

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.518

П.Ю.Иванов, Н.В.Щербакова

ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ
КАМЧАТСКОГО КРАБА В КОНТРОЛИРУЕМЫХ
ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Приводятся результаты экспериментов по выращиванию камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в контролируемых заводских условиях. Основываясь на известных из литературы параметрах получения личинок в акваториях, произведено более миллиона личинок краба в условиях научно-производственного центра марикультуры “Заповедное”. Выпуска зоеа добились на два месяца раньше, чем в природе, путем температурной стимуляции самок с икрой. Поддерживая оптимальные условия содержания, сократили сроки личиночного и постличиночного развития более чем в полтора раза по сравнению с естественными условиями. Выживаемость на личиночной стадии составила менее 1 %. Указываются возможные причины высокой смертности на первых стадиях зоеа. Личинки доведены до стадии малька. Мальки подращивались в условиях центра в течение года, при этом скорость их роста была выше, чем в природе. Приведены схема заводского выращивания и таблица параметров содержания камчатского краба на всех этапах культивирования: плотность посадки, температура воды, скорость потока, количество и расход корма и др. Даны параметры получения живого корма для личинок — науплиусов артемии. Обсуждаются существующие на сегодняшний день проблемы и задачи в области искусственного разведения краба. Показана необходимость проведения дальнейших работ в направлении совершенствования биотехники культивирования камчатского краба.

Ivanov P.Yu., Shcherbakova N.V. Experience and problems of cultivation of the king crab in controllable industrial conditions // *Izv. TINRO.* — 2005. — Vol. 143. — P. 305–326.

Results of experiments on cultivation of the king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in controllable conditions are explained.

Being based on parameters of zoea reception in aquariums known from scientific literature, the hatching more than one million zoeae of the crab in conditions of the research-and-production centre of aquaculture “Zapovednoye” is carried out. The zoeae hatched two months earlier than in natural conditions, because of temperature stimulation of females with roe. Optimal conditions support allowed to reduce the terms of larval and post larval development in 1.5 times or more in compare with natural conditions. The survival rate on larval stages was < 1 %. Possible reasons of mortality on the first larval stages are discussed.

Zoeae were led up to juveniles, which reared in the center “Zapovednoye” within 1 year. Growth rate of juveniles in controllable conditions was higher than in nature.

Technology of the king crab industrial cultivation is described in detail, the table of the keeping parameters at all stages of cultivation is presented, including plant density, water temperature, flow velocity, diet, etc. Parameters of cultivation of the alive food (*Artemia nauplia*) for zoeae are explained, too. Problems and tasks in the

field of artificial cultivation of crabs are discussed and directions for enhancing the cultivation biotechnology are suggested.

Среди ракообразных одним из наиболее ценных промысловых видов является камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Исследования камчатского краба в зал. Петра Великого проводятся с начала 20-х гг. прошлого века. К настоящему времени хорошо изучена биология вида, региональные особенности его существования, проведены опыты по содержанию и размножению краба. Промысел, который существует в заливе с 1874 г., неоднократно приводил к истощению его запасов и запретам вылова, последний из которых введен в 2002 г. и действует по настоящее время (Кобликов, Мирошников, 2002). Интенсивный неконтролируемый промысел явился также причиной снижения численности популяций камчатского краба в Охотском и Беринговом морях.

Высокий спрос и снижение промысловых запасов краба привели к тому, что проблема его искусственного разведения приобрела исключительную актуальность. Идея создания крабовозводных заводов возникла еще в 30-х гг. 20-го века. Первые работы по получению и содержанию личинок камчатского краба в искусственных условиях были начаты в Японии и проводятся по настоящее время (Исси и др., 1929; Симидзу, 1936; Каваи, 1940; Сато, Танака, 1949а, б; Sato, 1958; Кахата и др., 1972; Nakanishi et al., 1973; Nakanishi, Naryu, 1981; Nakanishi, 1987а, б; Куватани, 1989; и мн. др.).

В России эксперименты по инкубации икры камчатского краба и получению личинок велись уже в 30-е гг. прошлого века (Виноградов, 1941). Первые шаги в этой области были сделаны в 1932 г. на о. Петрова в Японском море, где самки и молодь содержались в аквариумах и садках, а также изучалось влияние различных условий содержания на икру (Казаев, Плечкова, 1996; Крепс, 1997). Работы эти велись в связи с возможным переселением камчатского краба в Баренцево море (Орлов, 1996а; Кузьмин, Гудимова, 2002; Камчатский краб ..., 2003). Однако только накопленный за последние десятилетия опыт выращивания в искусственных условиях наиболее сложных для культивирования видов создал предпосылки для успешного решения этой проблемы (Левин, Желтоножко, 2000).

Помимо принятия мер по рациональному использованию природных популяций камчатского краба, восстановление, поддержание и приумножение его запасов возможны с помощью широкомасштабного искусственного воспроизводства (Левин, Желтоножко, 2000; Ковачева, 2003; Павлов, 2003; Эпельбаум, 2004). Работы по искусственному воспроизводству краба уже долгие годы проводятся в Японии и России, а в последнее время также в Норвегии и США. Однако воспроизводство в промышленных масштабах к настоящему времени нигде не налажено.

Культивирование может осуществляться непосредственно в море или в контролируемых условиях на берегу. Апробация первого способа проводилась в зал. Петра Великого (Масленников, 1996, 1998; Масленников и др., 1999; Григорьева, Федосеев, 2000; Федосеев, Григорьева, 2001а–в, 2002а, б) и основана на сборе мальков на коллекторы, садки и дальнейшем подращивании молоди в садках в море. Недостатком данного способа является то, что в целом оседание личинок является незначительным и не позволяет получить жизнестойкую молодь крабов в достаточном количестве. К тому же интенсивность оседания в разные годы и в разных районах неодинакова и в значительной степени зависит от климатических условий данного года и района.

Известен также опыт совместного культивирования краба и приморского гребешка в подвесных плантациях (Федосеев, Григорьева, 2004), отмечено, что минимальная плотность личинок краба в планктоне, при которой можно ожидать хорошее оседание на коллекторы, составляет 0,5 экз./м³.

Современный отечественный опыт искусственного воспроизводства камчатского краба до наших исследований был основан на использовании оборудования типа акваторионов с искусственной морской водой при замкнутом цикле водоснабжения (Ковачева, 2000, 2002, 2003; Эпельбаум, 2004). Эти работы осуществлялись в небольших масштабах в лабораторных условиях. Сообщалось также о создании Д.Н.Степановым культиватора крабов (Орлов, 1996б; Степанов, Смирнов, 1999; Левин, Желтоножко, 2000). Проводились эксперименты с применением проточного типа водообмена, но они велись без контроля параметров содержания животных (Зубкова, 1964; Ефимкин, Микулич, 1987; Журавлева, Пахомова, 2002) (табл. 1).

Проведение экспериментов по выращиванию камчатского краба в контролируемых заводских условиях с использованием проточной системы водоснабжения стало возможным с вводом в строй научно-производственного центра марикультуры (НПЦМ) “Заповедное” (рис. 1). Центр представляет собой модульный цех для выращивания трепанга, расположенный на побережье. Он имеет водозабор морской воды, фильтры грубой и тонкой очистки, дополнительные емкости для аварийного запаса морской и пресной воды, емкости с тэнами для регулирования температуры и другое техническое обеспечение, необходимое для контроля над условиями содержания гидробионтов. Снабжение пресной водой осуществляется из скважины, в случае аварийного отключения электроснабжения задействуется дизель-электрогенератор.

Возможность регулирования температуры воды и подачи воздуха, скорости потока, кормления и других параметров позволила получить свыше миллиона личинок краба в более ранние по сравнению с естественной средой сроки и довести личинок до жизнестойкой стадии малька в возрасте 1 года.

С целью получения личинок в искусственных условиях отлов восьми самок камчатского краба произведен в начале декабря, когда созревание икры на плейоподах практически полностью завершается и приостанавливается до весны (стадия икры ИБ (икра бурая) и ИГ (икра на стадии “глазка”)). Транспортировка осуществлялась при плотности посадки не более 4 экз./м² и температуре воды 4–5 °С. Время от момента вылова до помещения в НПЦМ составило не более суток. В ходе перевозки на судне осуществлялась постоянная аэрация воды. Все самки перевозку перенесли хорошо и после посадки в емкости НПЦМ сразу стали брать корм. Ширина карапакса самок составляла в среднем 130 мм, масса — 1290 г.

До выпуска личинок самки содержались в проточной воде в непрозрачных пластиковых емкостях (рис. 2, 3) при плотности посадки 2–3 экз./м². При содержании в 2-тонных емкостях скорость потока составляла не менее 5 л/мин (3,5 объема в сутки). Кормление проводилось два раза в сутки мидией и другими двусторчатыми моллюсками, свежемороженой сельдью, навагой, минтаем, другой рыбой, кальмаром, креветкой. Корм всегда давали в избытке в свежем или мороженом виде. Дно емкостей регулярно очищали от остатков пищи и выделений.

Получение личинок в более ранние по сравнению с естественной средой сроки осуществляли путем температурной стимуляции эмбриогенеза (Ефимкин, Микулич, 1987). Непосредственно перед выклевом личинок самок пересаживали в личиночные емкости (рис. 4) с температурой воды 9–11 °С. Во время выпуска зоа кормление самок прекратили. По окончании выхода личинок, который продолжался в среднем 7–8 сут, самок удаляли из личиночных емкостей. Икра одной самки в эксперименте на момент выхода зоа оказалась пораженной грибом, и все личинки в ней погибли.

С момента начала выхода зоа и в течение всего личиночного периода температура воды поддерживалась в пределах 9–11 °С.

Таблица 1

Параметры выращивания камчатского краба по данным разных исследователей

Table 1

Parameters of king crab's growing according to data of different authors

Параметр	Н.П.Ковачева (2003)	А.Я.Ефимкин, Л.В.Микулич (1987)	В.С.Левин, О.В.Желтоножко (2000)
Самки			
Транспортировка	Не > 15 ч при постоянной аэрации и плотности посадки 10–12 экз./м ²	–	–
Плотность посадки, экз./м ²	Не > 2	2–3	2
Скорость протока, л/мин	Не < 5	–	1
Соленость, ‰	30–32	32–34	30,0–33,5
Содержание кислорода, %	Не < 80	70–100	Не < 80
Температура воды	Не > 4 °С (самки, собранные весной), после выклева повышается до 7–8 °С (1 °С в сутки)	От 9,7 °С в начале ноября до 1,4 °С в середине января и до 7,0 °С к началу февраля (самки, собранные осенью)	От 8 °С до стадии икры вторичный науплиус, 6 °С до стадии икры зоза и до 3 °С на момент выклева личинок
Освещенность	–	–	1000–2000 лк в течение 8 ч
Корм	Кальмар, минтай, треска	Головоногие, минтай, камбала, корюшка, навага, сельдь, терпуг (+ мидия, литорины, звезды, ежи, креветки)	–
Частота кормления в сутки	1 раз	2–3 раза	–
Суточный рацион, % от массы тела	0,5–1,0	0,3–1,1	–
Зоза			
Плотность посадки, экз./л	50	50–70	40 (20 тыс./500 л)
Освещенность	–	–	1000–2000 лк в течение 8 ч
Скорость протока, л/мин	Не < 1	–	1
Содержание кислорода, %	Не < 80	74–88	Не < 80
Продолжительность периода, сут	35–40		
Зоза I	8–10		
Зоза II	7–8	–	–

Зона III	9–10	Расход живого корма (науплиусы артемии) на 1 зона	–	–	После выклева при 3 °С повышается до 8 °С (по 1 °С в день)	Артемия, коловратки, микроводоросли (<i>Talassiosira</i> sp.)
Зона IV	11–12					
Зона I	20 + дополнительный корм					
Зона II	30					
Зона III	40					
Зона IV	50					
Частота кормления в сутки	2 раза для зона I, II, III, 3 раза для зона IV	–	–	–	–	–
Температура воды, °С	7–9	4,6–10,0	–	–	–	–
Корм	Корм для морских креветок, науплиусы артемии (цисты “всхожестью” не менее 70 %, возраст науплиусов не более суток)	Науплиусы артемии, яичный порошок, личинки балянусов	–	–	–	–
Глаукотоез						
Температура воды, °С	8–10	–	–	–	–	–
Плотность посадки	25 экз./л	–	–	–	–	–
Скорость протока, л/мин	Не < 1	–	–	–	–	–
Продолжительность стадии, сут	18–20	–	–	–	–	–
Расход корма, экз./сут	5	–	–	–	–	–
Частота кормления в сутки	1 раз	–	–	–	–	–
Корм	Науплиусы артемии	–	–	–	–	–
Мальки						
Температура воды, °С	10–12	–	–	–	–	–
Скорость протока, л/мин	5	–	–	–	–	–
Плотность посадки	1000 шт./м ²	–	–	–	–	–

Выращивание в садках 90х90х70 с ячейей 0,5 мм, помещенных в емкости 1,8х1,0х1,0 м

Окончание табл. 1
Table 1 finished

Параметр	Н.П.Ковачева (2003)	А.А.Ефимкин, Л.В.Микулич (1987)	В.С.Левин, О.В.Желтоножко (2000)
Продолжительность выращивания, сут	14–20 (после чего выпуск в море)	–	–
Корм	Фарш креветок и мидий (3: 1)	–	–
Частота кормления в сутки	2 раза	–	–
Примечание. "–" — данных нет.			

Объем емкости для содержания личинок на всех стадиях составлял 500 л при скорости протока не менее 1,5 л/мин.

Начиная со стадии зоэа I каждые два дня производился отбор проб личинок с целью установления времени перехода на следующие стадии и плотности посадки, а также регулирования количества даваемого корма. Два раза в сутки контролировали температуру воды и скорость протока.

Согласно исследованиям, проводившимся ранее другими учеными (табл. 1), соленость воды на всех стадиях цикла выращивания краба должна находиться в пределах 30–34 ‰, содержание кислорода в воде — не менее 80 %.

В качестве корма для личинок использовали науплиусов артемии.

Получали науплиусы путем содержания яиц артемии в прозрачных емкостях в воде соленостью 27–30 ‰ в течение суток (рис. 5). При этом поддерживали следующие параметры: температура воды — около 25 °С, постоянные аэрация и освещение. Возраст скормливаемых науплиусов не превышал 3 сут.

После перехода на стадию зоэа IV в емкости добавили субстрат для оседания будущих глаукотоз: водоросли (оптимальный вариант — анфельция), сетки, веревки, любой подходящий пористый материал.

Начиная с первой стадии малька, в связи с интенсификацией процессов жизнедеятельности краба, скорость протока увеличили и поддерживали на уровне не менее 3 л/мин (рис. 6). Температуру поддерживали в пределах 13–17 °С, главным образом на уровне 15 °С. Кормили мальков мидией, сельдью, лососем, корюшкой. Суточный пищевой рацион выясняли путем взвешивания остатков корма.

Регулярно, раз в 10 дней, производили подсчет количества мальков краба с целью выяснения процента выживаемости и оптимальной плотности посадки. Морфометрические измерения мальков проводили раз в месяц для установления скорости роста и вычисления массы даваемого корма.

При подращивании части мальков в садках в море с периодичностью раз в 15–20 дней подсчитывали количество мальков краба для определения показателя выживаемости, измеряли ширину карапакса, взвешивали мальков и добавляли дополнительный корм — мясо мидии или рыбы. Садки обшивали сетью с размером ячеек не более 2 мм и подвешивали на глубине 5 м. Объем садков — 0,13 м³, наполнитель — сетка, веревка, водоросли. Плотность посадки составила 50 экз. на садок.

Эксперимент проводился с декабря 2003 г. по май 2005 г.



Рис. 1. Научно-производственный центр марикультуры “Заповедное”
Fig. 1. Research-and-production centre of aquaculture “Zapovednoye”



Рис. 2. Емкости для содержания самок камчатского краба
Fig. 2. Tanks for keep of females king crab



Рис. 3. Самки краба в емкости
Fig. 3. Tank for keep of females king crab



Рис. 4. Емкости для содержания личинок краба
Fig. 4. Larva cultivation tanks

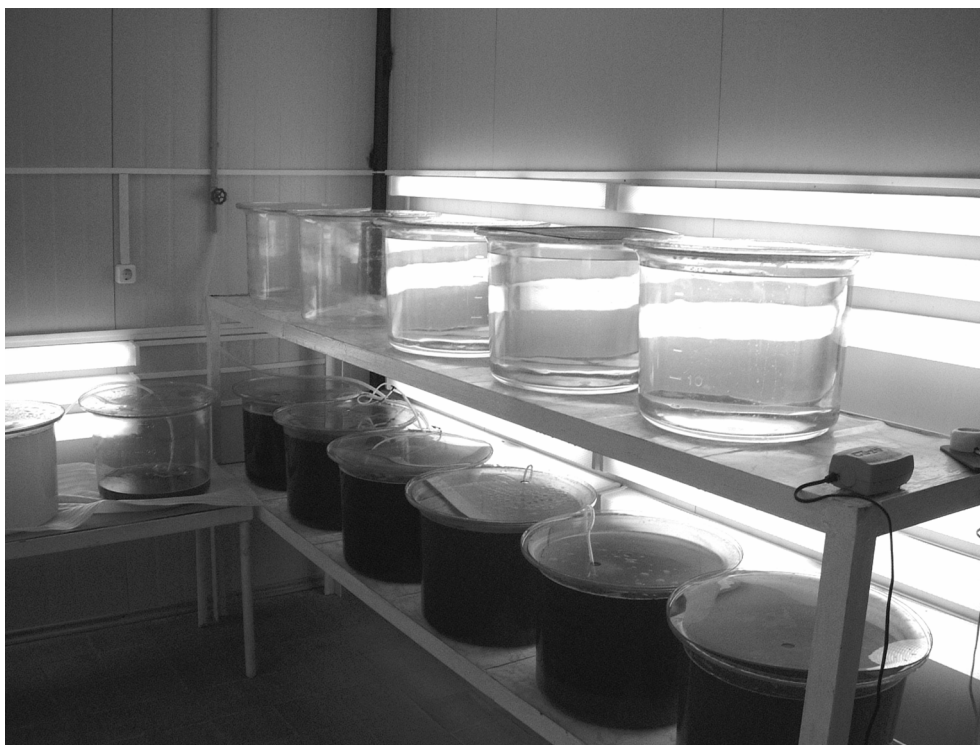


Рис. 5. Емкости для получения и содержания науплиусов артемии
Fig. 5. Artemia cultivation tanks



Рис. 6. Емкость для содержания мальков краба
Fig. 6. Tank for growing of artificial king crab juveniles

Транспортировка и содержание самок. Температура во время транспортировки поддерживалась на уровне 4–5 °С для предотвращения отрицательного влияния на икру и преждевременного абортного выклева личинок в случае ее резкого повышения.

При перевозке самок японские исследователи рекомендуют во избежание травмирования краба связывать его конечности (Куватани, 1989).

Скорость протока в емкости для содержания самок в контролируемых заводских условиях составляла не менее 5 л/мин. Менее интенсивный водообмен может вызывать поражение икры грибом, что приводит к гибели эмбрионов. В.С.Левин и О.В.Желтоножко (2000) указывают на необходимость наличия на дне емкостей слоя гравия толщиной 3–5 см. В нашем эксперименте наличие гравия затрудняло очистку дна емкостей от остатков корма и выделений и его отсутствие никак не сказывалось на поведении самок и потреблении ими корма.

Суточный рацион одной самки при кормлении разными видами корма составил в среднем около 1,0 % от массы тела и не превышал 1,5 %.

Для получения личинок в более ранние сроки применяли температурную стимуляцию самок с икрой. С момента посадки самок температура воды постепенно увеличивалась с 4–5 до 7–8 °С в течение 50–60 сут (рис. 7). Температура повышалась на 0,5 °С еженедельно. Для завершения эмбриогенеза самкам потребовалось в среднем 370 градусо-дней. О приближении выхода личинок судили по увеличению продолжительности промывания самками икры с помощью брюшных ножек и сократительных движений брюшка с 1–2 мин 2–3 раза в день до часа с небольшими перерывами (Зубкова, 1964).

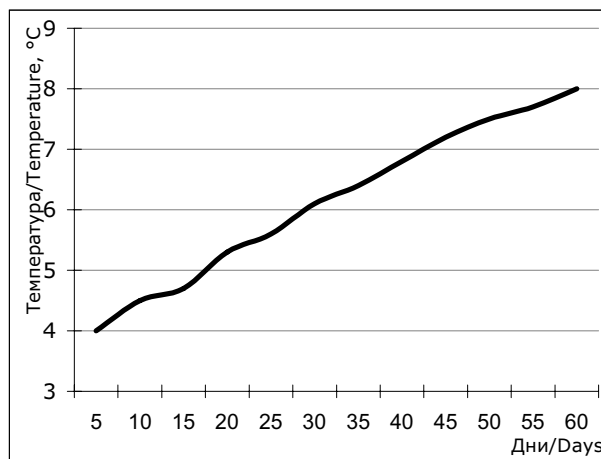


Рис. 7. Температурная стимуляция самок для получения личинок в более ранние сроки

Fig. 7. Temperature stimulation of female

Получение и содержание личинок. Более высокая температура содержания личинок в заводских условиях по сравнению с низкими температурами в естественной среде обитания позволила значительно сократить период прохождения личиночных стадий.

Результаты наших исследований показали, что оптимальной температурой содержания личинок является 10 °С при плотности посадки зоэа не более 50 экз./л и глаукотоз не более 25 экз./л, что согласуется с данными Н.П.Ковачевой (2000).

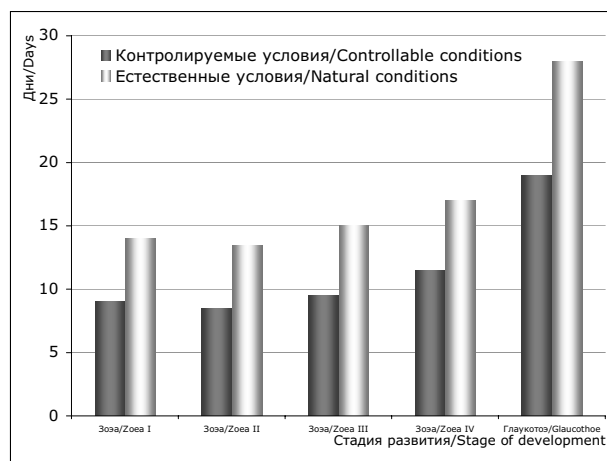
Скорость протока 1,5 л/мин оказалась оптимальной. Более низкая скорость не обеспечивает качественной очистки воды, более высокая — вызывает трудности с поддержанием необходимой температуры. При таких условиях содержания сроки развития личиночных стадий сокращаются более чем в полтора раза по сравнению с таковыми в естественных условиях (рис. 8). Сроки личиночных стадий оказались следующими: зоэа I — 8–10 сут, зоэа II — 7–10 сут, зоэа III — 8–11 сут, зоэа IV — 11–12 сут и глаукотоз — 18–20 сут. Таким образом, личиночный период в заводских условиях составил около 2 мес против почти 3 мес в природе.

Основным кормом, используемым при выращивании личинок камчатского краба на всех стадиях, являются науплиусы артемии *Artemia* sp. Разные исследо-

ватели приводят в качестве корма также личинки многощетинковых червей (Sato, 1958), яичный порошок, личинки баянусов, диатомовые и зеленые водоросли, детрит (Зубкова, 1964; Ефимкин, Микулич, 1987; Куватани, 1989), корм для морских креветок (Ковачева, 2000), фарш из внутренностей моллюска *Protothaca* sp. (при кормлении личинок синего краба) (Huffman, 1968), коловратку *Brachionus plicatilis* и зеленые водоросли *Phaeodactylum* sp. (Nakanishi, Naryu, 1981), а также сухие стартовые комбикорма для морских организмов (Эпельбаум, 2004). Экспериментируя с этими кормами, практически все исследователи пришли к выводу об оптимальности науплиусов артемии как корма для зоэа.

Рис. 8. Сроки развития личиночных стадий в контролируемых и естественных условиях

Fig. 8. Periods of larval development under controllable and natural conditions



По сравнению с содержанием личинок в условиях с замкнутой системой водоснабжения наличие протока обеспечивает более высокое качество воды. Вместе с тем, по мнению некоторых авторов (Nakanishi, Naryu, 1981), в проточной воде у личинок меньше шансов для поимки добычи, чем у содержащихся в статической морской воде, и эти различия могут оказывать влияние на процент выживаемости и длительность стадий зоэа. Скорость протока 1,5–2,0 л/мин в емкостях НПЦМ не оказывала заметного влияния на степень потребления личинками науплиусов артемии. Для предотвращения выноса последних слив личиночных емкостей защищался газом с размером ячеек не более 0,3 мм, во время кормления проток отключали на 30 мин.

В связи с отсутствием у зоэа крабов активной погони за науплиусами артемии, концентрация последних при кормлении должна быть достаточно высокой (Ефимкин, Микулич, 1987; Эпельбаум, 2004). При этом необходимо иметь постоянный запас культивируемых науплиусов и яиц для их получения.

При выведении личинок десятиногих ракообразных в лабораторных условиях в качестве корма применяется главным образом зоопланктон, и использование для этого микроводорослей практически не изучено (Paul et al., 1990). Как отмечает Курата (Kurata, 1959), диатомовые водоросли не пригодны в качестве корма при выведении личинок камчатского краба в аквакультурных целях. В то же время анализ содержимого кишечника личинок в естественных условиях на Аляске показал присутствие в их пищеварительном тракте диатомовых водорослей родов *Skeletonema*, *Chaetoceros* и *Thalassiosira* (Paul et al., 1989, 1990). Определено также влияние количества клеток диатомовых в планктоне на скорость роста и показатель превращения зоэа I в зоэа II. Причем вышеуказанные авторы делают вывод о том, что зоопланктон не имеет большого значения для питания личинок на первых стадиях.

Наканиши и Нарю (Nakanishi, Naryu, 1981) в экспериментах по выращиванию зоэа в искусственных условиях обнаружили, что бентосные диатомовые водоросли не оказывают какого-либо значительного влияния на показатель вы-

живаемости постличинок. Вместе с тем в конце стадии глаукотоз водоросли вокруг постличинок исчезали, т.е. для постличинок они были кормом (Nakanishi, Nagyu, 1981).

Степень потребления личинками диатомовых нами исследована не была. Однако отмечено отрицательное влияние избыточного количества в воде диатомовых водорослей: наблюдалось довольно сильное обрастание стенок емкостей, а также конечностей самих личинок, что затрудняло их передвижение.

В.С.Левин и О.В.Желтоножко (2000) указывают на важность продолжительности светового дня при выращивании зоэа камчатского краба, которая должна составлять 8 ч при интенсивности 2000 лк. Наканиши (Nakanishi, 1987b), проведя эксперименты по воздействию свето-темнового периода на развитие личинок, не обнаружил какого-либо влияния этого показателя на выживаемость зоэа. Однако при добавлении в качестве корма для зоэа фитопланктона некоторая интенсивность света необходима и должна быть не менее 2000 лк (Nakanishi, 1987b). Нами отмечено, что при освещении емкости зоэа концентрируются в тех ее частях, которые расположены ближе к источнику света или освещены наиболее интенсивно. При этом плотность личинок неравномерна. В случае отсутствия прямого источника света личинки равномерно распределяются по всей толще воды.

Одна из главных причин высокой смертности на личиночных стадиях помимо гибели во время линьки и от недостатка корма — каннибализм, который достигает 80 % общей смертности от стадии зоэа I до малька (Nakanishi, Nagyu, 1981). Единственный способ избежать этого — оптимальная плотность посадки и постоянное наличие достаточного количества корма. Кормом для личинок краба служили науплиусы артемии в следующих количествах: 20 экз. для зоэа I, 30 экз. для зоэа II, 40 экз. для зоэа III и 50 экз. для зоэа IV (Ковачева, 2003). Кормление проводилось два раза в сутки для зоэа I–III и три раза — для зоэа IV.

Однако, согласно данным последних исследований (Эпельбаум, 2004), которые стали доступны нам уже после окончания работ по содержанию личинок, экспериментально проверенные максимальные суточные рационы живого корма для зоэа I, II, III и IV камчатского краба составляют соответственно 11, 22, 33 и 42 экз./зоэа. При этом минимальная концентрация науплиусов в емкости, при которой выедание их личинками прекращается, составляет 160 экз./л, а оптимальная начальная концентрация — в среднем 800 экз./л (для замкнутой системы водоснабжения).

Артемия выращивается при температуре 25 °С, а личинки краба содержатся при 9–11 °С, поэтому перед подачей корма проводили адаптацию науплиусов к температурным условиям емкости для содержания зоэа путем постепенного понижения температуры воды с науплиусами в течение часа.

После превращения зоэа IV в глаукотоз, в связи с переходом на эндогенную форму питания, частоту кормления уменьшали до одного раза в сутки в количестве 2,5 экз./лич. (Ковачева, 2003). Некоторые исследователи указывают, что камчатский краб на стадии глаукотоз не питается (Павлов, 2003; Эпельбаум, 2002, 2004). Однако мы наблюдали потребление глаукотоз науплиусов артемией. Кроме того, вокруг постличинок исчезали водоросли, что может свидетельствовать об их выедании глаукотоз. Таким образом, вывод об афагии глаукотоз, высказанный некоторыми авторами, в наших экспериментах не подтвердился. Плотность посадки глаукотоз — 25 экз./л. Объем емкости, температура и скорость протока были те же, что и при содержании зоэа.

Показатель выживаемости от зоэа I до первой стадии малька оказался невысоким и составил менее 1 % (табл. 2). При этом в основном смертность приходилась на первые личиночные стадии. Данный факт, помимо гибели во время линьки и от каннибализма, по нашему мнению, объясняется трудностями в под-

держании заданной температуры воды в личиночных емкостях в условиях НПЦМ “Заповедное”, который не рассчитан на работу в холодное время года. Во время эксперимента по выращиванию краба температура воды в некоторых емкостях нередко менялась и в значительной степени зависела от температуры воды в море и воздуха на улице.

Таблица 2

Выживаемость камчатского краба в контролируемых условиях
от стадии зоза до малька

Table 2

Survival of king crab from zoea to juvenile stage in controlled conditions

№	Кол-во сам- ки тыс. шт.	Стадия развития личинок				Кол-во глаукотоз, экз. (%)	Выживаемость от зоза I до глаукотоз, %	Кол-во мальков, экз. (%)
		I	II	III	IV			
		Кол-во зоза, экз. (%)						
1	210	200000 (95)	13500 (7)	600 (4)	225 (38)	100 (44)	0,06	
2	135	133000 (99)						
3	150	145500 (97)	12500 (9)	1250 (10)	425 (34)	187 (44)	0,10	
4	220	165000 (75)						400 (81)
5	200	196000 (98)	7750 (6)	550 (7)	225 (41)	98 (44)	0,06	
6	140	139000 (99)	17000 (8)	800 (5)	250 (31)	110 (44)	0,05	
7	220	217000 (99)						

В то же время содержание личинок требует поддержания постоянной температуры, и ее изменение даже в пределах 2–3 °С может оказаться губительным для зоза. Примером отрицательного влияния резкого неконтролируемого изменения температуры воды на зоза явилось ее повышение (из-за прекращения подачи воды) в одной из емкостей за несколько часов с 10 до 13 °С, когда все личинки в количестве около 140000 экз. погибли. Показатель смертности значительно увеличился также из-за недостаточного количества живого корма во время нахождения личинок на стадии зоза I. Выработка методов повышения выживаемости краба на личиночных стадиях требует проведения дальнейших экспериментальных работ.

Содержание мальков. Известно, что скорость роста молоди краба находится в прямой зависимости от температуры воды и достаточного количества корма. Постепенное повышение температуры воды после превращения постличинок в мальков с 10 до 15 °С благоприятно сказывается на последних: они начинают активно двигаться, охотнее потребляют корм, быстрее растут и прибавляют в весе (Куватани, 1989). По мере увеличения возраста плотность посадки мальков уменьшали: на первых стадиях она составляла до 400 экз./м², в возрасте 2 мес уменьшена до 100 экз./м² и к 8 мес была равной около 50 экз./м². Более высокая плотность посадки может вызывать случаи каннибализма. Снизить показатель каннибализма можно проводя кормление регулярно и давая корм в избытке.

Вместе с тем, несмотря на обильное регулярное кормление и невысокую плотность посадки, наблюдался высокий показатель каннибализма (рис. 9). В связи с этим при подращивании мальков, начиная с 2 мес, необходимо предусмотреть условия для их содержания при оптимальной плотности (перегородки, отдельные небольшие садки в емкостях и т.п.). Таким образом, каннибализм — основная проблема при содержании и подращивании мальков.

В качестве корма использовался главным образом фарш из мидии. Пищевой рацион мальков дополняли, периодически давая мясо других моллюсков и рыбы. На ранних стадиях (до 2 мес) мальки краба охотно потребляли также корм для мальков рыб. Начиная с 2-месячного возраста, мальки прекращали брать корм для рыб, поскольку его частицы становились неподходящими по размеру для растущего краба. С 8–9 мес кормом для мальков служила в основном рыба: свежемороженая сельдь, лосось, корюшка.

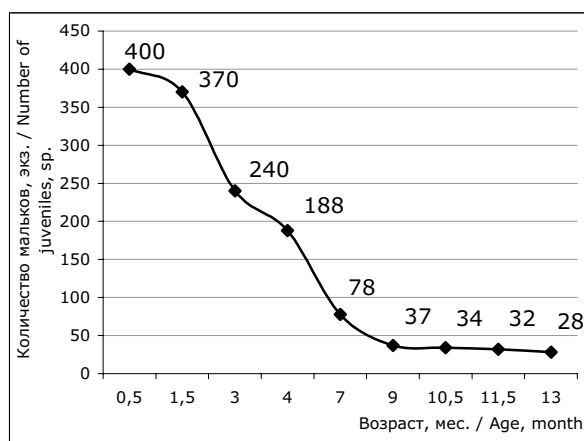


Рис. 9. Выживаемость мальков камчатского краба в контролируемых заводских условиях

Fig. 9. Survival of king crab juveniles under controlled conditions

Суточный рацион мальков камчатского краба при содержании в контролируемых условиях при температуре 13–17 °С и скорости потока не менее 3 л/мин составил не более 5,0 % от массы тела в возрасте 2–3 мес, 4,0 % в 5–6 мес, в среднем — 3,5 % в 11 мес и около 2,7 % в возрасте 13 мес (табл. 3). Таким образом, с возрастом суточный рацион мальков уменьшается, пищевые потребности снижаются. При этом в годовалом возрасте из предлагаемого корма мальки активнее потребляют корюшку (3,9 % от массы тела) и лосось, менее активно — сельдь (3,6 %) и неохотно — мидию (2,4 %).

Таблица 3

Выживаемость, скорость роста и суточный рацион мальков в контролируемых заводских условиях

Table 3

Survival, rate of growth and food consumption of king crab juveniles under controlled conditions

Возраст, мес	Кол-во, экз.	Выживаемость, %	Ширина карапакса, мм			Масса, г			Суточный рацион, % от массы тела
			Min	Средняя	Max	Min	Средняя	Max	
0,5	400	80*	—	—	—	—	—	—	—
1,5	370	93	1,5	2,7	4,0	—	—	—	—
3,0	240	65	2,0	4,8	6,0	—	—	—	—
4,0	188	78	3,0	5,7	8,0	0,07	0,2	0,33	He > 5,0
7,0	78	41	7,3	11,2	15,8	0,4	1,2	2,5	He > 4,0
9,0	37	47	12,0	17,7	23,0	1,4	4,1	8,5	—
10,5	34	92	15,0	20,1	24,0	2,2	6,0	9,6	3,5
11,5	32	94	16,0	20,6	26,2	2,4	6,3	10,4	—
13,0	28	88	17,0	21,2	26,5	2,6	7,2	12,1	2,7
14,0	19	68	17,8	22,7	27,0	3,5	8,0	12,3	—
16,5	11	58**	21,5	26,4	32,5	—	—	—	—

* От стадии глаукотоз.

** В садках.

В итоге было получено 400 экз. мальков камчатского краба (рис. 10). В возрасте 2 мес часть мальков была помещена в садки (рис. 11). Другая часть была оставлена для подращивания в контролируемых условиях. Предварительно садки с субстратом выдерживались в море для обрастания микроводорослями и гидроидами, которые являются кормом для мальков. Перед помещением мальков в садки добавляли фарш из мидии.

Плотность посадки мальков в садки должна быть как можно меньше. Оптимальный вариант — 1–2 малька на садок. Совместное содержание большего

количества мальков в садке может привести к каннибализму. В случае низкой температуры воды в море на момент выставления садков мальков адаптируют к данной температуре в заводских условиях путем ее постепенного понижения в течение нескольких дней.

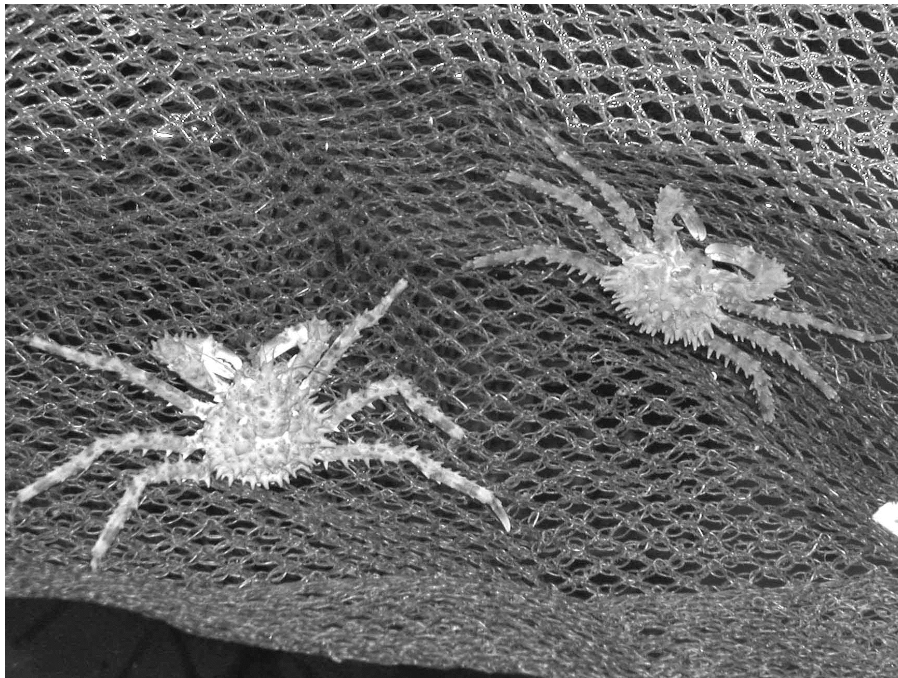


Рис. 10. Мальки камчатского краба в возрасте 7 мес
Fig. 10. King crab juveniles, age 7 month



Рис. 11. Обросшие садки для мальков краба перед выставлением в море
Fig. 11. Overgrown crab-farms before exposure in sea

В результате промеров осенью выяснилось, что скорость роста мальков, подращиваемых в контролируемых условиях, оказалась выше, чем у мальков, высаженных в садки (рис. 12). Таким образом, в случае подращивания мальков в море целесообразнее высаживать их в садки в более поздние сроки. В то же время выживаемость мальков в период их жизни от 2 до 5 мес у двух экспериментальных групп была практически одинаковой и составила около 50 %. На наш взгляд, считать первую мальковую стадию жизнестойкой, т.е. пригодной к выпуску в море, преждевременно. Перед выселением в естественную среду мальки должны пройти как минимум несколько линек.

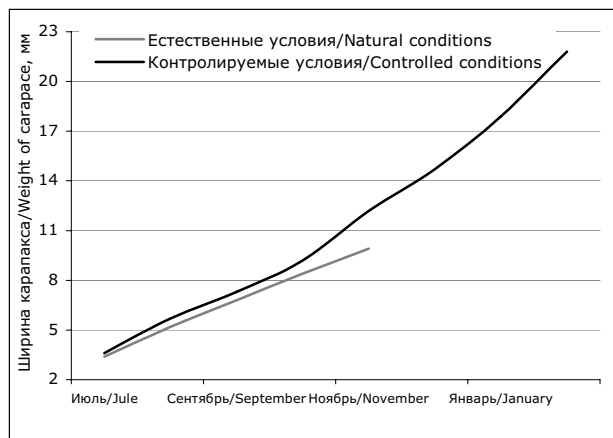


Рис. 12. Скорость роста мальков в естественных и контролируемых условиях

Fig. 12. Rate of growth of king crab juveniles under natural and controlled conditions

Скорость роста, выживаемость и суточный рацион мальков представлены в табл. 3.

В зависимости от дальнейших целей выращивания краб оставляется на подращивание в садках в море или заводских условиях или выпускается в естественную среду в возрасте не ранее одного года для пополнения существующих популяций или для создания новых. Основными районами природного воспроизводства крабов являются мелководные участки шельфа с подводной растительностью (Федосеев, Григорьева, 2002а, б), поэтому высадку мальков необходимо производить именно в этих районах. Виды, способствующие оседанию, — мшанки, колониальные асцидии, губки, полихеты, мидии, водоросли (Левин, 2001).

Всего на май 2005 г. в контролируемых условиях НПЦМ содержалось 19 экз. мальков камчатского краба в возрасте 14 мес. Средняя масса составляла 8 г, ширина карапакса — 22,7 мм. Все мальки были высажены в обросшие гребешковые коллекторы-садки, которые были выставлены в море на глубине 5 м. Плотность посадки составила 1–2 экз. на полочку. Подкормка рыбой и мидией проводилась с периодичностью в 7–10 дней.

Таким образом, с учетом анализа существующих принципиальных схем, приведенных другими исследователями, мы предлагаем следующую схему заводского выращивания камчатского краба (рис. 13), а также параметры условий его содержания (табл. 4).

Известен опыт получения мальков камчатского краба при выживаемости 17 % (Nakanishi, 1987b), а в некоторых случаях — до 80 % (Левин, Желтоножко, 2000). По-видимому, совершенствуя биотехнику выращивания, можно добиться более высоких, чем в наших экспериментах, результатов выживаемости особей. Для этого необходимы условия для поддержания и контроля параметров содержания, т.е. специально предназначенный для выращивания камчатского краба модуль. По проектным расчетам специалистов КамчатНИРО и Камчатрыбвода, стоимость установки по воспроизводству 5 млн экз. глаукотоз, в зависимости от комплектации, составит 3–5 млн дол. (Левин, Желтоножко, 2000).

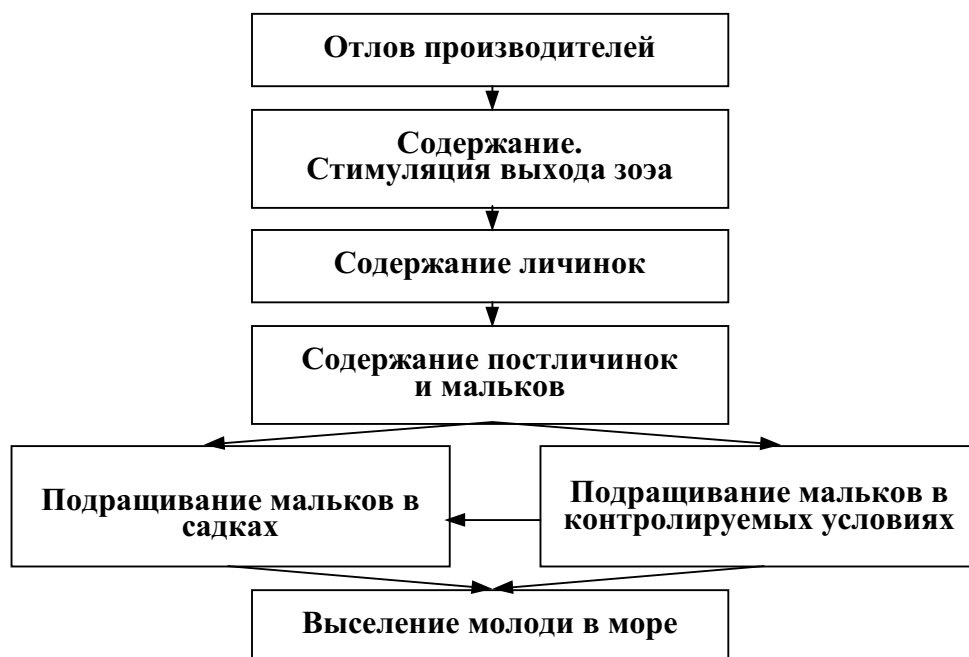


Рис. 13. Схема заводского выращивания камчатского краба
Fig. 13. Scheme of artificial growing of king crab

Таблица 4
Параметры выращивания камчатского краба в контролируемых условиях НПЦМ
Table 4
Parameters of king crab's growing in controllable conditions

Параметр	Значение
Отлов и транспортировка	
Время года	Ноябрь—декабрь
Плотность посадки	Не более 4 экз./м ²
Температура воды	Не более 5 °С
Время перевозки	Не более суток
Смена воды или аэрация	Постоянная
Самки	
Плотность посадки	2–3 экз./м ²
Температура воды	Повышение с 4 до 8 °С
Время передержки	Около двух месяцев
Скорость протока	Не менее 5 л/мин для 2-тонной емкости
Корм	Рыба, моллюски
Расход корма	Не более 1,5 % от массы тела
Частота кормления	Два раза/сут
Зоза	
Плотность посадки	Не более 50 экз./л
Температура воды	10 °С
Скорость протока	Не менее 1,5 л/мин для емкости 500 л
Корм	Науплиусы артемии
Расход живого корма	Науплиусов на 1 зоза
Зоза I	20
Зоза II	30
Зоза III	40
Зоза IV	50
Частота кормления	2 раза/сут для зоза I–III 3 раза/сут для зоза IV

Окончание табл. 4
Table 4 finished

Параметр	Значение
Продолжительность периода, сут	
Зона I	8–10
Зона II	7–10
Зона III	8–11
Зона IV	11–12
Получение науплиусов артемии	
Температура воды	22–25 °С
Соленость	27–30 ‰
Освещенность и аэрация	Постоянные
Возраст скормливаемых науплиусов	Не более 3 сут
Глаукотоз	
Плотность посадки	25 экз./л
Температура воды	10 °С
Скорость протока	Не менее 1,5 л/мин для емкости 500 л
Корм	Науплиусы артемии
Расход живого корма	5 экз./сут
Частота кормления	Раз в сутки
Продолжительность периода	19 сут
Мальки	
Плотность посадки	От 400 экз./м ² на первых стадиях до 50 экз./м ² к 8 мес
Температура воды	13–17 °С
Скорость протока	Не менее 3 л/мин для емкости 500 л
Корм	Фарш из моллюсков, рыбы, корм для мальков рыб; с 2 мес — рыба, моллюски
Расход корма	Не более 5 % от массы тела
Частота кормления	Раз в сутки

Одной из главных проблем промышленного выращивания камчатского краба, без решения которой нельзя определить экономическую целесообразность всего цикла искусственного получения мальков, является невозможность учета возврата краба после выпуска молоди в море и ее нагула. Во многом именно по этой причине, несмотря на многолетний опыт получения краба в контролируемых условиях, не проводится коммерческое выращивание краба в Японии.

В связи с этим на сегодняшнем этапе развития биотехники выращивания данный способ получения молоди может быть использован с целью восстановления и пополнения промысловых запасов камчатского краба или для создания его новых популяций. Возможно снабжение полученной молодью хозяйств, в которых крабы будут подращиваться до товарной массы (Левин, Желтоножко, 2000). Выращивание же краба в контролируемых условиях от личинки до товарного размера, которого он достигает только в десятилетнем возрасте, окажется слишком затратным и в конечном итоге не оправдает вложенных средств.

Вместе с тем норвежские ученые сейчас разрабатывают методы подращивания до товарного размера пойманной молоди камчатского краба. Первые эксперименты в этом направлении показали, что темпы роста таких искусственно подкармливаемых крабов высоки. Ведутся работы по содержанию и подкармливанию недавно полинявших крабов, попавших при промысле в ловушки. При этом увеличивается показатель выживаемости (в море такие крабы беззащитны и легко становятся объектом хищничества), а также скорость отвердения панциря и наполнения конечностей мышцами (Мортинсен, Дамсгорд, 1996;

Дамсгорд, 2000). В 2001–2002 гг. в ПИНРО выполнялись экспериментальные исследования, направленные на разработку технологии дорастивания краба для улучшения его товарного состояния. Полученные результаты дают основание предположить, что подкармливание краба в искусственных условиях может оказаться высокодоходным мероприятием, так как для содержания нужны простые и дешевые садки, сроки содержания не превышают 2 мес, а затраты на корма небольшие. Перспективным представляется и выращивание крабов от личинок до товарного размера, однако для его осуществления необходимы высокий уровень технической оснащенности, материальная база и инвестиции (Камчатский краб ..., 2003).

К настоящему времени не в полной мере выяснено влияние температурной стимуляции эмбриогенеза и температуры содержания на выживаемость личинок. Возможно, что обратной стороной укорочения сроков личиночного развития является высокий показатель смертности зооа. Путем проведения экспериментов предстоит выяснить, что предпочтительнее: получение личинок в те же сроки, при тех же температурах, что и в природе, но при высоком показателе выживаемости, или их выход после стимуляции в более ранние сроки, с укороченным периодом прохождения личиночных стадий и высокой смертностью.

Другой не менее важной проблемой искусственного выращивания камчатского краба является отсутствие законодательных актов, регулирующих деятельность такого рода. Еще Ю.И.Орлов (1994) указывал на возникновение целого ряда проблем правового характера при появлении в водоемах ценных новых объектов. Распространяется ли запрет на вылов самок краба в естественных условиях на самок, полученных и выращенных в условиях контроля над параметрами содержания? Возможен ли вылов краба в местах выселения искусственно полученной молоди и разрешен ли промысел тех же самок, полученных в искусственных условиях и подрощенных в естественных условиях? На сегодняшний день эти вопросы остаются без ответа.

Вопрос о целесообразности выращивания камчатского краба в заводских условиях в промышленных масштабах для коммерческих целей остается открытым и для положительного его решения необходимы дальнейшие исследования. Только определив способы учета возврата краба, полученного в контролируемых условиях, и применив их на практике, а также законодательно закрепив возможность эксплуатации популяций таких крабов, можно говорить о дальнейшей экономической выгоде его искусственного выращивания.

Несмотря на все существующие на сегодняшний день проблемы и нерешенные вопросы в области искусственного крупномасштабного получения камчатского краба, с учетом негативной ситуации с его промысловыми запасами, очевидно, что работы в этом направлении необходимо продолжать.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории марикультуры ТИНРО-центра О.Б.Гостюхиной и Е.А.Захаровой, а также сотрудникам лаборатории технического обеспечения заводских методов культивирования гидробионтов Р.В.Дунаеву за всестороннюю помощь и участие при проведении экспериментальной части работы.

Литература

- Виноградов Л.** Камчатский краб. — Владивосток, 1941. — 94 с.
Григорьева Н.И., Федосеев В.Я. О воспроизводстве камчатского краба в Южном Приморье // Вест. ДВО РАН. — 2000. — № 1. — С. 68–73.
Дамсгорд Б. Поведение и рост искусственно выращенного в Норвегии камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* // Марикультура в прибрежной зоне северных морей. — Мурманск: ПИНРО, 2000. — С. 19–26.

Ефимкин А.Я., Микулич Л.В. Культивирование промысловых ракообразных // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. — М.: Агропромиздат, 1987. — С. 100–115.

Журавлева Н.Г., Пахомова Н.А. Опыт выращивания молоди камчатского краба на Мурмане // Рыб. хоз-во. — 2002. — № 4.

Зубкова Н.А. Опыт содержания камчатского краба в аквариуме // Тр. ММБИ. — 1964. — Вып. 5. — С. 162–169.

Исси, Сугаи, Абе. Отчеты основных исследований крабового промысла в районе о. Сахалин // Тр. Сахалинской опытной станции рыболовства. — 1929. — № 6. — С. 107. (На яп. яз.)

Каваи Т. О разведении молоди камчатского краба // Декадник Хоккайдской опытной станции рыболовства. — 1940. — № 469. — С. 3–4. (На яп. яз.)

Казяев А.П., Плечкова Е.К. К биологии камчатского краба и акклиматизации его в водах Баренцева моря // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1996. — Вып. 1–2. — С. 3–19.

Камчатский краб в Баренцевом море. — Мурманск: ПИНРО, 2003. — 383 с.

Кахата Х., Куватани Ю., Орни Т. Изучение личинок и молоди камчатского краба. I. Эксперимент по массовому культивированию в 1971 г. // Отчеты Хоккайдской региональной исследовательской лаборатории рыболовства. — 1972. — С. 15–27. (На яп. яз.)

Кобликов В.Н., Мирошников В.В. Промысел крабов и креветок в Приморье: история и современное состояние // 6-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. — М.: ВНИРО, 2002. — С. 22–24.

Ковачева Н.П. Воспроизводство камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) с использованием искусственной морской воды в аппаратах типа «Акватрон» // Аналитическая и реферативная информация. ВНИЭРХ. Рыб. хоз-во. Сер. Марикультура. — 2000. — Вып. 4. — С. 14–26.

Ковачева Н.П. Биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в системе с замкнутым циклом водоснабжения // Прибрежное рыболовство — XXI век: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф.: Тр. СахНИРО. — 2002. — Т. 3, ч. 1, 2. — С. 300–308.

Ковачева Н.П. Способ воспроизводства ракообразных (камчатский краб): Пат. РФ № 2200386. Заявлено 27.12.2001. Оpubл. 20.03.2003. Бюл. № 8.

Крепс Е.М. Предварительный отчет о работе крабовой бригады на острове Петрова // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1997. — Вып. 6. — С. 13–16.

Куватани Ю. Культивирование камчатского краба и приморского гребешка в Японии // Биол. моря. — 1989. — № 1. — С. 66–71.

Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. — 236 с.

Левин В.С. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство. — СПб.: Ижица, 2001. — 198 с.

Левин В.С., Желтоножко О.В. О перспективах восстановления численности камчатского краба на Камчатке с применением экстенсивных и интенсивных способов воспроизводства // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Докл. Второй камчатской обл. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский, 2000. — С. 42–48.

Масленников С.И. Обрастание установок марикультуры приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток: Дальнаука, 1996. — 23 с.

Масленников С.И. Технология крабового фермерства на акватории дальневосточных морей // Дальний Восток России: экономика, инвестиции, конъюнктура. — 1998. — № 1. — С. 34–38.

Масленников С.И., Кашин И.А., Левин В.С. Промысел и воспроизводство камчатского краба у берегов Приморья // Вест. ДВО РАН. — 1999. — № 3. — С. 100–105.

Мортинсен А., Дамсгорд Б. Королевский краб — кандидат для аквакультуры в Норвегии // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. — 1996. — Вып. 6. — С. 16–19.

Орлов Ю.И. Шаланды, полные кефали, а прибыль чья? // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1994. — Вып. 2. — С. 28–30.

Орлов Ю.И. Акклиматизация промысловых крабов: обзор опубликованных материалов за 1936–1996 гг.: Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1996а. — Вып. 3. — 58 с.

Орлов Ю.И. Культиватор ракообразных // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1996б. — Вып. 7. — С. 26–29.

Павлов В.Я. Жизнеописание краба камчатского *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). — М.: ВНИРО, 2003. — 110 с.

Сато С., Танака С. Исследование личинок камчатского краба — 1. Морфология // Отчеты хоккайдской опытной станции рыболовства. — 1949а. — Т. 1. — С. 7–24. (На яп. яз.)

Сато С., Танака С. Исследование личинок камчатского краба — 2. Развитие // Отчеты хоккайдской опытной станции рыболовства. — 1949б. — Т. 3. — С. 18–30. (На яп. яз.)

Симидзу Д. Опыт разведения зоза камчатского краба // Декадник Хоккайдской опытной станции рыболовства. — 1936. — № 327. — С. 2–12. (На яп. яз.)

Степанов Д.Н., Смирнов Б.П. Пилотная установка для получения посадочного материала камчатского краба // Аквакультура: проблемы и достижения. Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. ВНИЭРХ. — 1999. — Вып. 2. — С. 10–14.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Способ воспроизводства крабов (варианты): Пат. РФ № 2174750. Заявлено 27.07.98. Опубл. 20.10.2001а. Бюл. № 29.

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

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Воспроизводство камчатского краба на подвесных плантациях в заливе Посъета (Японское море) // Рыб. хоз-во. — 2001в. — № 2. — С. 35–36.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Биотехнология выращивания крабов в садках, на коллекторах и рифах // Прибрежное рыболовство — XXI век: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф.: Тр. СахНИРО. — 2002а. — Т. 3, ч. 1, 2. — С. 309–315.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Способы выращивания крабов // Рыб. хоз-во. — 2002б. — № 1. — С. 45–47.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Опыт совместного культивирования крабов и приморского гребешка в зал. Посъета (зал. Петра Великого, Японское море) // Вопр. рыб-ва. — 2004. — Т. 5, № 4(20). — С. 740–752.

Эпельбаум А.Б. Афагия глаукотоз камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // 4-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. — М.: ВНИРО, 2002. — С. 67–69.

Эпельбаум А.Б. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) на ранних стадиях онтогенеза в искусственных условиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: ВНИРО, 2004. — 24 с.

Huffman E.G. Description of laboratory-reared larvae of *Paralithodes platypus* (Decapoda, Anomura, Lithodidae) // J. Fish. Res. Canada. — 1968. — Vol. 25, № 3.

Kurata H. Studies on the larva and post-larva of *Paralithodes camtschatica*. I. Rearing of the larvae, with special reference to food of the zoeae // Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1959. — Vol. 2. — P. 76–83.

Nakanishi T. Effects of water temperature and hypoxia on the oxygen consumption of larvae and post-larvae of king crab // Nippon Suisan Gakkaishi. — 1987а. — Vol. 53(2). — P. 235–237.

Nakanishi T. Rearing condition of eggs, larvae and post-larvae of king crab // Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. — 1987b. — Vol. 37. — P. 57–161.

Nakanishi T., Kuwatani Y., Kahata H. Oxygen Consumption of the Larva and Post-larva of *Paralithodes camtschatica* // Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1973. — Vol. 39.

Nakanishi T., Naryu M. Some aspects of large-scale rearing of larvae and postlarvae of the king crab (*Paralithodes camtschatica*) // Bull. Jap. Sea. Reg. Fish. Res. Lab. — 1981. — Vol. 32. — P. 39–47.

Paul A.J., Paul J.M., Coyle K.O. Energy sources for first-feeding zoeae of the king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) (Decapoda, Lithodidae) // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. — 1989. — Vol. 130, № 1. — P. 55–59.

Paul A.J., Paul J.M., Coyle K.O. Growth of stage I king crab larvae of *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) (Decapoda: Lithodidae) in natural communities // J. Crustacean Biology. — 1990. — № 10(2). — P. 175–183.

Sato S. Studies on larval development and fishery biology of king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1958. — Vol. 17. — P. 1–102.

Поступила в редакцию 15.08.05 г.