

УДК 595.36; 595.384.8

Выживаемость в природе и критерии приёмной ёмкости экосистем для искусственно полученной молоди крабов (Decapoda, Lithodidae)

Н.П.Ковачева, Д.С.Печёнкин, И.Н.Никонова, Р.Р.Борисов, Е.С.Чертопруд

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
e-mail: kovatcheva@vniro.ru

Произведена оценка выживаемости искусственно полученной молоди камчатского (*Paralithodes camtschaticus*) и синего крабов (*P. platypus*) в морских акваториях в садках на временном интервале один месяц. Установлены верхние границы температурного оптимума для ювенильных стадий синего и камчатского крабов в искусственных и полувольных условиях — 13–15 °C и 20–22 °C соответственно. Выживаемость молоди камчатского краба после 30 суток, проведённых в экспериментальных садках в природных условиях, составила 58%, а синего краба — 52% от исходного числа особей. Эти значения близки или превышают выживаемость видов в искусственных условиях при групповом или индивидуальном содержании. Высокая выживаемость молоди в природных условиях свидетельствует об эффективности искусственного воспроизводства камчатского и синего крабов. Таким образом, полученные данные опровергают предположения о массовой гибели искусственно полученных крабов сразу после выпуска в естественную среду. Параллельно проведён анализ литературных данных по методам оценки приёмной ёмкости морских акваторий, на примере крабов (Decapoda, Lithodidae). Описаны основные принципы формирования концепции приёмной ёмкости для гидробионтов. Охарактеризованы общие методические подходы к определению физической, продукционной, экологической и социальной составляющих приёмной ёмкости акваторий для молоди крабов. Выявлены базовые критерии оценки категорий приёмной ёмкости для молоди камчатского и синего крабов. Показано, что общие принципы оценки приёмной ёмкости морских прибрежных акваторий могут быть применены при выборе мест выпуска молоди промысловых видов, с целью восстановления и поддержания природных популяций.

Ключевые слова: камчатский краб, синий краб, искусственное воспроизводство, выживаемость молоди, приёмная ёмкость акваторий.

За последние полвека аквакультура получила существенное развитие во всем мире и является одним из наиболее быстро растущих секторов экономики. В России до настоящего времени это направление рыбохозяйственной отрасли было второстепенным. Однако, в последнем десятилетии культивирование гидро-

бионтов динамично развивается, способствуя росту потребления населением рыбной продукции.

Дальнему Востоку России отводится важная роль в развитии как промышленной марикультуры, так и искусственного воспроизводства ряда промысловых видов. В этом регионе

мягкий климат и присутствует современная техническая база для культивирования морских водорослей, беспозвоночных и рыб [Гаврилова, 2012 а, б; Марковцев, Курмазов, 2012; Масленников, 2006]. Всё вышеперечисленное создает предпосылки для развития в дальневосточном регионе искусственного воспроизводства промысловых ракообразных, в частности, синего и камчатского крабов (Decapoda, Lithodidae).

В России применяется технология получения молоди камчатского краба, разработанная специалистами ФГБНУ «ВНИРО» [Ковачева, 2006, 2008; Ковачева и др., 2005; Kovatcheva et al., 2006]. С 2010 по 2015 гг. работы по искусственному воспроизводству вида неоднократно проведены на акваториях Баренцева и Японского морей [Ковачева и др., 2010, 2012, 2015]. Разработка технологии получения молоди синего краба также начата специалистами ФГБНУ «ВНИРО», первая апробация успешно прошла в 2015 г. на акватории Японского моря [Ковачева и др., 2015]. Кроме того, исследования по выращиванию и выпуску в море молоди камчатского и синего крабов проводятся зарубежными специалистами на Аляске [Daly, Swingle, 2013; Daly et al., 2011; Long et al., 2005; Stevens et al., 2008; Stoner et al., 2013].

Актуальным вопросом искусственного воспроизводства любых гидробионтов является оценка промыслового возврата особей после выпуска. Однако, для крабов выживаемость искусственно полученной молоди в естественной среде практически никогда не анализировали. Кроме того, закономерно возникает вопрос: какое количество молоди вида можно успешно вселить в природные экосистемы, и как это зависит от гидрологии, типа донного сообщества и антропогенной нагрузки на выбранную акваторию? В связи с этим, проведение искусственного воспроизводства должно включать не только комплекс биотехнических мероприятий, направленных на получение молоди промысловых видов, но и блок исследований по оценке приёмной ёмкости акваторий, в которые планируется выпускать гидробионтов.

Традиционно приёмную ёмкость в аквакультуре характеризуют, как потенциальную

максимальную продукцию вида или популяции, которая может поддерживаться в выбранной экосистеме в соответствии с доступными ресурсами [McKindsey et al., 2006]. Оценка допустимых дополнительных нагрузок на акватории позволяет определить возможные объёмы культивирования гидробионтов, что необходимо для устойчивого развития марикультуры, а также анализа её влияния на природную среду. Расчёты приёмной ёмкости для промысловых беспозвоночных, а также данные по определению характера влияния молоди вселяемых гидробионтов на прибрежные экосистемы касаются в основном двустворчатых моллюсков [Гаврилова, 2012 а, б] и детритоядных голотурий [Гаврилова, 2012 б; Zhou et al., 2006]. Предварительную оценку объёмов приёмной ёмкости для десятиногих ракообразных проводили только для крабов семейств Portunidae [Seitz et al., 2008; Zohar et al., 2008] и Varunidae [Wang et al., 2006]. При этом представленный анализу компонент приёмной ёмкости не являлся комплексным и включал значительное число методических допущений.

Целью настоящей работы являлась оценка выживаемости искусственно полученной молоди камчатского (*Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)) и синего крабов (*P. platypus* (Brandt, 1850)) в морских акваториях в полувольных условиях. Параллельно проведен анализ литературных данных по методам оценки приёмной ёмкости морских акваторий, на примере крабов (Decapoda, Lithodidae). Предпринята попытка выявить конкретные критерии определения приёмной ёмкости для ювенильных стадий синего и камчатского крабов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Район исследований. Работы по искусственному воспроизводству камчатского и синего крабов выполнены весной 2015 года на базе бассейнового комплекса ООО «Бионт-К», на побережье бухты Северной, залива Славянка, Японского моря (Приморский край). Ареал камчатского краба целиком охватывает акватории Приморского края, где этот вид является типичным объектом промысла [Слизкин, Сафронов, 2000]. Для синего краба залив Петра Великого находится на южной границе ареа-

ла, ранее представителей вида отмечали здесь единично. Однако, в последние годы наблюдается рост численности синего краба в связи с его миграциями из других районов, а также с непреднамеренной интродукцией при выпуске незаконно выловленных особей [Кобликов и др., 2010].

Характеристики бассейнового комплекса. Для проведения работ по получению молоди синего и камчатского крабов использовали семь пластиковых прямоугольных ёмкостей с полезным объёмом 0,2 м³ и два бассейна с полезным объёмом 1 м³. Подачу воды в бассейны комплекса осуществляли из моря с глубины 3–4 метров. Водозабор располагался на расстоянии 150 м от берега. Система водоподдачи включала в себя: насосную станцию водозабора, песчаный фильтр грубой очистки, УФ-стерилизатор, песчаные фильтры тонкой очистки, накопительные танки объёмом 120 м³, а также накопительные баки объёмом 20 м³ с системой подогрева воды.

Биотехнические этапы. Работы по воспроизводству видов проводили в соответствии с разработанными специалистами ФГБНУ «ВНИРО» биотехническими нормативами [Ковачева, 2006; Ковачева и др., 2005; Kovatcheva et al., 2006]. Технологическая цепочка получения молоди камчатского и синего крабов до выпуска в естественную среду обитания включала следующие этапы:

- комплекс мероприятий по содержанию самок крабов и получению от них личинок;
- культивирование планктонных личинок на протяжении 4-х стадий;
- подготовка к оседанию на субстрат и культивирование глаукотоз;
- подготовка молоди крабов к выпуску в природную среду.

Эксперименты по оценке выживаемости молоди крабов в природной среде. Для изучения развития молоди камчатского и синего крабов в природных условиях были сформированы 12 экспериментальных садков (рис. 1). Садки состояли из прямоугольного деревянного каркаса, обтянутого пластиковой сеткой (диаметр ячеи 1,5 мм), не позволявшей молоди покидать садок. Объём садка составлял 30 л, а плотность посадки равна 50 особям на садок. В три садка была выпущена молодь синего и в девять — молодь камчатского краба. В качестве субстрата для посадки молоди в садках использовали водоросль анфельция (*Ahnfeltia* Fries, 1836), занимавшую 2/3 их объёма. Садки были подвешены на системе якорей в толще воды на глубине 10–12 м, при этом расстояние до дна составляло около 1–2 метров. В районе постановки эксперимента был песчано-илистый донный грунт, с участками камней, ракушечника и зарослей анфельции. Оценку выживаемости молоди осуществляли прямым подсчётом особей, после поднятия садков на поверхность.

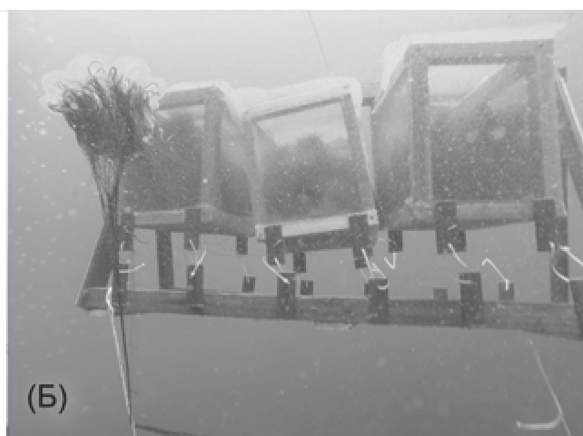


Рис. 1. Экспериментальные садки для содержания молоди синего и камчатского крабов в полуволевых условиях:
А — общий вид до эксперимента; Б — садки в процессе эксперимента.

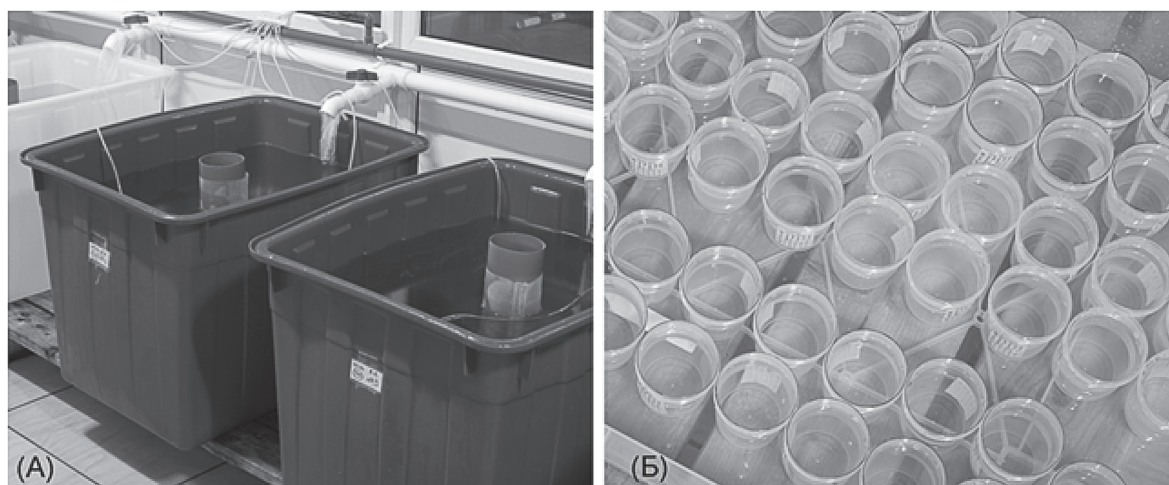


Рис. 2. Ёмкости для содержания молоди синего и камчатского крабов в искусственных условиях:
А — выростные; Б — индивидуальные.

Определение численности молоди проводили на десятые и тридцатые сутки после установки садков в акватории.

Контролем для эксперимента послужило содержание молоди видов в искусственных условиях. В выростных ёмкостях бассейнового комплекса содержали по 100 экз. синего и камчатского крабов (рис. 2 А). Параллельно проведено индивидуальное содержание 20 экз. молоди каждого из видов (рис. 2 Б). Кормом для ранних возрастных стадий крабов в искусственных условиях были живые науплии артемии (*Artemia* Leach, 1819).

Статистическая обработка данных выполнена в программе Microsoft Excel 2010.

Формирование концепции приёмной ёмкости. При разработке принципов оценки категорий приёмной ёмкости для крабов проанализирована литература, включающая публикации как российских, так и зарубежных авторов: экологические монографии: Гаврилова, 2012 а, б; Иванов и др., 1999; Ковачева и др., 2005; Dew, 1991; Shelley, Lovatelli, 2011; исследовательские статьи и обзоры: Brugere, Hishamunda, 2007; Eggleston et al., 2008; Ferreira et al., 2008; Gibbs, 2007; Inglis et al., 2002; McKindsey et al., 2006; Olsen, 2003; Stevens, Swiney, 2005; Wahle, 2003; Zohar et al., 2008 и другие. В целом, обобщение основано на данных более чем 40 публикаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выживаемость искусственно полученной молоди крабов в природных условиях.

Выживаемость молоди крабов в полувольных условиях в море спустя 10 суток с момента начала эксперимента составила 78% для камчатского и 72% для синего краба (табл. 1). Эти показатели свидетельствуют о высокой жизнестойкости искусственно полученной молоди, а также о низком уровне стресса при транспортировке и от изменения температурного режима. В искусственных условиях при содержании в выростных ёмкостях показатели выживаемости были несколько ниже — 74% и 55% соответственно (табл. 1).

Выживаемость молоди камчатского краба через 30 суток в полувольных условиях составила 58% от общего числа выпущенных особей. Данное значение близко к выживаемости в групповом эксперименте 67%, и заметно ниже, чем при индивидуальном содержании особей 85% (табл. 1). Это связано с тем, что для молоди камчатского краба типичен каннибализм, который значительно повышает смертность особей при групповом содержании [Борисов и др., 2007]. Синий краб, напротив, характеризуется меньшим уровнем каннибализма по сравнению с камчатским [Stevens et al., 2008]. Однако необходимо отметить, что индивидуальное содержание особей в целях повышения выживаемости неприменимо при промышлен-

Таблица 1. Выживаемость молоди камчатского и синего крабов

Продолжительность эксперимента (сут)	В садках в море	При групповом содержании в искусственных условиях	При индивидуальном содержании в искусственных условиях
Камчатский краб <i>Paralithodes camtschaticus</i>			
10	78%	74%	100%
30	58%	67%	85%
Синий краб <i>Paralithodes platypus</i>			
10	72%	55%	60%
30	52%	25%	5%

ном культивировании крабов, из-за экономической нецелесообразности.

Выживаемость молоди синего краба в полувольных условиях через 30 сут после начала эксперимента составила 52% от общего числа выпущенных особей. Это гораздо выше, чем выживаемость вида в искусственных условиях — 25% при групповом и всего 5% при индивидуальном содержании (табл. 1). Низкая выживаемость молоди холодноводного синего краба в искусственных условиях обусловлена подъёмом температуры воды в бассейнах до 21–22 °С, что связано с жаркими погодными условиями и, как следствие, перегревом помещений комплекса. Проведённые американскими учёными эксперименты по определению верхней границы температурного диапазона у молоди синего краба показали, что летальная температура для этих крабов составляет около 21,3 °С (продолжительность эксперимента 24 ч) [Stoner et al., 2013]. В наших экспериментах верхняя граница температуры воды, после которой наблюдались случаи гибели синего краба, составила 13,0–15,0 °С. Повышение температуры воды в ёмкостях комплекса не сказалось отрицательно на выживаемости молоди камчатского краба, так как этот вид приспособлен для обитания на верхней сублиторали и может выносить значительные перепады температур. По данным Стонера с соавторами [Stoner et al., 2013] верхняя допустимая граница температурного диапазона для молоди камчатского краба составляет 24,3 °С. Эти данные согласуются с температурой верхней границы оптимума содержания молоди камчатского краба, полученной нами — 20–22 °С.

Высокая выживаемость молоди в природных условиях свидетельствует об эффективности искусственного воспроизводства камчатского и синего крабов. Полученные данные опровергают предположения о массовой гибели искусственно полученных крабов после выпуска в естественную среду [Stevens et al., 2008].

ПРИЁМНАЯ ЁМКОСТЬ АКВАТОРИЙ ДЛЯ КРАБОВ (DECAPODA, LITHODIDAE)

Формирование концепции приёмной ёмкости и подходы к её определению. Одним из наиболее широко применяемых в мире гибких подходов к промышленной эксплуатации шельфа, является стратегия комплексного управления прибрежной зоной [Ferreira et al., 2008; Olsen, 2003]. В ходе развития этого направления сформировалась концепция приёмной ёмкости для аквакультуры, предусматривающая, определение верхних пределов продукции гидробионтов, а также учитывающая экологическое влияние и социальную приемлемость вселения в природные сообщества тех или иных ценных видов [Cranford et al., 2009; Ferreira et al., 2008; McKindsey et al., 2006; Newell, 2007]. Данная концепция полностью применима для промысловых ракообразных, и может служить эффективным инструментом при управлении искусственным воспроизводством и марикультурой видов. Основной её целью является разработка базовых методов определения оптимальной численности культивируемых видов в природных сообществах и объёмов пространства, в которых аквакультуру возможно поддерживать в течение длительного периода [Brugere, Hishamunda, 2007].

Для аквакультуры десятиногих ракообразных, а также ряда других групп промысловых беспозвоночных, важны четыре категории приёмной ёмкости — физическая, продукционная, экологическая и социальная [Inglis et al., 2002; McKindsey et al., 2006]. Общие подходы к оценке этих четырёх аспектов приёмной ёмкости представлены ниже.

1. *Физическая ёмкость* аквакультурной зоны водоёма — это часть его акватории, соответствующая требованиям технологий культивирования для выбранного промыслового вида. Физическая ёмкость зависит от совпадения гидрологических, гидродинамических, гидрохимических и других (глубина, освещённость и типы субстратов) характеристик акватории с потребностями культивируемых гидробионтов. При этом физическая ёмкость не содержит информации о запасе культивируемых организмов, единицей её измерения являются m^2 . Оценка физической ёмкости необходима при определении пространства в экосистеме, где можно осуществлять аквакультурную деятельность, но не является единственной основой для определения максимальных объёмов культивирования в водоёме [Inglis et al., 2002; McKindsey et al., 2006].

2. *Продукционная ёмкость* характеризует предельную продукцию культивируемого вида и обычно рассматривается в масштабе конкретных производственных комплексов. Оценка биомассы, рассчитанной через продукционную ёмкость, может быть применена только в случае уже ограниченного пространства культивирования внутри водоёма, так как общая биомасса продукции водоёма всегда превышает его продукционную ёмкость. Расчёты продукционной приёмной ёмкости участков аквакультуры проводят путём оценки объёмов доступной для гидробионтов пищи. Единицей измерения продукционной ёмкости является количество особей, способных прокормиться, на m^2 .

3. *Экологическая ёмкость* — величина продукции аквакультуры, которая может поддерживаться в системе, без значительных изменений в экологических процессах, приводящих к смене видовых комплексов или сообществ. Экологическая ёмкость, в том числе, учитывает пресс хищников на объекты культивирования. Определение и расчёт экологи-

ческой ёмкости — процесс не всегда однозначный. Например, аквакультура моллюсков может воздействовать на систему и как потребитель (например, фитопланктона) и, как продуцент, возвращая в оборот, для повторного использования питательные вещества и детрит [Gibbs, 2007]. Совместное проявление позитивных и негативных воздействий указывает на то, что экосистемы разнонаправленно реагируют на аквакультурную деятельность. К определению экологической ёмкости необходимо подходить аккуратно, так как причины изменений в экосистемах могут быть связаны не только с аквакультурными хозяйствами, но и другими, сопутствующими видами деятельности. Возможны расчёты экологической ёмкости на основе моделирования [Byron et al., 2014]. В качестве единиц измерения экологической ёмкости применяется плотность особей на m^2 при условии отсутствия негативных воздействий на сообщество.

4. *Социальную ёмкость* оценивают после объективного анализа всех предшествующих категорий. Она соответствует уровню аквакультуры в регионе, при котором не возникают неблагоприятные социальные последствия. Ограничения в рамках этой категории связаны, в первую очередь, с антропогенным фактором. Социальная ёмкость зависит и от того, является ли задачей сохранить естественный состав и структуру природных сообществ или же, напротив, создать аквакультуру наиболее ценных промысловых видов. Деграция или неблагоприятные изменения в экосистемах, где осуществляется аквакультурная деятельность, могут препятствовать общественным целям. Кроме того, хозяйственное использование вод акваторий другими отраслями промышленности часто приводит к формированию условий, в которых эффективная деятельность аквакультурных хозяйств становится невозможной. Единицей измерения социальной ёмкости являются m^2 , которые характеризуют площадь акваторий, на которой возможно развитие марикультуры.

Принципы оценки категорий приёмной ёмкости для крабов. В природные акватории, с целью пополнения и восстановления природных запасов видов, выпускают искусствен-

но полученную молодь промысловых крабов на ранних ювенильных стадиях, когда размер особи составляет 2–3 мм по ширине карапакса [Ковачева, 2002; Ковачева и др., 2005]. В дальнейшем взрослые особи в поисках пищи и для размножения активно мигрируют из локусов, в которых произошёл их выпуск в естественную среду, и прошло ювенильное развитие. Кроме того, молодь ракообразных наиболее чувствительна к вариациям абиотических и биотических факторов среды [Zohar et al., 2008]. В связи с этим, при расчёте категорий приёмной ёмкости необходимо, в первую очередь, ориентироваться на потребности ювенильных особей.

1. *Оценку физической ёмкости* акватории для крабов выполняют с учётом следующих факторов среды: температуры и солёности воды, течения, типов субстратов (включая макрофиты) и глубины. Ювенильные особи промысловых крабов ведут бентосный образ жизни, поэтому для них наиболее важны характеристики субстратов и придонных водных масс. В свою очередь воздействия факторов, затрагивающие только поверхностные водные слои, имеют опосредованное значение. Общие принципы поэтапной оценки физической ёмкости представлены ниже.

Этап 1. Первичным является определение глубин выпуска молоди вида, с учётом температурного и соленостного факторов. Затем следует расчёт примерной площади оптимального глубинного среза. Если рассматриваемый участок дна акватории несёт заросли макрофитов, то необходимо использовать дополнительный поправочный коэффициент, учитывающий увеличение площади за счёт поверхностей их талломов. Критические значения температуры и солёности определяют отдельно для каждого из промысловых видов.

Этап 2. На оптимальном глубинном срезе проводят анализ характера и интенсивности придонных течений, включая течения, вызванные приливно-отливными циклами. Участки дна, подверженные сильной волновой турбулентности и течениям, исключают из определённой ранее площади оптимального глубинного среза. Критические значения волновой турбулентности и скорости течений определяют индивидуально для различных промысловых видов.

Этап 3. На оставшейся, после исключения участков с сильным течением, площади оптимального глубинного среза производят картирование различных биотопов. Выделение биотопов проводят по типу грунта, а также по фитоценозам макрофитов [Wang et al., 2006]. После картирования следует исключить, как непригодные для аквакультуры, участки с илистым дном и однородные песчаные участки [Eggleston et al., 2008]. Развитие молоди большинства видов промысловых ракообразных проходит на относительно крупнокаменистых грунтах и среди зарослей бурых и красных водорослей [Переладов, 2003; Eggleston et al., 2008; Mizerek et al., 2011; Wang et al., 2006]. Уточнение типа пригодного для развития ювенильных стадий биотопа следует проводить индивидуально для различных промысловых видов.

Таким образом, площадь оптимального глубинного среза, из которой исключены участки с сильной волновой турбулентностью и течениями, а также неблагоприятными биотопами для развития молоди, составляет физическую ёмкость акватории для молоди крабов.

2. *Оценку продукционной ёмкости* акватории для ювенильных стадий крабов выполняют путём учёта биомассы основных пищевых объектов: мейобентоса, а также мелких организмов макрозообентоса (в особенности червей и моллюсков) на доступной для обитания молоди территории [Seitz et al., 2008]. Параллельно можно производить учёт биомассы второстепенных трофических ресурсов: животного и растительного перифитона, органического детрита. Для конкретных промысловых видов список пищевых объектов нуждается в уточнении. Методика оценки продукционной ёмкости включает три этапа.

Этап 1. Определение динамики объёма и калорийности рациона молоди ракообразных в онтогенезе при кормлении различными типами природных кормов. Данный этап целесообразно проводить в лабораторных условиях.

Этап 2. Сбор количественных проб мейо-, макробентоса и перифитона, оценка доли детрита, в доступных для обитания молоди биотопах. Расчёт запасов трофических ресурсов с учётом степени и скорости их восполнения.

Этап 3. Сопоставление объёма рациона молоди с объёмами кормовой базы. Итоговое

определение численности популяции ракообразных, способной прокормиться на данной территории.

Ювенильные особи крабов являются консументами первого и второго порядков в трофической пирамиде морской экосистемы [Wahle, 2003]. Они одни из основных потребителей вторичной продукции веслоногих ракообразных, нематод и ряда других групп мейобентоса, а также одни из второстепенных потребителей первичной продукции микроводорослей из перифитона. В связи с тем, что молодь ракообразных занимает уровень вблизи основания трофической пирамиды, дефицит трофических ресурсов на ней сказывается не так значительно, как пресс хищников из разнообразных таксономических групп и размерных классов [Davis et al., 2004; Seitz et al., 2008; Wahle, 2003]. Таким образом, продукционная ёмкость хотя и является важной для аквакультуры, но не лимитирует максимально возможное обилие крабов так значительно, как экологическая ёмкость акватории.

3. *Оценка экологической ёмкости акватории для крабов*, в первую, очередь характеризует пресс выедания молоди хищниками. Влияние вселенных ювенильных стадий ракообразных на сообщество морской акватории практически никогда не превышает естественные вариации системы в целом [Shelley, Lovatelli, 2011]. Методика оценки экологической ёмкости включает четыре основных этапа.

Этап 1. Определение видового спектра и численности потенциальных хищников (рыбы, крупные беспозвоночные) для молоди ракообразных. Оценка объёма и состава их рационов, по возможности, на базе литературных данных.

Этап 2. Анализ типов и количества укрытий для молоди крабов на примере типовых полигонов в каждом из заселённых молодью биотопов. Введение, на основании проведённого анализа, поправочных коэффициентов, снижающих урон, наносимый хищниками.

Этап 3. Расчёт примерной доли молоди в рационе хищников с учётом поправочных коэффициентов, основанных на наличии естественных укрытий.

Этап 4. Определение численности молоди крабов, способной выжить на выбранном для культивирования участке.

Характеристика экологической ёмкости акватории является очень трудоёмким процессом. Многие факторы, влияющие на выживаемость молоди могут быть недооценены или вообще не учтены. Например, роль конкурентных взаимоотношений в природных сообществах часто достоверно не доказана, не смотря на своё очевидное существование и влияние на популяции [Shelley, Lovatelli, 2011]. Даже сложные математические модели, характеризующие экологическую ёмкость акватории по отношению к ракообразным, часто имеют крайне широкий диапазон условных допущений по отношению к биотическим факторам среды.

4. *Принципы оценки социальной ёмкости для крабов и других групп промысловых беспозвоночных* сходны. При определении допустимого уровня развития аквакультуры принимают во внимание интересы нескольких социальных групп. В частности, учитывают интересы рыболовства, защитников окружающей среды, промышленников, научных кругов, собственников земли, политиков и ряда других групп населения. В результате представители разных слоёв общества приходят к соглашению об уровне аквакультуры, который не ограничивает деятельность и не препятствует достижению собственных целей социальных групп населения [Bygon et al., 2014]. Площади акваторий, на которых разрешено и является перспективным развитие аквакультуры в том или ином регионе, соответствуют её социальной ёмкости [Costa-Pierce, 2002; Dalton, 2005, 2006]. Аналитические методы для определения социальной ёмкости только развиваются, но очевидно, что в данном случае важны экономические показатели [Gibbs, 2007].

Общие критерии оценки приёмной ёмкости для молоди камчатского и синего крабов. При оценке *физической ёмкости* для молоди видов, оптимальными признаны следующие гидрохимические, гидрологические и гидробиологические характеристики морских акваторий (табл. 2).

По отношению к характеристикам донных биотопов, молодь камчатского и синего крабов, имеющая положительный тигмотаксис, обычно предпочитает субстраты со сложной структурой такие, как скалы и валуны, поросшие

Таблица 2. Критерии оценки физической ёмкости акваторий для молоди синего и камчатского крабов

Показатель	Значение
Температура воды в летний период	8–15 °С
Солёность	Выше 30‰
Глубина	2–20 м (с учётом максимального отлива)
Характер береговой линии	Залив или бухта
Характер проточности	Сильные подводные течения и крупные эстуарии отсутствуют
Тип грунта	Крупные камни и валуны. Крупные песчаные или илистые участки дна отсутствуют.
Состав макрофитов	Красные водоросли <i>Polysiphonia</i> , <i>Ptilota</i> , <i>Rhodymenia</i> и <i>Ahnfeltia</i> ; Бурые водоросли: <i>Desmarestia</i> и <i>Laminaria</i>

перифитоном, а также макрофиты и их опад [Переладов, 2003; Dew, 1991; Stevens, 2003; Stevens, Swiney, 2005; Sundberg, Clausen, 1997]. Выбор данных мест обитания является поведенческим механизмом, помогающим ракообразным, с одной стороны, найти богатую кормовую базу, а, с другой стороны, избежать хищников [Daly et al., 2009; Stevens, Swiney, 2005].

В ходе оценки *продукционной ёмкости* для молоди камчатского и синего крабов оптимальными признаны следующие средние характеристики трофической базы:

1. Биомасса пищевых объектов около 0,5–1 мг на см² [Daly et al., 2009];

2. Разнообразие пищевых объектов не менее 3–5 видов на см², что соответствует фоновому видовому богатству донных сообществ [Иванков и др., 1999].

В тех случаях, когда природная среда соответствует этим характеристикам, плотность распределения молоди крабов первой стадии развития может составлять не менее 50 экзemplаров на м².

Критерии оценки *экологической ёмкости* акватории для крабов, связаны с оценкой элиминации молоди вследствие хищничества, и включают три пункта. Допустимыми приняты следующие характеристики пресса выедания на молодь.

1. Спектр пищевых объектов основных хищников разнообразен (молодь вида составляет в нем не более 5–10% от общего объёма). Отсутствуют представители, специализирующиеся на питании именно мелкими крабами.

2. Численность молоди хищника (бентосоядные рыбы) не высока (не более 3–4 экзemplаров на м²). В ряде случаев можно специально огородить сеткой от ихтиофауны участки с молодью ракообразных.

3. Донные субстраты имеют сложно структурированную поверхность, и количество укрытий для молоди ракообразных не лимитировано.

В таком случае, рыбы выедают не более 30% от всей выпущенной в природные биотопы молоди [Иванков и др., 1999].

Проводя оценку *социальной ёмкости* акватории для молоди камчатского и синего крабов, следует придерживаться двух базовых критериев. Во-первых, акватория не является зоной сброса стоков крупных промышленных предприятий, в том числе рыбохозяйственной отрасли, а также зоной проведения нефтеразработок. Во-вторых, для выпуска молоди являются неблагоприятными акватории, активно используемые как зоны отдыха населения.

В том случае, когда район, выбранный для выпуска молоди синего и камчатского краба, соответствует всем представленным выше критериям, вероятность успеха искусственного пополнения природной популяции вида стремится к максимальной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях берегового бассейнового комплекса получена молодь камчатского и синего крабов, и проведены эксперименты по исследованию ее роста и развития в природе на акватории Японского моря. Оценена выживаемость

мость искусственно полученной молодежи видов в морской акватории в полувольных условиях на временном интервале один месяц. Выживаемость молодежи камчатского краба после 30 суток, проведённых в экспериментальных садках, составила 58%, а синего краба — 52% от исходного числа особей. Данные значения близки или превышают выживаемость видов в искусственных условиях. Таким образом, полученные данные опровергают предположения о массовой гибели искусственно полученных крабов сразу после выпуска в естественную среду.

На основании анализа литературной базы данных, описаны основные принципы формирования концепции приёмной ёмкости. Охарактеризованы общие методические подходы к определению приёмной ёмкости морских акваторий для молодежи крабов (Decapoda, Lithodidae). Выявлены базовые критерии оценки категорий приёмной ёмкости для молодежи камчатского и синего крабов. Общие принципы оценки приёмной ёмкости морских прибрежных акваторий могут быть применены при выборе мест выпуска молодежи промысловых видов, с целью восстановления и поддержания природных популяций. Предварительный анализ приёмной ёмкости акватории позволит проводить выпуск ювенильных стадий с меньшим риском для гидробионтов и большим продукционным возвратом для промысла.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках государственного задания на выполнение государственных работ и услуг ФГБНУ «ВНИРО» на 2015 г. Авторы приносят глубокую благодарность генеральному директору Лузгину С.Е. и коллективу ООО «Бионт-К» за предоставленную береговую базу и содействие в экспериментальных работах. Дополнительная поддержка получена за счёт гранта РНФ № 14-50-00029 «Научные основы создания национального банка-депозитария живых систем».

Литература

Борисов Р.Р., Эпельбаум А.Б., Кряхова Н.В., Тертицкая А.Г., Ковачева Н.П. 2007. Каннибализм у камчатского краба при выращивании в искусст-

венных условиях // Биология моря. Т. 33. № 4. С. 267–271.

Гаврилова Г.С. 2012 а. Приёмная ёмкость аквакультурной зоны залива Петра Великого (Японское море). Автореф. дисс. ... док. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 37 с.

Гаврилова Г.С. 2012 б. Приёмная ёмкость аквакультурных районов для двустворчатых моллюсков // Материалы Всероссийской научной конференции «Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление», посвящённой 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». Петропавловск-Камчатский. 26.09–28.09.2012. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 563–567.

Иванков В.Н., Андреев В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н., Фадеева Н.П. 1999. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета. 260 с.

Кобликов В.Н., Борилко О.Ю., Пономарев С.С. 2010. О росте численности синего краба (*Paralithodes platypus*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. Т. 161. С. 68–78.

Ковачева Н.П. 2002. Биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в системе с замкнутым циклом водоснабжения // Сб. материалов международной научно-практической конференции. Южно-Сахалинск: СахНИРО. Т. 3. С. 300–308.

Ковачева Н.П. 2006. Искусственное воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda. Автореф. дисс. ... док. биол. наук. М.: ВНИРО. 53 с.

Ковачева Н.П. 2008. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergi*. М.: ВНИРО. 239 с.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В., Назарцева М.Ю. 2012. Достижения искусственного воспроизводства камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах // Рыбное хозяйство. № 3. С. 63–67.

Ковачева Н.П., Борисов Р.Р., Печёнкин Д.С., Николова И.Н., Чертопруд Е.С., Лузгин С.Е. 2015. Ранний онтогенез синего и камчатского крабов в искусственных и естественных условиях // Рыбное хозяйство. № 5. С. 68–75.

Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б., Борисов Р.Р., Лебедев Р.О. 2005. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего он-

- тогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. М.: ВНИРО. 76 с.
- Ковачева Н.П., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В., Загорский И.А., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В. 2010. Успешный опыт искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* на побережье Баренцева моря // Рыбное хозяйство. № 4. С. 70–73.
- Марковцев В.Г., Курмазов А. 2012. Состояние марикультуры Приморья и возможности её развития // Журнал Новости рыболовства. С. 1–5. Доступно через: <http://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/5381>. 28.03.2016
- Масленников С.И. 2006. Перспективы развития марикультуры: проблемы и пути их решения // Международный экологический форум «Природа без границ». Материалы I Международного экологического форума «Природа без границ». Ч. 1. Владивосток. 07.06–09.06.2006. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета. С. 261–267.
- Переладов М.В. 2003. Некоторые особенности распределения и поведения камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*), на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Донные экосистемы Баренцева моря. Сборник ВНИРО. М: ВНИРО. С. 103–119.
- Слизкин А.Г., Сафронов С.В. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Эко. 180 с.
- Brugere C., Hishamunda N. 2007. Planning and policy development in aquaculture // FAO Aquaculture Newsletter. V. 38. P. 17–19.
- Byron C.J., Bengtson D., Costa-Pierce B., Calanni J. 2014. Integrating science into management: ecological carrying capacity of bivalve shellfish aquaculture // Marine Policy. V. 216. P. 121–145.
- Costa-Pierce B.A. 2002. Farming system research and extension methods for the development of sustainable aquaculture ecosystems // Costa-Pierce B.A. (ed.) Ecological Aquaculture: The evolution of the Blue Revolution. Blackwell Science, Oxford, UK. P. 103–124.
- Cranford P.J., Hargrave B.T., Doucette L.I. 2009. Benthic organic enrichment from suspended mussel (*Mytilus edulis*) culture in Prince Edward Island, Canada // Aquaculture. V. 292. P. 189–196.
- Dalton T. 2005. Beyond biogeography: A framework for involving the public in planning of U.S. Marine Protected Areas // Conservation Biology. P. 1392–1401.
- Dalton T. 2006. Exploring participants' views of participatory coastal and marine resource management processes // Coastal Management. V. 34. P. 351–367.
- Daly B., Swingle J.S. 2013. High-density nursery culture of recently-settled blue king crabs (*Paralithodes platypus*): Comparisons to red king crabs (*Paralithodes camtschaticus*) // Aquaculture. V. 416–417. P. 196–200.
- Daly B., Swingle J.S., Eckert G.L. 2009. Effects of diet, stocking density, and substrate on survival and growth of hatchery-cultured red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) juveniles in Alaska, USA // Aquaculture. V. 293. P. 68–73.
- Daly B., Swingle J.S., Lean C. 2011. Morphometrics, fecundity, and hatch timing of blue king crabs (*Paralithodes platypus*) from the Bering Strait, Alaska, USA. // Journal of Crustacean Biology. V. 31. № 2. P. 304–312.
- Davis J.L., Young-Williams A.C., Aguilar R., Carswell B.L., Goodison M.R., Hines A.H., Kramer M.A., Zohar Y., Zmora O. 2004. Differences between Hatchery-Raised and Wild Blue Crabs: Implications for Stock Enhancement Potential // Transactions of the American Fisheries Society. V. 133. P. 1–14.
- Dew B. 1991. Characterization of preferred habitat for juvenile red king crab in three Kodiak bays. Final report to the Kodiak Island Borough, National Marine Fisheries Service. Kodiak: Alaska Fisheries Science Center. 49 p.
- Eggleston D.B., Johnson E.G., Kellison G.T., Plaia G.R., Hugett G.T. 2008. Pilot evaluation of early juvenile blue crab stock enhancement using a replicated BACI design // Reviews in Fisheries Science. V. 16. P. 91–100.
- Ferreira J.G., Hawkins A.J.S., Monteiro P. et al. 2008. Integrated assessment of ecosystem-scale carrying capacity in shellfish growing areas // Aquaculture. V. 275. P. 138–151.
- Gibbs M.T. 2007. Sustainability performance indicators for suspended bivalve aquaculture activities // Ecological Indicators. V. 7. P. 94–107.
- Inglis G.J., Hayden B.J., Ross A.H. 2002. An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Christchurch: NIWA. Client Report CHC00/69. 31 p.
- Kovatcheva N.P., Epelbaum A.B., Kalinin A.V., Borisov R.R., Lebedev R.O. 2006. Early life history stages of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815): biology and culture. Moscow: VNIRO Publishing. 116 p.
- Long W.C., Scott B.V.S., Haaga J.A. 2005. Habitat, predation, and coexistence: Could interactions between juvenile red and blue king crabs limit blue king crab productivity? // Journal of experimental marine biology and ecology V. 14. P. 1–41.

- McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. 2006. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management // *Aquaculture*. V. 261. P. 451–462.
- Mizerek T., Regan H.M., Hovel K.A. 2011. Seagrass habitat loss and fragmentation influence management strategies for a blue crab *Callinectes sapidus* fishery // *Marine Ecology Progress Series*. V. 427. P. 247–257.
- Newell R.I.E. 2007. A framework for developing «ecological carrying capacity» mathematical models for bivalve mollusk aquaculture // *Bulletin Fisheries Research Agency*. V. 19. P. 41–52.
- Olsen S.B. 2003. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives // *Ocean & Coastal Management*. V. 46 (3–4). P. 347–361.
- Seitz R.D., Lipcius R.N., Knick K.E., Seebo M.S., Long W.C., Brylawski B.J., Smith A. 2008. Stock enhancement and carrying capacity of blue crab nursery habitats in Chesapeake Bay // *Reviews in Fisheries Sciences*. V. 16. P. 329–337.
- Shelley C., Lovatelli A. 2011. Mud crab aquaculture // *FAO fisheries and aquaculture technical paper*. V. 567. P. 1–80.
- Stevens B.G. 2003. Settlement, substratum preference, and survival of red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) glaucothoe on natural substrata in the laboratory // *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology*. V. 283. P. 63–78.
- Stevens B.G., Persselin S., Matwey J. 2008. Survival of blue king crab *Paralithodes platypus* Brandt, 1850, larvae in cultivation: effects of diet, temperature and rearing // *Aquaculture Research*. V. 39. P. 390–397.
- Stevens B.G., Swiney K.M. 2005. Post-settlement effects of habitat type and predator size on cannibalism of glaucothoe and juveniles of red king crab *Paralithodes camtschaticus* // *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology*. V. 321. P. 1–11.
- Stoner A.W., Copeman L.A., Ottmar M.L. 2013. Molting, growth, and energetics of newly-settled blue king crab: Effects of temperature and comparisons with red king crab // *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology*. V. 442. P. 10–21.
- Sundberg K.A., Clausen D. 1977. Post-larval king crab (*Paralithodes camtschatica*) distribution and abundance in Kachemak Bay and lower Cook Inlet, Alaska // *Environmental studies of Kachemak Bay and lower Cook Inlet*. Anchorage: Alaska Department of Fish and Game. V. 5. P. 1–36.
- Wahle R.A. 2003. Revealing stock–recruitment relationships in lobsters and crabs: is experimental ecology the key // *Fisheries Research*. V. 65. P. 3–32.
- Wang H.Z., Wang H.J., Liang X.M., Cui Y.D. 2006. Stocking models of Chinese mitten crab (*Eriocheir japonica sinensis*) in Yangtze lakes // *Aquaculture*. V. 255. P. 456–465.
- Zhou Y., Yang H.S., Liu S.L. 2006. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata, Holothuroidea) co-cultured in lantern nets // *Aquaculture*. V. 256. (1–4). P. 510–520.

REFERENCE

- Borisov R.R., Epelbaum A.B., Kryakhova N.V., Tertickaya A.G., Kovacheva N.P. 2007. Kannibalizm u kamchatskogo kraba pri vyrashchivani v iskusstvennykh usloviyakh [Cannibalistic behavior in red king crabs reared under artificial conditions] // *Biologiya morya*. T. 33. № 4. P. 267–271.
- Gavrilova G.S. 2012 a. Priemnaya emkost' akvakul'turnoy zony zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more). [Receiver tank of the aquaculture zone of Peter the Great Bay (Japanese sea)]. Avtoref. diss. ... dok. biol. nauk. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO. 37 p.
- Gavrilova G.S. 2012 b. Priemnaya emkost' akvakul'turnykh rajonov dlya dvustvorchatykh mollyuskov [Receiver tank of aquaculture areas for bivalve molluscs] // *Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferencii "Vodnye biologicheskie resursy severnoy chasti Tihogo okeana: sostoyanie, monitoring, upravlenie", posvyashchyonnoy 80-letnemu yubileyu FGUP «KamchatNIRO»*. Petropavlovsk-Kamchatskiy. 26.09–28.09.2012. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamchat-NIRO. P. 563–567.
- Ivankov V.N., Andreev V.V., Tyapkina N.V., Ruhlov F.N., Fadeeva N.P. 1999. Biologiya i kormovaya baza tihoookeanskih lososей v rannij morskoy period zhizni. [Biology and nutritive base of Pacific salmon in the early marine period of life]. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevostochnogo universiteta. 260 p.
- Koblikov V.N., Borilko O.Yu., Ponomarev S.S. 2010. O roste chislennosti sinogo kraba (*Paralithodes platypus*) v zalive Petra Velikogo (Yaponskoe more) [About population increase of the blue king crab (*Paralithodes platypus*) in the Peter the Great Bay of the Sea of Japan] // *Izv. TINRO*. T. 161. P. 68–78.
- Kovacheva N.P. 2002. Biotehnologiya iskusstvennogo vosproizvodstva kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* v sisteme s zamknutym ciklom vodosnabzheniya [The biotechnology of artificial reproduction of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the closed water recirculating system] // *Sb. materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. Yuzhno-Sahalinsk: SahNIRO*. T.3. P. 300–308.

- Kovacheva N.P. 2006. Iskusstvennoe vosproizvodstvo i kul'tivirovanie morskikh i presnovodnykh rakoobraznykh otryada Decapoda [Artificial reproduction and cultivation of marine and freshwater crustacean of the order Decapoda]. Avtoref. diss. ... dok. biol. nauk M.: VNIRO. 53 p.
- Kovacheva N.P. 2008. Akvakul'tura rakoobraznykh otryada Decapoda: kamchatskij krab *Paralithodes camtschaticus* i gigantskaya presnovodnaya krevetka *Macrobrachium rosenbergii*. [Aquaculture of crustaceans of the order Decapoda: red king crab *Paralithodes camtschaticus* and giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*]. M.: VNIRO. 239 p.
- Kovacheva N.P., Borisov R.R., Kryakhova N.V., Lebedev R.O., Parshin-Chudin A.V., Nazareva M.Yu. 2012. Dostizheniya iskusstvennogo vosproizvodstva kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*) na Dal'nevostochnom i Severnom rybohozyajstvennykh bassejnakh [Advances in artificial reproduction of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the far East and North fishery basin] // Rybnoe hozyajstvo. № 3. P. 63–67.
- Kovacheva N.P., Borisov R.R., Pechenkin D.S., Nikonova I.N., Chertoprud E.S., Luzgin S.E. 2015. Rannij ontogenez sinego i kamchatskogo krabov v iskusstvennykh i estestvennykh usloviyakh [Early ontogeny of blue and red king crabs in artificial and natural conditions] // Rybnoe hozyajstvo. № 5. P. 68–75.
- Kovacheva N.P., Kalinin A.V., Epelbaum A.B., Borisov R.R., Lebedev R.O. 2005. Kul'tivirovanie kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Chast' 1. Osobennosti rannego ontogeneza. Bionormativy i rekomendacii po iskusstvennomu vosproizvodstvu. [Red king crab *Paralithodes camtschaticus* cultivation (Tilesius, 1815). Part 1. Peculiarities of early life history stages. Biological standards and recommendations on artificial reproduction]. M.: VNIRO. 76 p.
- Kovacheva N.P., Lebedev R.O., Parshin-Chudin A.V., Zagorskij I.A., Borisov R.R., Kryahova N.V. 2010. Uspeshnyj opyt iskusstvennogo vosproizvodstva kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* na poberezh'e Barentseva moray [The successful experience of artificial reproduction of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the Barents region] // Rybnoe hozyajstvo. № 4. P. 70–73.
- Markovcev V.G., Kurmazov A. 2012. Sostoyanie marikul'tury Primor'ya i vozmozhnosti ee razvitiya [The status of mariculture of Primorye and the possibility of its development] // Zhurnal Novosti rybolovstva. P. 1–5. Dostupno cherez: <http://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/5381>. 28.03.2016
- Maslennikov S.I. 2006. Perspektivy razvitiya marikul'tury: problemy i puti ih resheniya [Prospects for development of mariculture: problems and ways of their solution] // Mezhdunarodnyj ehkologicheskij forum «Priroda bez granic». Materialy I Mezhdunarodnogo ehkologicheskogo foruma «Priroda bez granic». CH. 1. Vladivostok. 07.06–09.06.2006. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevostochnogo universiteta. P. 261–267.
- Pereladov M.V. 2003. Nekotorye osobennosti raspredeleniya i povedeniya kamchatskogo kraba (*Paralithodes camtschaticus*), na pribrezhnykh melkovod'yah Barentseva morya [Some peculiarities in distribution and behavior of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in shallow near-shore waters of the Barents sea] // Donnye ehkositemy Barentseva morya. Sbornik VNIRO. M.: VNIRO. P. 103–119.
- Slizkin A.G., Safronov S.V. 2000. Promyslovye kraby prikamchatskikh vod [Commercial crabs in water of the Kamchatka region]. Petropavlovsk-Kamchatskij: Ehko. 180 p.

Поступила в редакцию 14.04.16 г.
Принята после рецензии 29.04.16 г.

Survival in nature and criteria of the receiving capacity of ecosystems for artificially produced crab juveniles (Decapoda, Lithodidae).

Kovacheva, N.P., Pechenkin, D.S., Nikonova, I.N., Borisov, R.R., Chertoprud, E.S.

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The survival rate of artificially produced juveniles of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) and blue king crab (*P. platypus*) in offshore cages was estimated during one month. An upper boundary of the temperature optimum for juvenile stages in red king crab and blue king crab in artificial and semi-free conditions was found out and it is 13–15 °C and 20–22 °C respectively. The survival rate of red king crab juveniles after 30 days spent in the experimental cages under natural conditions was 59% and the survival rate of blue king crab juveniles was 50% of the original number of individuals. These values are close to or above the survival rate of species in artificial conditions under group or individually confined. The high survival rate of juveniles in the natural conditions shows the efficiency of artificial reproduction in red king crab and blue king crab. Thus, these data refute the assumption of the mass death of artificially produced crabs immediately after the release in the natural environment. In parallel, the analysis of the literature data on the methods of evaluation the receiving capacity in marine areas was done, as an example in crabs (Decapoda, Lithodidae). The basic principles of the concept of the receiving capacity for aquatic organisms were characterized. We characterized the general methodological approaches to the definition of physical, productional, environmental and social components of the aquatic areas receiving capacity for crab juveniles. Baseline standards of evaluation for categories of for red king crab and blue king crab juveniles were revealed. It is shown that the general principles of evaluation of the receiving capacity of coastal waters can be applied when choosing seats for release of commercial species juveniles, with the aim of restoring and maintaining natural populations.

Keywords: red king crab, blue king crab, artificial reproduction, juveniles' survival, receiving capacity of aquatic areas.