

БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРАБОВ В САДКАХ, НА КОЛЛЕКТОРАХ И РИФАХ

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И.,

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
г. Владивосток*

Применение биотехнологии и искусственного выращивания крабов позволило вырастить на подвесных плантациях трехлетних мальков камчатского и пятиугольного волосатого крабов. На рифах – двухлетних мальков камчатского, синего, четырехугольного волосатого крабов.

The application of crab artificial reproduction technology allowed to grow the three-year juvenile king and five-cornered bearded crabs at hanging plantations, and two-year juvenile king, blue, and kegan crabs at reefs.

Миграции крабов на нерестилища происходят весной, на которых они концентрируются на глубине до 50 м, где происходит выклев личинок. Личинки крабов находятся в планктоне 2-3 месяца. Их смертность в этот период очень высока. Так, например, у камчатского краба смертность личинок с момента вылупления до оседания на дно достигает 96,5% (Maгukawa, 1933). Выживаемость осевших личинок и мальков зависит от наличия богато развитой эпифауны, где они находят корм и убежище от хищников (Родин, Федосеев, 1986). Повышению выживаемости крабов на ранних стадиях развития способствует сбор личинок в садки, на коллекторы и рифы, а также подращивание личинок и мальков в заводских условиях (Федосеев, 1989, 2000).

В течение многих лет учеными ТИПРО-центра активно исследуются вопросы повышения численности природных популяций крабов. Разрабатываются методы рационального ведения промысла, воспроизводства крабов на искусственных сооружениях (садках, коллекторах, рифах и т.д.), заводского разведения, переселения и интродукции животных (Родин, 1966; Родин, Лаврентьев, 1974; Галкин, 1966, 1982; Федосеев, Слизкин, 1980, 1988; Родин, Суховеева, 1985; Федосеев, Родин, 1985, 1986; Федосеев, 1989, 1990, 2000; Федосеев, Григорьева, 1999, 2000, 2001).

Биотехнология искусственного воспроизводства крабов в естественных водоемах предусматривает сбор личинок на донные сооружения – рифы, различные типы садков и коллекторов. Далее осуществляется подращивание мальков с пересадкой или без пересадки (Федосеев 1989, 1989 а-б, 1990, 1999; Федосеев, Григорьева, 2001). В настоящее время по этой технологии осуществляется воспроизводство крабов в заливе Посьет и бухте Русской (Японское море). Сбор личинок и подращивание мальков можно осуществлять по пяти способам в зависимости от технических возможностей хозяйства и гидрометеорологических условий места выращивания (Федосеев, Григорьева, 2001 г.).

Первый способ предусматривает сбор личинок на коллекторы и в садки, подращивание крабов-мальков до одного года без пересаживания. Для этой схемы лучше всего использовать объемные пластинчатые полиэтиленовые коллекторы-садки или садки-корзины, обтянутые делью и собранные в гирлянды. Компоновка коллекторов должна позволять малькам свободно передвигаться и обеспечивать им хорошую выживаемость. Оседающие личинки крабов развиваются до стадии краба-малька, пита-

ясь обрастателями. В дальнейшем полученных мальков выпускают на дно на специально выбранные и подготовленные донные участки.

Второй способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков в садках и на коллекторах до 2-3-летнего возраста. Данный способ может осуществляться как с пересадкой, так и без пересадки крабов-мальков. Этот способ позволяет получить более жизнестойкую молодь крабов для пополнения популяций. При этом способе необходим более строгий контроль за количеством мальков в садке, так как при большом количестве животных возможен каннибализм. Во время линьки, когда краб наиболее уязвим, он становится легкой добычей для своих собратьев.

Третий способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на коллекторных установках или в садках до 1-3 лет, затем выпуск их в контролируемые условия на искусственные донные сооружения. Донные сооружения могут быть любыми - от вольеров до громоздких железобетонных конструкций. Подобная схема подращивания создает малькам крабов дополнительные возможности для укрытия от хищников во время линьки и т.д., особенно на заиленных грунтах при отсутствии фитобентоса. За ростом и развитием мальков осуществляется водолазный контроль.

Четвертый способ предусматривает сбор личинок краба непосредственно на донные коллекторы, и дальнейшее подращивание мальков осуществляется без пересадок. В конструкциях возможно использование любых носителей в качестве коллекторов. Их можно эксплуатировать в течение ряда лет, затем необходимо заменять, поднимать и очищать, так как в последующем они сильно обрастают и фактически ложатся на грунт, становятся доступными для ряда хищников и перестают выполнять свою основную роль для воспроизводства и восполнения мальковой части популяции крабов.

Пятый способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на искусственных донных сооружениях - рифах без дальнейшей пересадки. Рифы выставляются в местах, где мало донной растительности или она практически отсутствует. В данных местах мальки развиваются, используя рифы как естественные укрытия. Рифы могут быть изготовлены как из легких материалов, так и из железобетона и устанавливаться на большую глубину. За ростом и развитием мальков осуществляется контроль с помощью водолазов и подводных аппаратов.

Данные способы воспроизводства крабов можно применять в Японском, Охотском, Беринговом, Баренцевом морях. Участки для выращивания крабов-мальков предварительно подбираются. Для подвесных плантаций оптимальные глубины в пределах полуоткрытых или открытых акваторий составляют 15-50 м. При подборе участков также необходимо учитывать придонные грунты и различные другие условия, в частности антропогенные участки не должны располагаться в местах вблизи промышленных и бытовых стоков.

Определение периода выставления коллекторов осуществляют по результатам фактических наблюдений за миграцией крабов, их нерестом, плотностью и стадией развития личинок в планктоне и гидрологическим режимом в районах расположения плантаций. Температура воды не должна превышать 18-20°C. Соленость воды не должна опускаться ниже 28‰ (оптимальная 32-34‰), содержание кислорода - 5-6 мл/л. Скорость суммарных придонных течений не должна превышать 0,05-0,3 м/сек. Постановку коллекторов и донных сооружений лучше осуществлять в местах заноса и концентрации личинок крабов. Многочисленными исследованиями выявлено, что развивающиеся планктонные личинки камчатского краба живут в зал. Петра Великого при температурах воды от 6,5° до 18,0°C, у побережья Сахалина - от 2,0° до 8,0°C,

у побережья западной Камчатки – от 2,0° до 4,0°С (Закс, 1936; Виноградов, 1941, 1945; Макаров, 1966; Галкин, 1982; Клитин, 1990, 1992; Низяев и др., 1992; Абрамова, 2001). По нашим данным (Григорьева, Федосеев, 2000, 2001), в зал. Посъет личинки камчатского краба на разных стадиях своего развития обитают при температуре воды от +3,5 до 20,0°С. В Баренцевом море личинки камчатского краба развиваются при температурах воды от минус 0,19°С до плюс 2,47°С (Баканев, 1999). Оценку численности личинок в планктоне осуществляют по данным вертикальных и горизонтальных обловов специальными сетями по выбранной предварительно сетке станций. Отбор планктонных проб начинают с апреля или мая в зависимости от района сбора личинок. Периодичность сбора – через каждые 5-7 дней. Пробы отбирают на различных станциях сетями моделей Джеди, МТА или Марунака. Для определения количества личинок в 1 м³ производят расчет в зависимости от процеженного столба воды. По результатам комплексных исследований определяется место, время и глубина выставления коллекторов.

Для культивирования морских гидробионтов в настоящее время разработано достаточно много типов коллекторов. Для сбора личинок крабов могут быть использованы коллекторы различных модификаций с разными наполнителями. Работа может проводиться на установках подвешного или придонного типа. Они могут быть ярусными, рамными, П-образными и др. Нами был использован наиболее распространенный тип – подвесная установка, которая уже опробована для выращивания моллюсков. Она представляет собой раму из капроновых канатов размером 100х100 м. На воде рама поддерживается угловыми буюми, на грунте – бетонными якорями. Хребтины располагаются на раме через каждые 5 м и снабжены поддерживающими наплавами и кухтылями. Всего на установке крепится 21 хребтина, на которой затем располагаются коллекторы, размещенные через 0,5 м. Подобные установки монтируются в закрытых и полузакрытых бухтах на акваториях с глубиной 15-50 м.

Длительные исследования (1986-2001 гг.) в заливах Посъет, Восток, бухте Русской – на экспериментальных полигонах с широким диапазоном гидрологических условий – показали возможность воспроизводства и культивирования крабов в естественных условиях. В результате этих работ были определены общие закономерности воспроизводства животных, выявлены места основных концентраций крабов, пути миграций стад к нерестилищам, исследованы процессы нереста и выявлены основные пути переноса личинок к местам их массового оседания. Углубленное изучение гидрологических условий, временной и межгодовой изменчивости всех океанографических процессов, влияющих на воспроизводство молоди, позволило выявить оптимальные условия для роста и развития мальков. Экспериментальные работы показали, что темпы роста мальков краба зависят также от обилия и качества корма. В зависимости от условий обитания отдельные особи одного возраста, развивающиеся на разных участках, могут сильно отличаться по размеру и весу. Применение биотехнологии искусственного воспроизводства крабов позволило вырастить на подвесных плантациях трехлетних мальков камчатского (*Paralithodes camtschatica*) и пятиугольного волосатого (*Telmessus cheiragonus*) крабов (табл. 1, фото 1, 2).

**Морфометрическая характеристика мальков камчатского краба,
выращенных на подвесных плантациях**

Крабы	Ширина карапакса, см	Длина карапакса, см	Масса, г	Месяц сбора
Сеголеток	0,7 ±	0,9	0,3	Октябрь
Однолеток	2,4 ±	2,9	6,0	Сентябрь – октябрь
Двухлеток	3,2 ±	3,7	12,7	Июнь
Трехлеток	3,6 ±	3,8	14,1	Июнь

Для создания донной плантации для пастбищного подращивания мальков необходимо дополнительное изучение рельефа дна и преобладающего вида донной растительности. При рассмотрении рельефа дна необходимо учитывать его уклон, а также наличие банок и гребней. Донный участок может быть выбран с широким спектром гранулометрических типов донных отложений: от галечно-гравийной смеси с валунами и глыбами до мелко-алевритовых илов. Оптимальным грунтом являются мелко- и среднезернистый, слегка заиленный песок, крупнозернистый песок, мелкий гравий (3-10 мм) и их сочетания. Площадь водорослевого покрова должна составлять 20-50%. Лучшими видами фитобентоса являются крупные водоросли, такие, как ульва, кодидум, саргассум, костария, зостера, цистозира, анфельция. В зависимости от состояния выбранных участков установки и рифы могут выставляться

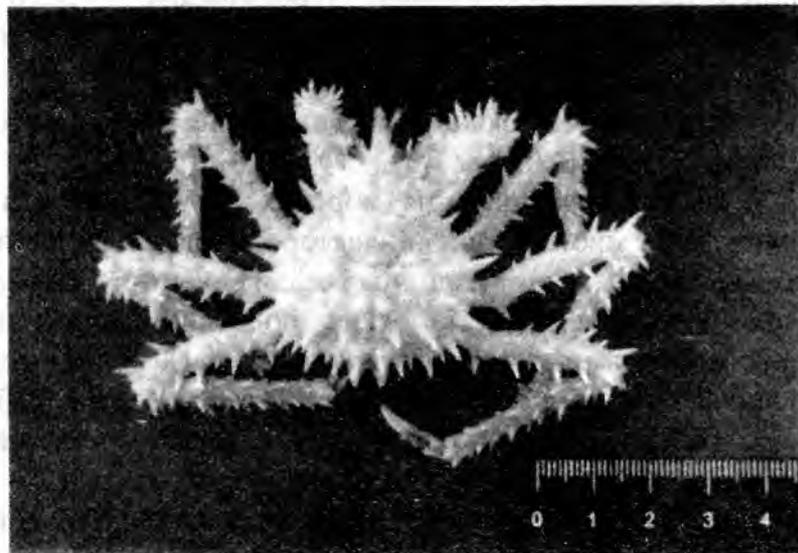


Фото 1. Трёхлеток камчатского краба



Фото 2. Одно-трехлетки пятиугольного
волосатого краба

на различных расстояниях друг от друга. Донные плантации могут устанавливаться на значительные глубины – до 260 м и служить местом воспроизводства глубоководных крабов: синего (*Paralithodes platypus*), равношипного (*Lithodes aequispina*), Коуэса (*Lithodes couesi*), Верилла (*Paralomis verrilli*), многошипного (*Paralomis multispina*), крабов-стригунов (*Chionoecetes angulatus*, *Chionoecetes tanneri*) и др. видов.

Воспроизводство крабов на донных плантациях осуществляется в бух. Русской и зал. Посъет, где в 1986-2001 годах были установлены экспериментальные рифовые установки. Водолазным способом проводятся визуальные обследования рифов, а также участков морского дна, прилегающих к ним. Непосредственно на рифах обнаруживаются одно-двухлетние мальки камчатского (*Paralithodes camtschatica*), синего (*Paralithodes platypus*), четырехугольного волосатого (*Erimacrus isenbeckii*) крабов; это говорит о том, что на выставленные рифовые установки происходит оседание личинок крабов, где происходит их дальнейшее развитие до стадии малька. Кроме того, было отмечено, что морские участки с рифовыми установками стали привлекать молодых особей в качестве мест, где они находят дополнительный корм и защищенные условия для своего обитания. В районе рифовых установок обнаруживались концентрации камчатского, синего, четырехугольного волосатого крабов с шириной карапакса 3-7 см, а также взрослые особи. Водолазные работы по обследованию и выбору мест для постановки экспериментальных рифов показали, что наиболее подходящими участками для установки рифов являются прибрежные участки дна с глубиной 10-20 м, покрытые донной растительностью. Рифы могут быть изготовлены как из железобетонных конструкций, так и из легких материалов. В зависимости от рельефа дна, течений, наличия донной растительности могут усиливаться одни или другие конструкции. За воспроизводством крабов на экспериментальных рифовых установках осуществляется постоянный водолазный контроль.

На основании траловых и водолазных съемок установлено, что мелководные участки шельфа с подводной растительностью служат основными районами для природного воспроизводства крабов. Наиболее примечательными в этом отношении являются для Приморья заливы Посъет, Восток, бухта Русская; для Камчатки – залив Шелихова; для Сахалина – Ильинское мелководье, залив Анива и др. Эти места являются своеобразным «детским садом» для роста и развития молоди крабов и являются хорошими районами для их культивирования. В Баренцевом море местом культивирования камчатского краба на искусственных сооружениях могут быть прибрежные районы от Варангер-фьорда до архипелага Семь Островов. По данным Баканева (1999), в этом районе личинки распределяются и оседают в узкой прибрежной полосе. В акваториях губ, где личинки концентрируются в зонах локальных круговоротов, их численность на стадии зоза III достигает 1,35 экз./м³. Эти результаты согласуются с нашими данными по поведению, распределению и концентрации личинок на экспериментальных полигонах – районах разведения крабов (Федосеев, Григорьева, 1999, 2001).

Таким образом, внедрение в практику разных способов искусственного воспроизводства крабов будет способствовать расширению традиционных и созданию новых районов роста и развития мальков. Увеличение количества мальков и молоди повлечет за собой увеличение численности животных в популяциях и промысловых запасах крабов. В зависимости от способа выращивания и места расположения плантаций на одном гектаре искусственных сооружений можно вырастить от 0,42 до 1 млн. мальков краба (Федосеев, 1989, 1990; Федосеев, Григорьева, 2001). С учетом естественной смертности промыслового возраста достигнет около 50 тыс. самцов, что составит около 100 т крабов. Наиболее рентабельной для фермерского хозяйства будет плантация марикультуры с площадью в 10 га, на которой можно выращивать до 1000 т краба.

Авторы благодарят организацию «ТЕРКОМ» за материально-техническую помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Е.В.** О распределении личинок в заливе Анива // Тез. докл. междунар. науч-практ. конф. Южно-Сахалинск. СахНИРО. - 2001. - С. 3-4.
- Баканев С.В.** Новые данные о распределении личинок камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) // Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов. Тез. докл. молод. ученых. - Владивосток, ТИНРО-центр, 24-26 мая. - 1999. - С. 12-14.
- Виноградов Л.Г.** Камчатский краб. - Владивосток: ТИНРО, 1941. - 94 с.
- Виноградов Л.Г.** Годичный цикл жизни и миграции краба в северной части западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. - 1945. - Т. 19. - С. 3-54.
- Галкин Ю.И.** Акклиматизация и перевозка камчатского краба // Тр. Мурманского биол. ин-та. - 1966. - Вып. 2 (6). - С. 253-269.
- Галкин Ю.И.** Изменения гидрологического режима, естественное воспроизводство и культивирование камчатского краба у западной Камчатки // Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана. Материалы XIV тихоок. конгр., Хабаровск, авг. 1979. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. - Вып. 4. - С. 29-34.
- Григорьева Н.И., Федосеев В.Я.** О воспроизводстве камчатского краба в южном Приморье // Вестн. ДВО РАН. - 2000. - № 1. - С. 68-73.
- Григорьева Н.И., Федосеев В.Я.** Влияние термохалинных условий на оседание личинок и рост мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* в заливе Посыет (залив Петра Великого, Японское море) // Тез. докл. Междунар. науч-практ. конф. Южно-Сахалинск. СахНИРО. - 2001. - С. 31-32.
- Григорьева Н.И., Федосеев В.Я.** Абиотические условия в местах размещения плантаций марикультуры залива Посыет (Японское море). Изв. ТИНРО. - 2001. - Т. 128 (в печати).
- Закс И.Г.** Биология и промысел *Paralithodes* в Приморье // Вестн. ДВ филиала АН СССР. - 1936. - № 18. - С. 49-79.
- Клитин А.К.** О центрах воспроизводства камчатского краба у юго-западного Сахалина. // Экол. основы рац. природопольз. на Сахалине и Курил. о-вах. Тез. докл. IV научно-практ. конф. Южно-Сахалинск, 1990. - С. 186-187.
- Клитин А.К.** Численность и некоторые особенности летнего распределения камчатского краба у юго-западного Сахалина // VIII науч. конф. по экол. Физиол. и биохим. рыб; 30 сент.-3 окт., 1992; Тез. докл. Т.1. Кар. науч. центр РАН, Ин-т биол., Петрозаводск, 1992. - С. 143-144.
- Макаров Р.Р.** Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. - М.: Наука, 1966. - 162 с.
- Низяев С.А., Федосеев В.Я., Мясоедов В.И., Родин В.Е.** К формированию урожайности поколений камчатского краба *Paralithodes camtschatica* на шельфе западной Камчатки // Промысловые биологические исследования морских беспозвоночных. - М.: ВНИРО, 1992. - С.4-14.
- Родин В.Е.** О новых орудиях лова краба у западной Камчатки // Рыбн. хоз-во. - 1966. № 5. - С.86-88.
- Родин В.Е.** Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Изв. ТИНРО. - 1985. - Т. 110. - С. 86-97.
- Родин В.Е., Лаврентьев М.М.** К изучению воспроизводства камчатского краба у западной Камчатки // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. - Л.: Наука, 1974. - С. 65-66.
- Родин В.Е., Суховеева М.В.** Изучение и расширение промыслового использования беспозвоночных и макрофитов // Проблемы дальневосточной рыбохозяйственной науки. - М.: Агропромиздат, 1985. - С. 49-59.
- Федосеев В.Я., Родин В.Е.** Воспроизводство и популяционная структура камчатского краба // «Исслед. и рационал. использ. дальневост. и сев. морей СССР и перспективы создания техн. средств для освоения неиспольз. биоресурсов открыт. океана. Тез. докл. Всес. совещ., Владивосток, 15-17 окт., 1985». Владивосток, 1985. - С. 103-104.
- Федосеев В.Я., Родин В.Е.** Воспроизводство и формирование популяционной структуры камчатского краба // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. - Владивосток: ТИНРО, 1986. - С. 35-46.
- Федосеев В.Я.** Методы искусственного повышения продуктивности природных популяций крабов // Научно-технические проблемы марикультуры в стране. - Владивосток: ТИНРО, 1989. - С. 119-120.

Федосеев В.Я. Краб // Комплексная целевая программа «Дальаквакультура» на 1990-1995 и до 2010 гг. - Владивосток: Научный архив ТИНРО, 1989а. - № 22632. - С.75-88.

Федосеев В.Я. Рекомендации по рациональному промыслу и искусственному воспроизводству крабов (согласно проекту «Дальаквакультура»). - Владивосток: Научный архив ТИНРО, 1989б. - № 22698 - 38 с.

Федосеев В.Я. Вопросы рационального промысла и искусственного воспроизводства краба // Тез. докл. V Всесоюз. конф. по промысл. беспозвоночным. - М.: ВНИРО, 1990. - С. 52-54.

Федосеев В.Я. Комплексная программа научно-исследовательских и экспериментальных работ по воспроизводству промысловых видов крабов дальневосточных морей на 1999-2010 годы. - Владивосток: Научный архив ТИНРО-центра, 1999. - № 23003. - 57 с.

Федосеев В.Я. Способы искусственного повышения продуктивности природных популяций крабов // Экологический вестник Приморья. - 2000. - № 5. - С. 3-9.

Федосеев В.Я., Слизкин А.Г. Воспроизводство и формирование популяционной структуры у краба-стригуна *Chionoecetes orilio* в дальневосточных морях // Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. - 1980. - С. 24-35.

Федосеев В.Я., Слизкин А.Г., Родин В.Е. Общие закономерности воспроизводства крабов // Сырьевые ресурсы и биол. основы рац-го использ-я промысл. беспоз-ых. Тез. докл. Всес. сов-я 14-16 дек. 1988 г. Владивосток: ТИНРО, 1988. - С. 27-28.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Разведение камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae) на подвесных плантациях / ТИНРО. - Владивосток, 1999. - Деп. во ВНИЭРХ, № 1351 - рх 99.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Способы выращивания крабов на искусственных сооружениях // Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2001. - С. 119-120.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Воспроизводство камчатского краба на подвесных плантациях в заливе Посъет (Японское море) // Рыбное х-во. - 2001а. - № 2. - С. 35-36.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschatica* Tilesius в заливе Посъет (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. - 2001б. - Т. 128 (в печати).

Пат. № 2174750 Способы выращивания крабов (варианты) / **Федосеев В.Я., Григорьева Н.И.** (Россия). Заявлено 27.07.98. Оpubл. 20.10.2001. Бюл. № 29.

Marukava H. Biological and fishery research on japanese king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // J. Imp. Fish. Exp. St. Tokyo. - 1933. - Vol. 37. - № 4. - P. 1-200.

УДК 574.64:597-1.044

ВОЗДЕЙСТВИЕ КАДМИЯ И ЦИНКА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПРЕДЛИЧИНОК ДВУХ ВИДОВ РЫБ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Черкашин С.А., Никифоров М.В., Щеглов В.В.,

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
г. Владивосток*

Исследовано действие кадмия и цинка на выживаемость предличинок японского анчоуса – *Engraulis japonicus* и длиннорылой камбалы – *Limanda punctatissima*. Расчетная недеятельствующая концентрация кадмия при 96 час. экспозиции составила 0,002 и 0,001 мг/л соответственно. Расчетная недеятельствующая концентрация цинка при 96 час. экспозиции составила 0,010 и 0,008 мг/л соответственно.

The impact of cadmium and zinc on survival of the prolarval Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) and longsnout flounder (*Limanda punctatissima*) has been studied. The computed dead concentrations of cadmium under the 96-hour exposition were 0.002 and 0.001 mg/l, respectively. The computed dead concentrations of zinc under the 96-hour exposition were 0.010 and 0.008 mg/l, respectively.