

развития, 2000). Однако освоение этих потенциальных ресурсов возможно только при условии решения тех задач, что стоят перед научно-исследовательскими коллективами региона.

ЛИТЕРАТУРА

- Арзамасцев И.С.** Приморская марикультура. // Экологический вестник Приморья. - 2000. № 4. - С. 3-6.
- Душкина Л.А.** Биологические основы марикультуры. - М.: ВНИРО. - 1998. - С. 7-26.
- Мокрецова Н.Д.** Состояние марикультуры и перспективы ее развития в морях Дальнего Востока // Материалы совещания «Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России». - М.: ВНИРО. - 1996. - С. 203-209.
- Программа развития рыболовства и марикультуры в районах северного Приморья. (Препринт). Вл-к, 2000. - С. 80.
- Раков В.А.** Биология и культивирование устриц. // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. - М.: Агропромиздат. - 1987. - С. 72-85.
- Федосеев В.Я.** Способы искусственного повышения продуктивности природных популяций крабов // Экологический вестник Приморья. - № 5. - 2000. - С. 3-8.
- Хайлов К.М.** Возможны ли экологические принципы аквакультуры? // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР. - М.: Наука. - 1985. - С. 40-55.
- Шунтов В.П.** Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: итоги, задачи, сомнения // Вестник ДВО РАН. - №1. - 2000. - С. 19-30.

УДК 639.518

БИОТЕХНОЛОГИЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* В СИСТЕМЕ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Ковачева Н.П.,

*Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва*

Представлены данные по выращиванию личинок и мальков камчатского краба в аквариумах с замкнутым циклом водоснабжения. Создание оптимальных температурных условий при выращивании личинок в искусственных системах замкнутого типа позволяет существенно сократить продолжительность личиночного периода развития (с 60-64 суток в естественных условиях до 32-38 суток). Наличие активных поведенческих реакций позволяет принять первую мальковую стадию как вполне жизнестойкую, пригодную к выпуску в природную среду обитания. Биотехнологии с использованием замкнутых циклов водоснабжения позволяют полностью контролировать условия выращивания личинок и мальков камчатского краба, предотвращают неблагоприятное воздействие окружающей среды и исключают возможность попадания возбудителей инвазий.

The paper presents the data on breeding larvae and juvenile red king crab in aquariums with a closed cycle of water supply. Optimal temperature conditions while breeding larvae in the artificial systems of a closed type allow a significant reduction in duration for their larval period of development (from 60-64 days in natural conditions to 32-38 days). Due to the active behavior responses, the first juvenile stage can be accepted as a fully vigorous and ready for releasing into the natural habitat. Biotechnologies, using a closed cycle of water supply, allow a fully control for conditions of breeding larvae and juvenile red king crab, prevent them from unfavorable environmental impact, and exclude the possibility of appearing pathogenic organisms.

Последние годы в научной литературе активно обсуждается проблема искусственного воспроизводства камчатского краба как возможного способа пополнения численности природных популяций, значительно сократившихся как в результате интенсивного промысла, так и по ряду естественных биологических причин (Левин, Желтоножка, 2000; Федосеев, Григорьева, 2001).

Ряд исследователей получили личинок камчатского краба в лабораторных условиях с целью изучения его биологии на ранних стадиях развития (Marukawa, 1933; Sato, Tanaka, 1949; Kurata, 1959, 1960; Орлов, 1963; Зубкова, 1964). Однако работы по созданию технологии искусственного воспроизводства камчатского краба с целью выпуска его молоди в море начались значительно позже.

Разработкой биотехнологии искусственного воспроизводства краба в лабораторных и полупроизводственных условиях занимаются несколько стран: Япония, США, Норвегия и Россия.

Обсуждаемые биотехнологии включают в себя воспроизводство в искусственных условиях, подращивание молоди до жизнестойкой стадии и ее выпуск в места естественного обитания (Nakanishi and Naryu, 1981; Nakanishi, 1987), сбор личинок на коллекторы и их подращивание на естественных субстратах (Freese et al., 1990; Donaldson et al., 1992; Масленников, 1996; Масленников и др., 1999; Федосеев, Григорьева, 2001). Однако все эти исследования проводились на побережье акваторий естественного обитания камчатского краба с использованием природной морской воды. Как правило, это затрудняло создание полностью контролируемых условий на всех этапах процесса воспроизводства.

В 2000 году по инициативе Главрыбвода и Камчатрыбвода было начато проектирование экспериментально-производственного комплекса по разведению камчатского краба на побережье восточной Камчатки. Это потребовало детальной разработки каждого из этапов биотехнологии искусственного воспроизводства, которая могла быть проведена только при полном контроле за условиями среды. Такие работы были развернуты лабораторией прибрежных исследований на базе аквариальной ВНИРО (Москва) (Ковачева, 2000; Kovatcheva, Pereladov, 2001).

При осуществлении настоящей части проекта цель исследований заключалась в разработке биотехнологии воспроизводства камчатского краба на этапах жизненного цикла от эмбриона до малька первой стадии. В настоящей работе представлены разработанные нами элементы технологии, а именно: условия получения личинок, плотность посадки, продолжительность личиночных стадий развития, выживаемость и темп роста личинок, глаукотоз и мальков на первой стадии при контролируемых условиях среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные работы производили в течение 2000-2001 гг. Передержку самок до выклева личинок проводили в аквариальном комплексе Всероссийского выставочного центра (ВВЦ, г. Москва), эксперименты по выращиванию личинок и молоди - в аквариальной ВНИРО.

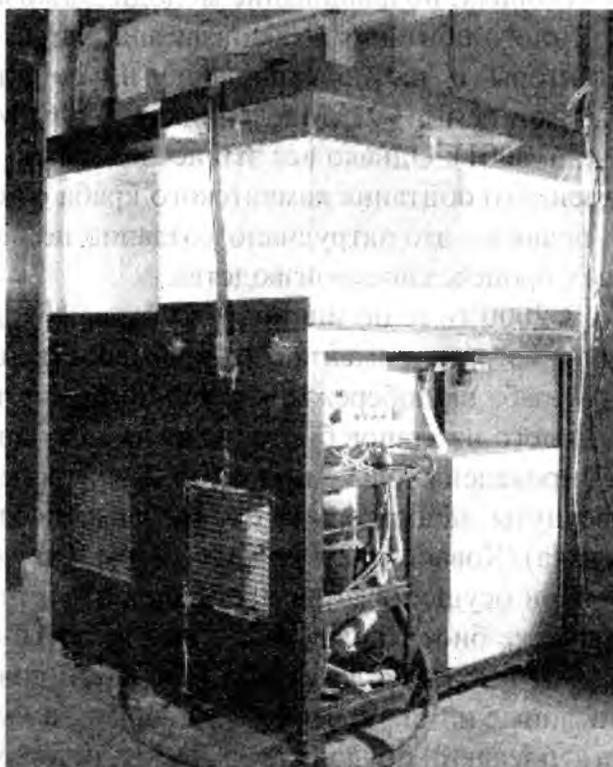
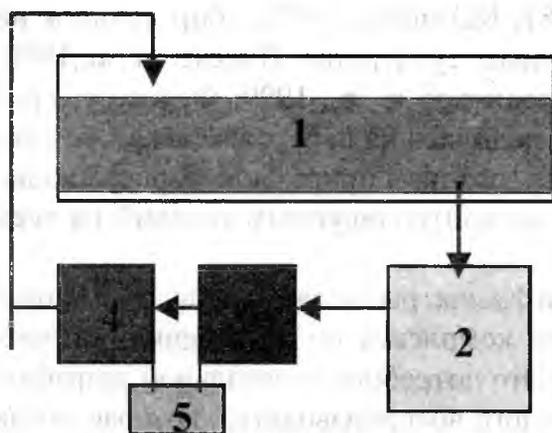
Самки камчатского краба с икрой на стадии «глазка» были отловлены на акватории Японского (зал. Петра Великого) и Баренцева (Ура губа) морей – 31 марта 2000 г., 23 марта 2001 г.

Транспортировку крабов производили в изотермичных ящиках емкостью 40 л, снабженных системой аэрации воды. Время транспортировки крабов Японского моря

составило 15 час., Баренцева моря – 5 час. Температура воды в транспортном контейнере была 4,0°C, соленость воды – 30-31‰ час. Транспортировка была выполнена сотрудниками ЦУРЭНа (г. Москва).

По прибытии в Москву самки камчатского краба были помещены в установку с замкнутой системой водоснабжения объемом 2 м³ (2000 г.) и 1 м³ (2001 г.) при плотности посадки 2 экз./м³. Передержку самок и выклев личинок производили в тех же емкостях. Подращивание личинок и молоди производили в двух 200-литровых аппаратах типа «акватрон» (полезный объем 180 л), размещенных в аквариальной ВНИРО. Плотность посадки личинок зоа I составила 25 шт./л (2000 г.) и 28 шт./л (2001 г.). В опытах использовали 9 тыс. личинок зоа I (1-2 суток после выклева) в 2000 г. и 10 тыс. личинок – в 2001 году.

Пилотная установка для передержки самок и аппарат для выращивания личинок «акватрон» состоят из механического и биологического фильтров, холодильного агрегата с автоматическим контролем температуры и аэрацией, обеспечивающей 80%-ное насыщение воды кислородом (рис.1).



1. аквариум с морской водой;
2. биофильтр;
3. холодильная установка;
4. установка для нагрева воды;
5. терморегулятор

Рис. 1. Схема акватрона для выращивания личинок краба

Использовали морскую воду соленостью 32‰, приготовленную из искусственной морской соли фирмы «SERA» (Германия).

С целью получения данных о динамике процессов нитрификации и денитрификации, о моменте активизации бактериального биофильтра и о начале стабилизации замкнутой системы проводили регулярный гидрохимический анализ воды.

На протяжении всего эксперимента два раза в неделю определяли следующие показатели среды: O₂, pH, N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄. Температуру воды фиксировали два раза в сутки. Гидрохимические анализы были сделаны в лаборатории гидрохимии океана (ВНИРО).

Соленость поддерживали в пределах между 30-32 ‰.

В условиях акватрона исследовали:

- продолжительность каждой стадии развития (по наступлению очередной линьки и по морфологическим признакам, описанным Sato, 1958);
- выживаемость на каждой стадии;
- поведенческие реакции личинок, постличинок и мальков;
- рост – определение размера личинок и глаукотоз по расстоянию от начала роста рума до заднего края оттянутых концов карапакса (мм) и по наибольшей ширине карапакса (мм) глаукотоз и молоди;
- морфологические изменения ротового аппарата (зоа I, II, III, IV; глаукотоз; мальки I).

Наблюдения были выполнены д-ром наук Павловым В.Я. (ВНИРО).

Для проведения этих исследований особей камчатского краба каждые три дня фиксировали в 40 %-м спирте. Наблюдения проводили под бинокулярным микроскопом МБС при увеличении 16 и 32.

Температуру воды в период инкубации икры до выклева повышали постепенно от 4 до 8° С.

В ходе личиночного периода развития термостатирование воды осуществляли на уровне 8-10 °С. В качестве корма для личинок применяли науплии жаброногого рачка *Artemia salina*. Кормление проводили два раза в сутки. Перед подачей науплиев удаляли остаточный корм и экзувии, оставшиеся после линьки личинок крабов.

Выращивание мальков проводили в «акватронах» при термостатировании на уровне 12-14° С и в изолированных емкостях объемом 20 л при температуре 15-20° С. В качестве субстратов для оседания использовали капроновое газ-сито, пористые материалы, кораллы и красные водоросли. Корм для мальков изготавливали из фарша креветок и мидий, измельченного кальмара и живого мотыля (личинки двукрылых сем. *Hygromidae*). Кормили один раз в сутки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выклев и развитие личинок

В момент отлова самок камчатского краба и в ходе их транспортировки в Москву развивающаяся икра находилась на последней стадии эмбрионального развития, цвет икры - светло-коричневый (бежевый) с глазками. Передержка самок до начала выклева составляла 6-8 суток.

Базируясь на данных предшествующих исследований (Nakanishi, 1987) и наших наблюдениях, считаем, что искусственное воспроизводство камчатского краба экономически целесообразно начинать с инкубации, близкой к завершению эмбриогенеза икры, находящейся на самках. Необходимость начинать искусственное воспроизводство на поздних этапах эмбрионального развития связана со значительной продолжительностью эмбриогенеза камчатского краба - 280-300 суток.

Выклев личинок с одной самкой продолжался в течение трех-четырех суток. Приблизительное начало выклева определяли по поведению самок в акватроне. Периодическими движениями брюшка вниз (два-три раза в день) самка промывала свою икру. К моменту выклева личинок промывание увеличивалось до часа с продолжительностью 1-2 минуты. В технологическом плане предварительное знание о начале выклева является важным моментом, предохраняющим от потери личинок.

Сразу после выклева личинка не плавала и около двух-трех часов лежала на дне. Длина панциря выклюнувшейся личинки (прозоа) была около 1 мм. По литературным данным (Marukava, 1933; Sato, 1958), продолжительность стадии прозоа – минуты, реже часы. Нам не удалось установить время, необходимое для этого превраще-

ния. В 2002 году эксперименты показали, что переход осуществляется в пределах одного дня.

После линьки прозоэ превращается в зоэ I. На этой стадии личинка начинает активно перемещаться в толще воды и обладает положительным фототаксисом. Проявление такого поведения к свету использовали для сбора личинок и их отделения в выростных емкостях.

Существуют четыре планктонные стадии зоэа, последовательно сменяющие друг друга после очередных линек (обозначаются Z-I, Z-II, Z-III, Z-IV).

Все стадии зоэа (I-IV) различаются морфологически по количеству щетинок на экзоподитах, структурой плеопод и характером соматического роста. Длина карапакса была в следующих пределах: Z-I - 1,08 - 1,12 мм; Z-II - 1,56 - 1,67 мм; Z-III - 1,73 - 1,83 мм и Z-IV - 2,11 - 2,23 мм. Соматический рост личинок за период прохождения четырех стадий, продолжительность стадии и процент смертности личинок в каждой стадии показаны в табл. 1.

Таблица 1

Продолжительность развития и соматический рост личинок камчатского краба при температуре 7-10° С

Стадия	Продолжительность стадии, дней/градусо-дней		Смертность, %	Соматический рост		
	длина	S.D.		n		
Z-I	8-10	56-70	30	1,1	0,09	15
Z-II	7-8	56-64	10	1,74	0,07	18
Z-III	9-10	72-80	20	1,93	0,13	10
Z-IV	11-12	88-96	17	2,21	0,11	10
G1	18-20	175-195	11	2,30/1,89	0,07/0,05	10
C-1	14-20	140-200	15	3,09/2,34	0,11/0,37	15

Важнейшим фактором для существования пойкилотермных организмов является температура окружающей среды. Опытами, проводимыми русскими и японскими исследователями, доказано, что основным фактором, определяющим продолжительность каждой стадии развития, является температура воды. Курата (Kurata, 1960) считает, что температурный интервал 5-10° С – самый подходящий для культивирования первых зоэа стадий. Сато (Sato, 1958) указывает, что продолжительность личиночных стадий до стадии глаукотэ 35 дней при температурном интервале 8,9-11,3° С. Зубкова (1964) считает, что температуру 8-10° С можно принимать как оптимальную для развития личинок. Наиболее подробно влияние температуры на выживаемость и скорость развития личиночных стадий исследовалось Наканиши. Выживаемость на стадиях зоэа и глаукотэ при 8 и 13° С была выше, чем при 3 и 18° С. Глаукотэ линяли до мальков первой стадии при 8 и 13° С, но все погибли при 3 и 18° С. При 8° С выживаемость от Z-I до C-I составила 25% и 8% - при 13° С. Таким образом, можно выращивать личинки и молодь камчатского краба при температурах 5-13° С, а оптимальной является температура 8° С (Nakanishi, 1987).

В результате проводимого нами эксперимента было успешно осуществлено получение личинок камчатского краба и их выращивание до стадии глаукотэ. В условиях контролируемых параметров среды и поддержания температуры в пределах 8-10° С продолжительность личиночного развития (Z-I - G1) составила 32-38 дней (299-304 градусо-дня) при выживаемости личинок от стадии зоэа I до стадии глаукотэ 15 % (2000 г.) и соответственно 23 % (2001 г.).

При наших наблюдениях поведения личинок в их планктонных стадиях развития были установлены активные движения с помощью экзоподитов вверх в толще воды и пассивный спуск вниз при неподвижных экзоподитах. Эти движения зоэа связаны с активным и пассивным захватом пищевого объекта.

При содержании личинок в аквариальных условиях следует, очевидно, использовать такие виды корма, которые более или менее равномерно распределены в толще воды.

Осажденный на дне корм приводит к увеличению плотности в распределении личинок и увеличению интенсивности каннибализма. Кроме этого, возможны стрессовые реакции на повышение их плотности. В этом плане науплии *Artemia salina* являются подходящим кормом, используемым всеми исследователями, работающими над воспроизводством ракообразных (Kurata, 1959, 1960; Зубкова, 1964; Nakanishi et al., 1981; Brodersen et al., 1990; Mortensen, Damsgard, 1996).

Особенности стадии глаукотэ

После последней линьки зоэа IV личинки прошли метаморфоз и перешли в следующую стадию развития – глаукотэ (Gl). При оптимальном температурном режиме (8-10° С) на проточной морской воде. Наканиши указывает продолжительность развития от стадии зоэа I до первой мальковой стадии 510 градусо-дней (Nakanishi, 1987).

Наши данные по продолжительности стадии развития от Z-I до C-I – 447-505 градусо-дней при поддержании нами температуры воды 8-10° С в условиях замкнутого цикла водообеспечения соответствуют приблизительно данным, представленным японскими исследователями (Sato, 1958; Kurata, 1960; Nakanishi, 1987).

По нашим наблюдениям, в аквариальных условиях глаукотэ не питаются. Переход на эндогенную форму питания подтверждается морфологическим анализом конечностей, входящих в состав пищедобывательного аппарата. Максиларные эндиты и эндоподиты имеют слабо развитое вооружение, непригодное для обработки пищи. Через три-четыре дня после метаморфоза (зоэа IV – глаукотэ) резко уменьшается их двигательная активность. Наблюдается отсутствие характерных сокращений желудка и гепатопанкреаса.

Предположение о том, что глаукотэ камчатского краба является неактивной по отношению к пищевому поведению стадией, было высказано раньше другими авторами (Kurata, 1959; Nakanishi, 1987). Курата сообщает о некальцинированных мандибулы ротового аппарата глаукотэ в отличие от развитых придатков в зоэа IV стадии и значительно кальцинированных в конце первой мальковой стадии. Наканиши отмечает снижение интенсивности обмена веществ и отсутствие роста, начиная с последней зоэа стадии по первой мальковой стадии. Происходящая трансформация от активной планктонной фазы в донную и менее активная форма жизни связаны с глубокой физиологической перестройкой организма. Это сопровождается повышенным отходом при переходе зоэа IV – глаукотэ. В нашем эксперименте отход составлял 17% (см. табл.).

Сделанные нами детальные морфологические и гистологические исследования подтверждают высказанные другими авторами предположения. Эта часть наших исследований будет представлена отдельно.

Наличие эндогенной фазы в ранней стадии данного вида определяет исключительную важность кормления (в количественном и качественном аспекте) в предшествующие планктонные зоэа стадии при культивировании камчатского краба. Это определяет необходимость продолжения совершенствования состава кормов и суточных рационов с включением в диету микроводорослей и коловраток.

Мальковые стадии развития

При наших условиях эксперимента через 20-24 дня (160-195 градусо-дней) после очередной линьки глаукотоз превращается в малька.

Малек внешне похож на взрослого краба, но имеет относительно более длинные шипы на панцире (рис. 2). В природе мальки ведут скрытный образ жизни среди сесильного бентоса. Наличие хорошо развитой эпифауны сесильного бентоса обеспечивает мальков пищей, а также служит убежищем от выедания хищниками (взрослыми крабами и донными рыбами) (Матюшкин, 2000; Левин В.С., 2001).

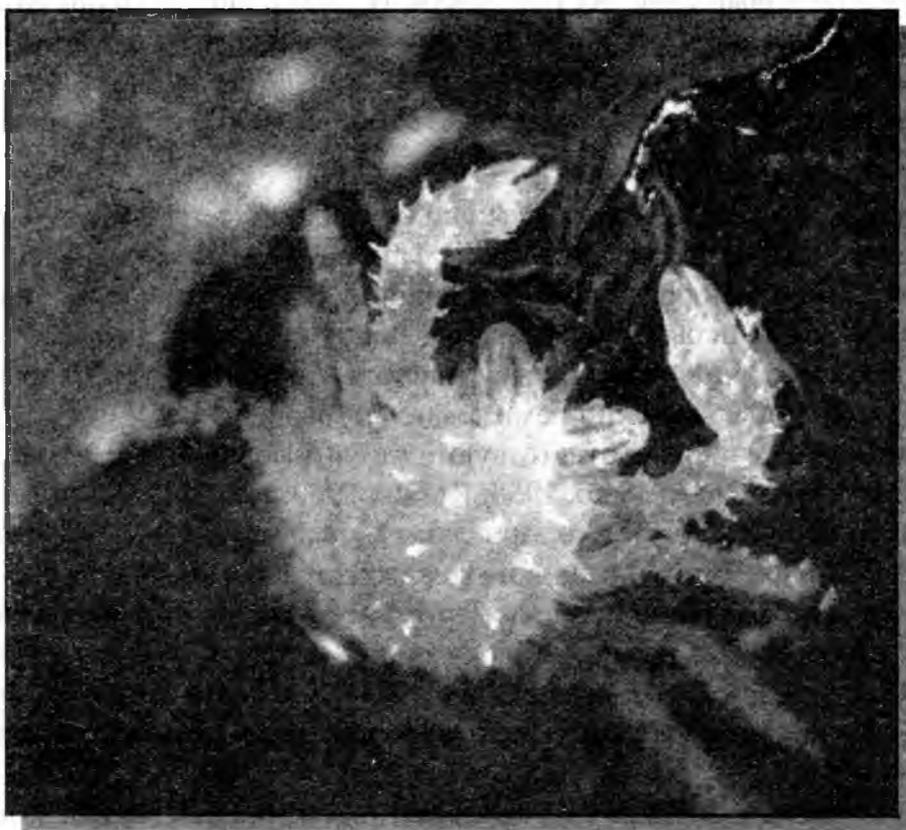


Рис. 2. Малек (С-I) камчатского краба (ширина карапакса - 3,1 мм)

Выживаемость личинок от стадии зоэа I до первой мальковой стадии составила 11% (2000 г.) и 16% (2001 г.). Выживаемость за тот же период 16,62% в 500-литровом танке на проточную морскую воду Наканиши считает как прогрессивный шаг при широкомасштабном выращивании личинок и глаукотоз камчатского краба (Nakanishi, 1987).

После первой линьки на стадии малька диапазон приемлемых температур обитания существенно расширился. Молодь (I и II стадии) проявляла активное поведение в диапазоне температур от 12 до 20° С. На этих же стадиях нами отмечена активизация пищевого поискового поведения, реакция избегания источника потенциальной опасности, отрицательный фототаксис и избирательность субстрата для обитания (предпочтение пористых субстратов и красных водорослей).

К 25 ноября при температуре воды 12-13° С в акватронах молодь камчатского краба достигла 9-й стадии развития (С-IX, 8 линек после стадии С-I). Нами отмечено нарастание асинхронности развития от линьки к линьке. В результате интенсивность

каннибализма также нарастала. Это показывает, что выпуск в море должен производиться на первой мальковой стадии, которая в отличие от ранних является более жизнестойкой и более эффективной в искусственных условиях выращивания.

Гидрохимический анализ

Концентрация нитритов (NO_2) была в пределах 0,02-0,8 мг/л. Максимальное содержание нитритов было зарегистрировано на 14-й день от начала выращивания личинок в акватронах. После этого до конца эксперимента система стабилизировалась на уровне показателя 0,02 мг/л. Подобная динамика наблюдалась и по ионам аммония (N-NH_4) – 0,22 мг/л в начале апреля с постепенной стабилизацией к концу эксперимента на уровне 0,05-0,01 мг/л. Количество нитратов колебалось в пределах нормы – 3,0-8,5 мг/л (норма - не больше 20 мг/л). Концентрация кислорода (O_2) была в пределах 7,6-8,4 мг/л (92-96%-ное насыщение); рН – 8,0-8,3; Са – 400 мг/л; Р – 1,80 мг/л. В целом по исследованным параметрам за весь период эксперимента вода отвечала нормативам качества воды для замкнутого цикла водоснабжения.

ВЫВОДЫ

Предварительные эксперименты по созданию технологии искусственного воспроизводства камчатского краба дают основание сделать следующие выводы.

1. Возможно выращивание камчатского краба на искусственной морской воде в замкнутой системе водоснабжения от эмбриональных до жизнестойких мальковых стадий развития.

2. В условиях контролируемых параметров среды продолжительность личиночного развития от стадии зоза I до стадии глаукотоз составляет 32-38 дней (299-304 градусо-дня); от стадии глаукотоз до I мальковой стадии – 20-24 дня (160-195 градусо-дней) и с первой до второй мальковой стадии - 14-18 дней (168-216 градусо-дней).

3. Полученная в ходе эксперимента выживаемость Z-I – C-I (16%) приблизительно соответствует величине этого показателя для камчатского краба, выращенного на естественной морской воде (16,62%) японскими исследователями (Nakanishi, 1987 г.). Следовательно, доказана принципиальная возможность отработки биотехнологии разведения камчатского краба в регионах, удаленных от моря.

4. Наличие активных поведенческих реакций позволяет принять первую мальковую стадию как вполне жизнестойкую, пригодную к выпуску в природную среду обитания.

5. Создание оптимальных температурных условий при выращивании личинок в искусственных системах замкнутого типа позволяет существенно сократить продолжительность личиночного периода развития (с 60-64 суток в естественных условиях до 32-38 суток).

6. Биотехнологии с использованием замкнутых циклов водоснабжения позволяют полностью контролировать условия выращивания личинок и мальков камчатского краба, предотвращают неблагоприятное воздействие колебаний различных факторов окружающей среды и исключают вероятность попадания в выростные установки загрязняющих веществ и возбудителей инвазий. Даже при использовании проточных систем необходимо предусматривать возможность их аварийного переключения на режим с замкнутым циклом.

ЛИТЕРАТУРА

- Герасимова О.В., Кочанов М.А.** Трофические взаимоотношения камчатского краба *Paralithodes camtschatica* в Баренцевом море // Исследования промысловых беспозвоночных в Баренцевом море. Мурманск: Изд-во ПИНРО. - 1997. - С. 35-58.
- Зубкова Н.А.** Опыт содержания камчатского краба в аквариуме. Тр. Мурман. морск. биол. ин-та, вып. 5(9). - 1964. - С. 105-113.
- Ковачева Н.П.** Воспроизводство камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) с использованием искусственной морской воды в аппаратах типа «Акватрон». ЭИ серия, Марикультура, вып. 4, М. - 2000. - С. 14-27.
- Левин В.С., Желтоножко О.В.** О перспективах восстановления численности камчатского краба на Камчатке с применением экстенсивных и интенсивных способов воспроизводства. Докл. II Камч. обл. научно-практической конф. - Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки, Петропавловск-Камчатский, 3-6 октября 2000. - 2000. - С. 42 - 48.
- Левин В.С.** Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство. - 2001. - 196 с.
- Масленников С.И.** Технология крабового фермерства на акватории дальневосточных морей. Дальний Восток России: экономика, инвестиции, конъюнктура. № 1. - 1998. - С. 34-38.
- Матюшкин В.Б.** Биология камчатского краба на ранних стадиях онтогенеза. Тез. докл. науч. семинара (г. Мурманск, 27-28 января 2000 г.) - Виды вселенцы в европейских морях России. г. Мурманск. - 2000. - С. 42-48.
- Масленников С.И., Кашин И.А., Левин В.С.** Промысел и воспроизводство камчатского краба у берегов Приморья. Вестн. ДВО РАН. № 3. - 1999. - С. 100-106.
- Орлов Ю.И.** О биотехнике вселения промысловых крабов в Баренцево море. Сб. акклиматизации водных организмов. - М.: Главрыбвод, ЦПАС. - 1963. - С.50-68.
- Федосеев В.Я., Григорьева Н.И.** Способ воспроизводства крабов (варианты). - 2001. - Патент RU-2174750, C2/20.10.2001 Бюл. № 29.
- Brodersen C.C., Rounds P.M., Badcock M.M.,** 1990. Diet influences cannibalism in laboratory-held juvenile red king crabs (*Paralithodes camtschatica*). In: Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Univ. Alaska Sea Grant Rpt. 90-04, Fairbanks; pp. 377-382.
- Donaldson WE., Byersdorfer S., Pengilly D., Blau SF,** 1992. Growth of red king crab, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) in artificial habitat collectors at Kodiak, Alaska. *J. Shellfish Res* 2(1): p. 85-89.
- Freese JL., Babcock MM,** 1990. The utility of artificial substrate collection devices to determine time and location of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) glaucothoe settling in Auke Bay, Alaska. In: Baxter B (ed) Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs. Alaska Sea Grant College Program Report No.90-04, University of Alaska, Fairbanks, p 119-130.
- Kovatcheva N.P., M.V. Pereladov,** 2001. Preliminary Data from Rearing *Paralithodes camtschaticus* Larvae and Postlarvae in a Closed Recirculating Water System. 19th Lowell Wakefield Symposium Crab 2001, Crabs in Cold Water Regions: Biology, Management, and Economics, January 17-20, 2001, Anchorage, Alaska, USA /in print/.
- Kurata H.,** 1959. Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*. I. Rearing of the larvae with special reference to the food of the zoea. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 20, 76-83.
- Kurata H.,** 1960. Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*. III. The influence of temperature and salinity on the survival and growth of the larva. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 21, p. 9-14.
- Marukawa A.,** 1933. Biology, fishery research of Japanese king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *J. Imperial Fish. Exp. Stat.*, Tokyo, Vol.4, 37pp.
- Mortensen A., Damsgard B.,** 1996. Growth, mortality, and food preference in laboratory-reared juvenile king crab (*Paralithodes camtschatica*). In: High Latitude Crabs: Biology, Management, and Economics. Proc. Internat. Symp. Of Crabs from High Latitude Habitats, Anchorage, Alaska, USA, October 11-13, 1995. Univ. Of Alaska Sea Grant College Program Report No 96-02, p. 665-674.
- Nakanishi T., Naryu M.,** 1981. Some aspects of large-scale rearing of larvae and post-larvae of the king crab (*Paralithodes camtschatica*). *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, 32, 39-47.
- Nakanishi T.,** 1987. Rearing condition of eggs, larvae and post-larvae of king crab. *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, 37, 57-161.