от обитающего у нас, на юге Дальнего Востока Российской Федерации японского мохнаторукого краба.

Ранее на базе научной станции марикультуры на о. Попова специалисты ТИПРО занимались получением личинок данного краба (**Соколов, 2008; Федосев и др., 2001**). Однако они не были ориентированы на получение биотехнологии выращивания посадочного материала.

Целью работы является попытка на основе сравнительного анализа особенностей жизненного цикла мохнаторуких крабов, а также изучения биотехники товарного выращивания китайского мохнаторукого краба выявить узловые моменты для разработки биологических основ культивирования и промышленного выращивания японского мохнаторукого краба в Приморском крае.

Одной из задач данного обзора является ознакомление с труднодоступной для российского читателя и незаслуженно обойденной вниманием российской наукой и промышленностью литературой по вопросам аквакультуры Китая, лидирующие позиции которой в мире несомненны.

ИСТОРИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОХНАТОРУКОГО КРАБА В КИТАЕ

На территории, где в настоящее время находится Китайская Народная Республика, на протяжении очень длительного времени (около 6 000 лет) употребляют в пищу китайского мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*). Археологи обнаружили огромный панцирь китайского мохнаторукого краба во время раскопок древних культур Сунцзэ и Лянчжу. Данный факт свидетельствует о том, что люди с древних времен употребляли в пищу его мясо.

Начиная с 90-х гг. прошлого столетия культивирование этого вида краба в Китае начало развиваться быстрыми темпами. В 1993 г. общий объем выращивания китайского мохнаторукого краба в КНР составил 17,5 тыс. т, а в 2009 г. данный показатель достиг 480 тыс. т. Культивирование этого вида ракообразных на сегодняшний день представляет собой огромную индустрию. Благодаря развитию данной отрасли сельские районы смогли избавиться от бедности и достичь некоторого уровня процветания с экономической точки зрения (в особенности это относится к наиболее бедным районам) (<http://konf-apobr.ru/index.php/sektion1/85-krab.html>. Ссылка акт. до 10.02.2021 г.).

Однако объемы выращивания, по-видимому, не удовлетворяют спрос на продукцию из него для внутреннего рынка. В связи с этим существует постоянный устойчивый спрос на живого мохнаторукого краба из водных объектов России.

СИСТЕМАТИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Мохнаторукие крабы относятся к отряду Десятиногие ракообразные – Decapoda, подотряду Короткохвостые ракообразные – Brachyura, надсемейству Прибрежные крабы – Gapsioidea Macleay, 1838, семейству Varunidae H. Milne-Edwards, 1853. Род *Eriocheir* описан в 1835 г. (Наан, 1996; Колпаков, Семенькова, 2012).

К настоящему времени к роду *Eriocheir* относят 4 вида: китайский мохнаторукий краб *E. sinensis*, японский мохнаторукий краб *E. japonica*, южный китайский (узколобый) мохнаторукий краб *E. hepuensis*, а также краб с островов Огасавара – *E. ogasawaraensis* (Наан, 1996; Колпаков, Семенькова, 2012).

Китайский мохнаторукий краб распространен в водных объектах Китая особенно широко – от центральной части Китая до западной части Корейского полуострова (нативный ареал), кроме того, отмечены новые ареалы его обитания в Европе и Северной Америке (ареал вселения). Японский мохнаторукий краб обитает в Японии, на Корейском полуострове, в Приморье, а в Китае в основном встречается в провинции Фуцзянь, Гуандун и на Тайване. Основной ареал узколобого мохнаторукого краба находится на юге КНР (Семенькова, 2003а).

Японский мохнаторукий краб обитает в эстуарных системах от Восточно-Китайского до Охотского морей (Виноградов, 1950; Лабай, 1999). В Приморье, по

нашим данным, он встречается от юга Хасанского до южной части Тернейского района (от р. Туманной на юге до р. Серебрянка на севере) (**Барабанщиков, 2002; Колпаков, Семенькова, 2012**).

Наиболее многочислен краб в эстуарно-прибрежных системах зал. Петра Великого и на западной стороне российской части Японского моря до р. Кивка. Севернее его количество значительно ниже. Низкая численность и отсутствие *E. japonica* на севере Приморья связаны с холодным термическим режимом рек и прилегающих частей моря, очень короткими внутренними эстуариями большинства водотоков, что отрицательно сказывается на возможности его стабильного естественного воспроизводства в данных водных объектах (**Линь и др., 1999**).

БИОЛОГИЯ ЯПОНСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА

В связи с тем, что основные сведения по культивированию мохнаторуких крабов относятся к китайскому мохнаторукому крабу, для понимания отличий в биотехнике разведения японского мохнаторукого краба следует провести сравнительный анализ основных этапов биологии и размножения этих двух видов.

Распределение

Основная масса японского мохнаторукого краба в течение всего года держится в средней и нижней части внутренней эстуарной зоны реки. Однако известно, что в крупных реках мохнаторукие крабы могут подниматься на значительное расстояние вверх по течению. При этом численность краба от устья к верховьям уменьшается. На дне в местах обитания чаще всего отмечается слой ила различной толщины, имеются каменистые выходы, на которых образуются устричные банки, часто в нижней части эстуария встречаются скопления водорослей, песок. Аналогичные закономерности отмечаются и для китайского мохнаторукого краба (**Колпаков, Семенькова, 2012**).

В качестве убежищ взрослые крабы используют любые естественные укрытия. При этом японский мохнаторукий краб не роет нор, в отличие от китайского, что немаловажно при выращивании его в искусственных водоемах, где есть дамбы. Молодь также использует естественные укрытия – устричные банки, заросли водорослей и другие подходящие убежища.

Возраст

Максимальный возраст японского мохнаторукого краба, по данным различных литературных источников, может составлять от 6 до 10 лет (**Барабанщиков, 2002**). Продолжительность жизни связана как с периодами диапаузы зимой, так и продолжительными миграциями в крупных реках. Следует также учитывать, что после периода размножения японский мохнаторукий краб погибает, как и все другие моноциклические виды животных.

В Китае жизненный цикл китайского мохнаторукого краба до его полового созревания длится около 24 месяцев (**Ху, Ли, 1996**). В искусственных условиях крабы могут достигать половозрелости в первую осень или зиму при условии, что летом личинки на стадии мегалопы или молодь находились в теплых водах. Эти крабы известны как «скороспелые» (precocious) или рано-

созревающие. Продолжительность жизни раносозревающих самок длится 12 месяцев «скороспелых» самцов – 10 месяцев. В холодной горной провинции Китая Хицзян крабы живут около четырех лет (**Jin et al., 2002**), в Европе – 3–5 лет (**Panning, 1939**), а в Северной Америке (Калифорния) – 2–3 года (**Veldhuizen, Stanish, 1999**).

Продолжительность жизни китайского мохнаторукого краба тесно связана с возрастом наступления половой зрелости, что проявляется по двум направлениям.

В условиях скученности воспроизводство крабов замедляется и в таком случае даже несмотря на то, что осеннее поколение доживает до следующей осени, т. е. возраста, при котором обычно происходит размножение, половые железы особей не развиты, а по цвету панциря они не превращаются в «зеленого краба» и не могут мигрировать в морскую воду для оставления потомства. Возраст таких особей может достигать 3–4 лет.

Среди размножающегося крабов встречаются особи, которые под влиянием повышенной температуры, высокого содержания белка в питании, определенной солености и других факторов созревают раньше, но и проявляют тенденцию к ранней смерти, такие особи обычно не доживают до 1 года.

По данным Кобаяси (**Kobayashi, 1998**), в водах Японии отмечается два пика оседания личинок на стадии мегалоп японского мохнаторукого краба: в мае–июне и октябре–декабре. У крабов, осевших в начале лета, за год ширина карапакса увеличивается до 12–16 мм, к двум годам – до 24–28 мм. Крабы, осевшие осенью, вырастают до 6–10 и 16–20 мм соответственно. Основываясь на данных анализа размерного состава, предполагается, что требуется еще 1–2 года для достижения половой зрелости. В целом, по разным данным в водах Японии продолжительность жизни краба достигает 4–5 лет (Сатоси Кобаяси Satoshi Kobayashi, личное сообщение, 31.08.2006 – цит. по: **Колпаков, Семенькова, 2012**, стр. 106).

С учетом изложенных данных продолжительность жизни японского мохнаторукого краба в водах Приморья составляет, по меньшей мере, 3–5 лет и может достигать не более 7 лет (**Колпаков, Семенькова, 2012**).

Питание

Питается японский мохнаторукий краб разнообразной пищей, как животного, так и растительного происхождения. С одной стороны, он выполняет санитарную функцию, потребляя полуразложившиеся останки, а с другой – наносит вред рыбному хозяйству, уничтожая икру фитофильных рыб и поедая попавшую в рыболовные снасти рыбу. Двойственность такого характера питания краба играет положительную роль для экосистемы при его низкой численности, а при высокой – отрицательную. Молодь потребляет большей частью полуразложившиеся водоросли. Японский мохнаторукий краб отбирает пищу у более слабых особей, а также уничтожает линяющих речных раков.

Китайский мохнаторукий краб в Китае в основном питается водной растительностью и детритом, а также креветками, рыбой, водными насекомыми, олигохетами и брюхоногими моллюсками. Различий в питании самцов и самок не выявлено. В водах Европы и Северной Америки китайский мохнаторукий краб также всеяден (**Колпаков, Семенькова, 2012**).

Интенсивность питания японского мохнаторукого краба подвержена значительной сезонной изменчивости. Минимальная активность питания приурочена к периодам линьки (июль–август) и зимовки (декабрь–март), максимальная – к периоду постличиночного и предзимовального (сентябрь–октябрь) нагула.

Жизненный цикл

Зимовка. Зимует японский мохнаторукий краб в Приморье в нижней и средней части эстуарной зоны. Они скапливаются на зимовальных ямах, где ведут малоподвижный образ жизни. Температуры воды в зимний период наиболее низки и колеблются около 0 °С. Весной после таяния и схода льда происходит постепенное увеличение температуры воды и к середине мая данный показатель составляет в различных реках от 7 до 10 °С и выше (**Барабанщиков, 2002**). Таким образом, в его жизненном цикле имеется продолжительная диапауза, связанная с периодом зимовки.

Для китайского мохнаторукого краба подобная диапауза, по-видимому, не характерна в связи с тем, что в основной части его ареала температура воды не опускается ниже 8–10 °С.

Спаривание. Весной, после схода льда в реках Приморья начинаются перемещения взрослой части популяции японского мохнаторукого краба для размножения на участки, где соленость воды составляет не менее 10‰. Молодь и не участвующие по каким-либо причинам в процессе спаривания половозрелые особи постепенно распределяются в основном по внутренней эстуарной зоне. Все перемещения крабов по различным частям эстуария целиком зависят от значений солености воды. Доля особей, встречающихся в чисто пресной или чисто морской воде, обычно не превышает 10% от общего количества. Спаривание у крабов в Приморье происходит в апреле–мае и начинается при температуре воды около 7 °С (**Барабанщиков, 2002**).

Предкопулятивное поведение, как пишет Кобаяси (**Kobayashi, 1999a**), отсутствует. Продолжительность совокупления зависит от температуры воды, размеров спаривающихся особей и, предположительно, от количества спермы.

Закончив копуляцию, самец удерживает самку (так называемая «посткопулятивная охрана» (postcopulatory guarding)) несколько часов и затем самки откладывают яйца на плеоподы в тот же день. Некоторые самки отклоняют самцов нескольких дней или недель, только потому, что их яичники еще не достаточно созрели. После того, как гонады созрели и готовы к оплодотворению, самки спариваются с самцами и откладывают яйца уже через несколько часов (**Колпаков, Семенова, 2012**).

Один самец японского мохнаторукого краба способен оплодотворить за короткое время несколько самок, а самки после одного спаривания откладывают яйца несколько раз в течение сезона размножения (**Kobayashi, 1998; Kobayashi, 1999a; Kobayashi, 2001; Федосеев и др., 2001**).

В естественных условиях период спаривания китайского мохнаторукого краба с ноября по март, при температуре воды 8–14 °С. По данным (**Veldhuizen, Stanish, 1999**) с конца лета до начала осени мохнаторукие крабы претерпевают линьку половозрелости, и мигрируют вниз по течению со скоростью 8–12 км в день к морской воде для воспроизводства. Гонады развиваются в процессе миграции. Спаривание и оплодотворение происходят в течение конца осе-

ни всю зиму. Яйценосные самки присутствуют зимой всю весну в Европе и были собраны на глубинах 10–15 м внутри эстуария Эльбы в Северном море (Anger, 1991). В Корее, яйценосных самок собирали в конце мая ниже эстуария и мутных литоральных отмелей (Kim, Hwang, 1995). В эстуарии Сан-Франциско яйценосных самок собирали в ноябре и весь май главным образом в заливе Южном, Сан-Пабло и Суисан (Колпаков, Семенькова, 2012).

Соотношение полов

Общее соотношение полов у японского мохнаторукого краба при условии нормального состояния популяции в благоприятных условиях близко к равному (1:1), однако половой состав подвержен заметной пространственно-временной изменчивости в период нерестовых, нагульных и зимовальных миграций (Барабанщиков, 2002; Колпаков, Семенькова, 2012).

Нерест и плодовитость

Половое созревание самцов и самок японского мохнаторукого краба наступает при одних и тех же или очень сходных размерах. Самые мелкие зрелые самки в реках Приморья имели ширину карапакса (CW) 40–42 мм, самцы – 41–43 мм (Колпаков, Семенькова, 2012). Яйценосные самки встречаются в различных водных объектах Приморья начиная со второй половины апреля до конца сентября, однако наибольшее их количество отмечалось в июне – первой половине июля, и уже к августу они практически не встречались. Температура воды в начале периода откладки яиц составляла 7–10 °С, максимума – 15–25 °С, а в конце – около 15 °С. Соленость воды в местах, где самки вынашивают яйца, колеблется в пределах 10–35 ‰ как в течение всего сезона, так и в течение суток (Барабанщиков, 2002).

За сезон размножения крабы способны несколько раз откладывать яйца (по разным данным от 2–3 до 6–9) (Колпаков, Семенькова, 2012). Размерный состав яйценосных особей данного пола сильно варьирует. Как правило, они начинают откладывать яйца на третий год при ширине карапакса около 40 мм. Однако часть их созревает к началу следующего цикла размножения в возрасте неполного года, либо 1+. Плодовитость японского мохнаторукого краба в водных объектах Приморского края колеблется от 3–5 до 800 тыс. яиц, но чаще всего – 200–500 тыс. Учитывая, что самки в течение сезона размножения могут откладывать по две-три порции яиц, максимальная индивидуальная плодовитость может достигать 1,5–2,0 млн. шт. При этом плодовитость японского мохнаторукого краба возрастает с увеличением ширины карапакса и уменьшается от нереста к нересту.

Так, по данным (Kobayashi, 2001), плодовитость составляет 230 тыс. яиц при ширине карапакса (CW) 40 мм, 390 тыс. яиц при CW 50 мм, 650 тыс. яиц при 60 мм и 980 тыс. яиц при 70 мм CW. Количество яиц в первой кладке изменялось от 120 тыс. (CW 40 мм), до 600 тыс. (CW 70 мм), во второй кладке – от 80 до 300 тыс., в третьей – от 20 до 80 тыс. яиц (цит. по: Колпаков, Семенькова, 2012, стр. 95).

После нереста часть крабов погибает, о чем говорят случаи нахождения групп погибших крабов, однако отмечается довольно интенсивная предзимовальная миграция крупных половозрелых особей, продолжающаяся с до конца октября – начало ноября (Колпаков, Семенькова, 2012).

По данным зарубежных источников, нерест китайского мохнаторукого краба проходит ниже эстуариев, где средняя соленость – 20‰ (<http://konf-apobr.ru/index.php/sektion1/85-krab.html>). Другие (Ingle, 1986; Vincent, 1996) сообщают, что для правильного развития яиц требуется соленость выше 25‰. Самки производят от 250,000 до 1 миллиона яиц и носят яйца до вылупления (Panning, 1939; Cohen, Carlton, 1997). Оба пола умирают через нескольких месяцев после репродукции. Panning (Panning, 1939) сообщил, что небольшая часть нерестующей популяции мигрирует назад вверх по течению после спаривания и неясно живут ли эти крабы в течение нескольких месяцев или до следующего нерестового сезона (Veldhuizen, 1999).

Развитие

Развитие мохнаторуких крабов включает пелагический этап, в течение которого личинка проходит 5 стадий зоэа и 1 стадию мегалопы (Колпаков, Семенькова, 2012).

По наблюдениям в Японии и Китае выклюнувшиеся в эстуарии при солености воды около 20‰ (10–25‰) личинки японского и китайского мохнаторуких крабов поднимаются в приповерхностные и поверхностные слои воды, где и развиваются последние стадии зоэа, распространяясь с помощью поверхностных течений на смежные акватории. По прошествии от двух недель до трех месяцев от появления в планктоне личинки, готовясь к оседанию, опускаются в придонные слои и скапливаются вблизи устьев рек. Осев на дно после метаморфоза личинок на стадии мегалопы они превращаются в мальков, которые могут оставаться в эстуарной части реки какое-то время, либо сразу мигрировать вверх по течению в реки (Колпаков, Семенькова, 2012).

Личинки японского мохнаторукого краба появляются в водных объектах, расположенных в бассейне зал. Петра Великого начиная с середины июня до конца августа. В водах Приморья при температуре 20–22 °С личиночное развитие японского мохнаторукого краба от вылупления из яйцевых оболочек до линьки на стадии мегалопы длится около 23 суток, длительность каждой стадии зоэа составляет 4–5 суток. Размеры карапакса зоэа увеличиваются от 0,55±0,30 мм у зоэа I до 1,51±0,14 мм у зоэа V (Корниенко, Корн, 2005). По данным многолетних планктонных съемок в эстуарных системах Приморья размеры личинок японского мохнаторукого краба изменяются в близких пределах: от 0,6 до 1,7 мм (Барабанчиков, 2012). В аквариальных опытах при температуре 25 °С продолжительность личиночного развития этого вида от вылупления из яйцевых оболочек до линьки до стадии мегалопы составила 17 суток, а размеры карапакса зоэа изменяются от 0,50±0,02 мм у зоэа I до 1,31±0,05 мм у зоэа V (Kim, Hwang, 1995). При температуре 21–23 °С продолжительность личиночного развития составила 20 суток, размеры личинок изменялись от 0,34 мм у зоэа I до 1,4 мм у зоэа V (Lai et al., 1986). Продолжительность развития личинок в Амурском заливе при температуре 14–23 °С и солености 24–32 ‰ в поверхностном слое в 2006 г. составила 28–30 дней, а в 2007 г. – около двух месяцев. Массовое оседание личинок происходит в июле–сентябре (Колпаков, Семенькова, 2012).

В искусственных условиях (Борисов и др., 2017) исследованы различные этапы онтогенеза японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica*. Первые случаи спаривания отмечены при температуре воды 7–8 °С, а откладка яиц при

10 °С. Продолжительность эмбрионального развития составила около 42 суток (565–580 градусо-дней), личиночного развития при температуре 20 °С от 19 до 21 суток (380–420 градусо-дней), на стадии мегалопы – 9–14 суток (180–280 градусо-дней). Внешний вид японского мохнаторукого краба на основных стадиях онтогенеза представлен на **рисунке 1**.

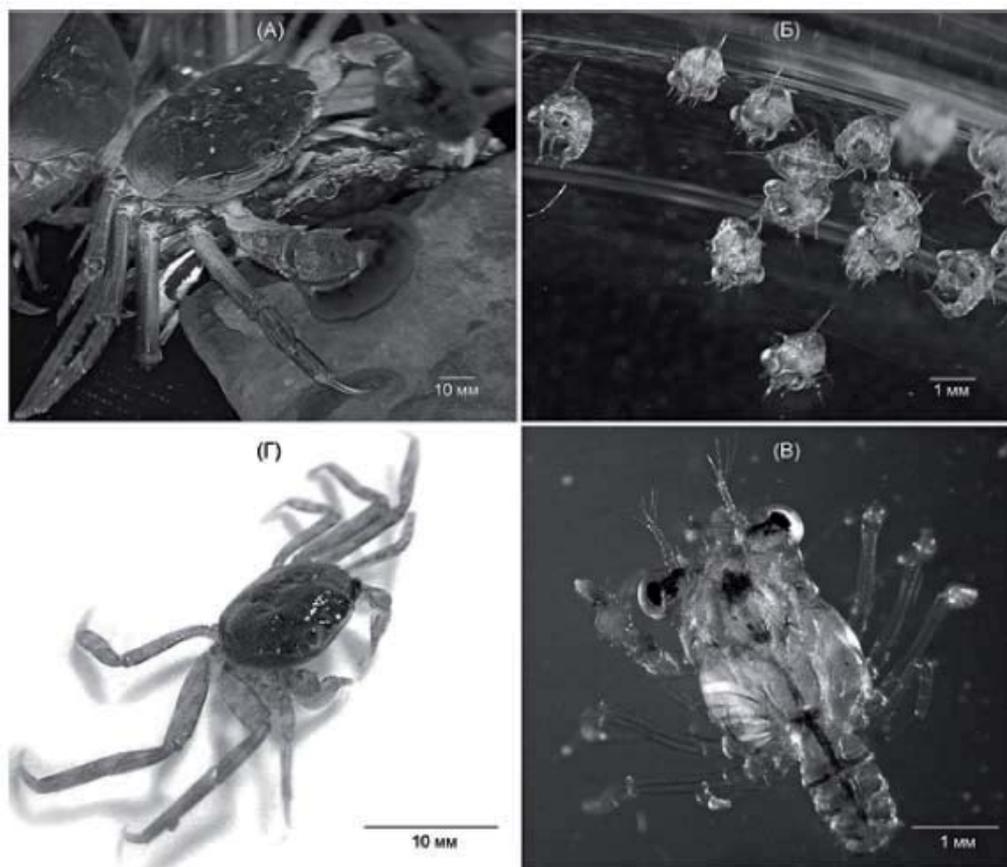


Рис. 1. Фотографии японского мохнаторукого краба на основных стадиях онтогенеза (из: Корниенко, Корн, 2005)

Fig. 1. Photos of the Japanese mitten crab at the main stages of ontogenesis (from: Kornienko et Korn, 2005)

Линька

Известно, что ракообразные растут в период линек. Во время линьки происходит смена старого карапакса на новый, увеличение массы тела, изменение его формы, обновление всех внутренних органов, содержащих хитин, и регенерация оторванных конечностей. Процесс линьки протекает в короткий промежуток времени, по сравнению с периодом между двумя последовательными линьками, что создает эффект дискретности роста ракообразных.

Самые мелкие крабы имеют ширину карапакса около 2 мм. При достижении минимального размера 3,6 мм они начинают мигрировать вверх по течению реки.

Продолжительность межлиночного периода у ракообразных меняется по мере их роста. Максимальное количество линек приходится на начальный этап развития и роста малька, а при старении линька протекает один раз в год. Данные о количестве линек и линочном приросте у японского мохнаторукого краба отсутствуют. Однако такие сведения имеются по китайскому мохнаторукому крабу.

Согласно исследованиям Паннинга (Panning, 1939) краб линяет шесть-восемь раз в течение первого года, четыре-пять раз – в течение второго года и два-три раза – в течение третьего года жизни. По результатам других авторов до достижения половой зрелости у самок этого краба должно пройти 11 пост-личиночных линек (Zhang et al., 2001). Линочный прирост у *E. sinensis* составляет от 13,3 до 26,2% и уменьшается с размером (Kamps, 1937).

Согласно данным по биотехнике выращивания (Сюй Буджин, 1996) в процессе роста молоди от малька до взрослого китайского мохнаторукого краба проходит около 15 линек (рис. 2).

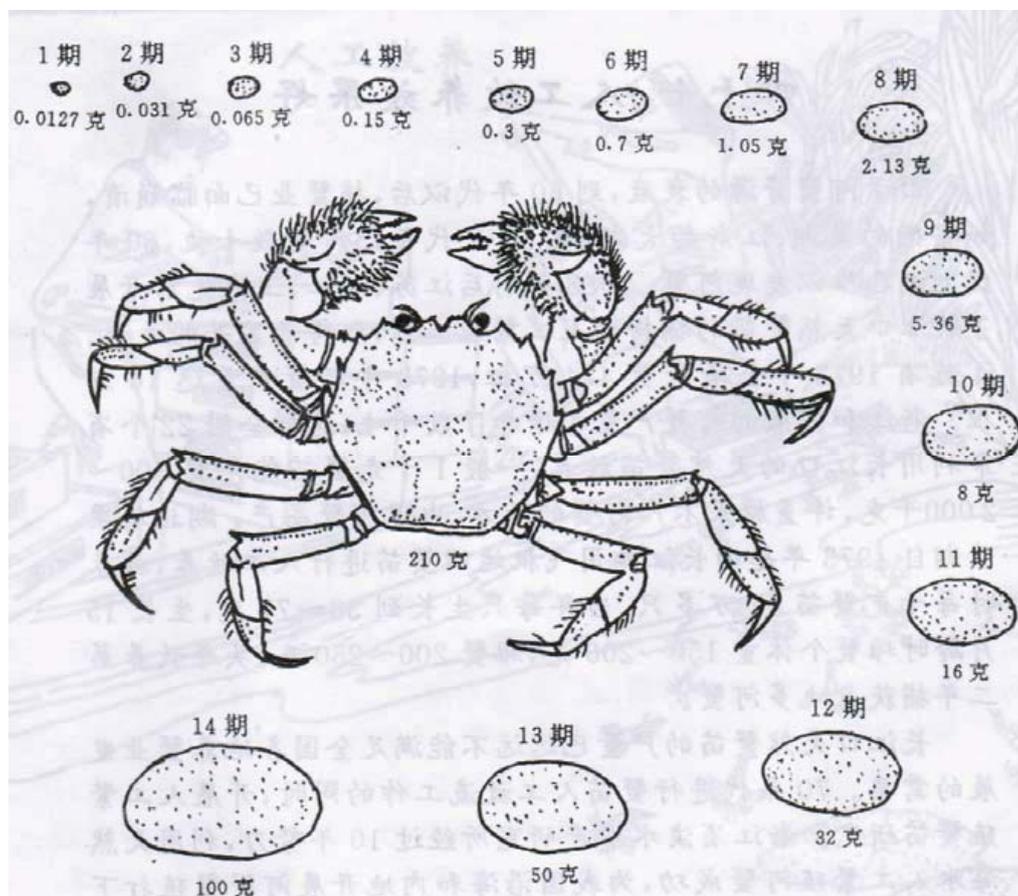


Рис. 2. Стадии развития молоди китайского мохнаторукого краба (по: Сюй Буджин, 1996)

Fig. 2. Stages of development of juvenile Chinese mitten crab (according to Xu, 1996)

Размерные характеристики молоди китайского мохнаторукого краба на разных стадиях развития представлены в **таблице 1**.

Таблица 1

**Ширина карапакса и масса молоди китайского мохнаторукого краба
(Сюй Буджин, 1996)**

Table 1

Shell width and weight of juvenile Chinese mitten crab (Xu Bujin, 1996)

Стадия	Ширина карапакса средняя, мм	Средняя масса, г	Количество в 1 кг, шт.	Стадия	Ширина карапакса средняя, мм	Масса, г	Количество в 1 кг, шт.
1	6	0,0127	78 740	8	20	2,13	469
2	8	0,031	32 258	9	24	5,36	187
3	10	0,065	15 384	10	28	8	125
4	12	0,15	6 666	11	32	16	63
5	14	0,3	3 333	12	40	32	31
6	16	0,7	1 428	13	46	50	20
7	18	1,05	952	14	60	100	10

Для многих короткохвостых крабов отмечено, что снижение количества или качества пищи может удлинять межлиночный период и сокращать линочный прирост, а значительное повышение температуры воды укорачивает межлиночный период. Отмечается также, что в период низких температур линочные процессы приостанавливаются (**Колпаков, Семенькова, 2012**).

В результате наших исследований было установлено, что в реках и озерах Приморья японский краб линяет в летне-осенний период (июнь–октябрь). Полученные данные позволили охватить практически весь линочный процесс этого краба. Массовая линька в водных объектах Приморья происходит в августе, однако, в южных и северных районах ее сроки несколько различаются. В северном Приморье линька мохнаторукого краба проходит несколько раньше. Так, в р. Тумановке (северное Приморье) массовая линька краба наблюдается в первой половине августа, а в реках Раздольной, Артемовке и Кневичанке (южное Приморье) – во второй половине этого месяца. Такие различия, на наш взгляд, вызваны адаптацией крабов к более суровым климатическим условиям в северном Приморье, в водных объектах которого линочные процессы более сжаты во времени, протекая в укороченные сроки в период благоприятных температур в водоеме (например, температура воды в р. Тумановка составляла 18 °С в середине августа, тогда как в реках Раздольная, Артемовка и Кневичанка – 20–24 °С – в начале сентября). Следует отметить, что линька краба приходится на самое теплое время года, когда температура воды в реках и озерах достигает максимальных значений, являясь, по-видимому, главным стимулятором этого процесса (**Колпаков, Семенькова, 2012**).

По данным разных авторов, линяющие особи мохнаторукого краба в реках Приморья встречаются с третьей декады июня по август (**Дулькейт, 1937; Барабанщиков, 2002**). Некоторые различия сроков линьки, указываемых этими авторами, с нашими данными, скорее всего, можно объяснить межгодовыми гидрологическими различиями в водных объектах.

У японского мохнаторукого краба, как и у других представителей настоящих крабов, последняя линька носит название «половозрелой» (puberty

moult), так как после нее крабы становятся взрослыми особями, способными к размножению. После половозрелой линьки у самок наблюдается радикальное увеличение ширины абдомена, означающие переход от ювенильной стадии к взрослой. Крабы, достигнув половозрелости, перестают линять, и поэтому их рост прекращается. После половозрелой линьки у японского краба происходит созревание гонад, в результате чего их объем значительно увеличивается (Колпаков, Семенькова, 2012).

В китайской литературе приводятся общепринятые в Китае названия различных стадий жизненного цикла китайского мохнаторукого краба в зависимости от внешнего вида (Линь и др., 1999).

После превращения зоза в молодь (мегалопу) I стадии его брюшная часть больше не увеличивается в длину, а загибается под головогрудь. Способ передвижения остается двойным – и плавание и ползание, однако в основном это ползание. В процессе подрастания до молодой особи и затем до зрелой особи кроме увеличения размеров происходят следующие изменения (табл. 2).

Таблица 2

Периоды жизненного цикла китайского мохнаторукого краба и их общепринятые названия в процессе производства (по [9])

Table 2

The periods of the life cycle of the Chinese mitten crab and their common names in the production process (according to [9])

Название жизненного цикла	Личиночная форма	Зоза	Молодая особь (неполовозрелая)	Производители (половозрелые)
Аналогичное название	Личинка	Малек	Молодь (I~V стадий) «Бобы» («Медяки»), «Желтый краб»	«Зеленый краб»

В процессе линьки зоза превращается в молодь I стадии, при этом длина карапакса все еще больше ширины. Затем при каждой линьке увеличение ширины карапакса происходит быстрее, чем длины, а превышение ширины карапакса над длиной начинается у особей примерно 1 см диаметром.

Головогрудь молодежи вытянута к передней кромке, а первоначальная вогнутость по центру затем становится глубже, при этом по обоим краям также образуются вогнутости, и таким образом три вогнутости формируют четыре лобных зубца.

Панцирь головогруды молодежи довольно ровный, в последующем у молодой особи на панцире появляются ямки и бугорки, цвет от бесцветного становится темнее.

Брюшная часть у молодежи сначала вся имеет узкую, длинную треугольную форму. По внешним признакам очень трудно различить самку или самца, затем после каждой линьки у самок брюшная часть постепенно становится шире и округлей, а у молодых самцов остается треугольной формы.

На внутренней и внешней поверхности клешней молодежи почти нет волосков, по мере роста у молодых особей шириной карапакса 1 см с внешней стороны появляются волоски. Затем у самцов шириной карапакса около 2 см и у самок шириной карапакса около 3 см появляются волоски и с внутренней стороны.

У молодых особей шириной карапакса 4–5 см цвет панциря становится желтоватым, волоски на ногах довольно густые, у самок брюшная часть все еще не вытянута полностью и не закрывает всю нижнюю часть. Китайские рыбаки называют таких молодых особей «желтым крабом». Когда «желтый краб» спускается к морю для размножения, то его панцирь становится темно-зеленого цвета, волоски на ногах длинные и густые, на клешнях вырастает толстый слой волосков, у самок брюшная часть вытягивается и закрывает всю нижнюю часть головогруды.

Рост гонад

В работах, посвященных исследованию размножения *E. japonica* и близкородственного ему *E. sinensis*, отмечается изменение цвета яичников по мере созревания, что связано с характерной чертой ракообразных накапливать каротиноиды в гонадах и яйцах в форме хромопротеинов (Колпаков, Семенькова, 2012). Их цвет при этом меняется от светло-желтого до бурого в определенной последовательности.

На основании гистологических исследований была разработана таблица цветовых характеристик гонад японского мохнаторукого краба в соответствии со стадиями зрелости гонад (табл. 3).

Таблица 3

Цветовые характеристики яичников японского мохнаторукого краба (по: Колпаков, Семенькова, 2012)

Table 3

Color characteristics of the ovaries of the Japanese mitten crab (according to Kolpakov, Semenkova, 2012)

Стадия зрелости гонад	Название цвета
1	Светло-желтый
2	Желтый
3	Бежевый
3–4	Светло-фиолетовый
3–4	Светло-коричневый
4–5	Коричневый (шоколадный)
4–5	Темно-фиолетовый
5	Темно-коричневый (бурый)

В гонадах на начальных стадиях развития (первой–третьей стадиях зрелости) в основном наблюдаются процессы цитоплазматического роста ооцитов (превителлогенеза) и начала трофоплазматического роста (вителлогенеза) ооцитов. На четвертой стадии зрелости происходит вторичный вителлогенез. На пятой (преднерестовой) стадии гонады самок в основном заполнены зрелыми ооцитами.

Исследования динамики созревания гонад в водных объектах Приморья показали (табл. 4, рис. 3), что начиная с третьей декады августа и до третьей декады мая в реках Приморского края у мохнаторукого краба наблюдаются процессы роста и созревания гонад. В конце августа – сентябре в большинстве рек и озер южного Приморья массовая линька мохнаторукого краба уже заканчивается.

Таблица 4

Стадии зрелости яичника и GI особей японского мохнаторукого краба в различных водоемах Приморья в 2002–2005 гг. (Семенькова, Калинина, 2006)

Table 4

Stages of maturity of the ovary and gastrointestinal tract of individuals of the Japanese mitten crab in various reservoirs of Primorye in 2002–2005. (Semenkova, Kalinina, 2006)

Водный объект	Дата	Стадии зрелости яичника, %						GI, %			
		1	2	3	4	5	6	самки	n	самцы	n
р. Раздольная	20.10.2002	–	–	–	20	80	–	5,8±0,2 1,4–6,0	58	*	*
	22.11.2004	–	–	–	–	100	–	7,8±0,2 5,2–11,5	51	2,6±0,2 2,3–3,1	30
	25.08.2005	5	18	36	41	–	–	1,3±0,1 0,6–2,8	23	0,8±0,1 0,4–1,6	23
	01–03.09.2005	2	26	29	–	43	–	2,4±0,1 0,3–3,0	52	1,3±0,1 0,4–2,1	47
р. Артемовка	09–16.09.2003	3	3	4	68	22	–	*	*	*	*
	16.10.2004	–	–	–	–	100	–	5,5±0,1 1,6–8,4	105	2,2±0,1 0,6–5,3	103
р. Кневичанка	16–18.09.2003	2	5	3	19	71	–	*	*	*	*
р. Петровка	19.11.2004	–	–	–	–	100	–	6,3±0,4 4,9–8,3	45	1,8±0,1 1,4–2,4	13
оз. Карасье	06–14.05.2006	–	–	3	20	77	–	8,5±0,4 0,3–11,5	34	*	*
	19–28.05.2005	–	–	–	–	100	–	9,6±0,2 4,7–14,2	46	3,7±0,1 1,7–4,4	48
р. Тумановка	18.08.2005	3	37	25	30	5	–	1,9±0,1 0,4–2,5	67	0,7±0,2 0,3–1,7	41

* Нет данных.

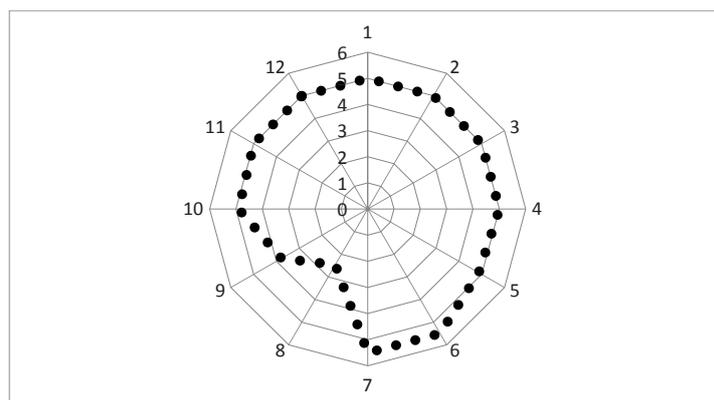


Рис. 3. Половой цикл яичников японского мохнаторукого краба в реках Приморья (по: Колпаков, Семенькова, 2012)

Fig. 3. The sexual cycle of the ovaries of the Japanese mitten crab in the rivers of Primorye (according to: Kolpakov, Semen'kova, 2012)

По мере роста и созревания гонад их объем существенно увеличивается, причем у самок в более значительной степени, чем у самцов. У самок средние значения гонадного индекса (ГИ) в период, когда половые железы в основном находятся на начальных стадиях зрелости, варьируются от 1,3 до 2,4% (вторая декада августа – первая декада сентября) (**Семенькова, Калинина, 2006**).

Начиная со второй декады октября и до третьей декады ноября гонады у всех самок находятся на пятой стадии зрелости (**см. рис. 3**).

Весной – к третьей декаде мая, все самки имеют преднерестовые гонады (межлиночная фаза). В дальнейшем, по мере созревания гонад у большей части особей средние значения ГИ у самок возрастают до 5,5–9,6%, достигая максимальных значений к третьей декаде мая. При этом у самцов средние значения ГИ в августе–сентябре варьируются от 0,7 до 1,3%, а в октябре–мае – от 1,8 до 3,7% (**см. табл. 4**).

Таким образом, визуальные наблюдения изменчивости морфологии абдомена у самок, гистологические исследования гонад, увеличения значений ГИ, а также данные по мечению крабов показывают, что 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 трех месяцев. При этом в ноябре нерест не наблюдали, а крабы уходили на зимовку со зрелыми гонадами. У мохнаторукого краба, обитающего в реках Японии, созревание гонад у большей части особей происходит примерно в этот же период времени (с августа по декабрь) за три-четыре месяца. Однако у побережья Японских островов в декабре температура прибрежных вод составляет около 10 °С, что позволяет мохнаторукому крабу нереститься в зимние месяцы.

В нерестовой миграции и, соответственно, в размножении участвуют в основном особи, которые перезимовали в реке в половозрелом состоянии, а также крабы, вернувшиеся обратно в реку после размножения в море.

Жизненный цикл

Таким образом, анализ имеющихся данных о биологии японского и китайского мохнаторуких крабов показывает сходство прохождения основных этапов жизненного цикла, а основные различия заключаются в сроках созревания и продолжительности жизни, что связано с климатическими особенностями в их ареалах. Жизненный цикл китайского мохнаторукого краба и сроки прохождения основных этапов жизненного цикла китайского и японского мохнаторуких крабов представлены в **таблице 5** и на **рисунках 4, 5**.

Таблица 5

Сроки прохождения основных этапов жизненного цикла китайского и японского мохнаторуких крабов (цит. по: Колпаков, Семенкова, 2012)

Table 5

The timing of the passage of the main stages of the life cycle of Chinese and Japanese mitten crabs (Quoted from: (Kolpakov, Semenkova, 2012)

Месяц	Мохнаторукий краб	
	китайский	японский
Январь	Нерест. Катадромная миграция в море	Зимовка
Февраль	Нерест. Катадромная миграция в море	Зимовка
Март	Нерест. Катадромная миграция в море	Зимовка
Апрель	Нерест. Катадромная миграция в море	Нерест. Катадромная миграция в море
Май	Нерест. Катадромная миграция в море	Нерест. Катадромная миграция в море
Июнь	Нерест. Катадромная миграция в море	Линька (море)
Июль	Линька (море)	Линька (море)
Август	Линька (море)	Линька (море)
Сентябрь	Линька (море)	Линька (море)
Октябрь	Линька (море)	Зимовальная миграция в реки
Ноябрь	Линька (море)	Зимовка
Декабрь	Нерест. Катадромная миграция в море	Зимовка

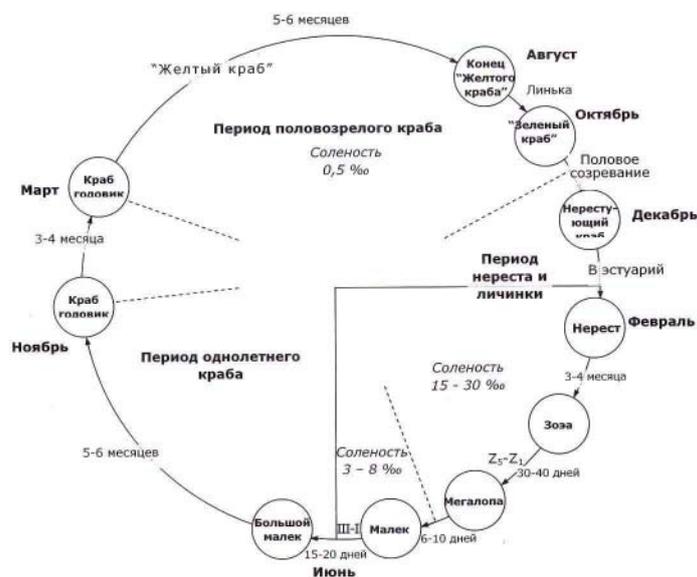


Рис. 4. Жизненный цикл китайского мохнаторукого краба (Wang et al., 2015)

Fig. 4. The life cycle of the Chinese mitten crab (Wang et al., 2016)

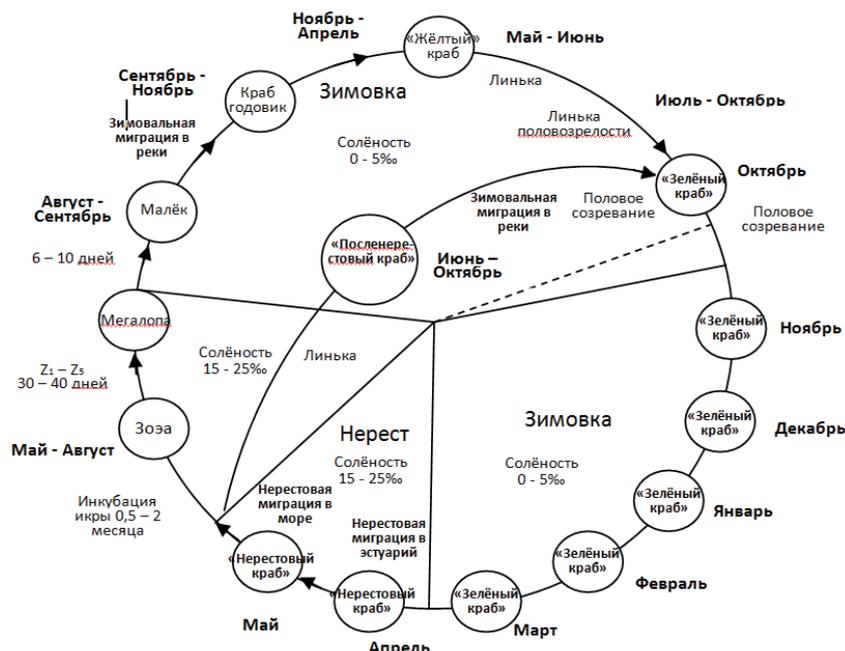


Рис. 5. Жизненный цикл японского мохнаторукого краба
 Fig. 5. The life cycle of the Japanese mitten crab

Как видно из рисунков 4, 5 и таблицы 5, у китайского мохнаторукого краба отсутствует такой этап, как зимовальная миграция и зимовка, что связано с теплым климатом в их ареале, а также с массовой гибелью после нереста.

В связи с этим вполне обоснованно при разработке биотехники выращивания японского мохнаторукого краба использовать накопленный рыбоводами КНР опыт культивирования близкородственного китайского мохнаторукого краба, что также подтверждается и данными других исследователей (Борисов и др., 2017).

ВЫВОДЫ

1. Период роста китайского мохнаторукого краба от нереста до товарных размеров составляет от восьми месяцев до года. В климатических условиях Приморского края период развития японского мохнаторукого краба продолжается с начала мая до начала ноября, чуть более семи месяцев. К этому времени молодь успевает вырасти до стадии «боба», т. е. молоди стадии 8 массой 2–3 г. В зимний период рост прекращается и возобновляется с наступлением весны в конце апреля – мае.

2. На втором году жизни краб стадии годовик вырастает за шесть месяцев в среднем до товарных размеров стадий 13–14 массой 50–100 г. Быстрорастущие особ могут, по-видимому, достигать размеров стадии 15 и более, но число их невелико (25–50%).

3. Анализ имеющегося опыта добычи и реализации японского мохнаторукого краба в Приморье показывает, что уже половозрелый краб осеннего урожая хотя и может считаться товарным, однако в осенний период цена его

не высока, а спросом у китайских оптовых покупателей пользуются только крупные особи: самки – более 100 г, самцы – более 150 г. Объяснением этому может служить то, что в осенний период в Китае, согласно представленной выше технологии, поступает на рынок краб нового урожая, что снижает рентабельность вывоза из России крабов средних и мелких размеров.

В весенний период в Китае краб еще не достиг промысловых размеров, и выловленный в Приморье краб пользуется повышенным спросом, в связи с чем цена на него значительно возрастает, а промысловыми считаются крабы почти всех размерных групп: самки от 70 г, а самцы – от 100 г.

В связи с этим при разработке биотехнологии товарного выращивания мы считаем возможным рекомендовать как однолетний, так и двухлетний (учитывая конъюнктуру рынка) режим выращивания японского мохнаторукого краба в естественных и искусственных водоемах под открытым небом, а также выращивание товарного краба в крытых бассейнах и УЗВ в течение всего года.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность ведущему научному сотруднику Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») В. Г. Марковцеву за помощь в подготовке работы и подборе литературы.

ЛИТЕРАТУРА

Барабанщиков Е. И. Японский мохнаторукий краб (*Eriocheir japonicus* De Naan) эстуарно-прибрежных систем Приморского края // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 131. – С. 239–259.

Борисов Р. Р., Ковачева Н. П., Кряхова Н. В., Никонова И. Н., Печенкин Д. С. Содержание японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в искусственных условиях // Труды ВНИРО. – 2017. – Т. 165. – С. 101–110.

Виноградов Л. Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Известия ТИНРО. – 1950. – Т. 33. – С. 180–356.

Дулькейт Г. Д. К экологии пресноводного краба (*Eriocheir japonicus* De Naan) в р. Суйфуне // Труды Биол. науч.-исслед. ин-та при Томском государственном университете. – Томск, 1937. – Т. 4, приложение: Бюллетень № 1 зоологической секции Томского общества испытателей природы. – С. 306–309.

Ефимкин А. Я., Микулич Л. В. Особенности размножения травяной креветки *Pandalus kessleri* Szejnawski в заливе Петра Великого // Гидробиологический журнал. – 1985. – Т. 21, № 5. – С. 19–23.

Колпаков Н. В., Семенькова Е. Г. Японский мохнаторукий краб Приморья. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. – 160 с.

Корниенко Е. С., Корн О. М. Культивирование в лабораторных условиях и особенности морфологии личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* (De Naan) // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 143. – С. 35–51.

Лабай В. С. Атлас-определитель высших ракообразных (Crustacea, Malacostraca) пресных и солоноватых вод острова Сахалин // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях : Труды СахНИРО. – 1999. – Т. 2. – С. 59–73.

Линь Ц. Ч., Лян Л. Б., Бо Н. Некоторые вопросы применения технологии разведения мохнаторукого краба. – КНР: Сельское хозяйство КНР, 1999. – 120 с. – (Пер. с кит.).

Семенькова Е. Г. Обзор исследований биологии китайского мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*) // Известия ТИНРО. – 2003. – Т. 135. – С. 122–127.

Семенькова Е. Г., Калинина М. В. Личинный процесс и половое созревание японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в водоемах Приморья // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 238–250.

- Соколов А. С. Результаты экспериментов по культивированию японского мочнаторукого краба (*Eriocheir japonicus*) // Современное состояние водных биоресурсов : Материалы науч. конф., посвящ. 70-летию С. М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 793–795.
- Сюй Буджин. Новая технология выращивания крабов. – Пекин, Изд. Золотой щит, 1996. – 199 с.
- Федосеев В. Я., Григорьева Н. И., Корнейчук И. А., Балакирев Е. С. Усовершенствовать биотехнику разведения камчатского и других видов крабов на искусственных сооружениях (садки, коллекторы, рифы) и в заводских условиях. Осуществить эколого-генетический мониторинг по искусственному восстановлению численности камчатского и других видов крабов методом перевозки и интродукции животных : Отчет о НИР. – Владивосток, ТИНРО-Центр, 2001. – 145 с. – Архив ТИНРО-Центра. № 24135.
- Anger K. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae) // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1991. – Vol. 72. – P. 103–110.
- Cohen A. N., Carlton J. T. Transoceanic transport mechanisms: introduction of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*, to California // Pacific Science. – 1997. – Vol. 51. – P. 1–11.
- De Haan W. Crustacea // Fauna Japonica sive Descriptio animalium, quae in Itinere per Japoniam / P. F. von Siebold (ed.). – Jussu et Auspiciis Superiorum. Que Summum in India Batava Imperium Tenet. Susperito. Annis 1823–1830 Colligit. Notis, University of California, Berkeley, CA, 1996. – 80 p.
- Hartnoll R. G. Growth // The biology of crustacea: embryology, morphology and genetics. Vol. 2. – New York, Academic Press, 1982. – P. 111–185.
- Ingle R. W. The Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards – a contentious immigrant // The London Naturalist. – 1986. – Vol. 65. – P. 101–105.
- Jin G., Xie P., Li Z. The precocious Chinese mitten crab: changes of gonad, survival rate and life span in a freshwater lake // Journal of crustacean biology. – 2002. – Vol. 22, No. 2. – P. 411–415.
- Kamps L. F. Die chinesische wolhandkrab in Nederland (“The Chinese mitten crab in the Netherlands”): Dissertation. – University of Groningen, The Netherlands, 1937. (In Dutch.).
- Kim C. H., Hwang S. G. The complete larval development of the mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853 (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) reared in the laboratory and a key to the known zoeae of the Varuninae // Crustacea. – 1995. – Vol. 68, No. 7. – P. 793–812.
- Kobayashi S. Fecundity of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) // Benthos research. – 2001. – Vol. 1. – P. 1–7.
- Kobayashi S. Reproductive ecology of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (de Haan): a review // Japanese journal of benthology. – 1999. – Vol. 54. – P. 24–35. – (На яп. с англ. аннот.).
- Kobayashi S. Settlement and upstream migration of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) // Ecology and Civil Engineering. – 1998. – Vol. 1. – P. 21–31. (На яп. с англ. аннот.).
- Kobayashi S., Matsuura S. Egg development and variation of egg size in the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) // Benthos research. – 1995b. – Vol. 48. – P. 29–39. (На яп. с англ. аннот.).
- Kobayashi S., Matsuura S. Occurrence pattern and behavior of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* De Haan in the marine environment // Benthos research. – 1994. – Vol. 46. – P. 49–58. (На яп. с англ. аннот.).
- Kobayashi S., Matsuura S. Reproductive ecology of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) in the marine phase // Benthos research. – 1995a. – Vol. 49. – P. 15–28. (На яп. с англ. аннот.).
- Lai H. T., Shy J. Y., Yu H. P. Morphological observation on the development of the larval *Eriocheir japonica* (de Haan), 1835 (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory // Journ. of Fishing Society of Taiwan. – 1986. – Vol. 13, No. 2. – P. 12–21.
- Panning A. The Chinese mitten crab // Report of the Board of Regents of the Smithsonian institution (Washington). – 1939. – P. 361–375.
- Sui L., Wille M., Wu X., Cheng Y., Sorgeloos P. Effect of feeding scheme and prey density on survival and development of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* zoea larvae // Aquaculture Research. – 2009. – Vol. 40. – P. 950–954.

Veldhuizen T. C., Stanish S. Overview of the life history, distribution, abundance and impacts of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* // California department of water resources. – 1999. – 26 p.

Vincent T. The Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1854 (Crustacea, Brachyura) in coastal Seine, France // Annales de l'Institut Oceanographic. – 1996. – Vol. 72, No. 2. – P. 155–171.

Wang Q, Liu J., Zhang S., Lian Y, Ding H., Du X., Li Z., De Silva S. S. Sustainable farming practices of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) around Hongze Lake, lower Yangtze River Basin, China // AMBIO A Journal of the Human Environment. – 2016. – Vol. 45, No. 3. – P. 361–373.

Xu B., Li A. New techniques for rearing Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Jin Dun Press, Beijing. 199 p.

Zhang T., Li Z., Cui Y. Survival, sex ration and maturity of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) reared in a Chinese Pond // Journal of freshwater ecology. – 2001. – Vol. 14, No. 4. – P. 633–640.