

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.55 (265.54)

**ПРЕДПОСЫЛКИ К ВОСПРОИЗВОДСТВУ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА
В ЗАЛИВЕ ВЛАДИМИРА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

© 2009 г. Н.А. Шепель

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток 690950

Поступила в редакцию 11.04.2008 г.

Окончательный вариант получен 07.08.2008 г.

Представлены результаты исследований воспроизводства дальневосточного трепанга в зал. Владимира (Японское море). Показано, что культивирование трепанга в природных условиях является одним из основных факторов, обеспечивающих относительную стабильность запасов трепанга на фоне возросшего антропогенного воздействия на экосистему залива. Выявлены особенности распределения личинок в планктоне и оседания их на различного типа субстраты. Определены темпы роста молодых трепангов в садках.

Исследованию биологии и экологии дальневосточного трепанга *Stichopus japonicus* посвящено много отечественных и зарубежных публикаций (Левин, 2000; Чжан Фын-ин, У Боо-линь, 1958; Suguri, 1965). По данным И.Г. Закса (1930) трепанг встречается в зал. Петра Великого и в районах к северо-востоку за м. Поворотный, севернее б. Терней он не обнаружен. Результаты исследований о распространении трепанга в российских водах содержатся в работах З.И. Барановой (1971), В.С. Левина (1982, 2000) и многих других авторов.

Однако до настоящего времени сведения о миграциях, межгодовой изменчивости численности трепанга в Японском море носят лишь фрагментарный характер. Исследования биологии этого вида велись только в зал. Петра Великого (Мокрецова и др., 1975; Мокрецова, 1978, 1989) на базе ТИНРО. Впервые подобная работа была проведена нами в центральной части побережья Приморья – в зал. Владимира в 2001, 2002 и в 2003 годах.

Целью данной работы было изучение возможностей воспроизводства дальневосточного трепанга в природных условиях в северном районе Приморья (заливе Владимира). В задачи входило: определить время появления и пребывания личинок трепанга в планктоне, динамику численности, оседание их на субстраты разного типа и темпы роста молоди в подвесных садках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили на акватории зал. Владимира Японского моря. Наблюдения проводили с июля по сентябрь в 2001 и 2002 гг. Каждый год проводилось 9 ежедекадных планктонных съемок (14 станций в каждой съемке). Наблюдения за динамикой численности личинок трепанга велись ежедневно на одной станции в центральной части залива (рис. 1). Сбор планктона осуществляли тотально сетью Джели от горизонта 10 м до поверхности воды. Количественная оценка личинок велась с использованием камеры Богорова и микроскопа МБС-9. Затем проводили пересчет количества личинок на единицу объема воды по формуле: $N = n (4 / \pi d^2 h) k$; где n – количество личинок в пробе (экз.); d – диаметр входного отверстия сети (см); h – глубина, на которую опускалась сеть (м); k – коэффициент фильтрации сети (принимается за единицу). Во время взятия планктонных проб раз в сутки измеряли температуру в поверхностном слое воды.

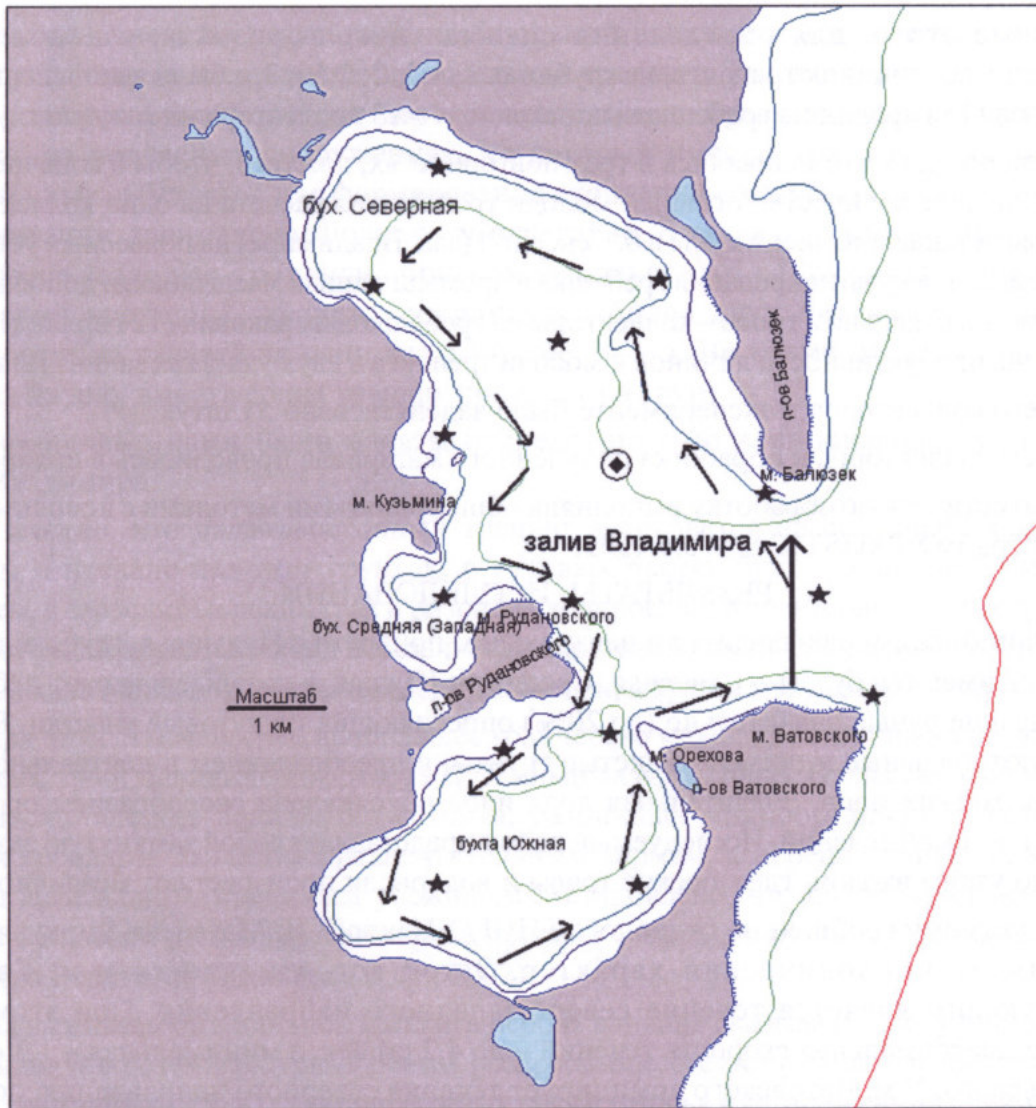


Рис. 1. Схема расположения планктонных станций в зал. Владимира в 2001-2002 гг. ♦ – станция наблюдений за динамикой численности личинок трепанга; К – планктонные станции; → – направление течений.

Fig. 1. Scheme of plankton stations arrangement in the Vladimir Bay in 2001-2002. ♦ – the station observation dynamics of sea cucumber larvae number; К – location of planktonic stations; → – the direction of currents.

Для изучения численности молодых трепангов (в 2003 г.) использовали несколько типов субстратов и конструкций коллекторов. Первая конструкция коллекторов представляла собой гирлянды сетных мешков (ячей 10 x 10 мм) с различными наполнителями, которые подвешивались вертикально на поводках на расстоянии 0,5 м друг от друга. В качестве наполнителя использовали: анфельцию (по 2 кг на мешок), ламинарию (по 20 двухметровых слоевищ на мешок) и пучки капроновой рыболовной сети.

Вторая серия коллекторов – собиралась в гирлянды: из раковин приморского гребешка, обломков бетонных блоков, шифера, кусков автошин и деревянных брусков. Размеры этих субстратов были 30 см x 20 см, которые нанизывались на капроновые веревки на расстоянии 15 см друг от друга. Длина всех типов коллекторов составляла три метра.

Кроме этого, для определения оптимального горизонта, с наибольшими концентрациями личинок трепанга, на глубинах 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 м была выставлена партия коллекторов (15 гирлянд из гребешковых раковин – по 3 коллектора на каждую глубину).

Коллекторы изготавливались в трех повторностях, для того, чтобы в конечном итоге получить среднее количество осевшей молоди трепанга из расчета на один коллектор. Все коллекторы устанавливались в июле в б. Северной (зал. Владимира) на подвесных установках используемых для культивирования гребешка в промышленных масштабах, и дополнительно в б. Средняя на отдельном тросе – коллекторы из гребешковых раковин (12 гирлянд) с целью определения продуктивности личинок и молоди трепанга в двух участках залива Владимира.

Всего коллекторов в эксперименте было задействовано 51 штук.

Съем коллекторов и обработка полученного материала проводилась в ноябре 2003 г.

Статистическую обработку выполняли общепринятыми методами с использованием пакета программ STATISTICA. V. 5.5.1999.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Залив Владимира находится в центральном побережье Приморья, глубоко вдавая в сушу. Здесь имеются бухты – Северная, Средняя и Южная, в которые впадают небольшие речки и мелкие ручьи, значительно (до 20%) опресняющие их кутовые участки. В заливе доминируют песчаные и песчано-илистые грунты, с преобладанием в центральной части плотных и мягких илов. Значительная доля илов обусловлена своеобразием орографии берегов и системой течений. Исследуемый район представляет собой замкнутую акваторию с довольно узким входом, где морские травы и водоросли произрастают мозаично.

По устному сообщению гидролога ТИПРО-Центр В.И. Матвеева, циркуляция вод залива имеет циклонический характер. Заток вод отмечается у м. Балюзек, доминирующим является течение северо-западного направления. При этом, здесь отмечается максимальная скорость течений – до 4,2 см/сек, а минимальная – 1,3 см/сек – у м. Ватовского. У м. Ватовского доминирует течение северного направления, основной поток подразделяется на две ветви (рис. 1). Одна из них имеет северное направление, образуя циклонический круговорот вод в заливе. Другая ветвь имеет восточное направление. Предполагается, что на выходе из бухты Южная основной поток разделяется на две части. Одна движется в северо-восточном направлении – в сторону м. Ватовского, а другая в западном, образуя циклонический круговорот в придонном слое б. Южной. Внутри залива течения, наряду с местными в бухтах и у выходных мысов, образуют зоны с антициклональной ротацией водных масс.

Возможно, характер направлений течений в заливе играют существенную роль в распределении личинок промысловых гидробионтов, в том числе трепанга.

Об экологии дальневосточного трепанга и характере формирования его скоплений в зал. Владимира данных до настоящего времени нет. Только лишь по устным сообщениям рыбаков в бухтах залива до середины 80-х годов отмечались довольно плотные скопления взрослого трепанга (до 3 экз./кв.м). Однако, за все время наших исследований в зал. Владимира (2001-2003 гг.), кроме мелких размеров трепангов, взрослые особи не встречались.

Тем не менее, по результатам наблюдений выяснено, что в заливе Владимира имеются условия для восстановления поселений трепанга. Так, в б. Северная этого залива давно и успешно функционирует морское хозяйство по культивированию приморского гребешка, на подвесных сооружениях, на которых имеется достаточное количество искусственных субстратов для формирования скоплений различных гидробионтов – это сами плантации, занимающие более 40 га акватории. В садках, на коллекторах и канатах встречаются молодые трепанги, при чем в подвесных садках, где выращивается приморский гребешок, трепанг сохраняется более двух лет и может достигать численности (из расчета на один садок) более 50 экз. Во время отсадки приморского гребешка на дно, вместе с ним трепанг попадает на грунт.

Вот почему нами были начаты исследования по воспроизводству трепанга в заливе Владимира.

Известно, что дальневосточный трепанг встречается на скальных, каменистых, песчаном и песчано-илистом грунтах, в кутовых частях бухт и заливов с умеренным заилением, в зарослях морских трав и ризоидах водорослей. Характерное его распределение зависит от рельефа дна и степени изрезанности береговой линии (Медведев, 1961). Молодой трепанг локализуется в трещинах скал, под камнями, в друзах мидий и на устричниках.

При этом отмечено, что наибольшее количество молоди обитает на полях анфельции (Чельшева, 1955; Лавин, Чернышев, 1977; Жильцова и др., 2002). В пластах этой водоросли содержится обильное количество детрита, различных микроорганизмов, которые для молодых трепангов являются предпочтительным кормом, а переплетенные между собой талломы анфельции – надежным убежищем. Установлено, что он образует обширные и плотные скопления на полях анфельции в проливе Старка и в бухтах Перевозная и Баклан (зал. Петра Великого) (Жильцова и др., 2002).

На выживаемость личинок трепанга особое влияние оказывают следующие факторы: гидродинамика вод, температурный режим, распреснение, отсутствие подходящих для оседания субстратов (Кашенко, 1998). Для прибрежных вод Приморья в летне-осенний период во время ливневых дождей и за счет стока рек характерно сильное распреснение, которое влияет на выживаемость личинок и молоди трепанга (Мокрецова, Гаврилова, 1983). Во время штормов в воде увеличивается содержание иловых и песчаных взвесей, которые также могут оказывать негативное влияние на выживаемость личинок (Мокрецова и др., 1975).

Наблюдения за температурным ходом в поверхностном слое воды зал. Владимира показали, что с июля по октябрь наряду с повышением температуры воды отмечались неоднократные ее понижения (рис. 2). Как правило, понижение температуры обусловлено выходом глубоких циклонов в Японское море с юга. Следствием выхода подобных циклонов является усиление северо-западных ветров в прибрежной зоне Приморья. Это явление приводит к сгону прогретых прибрежных вод и подтоку более холодных вод в прибрежную зону.

В целом, температурный режим в зал. Владимира определяется интенсивностью залива теплых или холодных придонных вод у п-ова Балюзек, который, в свою очередь, определяется синоптической ситуацией (устное сообщение В.И. Матвеева).

Личинки трепанга встречаются на всей акватории залива. Однако, несмотря на перераспределение личинок течениями, основные скопления их приурочены в бухтах Северная, Средняя и Южная и у их выходных мысов.

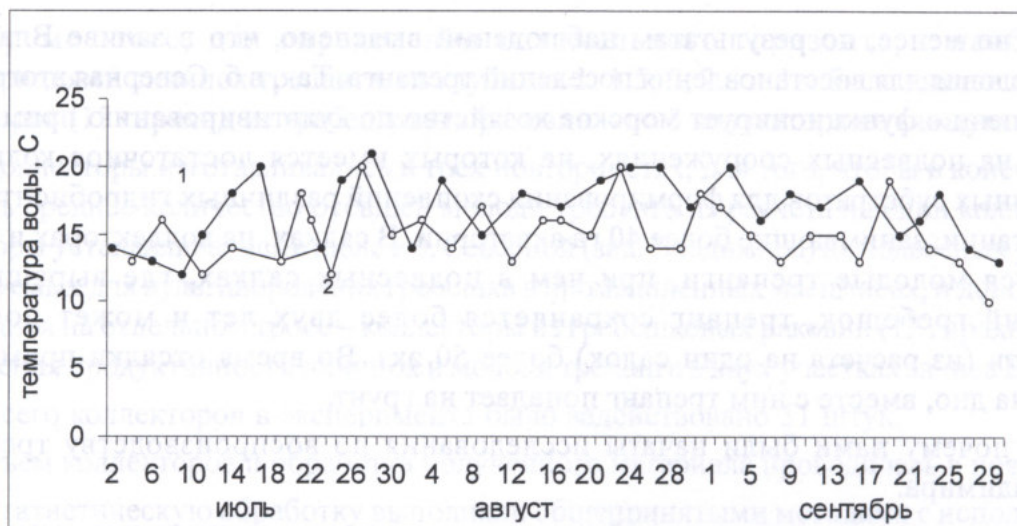


Рис. 2. Временной ход температуры воды на поверхности в зал. Владимира в 2001 г. (1) и 2002 г. (2).
Fig. 2. The temporal variation of surface water temperature in the Vladimir Bay in 2001 (1) and 2002 (2).

По нашему мнению, численность личинок трепанга в планктоне, прежде всего зависит от естественной смертности, гидрологических условий, а также от заноса и выноса их за пределы исследуемого района. Поэтому динамика численности личинок трепанга в заливе имеет изменчивый характер с несколькими пиками (рис. 3).

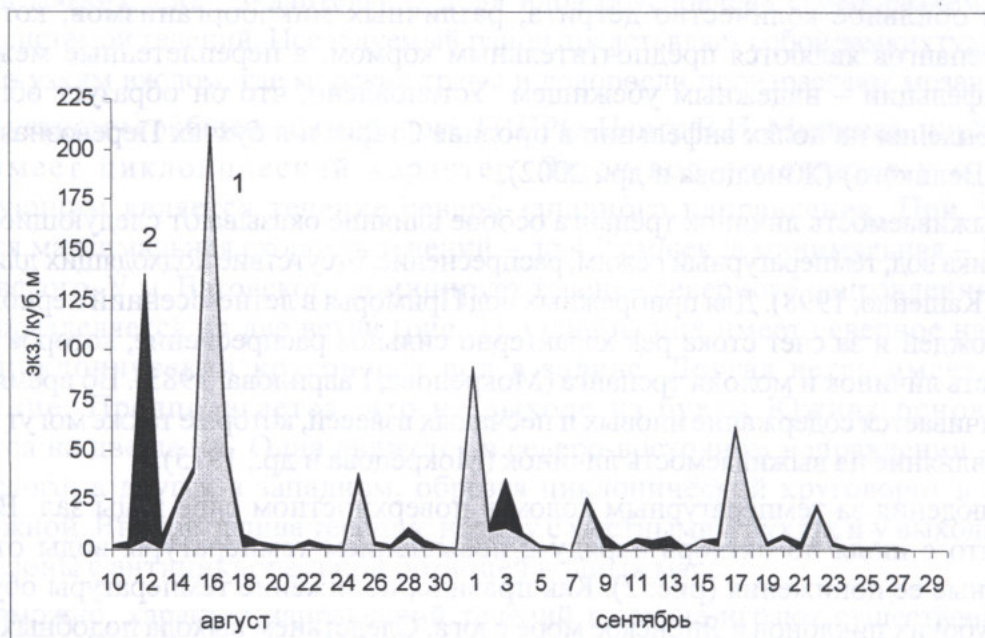


Рис. 3. Динамика численности личинок трепанга в зал. Владимира в 2001 г. (1) и в 2002 г. (2).
Fig. 3. Dynamics of sea cucumber larvae number in the Vladimir bay in 2001 (1) and 2002 (2).

В 2001 г. плотность личинок в планктоне была значительно выше, чем в 2002 г., в этот год наблюдалось несколько пиков их численности. Наибольшее количество (более 200 экз./куб.м) было зарегистрировано во второй декаде августа, когда температура воды достигала 17-18 °С. В конце второй декады августа плотность их снизилась до 2-9 экз./куб.м. В третьей декаде августа количество личинок вновь увеличилось до 26 экз./куб.м, а в третьей

декаде они исчезли. В конце третьей декады августа наблюдалось появление второго пика личинок трепанга до 100 экз./куб.м. В это время температура воды была на один градус выше – 19 °С. В начале сентября плотность личинок резко сократилась до 20 экз./куб.м и, затем, до второй декады этого месяца они исчезли из планктона. Третий пик личинок, но уже с меньшей плотностью (50 экз./куб.м) появился во второй декаде сентября, который присутствовал до начала третьей декады этого месяца, затем личинок трепанга в планктоне не было.

В 2002 г. было отмечено два пика репродуктивной активности трепанга. В начале второй декады августа плотность личинок была наиболее высокой (до 140 экз./куб.м). В сравнении с 2001 г. в этот год пик наибольшего количества их был смещен на декаду, что объясняется более быстрым прогревом воды в момент появления личинок. В последующее время численность личинок в этот год была незначительной. В начале третьей декады августа фиксировалось полное отсутствие их в планктоне и только в начале сентября в количестве 25 экз./куб.м они вновь были обнаружены. Во второй декаде сентября все личинки исчезли из планктона.

Сопоставляя данные за 2-х летний период исследований, определено, что максимальное количество личинок трепанга приходится на вторую декаду августа (в 2001 г. – 210 экз./куб.м, в 2002 г. – 133 экз./куб.м). Весь период нахождения личинок трепанга в планктоне отмечается с конца первой декады августа по конец сентября.

Таким образом, продолжительность периода встречаемости личинок трепанга в планктоне в зал. Владимира лимитируется более низкими температурами и составляет в общей сложности около 40 дней.

Однако, для южных районов Приморья (в зал. Посъета) установлено, что личинки трепанга встречаются в планктоне более длительное время – с июля по август, а в районе островов Попова, Рейнеке, Рикорда и Русский – с июля по сентябрь (Мокрецова, 1978).

Известно, что личинки трепанга на стадии оседания обладают избирательностью к разным типам субстратов. Они предпочитают субстраты с шероховатой поверхностью, углублениями и расщелинами, обильно обросшими микроорганизмами. С целью выявления наиболее оптимального субстрата для оседания личинок трепанга были использованы искусственные и природные субстраты. Среди испытанных субстратов наилучшим для оседания личинок трепанга оказался коллектор с наполнителем из анфельции (рис. 4).

Плотность осевших личинок на этом субстрате составила 1 700 экз./кв.м. Вторым по эффективности оседания субстратом (с численностью 1 100 экз./кв.м) был коллектор из обломков бетонных блоков. Визуально было видно, что степень обрастания этих субстратов микроводорослями, детрито-бактериальной пленкой и мелкими водорослями, являющимися основной пищей для мелких трепангов, была обильной. В первом случае (анфельция) мелкие особи трепанга находят укрытие и пищу. Поверхность бетонных обломков с достаточным количеством углублений, трещин и расщелин, является также для молоди трепанга хорошей защитой от хищников.

Другие типы коллекторов в зависимости от характера конструкций и субстрата оказались менее благоприятными для оседания личинок трепанга. При этом плотность молоди на ризоидах морской капусты, раковинах приморского гребешка, пучках рыболовной сети (б/у) и обломках шифера составила, 770, 637, 398 и 157 экз./кв.м соответственно. На остальных типах субстратов численность молодых трепангов не превышала 100 экз./кв.м.

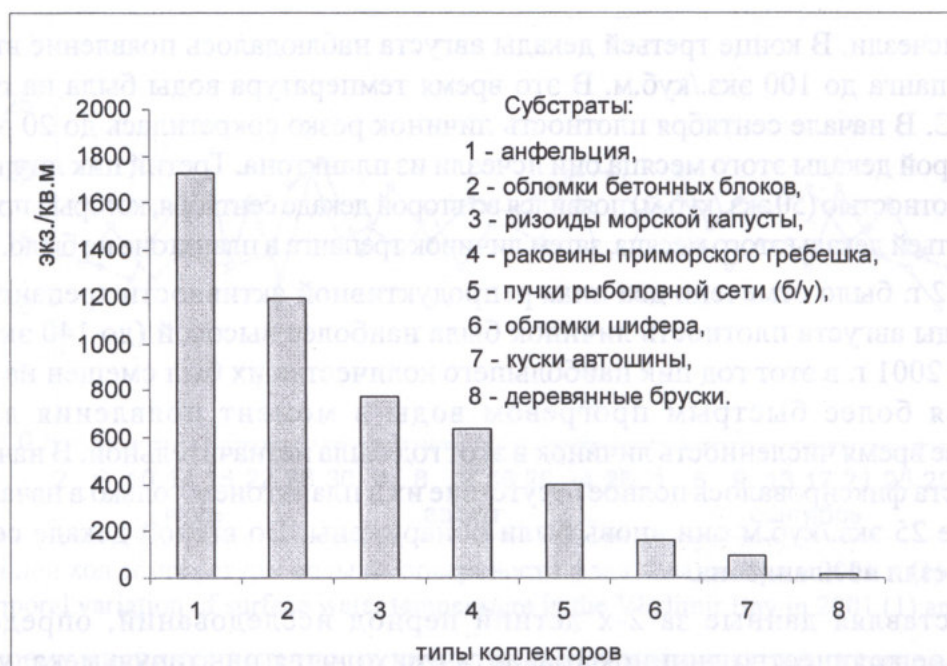


Рис. 4. Плотность молоди трепанга на различного типа коллекторах в зал. Владимира в 2003 г.
Fig. 4. The density of juveniles sea cucumber at different collectors in the Vladimir bay in 2003.

Плотность молоди трепанга зависит также от глубины установки коллекторов.

Наибольшее количество молоди в зал. Владимира (2 500 экз./кв.м) было отмечено в верхнем 1,5-метровом слое воды (рис. 5), что согласуется с литературными данными для других районов (Мокрецова, 1989; Левин, 2000).

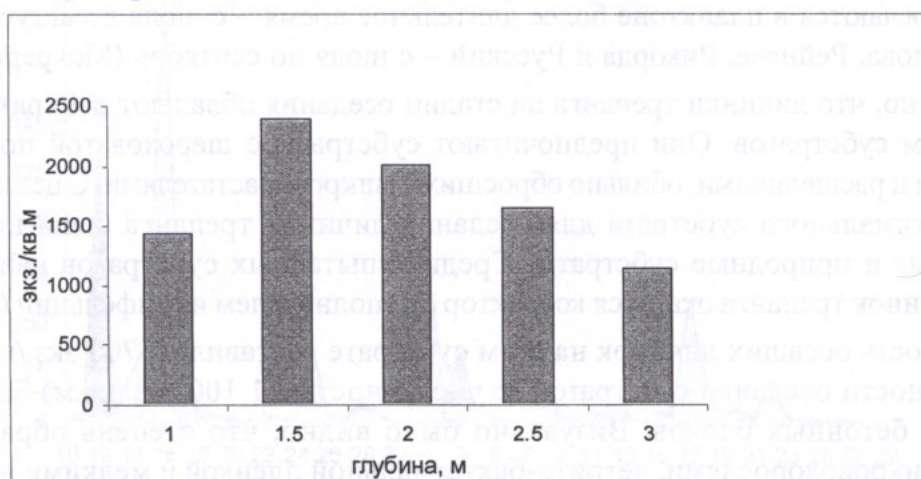


Рис. 5. Плотность молоди трепанга на коллекторах на разных глубинах в зал. Владимира в 2003 г.
Fig. 5. The density of juveniles sea cucumber at the collectors in different depths in the Vladimir bay in 2003.

Численность трепанга на коллекторах зависит от количества личинок в планктоне и от участков выставления коллекторов. Для сравнения приводятся данные по оседанию личинок трепанга на коллекторы из гребешковых раковин в бухтах Северная и Средняя.

Анализируя полученные результаты было выявлено, что молодых трепангов в б. Северная, где имеется наибольшее количество различных искусственных субстратов (плантации по выращиванию приморского гребешка, играющие существенную роль в привлечении личинок различных промысловых гидробионтов), более чем в 4 раза больше,

чем в б. Средняя, в которой эти субстраты отсутствуют (рис. 6). Кроме этого, следует отметить и то, что на нижних гребешковых раковинах с гладкой поверхностью, молодых трепангов намного меньше.

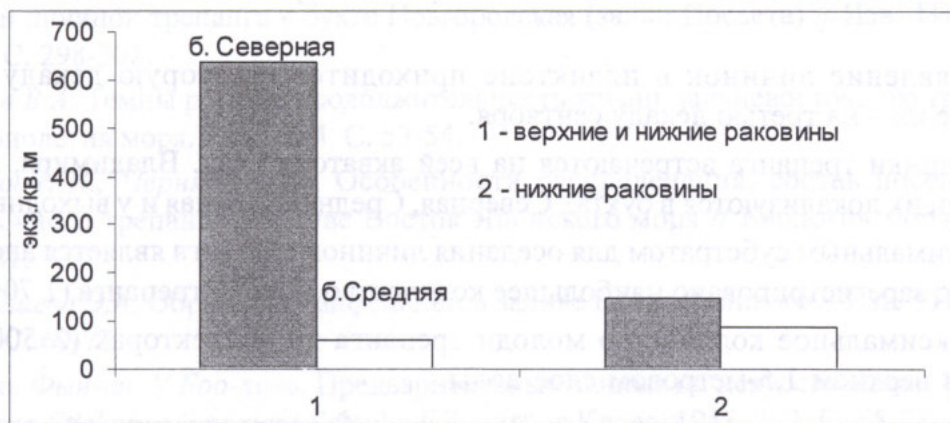


Рис. 6. Плотность молоди трепанга на коллекторах из гребешковых раковин в бухтах Северная и Средняя (зал. Владимира) в 2003 г.

Fig. 6. Density of juveniles sea cucumber at the collectors from scallop shells in the Severnaya and Srednyaya bay in 2003.

Кроме того, отмечено, что на нижних раковинах гребешка плотность молоди трепанга больше, чем на верхних. Это вполне понятно, так как нижние раковины имеют более выпуклую и волнистую поверхность, соответственно, и большую площадь для оседания личинок, чем верхние.

Изучением темпов роста трепанга занималось много исследователей, однако сведения по данному вопросу остаются противоречивыми. По данным одних авторов (Бирюлина, Козлов, 1971) трепанг в возрасте одного года достигает массы тела 71 г, в двухлетнем – 135,2. По данным других (Раков, 1982), масса трепанга на первом и втором году жизни составляет 0,7 и 5 г, соответственно.

По нашим сведениям, за двухлетний период наблюдений за ростом трепанга в зал. Владимира, оказалось, что в возрасте одного года средняя масса тела трепанга составляет 0,5 г, а на втором – резко увеличивается до 16,9 г (рис. 7), что вполне согласуется с мнением Селина и Черняева (1994).

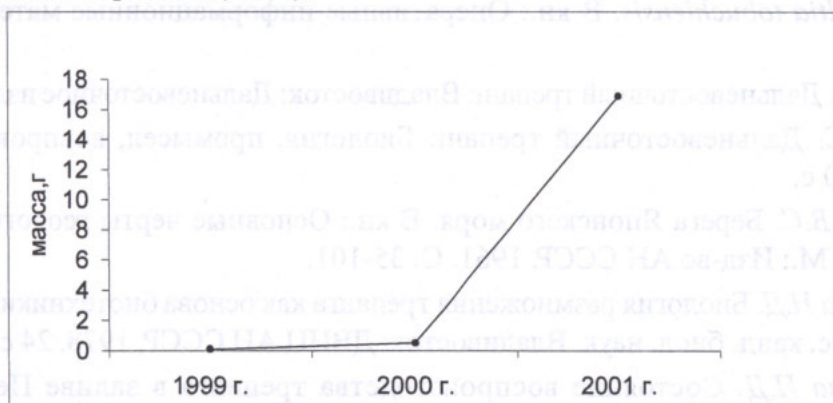


Рис. 7. Рост трепанга на коллекторах в зал. Владимира

Fig. 7. Sea cucumber growth at the collectors in the Vladimir Bay.

ВЫВОДЫ

1. В зал. Владимира период встречаемости личинок трепанга в планктоне короткий (около 40 дней) и смещен на более поздние сроки, в сравнении с южными участками Приморья.

2. Появление личинок в планктоне приходится на вторую декаду августа, а исчезновение их – на третью декаду сентября.

3. Личинки трепанга встречаются на всей акватории зал. Владимира, а основные концентрации их локализуются в бухтах Северная, Средняя, Южная и у выходных мысов.

4. Оптимальным субстратом для оседания личинок трепанга является анфельция, на которой было зарегистрировано наибольшее количество молоди трепанга (1 700 экз./кв.м).

5. Максимальное количество молоди трепанга на коллекторах (2 500 экз./кв.м) отмечается в верхнем 1,5-метровом слое воды.

6. Из двух исследуемых бухт в зал. Владимира, более продуктивной по численности молодых трепангов явилась б. Северная.

Таким образом, на основе проведенных исследований получены материалы о продукционном потенциале трепанга, что в дальнейшем позволит заниматься его воспроизводством в зал. Владимира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баранова З.И.* Иголкожие залива Посьета Японского моря. Сб. Фауна и флора залива Посьета Японского моря. 1971. С. 242-264.
- Бирюлина М.Г., Козлов В.Ф.* К методике определения возраста трепанга по весу // Зоологический журнал. 1971. Т. 50. Вып. 10. С. 1584-1568.
- Закс И.Г.* Сырьевые запасы трепанга в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство Дальнего Востока. 1930. Т. 2. С. 37-40.
- Жильцова Л.В. и др.* Распределение молоди дальневосточного трепанга на полях анфельции в зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО-центра. 2002. Т. 131. С. 321-326.
- Кашенко С.Д.* Влияние температуры и солености воды на раннее развитие трепанга *Stihopus japonica* // Биология моря. 1998. №2. С. 103-107.
- Лавин П.И., Чернышев В.Д.* Расчеты скорости фотосинтеза морской промысловой водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis*. В кн.: Оперативные информационные материалы. Иркутск. 1977. С. 28-29.
- Левин В.С.* Дальневосточный трепанг. Владивосток: Дальневосточное изд-во, 1982. С. 191.
- Левин В.С.* Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд, 2000. 200 с.
- Медведев В.С.* Берега Японского моря. В кн.: Основные черты геологии и гидрологии Японского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 35-101.
- Мокрецова Н.Д.* Биология размножения трепанга как основа биотехники его разведения // Автореферат дисс. канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. 24 с.
- Мокрецова Н.Д.* Состояние воспроизводства трепанга в заливе Петра Великого и перспективы его культивирования. Сб.: Научно-технические проблемы марикультуры в стране. 1989. С. 107-108.

Мокрецова Н.Д., Гаврилова Г.С. Влияние солености на развитие личинок и молодь трепанга // Океанология. 1983. Т. 23. Вып. 5. С. 173-175.

Мокрецова Н.Д., Кучерявенко А.В., Кошкарёва Л.Н. Распределение и колебание численности личинок трепанга в бухте Новгородская (залив Посъета) // Изв. ТИНРО-центра. 1975. Т. 96. С. 298-301.

Раков В.А. Темпы роста и продолжительность жизни дальневосточного трепанга в зал. Посъета // Биология моря. 1982. №4. С. 52-54.

Селин Н.И., Черняев М.Ж. Особенности распределения, состав поселений и рост дальневосточного трепанга в заливе Восток Японского моря // Биология моря. 1994. Т. 20. №1. С. 73-81.

Чельшева Э.А. Обрастания анфельдии в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО-центра. 1955. Т. 43. С. 69-77.

Чжан Фын-ин, У Боо-линь. Предварительные данные по искусственному разведению и выращиванию *Stichopus japonicus* Selenka // Зоология Китая. 1958. Т. 2. С. 65-73.

Suguri A. Sea cucumbers. In: The culture of 60 shallow marine species. Publ. Taiser Shuppansha, 1965. Pp. 297-303.

PRECONDITION FOR THE SEA CUCUMBER CULTIVATION IN THE VLADIMIR BAY (THE SEA OF JAPAN)

© 2009 y. N.A. Shepel

Pacific Research Fisheries Centre, Vladivostok

The results of research of sea cucumber cultivation in the Vladimir bay (the sea of Japan) are presented. Sea cucumber cultivation in natural conditions is noted to be one of the main factors providing a relative stability of sea cucumber stocks under increasing anthropogenic impact on the Bay ecosystem. The peculiarities of larvae distribution in plankton (water) and their settling at difference substrata are revealed. Rates of juveniles growth in pots are determined.