

УДК 639.55(265.54)

Г.С. Гаврилова¹, Е.А. Захарова², О.В. Шатковская^{2*}

¹ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

² Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЗАВОДСКИХ СЕГОЛЕТОК ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА *APOSTICHOPUS JAPONICUS* В БУХТЕ СЕВЕРНОЙ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО)

Изучена эффективность подращивания заводских сеголеток дальневосточного трепанга в подвесных садках в бухте Северной (зал. Петра Великого). Определены их выживаемость и скорость роста в 2007 и 2008 гг. в зимний и летний периоды. Получены данные о выживаемости трепанга второго года жизни на искусственном рифе. Определена оптимальная концентрация молоди при посадке в садки. Также оценены величины пополнения донных скоплений трепанга в результате заводского культивирования в 2008–2009 гг.

Ключевые слова: трепанг, молодь, рост, выживаемость, подращивание, садки.

Gavrilova G.S., Zakharova E.A., Shatkovskaya O.V. Survival of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* of artificial breeding in the Severnaya Bay (Japan Sea) // Izv. TINRO. — 2010. — Vol. 162. — P. 355–361.

The sea cucumber *Apostichopus japonicus* juveniles born in 2007 and 2008 were reared in cages mounted in the Severnaya Bay from October till June-July. Their initial weight was on average 0.008 g in 2007 and 0.022 g in 2008. In the next years, their numbers were calculated and body weight was measured. The survival rate was estimated as 45 % for the winter 2007–2008 and 83 % for the winter 2008–2009. The yearlings were reared on artificial reef. Their survival in the subsequent summers was 80–95 %, and yearly survival — 29 %, on average. So, the total survival in two years of life was ~10 % for the generation 2007 and ~24 % for the generation 2008. The body weight of 2-year animals was 2.2–24.0 g, on average 10.3 g. There is concluded that the number of juveniles putting in cages should not exceed 6000 ind./m³ because of lower weight and worse survival in conditions of high density. In the case of the juveniles' density 5000 ind./m³, the portion of yearlings with weight < 0.5 g is 13–26 %. Total output of the sea cucumbers after 3 years of cultivation is estimated as 9–22 %.

Key words: sea cucumber, juvenile, growth, survival, rearing, cage.

Введение

На научно-экспериментальном предприятии в бухте Северной (Славянский залив) молодь дальневосточного трепанга получают заводским способом с 2000 г.

* Гаврилова Галина Сергеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: gavrilova@tinro.ru; Захарова Екатерина Анатольевна, директор мини-завода, e-mail: zaharova@inbox.ru; Шатковская Ольга Витальевна, начальник научного отдела.

Первый выпуск состоял из 16 тыс. экз. мальков. С 2005 г. после реконструкции завода его ежегодная продукция составляла от 560 до 1270 тыс. экз. сеголеток трепанга, что, по-видимому, является предельно возможными результатами с учетом имеющегося оборудования. Всего за время работы предприятия получено ~5 млн сеголеток. Расселение заводских мальков проводилось в зал. Петра Великого в бухтах Северной и Нарва. Средняя масса тела мальков, выпускаемых в море в сентябре, невелика — от 8 до 22 мг, что и неудивительно при высокой плотности (31–70 экз. · л⁻¹) животных в заводских бассейнах после оседания.

Известно, что выживаемость сеголеток трепанга с маленькой массой тела в условиях пастбищного выращивания в Желтом море была незначительной — 5–8 % (Технология ..., 2001). Для ее повышения мальков трепанга предварительно подращивали в донных и подвесных садках. Данных о выживаемости и росте сеголеток трепанга в зал. Петра Великого в литературе немного. Известны работа В.А. Ракова (1982), в которой оценена выживаемость сеголеток на коллекторах в зал. Посъета, а также Г.С. Гавриловой, А.В. Кучерявенко (наст. том), определивших выживаемость заводской молодежи трепанга, привезенной из бухты Киевка, и сеголеток, собранных на коллекторах в бухте Суходол Уссурийского залива.

Цель наших исследований состояла в определении выживаемости и оценке роста молодежи трепанга, полученной на заводе в бухте Северной. Также были оценены величины пополнения донных поселений трепанга в результате заводского культивирования в 2008–2009 гг.

Материалы и методы

Бухта Северная расположена в северо-западной части Славянского залива. Бухта полузакрытая — ширина ее горловины и длина центральной оси почти равны друг другу. Наибольшая глубина — 13,8 м — расположена около центральной оси бухты, на максимальном удалении от ее вершины. Средняя глубина составляет 8,4 м, площадь водного зеркала ~14 км². Площади донных фаций, в которых встречается трепанг на дне этой бухты, оценены в 1,9 км² (Пространственное распределение ..., 2008).

Исследования проводили с сеголетками и молодеью трепанга 1–2-го года жизни, полученных заводским способом и собранных на марикультурных конструкциях в бухте в 2007–2009 гг.

Мальков, полученных на заводе в 2007 и 2008 гг., содержали в садках с октября по июнь-июль соответственно 2007/08 и 2008/09 гг. По 3 садка размещали в толще воды на хребтинах гидробиотехнических сооружений над глубиной 10 м. В июне-июле следующего года оценивали численность и массу тела мальков.

Использовались садки для выращивания гребешков и ловушки для брюхоногих моллюсков, обтянутые двойным капроновым ситом с ячейей 3 мм. В ловушке для брюхоногих моллюсков объемом 0,12 м³ содержалось 1000 экз., в гребешковых садках объемом 0,084 м³ — по 500 экз. молодежи трепанга. В качестве субстрата для прикрепления мальков использовали также капроновое сито площадью 5 м² — в ловушке и 3 м² — в гребешковом садке. При высадке в садки средняя масса тела мальков в 2007 г. составила 0,008 г (длина тела — 3–8 мм, возраст — 2 мес), в 2008 г. — 0,022 г. Температура воды в бухте в этот период составляла 15–16 °С.

Выживаемость молодежи трепанга второго года жизни определяли на искусственном рифе. Он представляет собой конструкцию из бетонных плит — пикулей линейной коллекторной установки. На плитах закреплялась креветочная ловушка, обтянутая делью с ячейей 10 см. В 2008 г. в ловушку поместили 500 экз. мальков. Глубина места расположения рифа — 10 м, грунт — илистый песок. При предварительном обследовании трепанга в месте расположения рифа отме-

чено не было. Через год численность трепанга на искусственном рифе определяли прямым подсчетом животных на всех элементах конструкции.

Результаты и их обсуждение

Выживаемость заводских мальков трепанга поколений 2007 и 2008 гг. в садках в зимний период оказалась достаточно высокой: в 2008 г. она составила в среднем 45 %, а в 2009 г. — 83 %, несмотря на маленькую индивидуальную массу тела животных (соответственно 8 и 22 мг) (табл. 1). Высокие значения выживаемости (80–95 %) сохранялись и в дальнейшем на протяжении лета при значительной общей биомассе трепанга в садках (табл. 1, 2).

Таблица 1

Выживаемость молоди трепанга в садках в разные периоды

Table 1

Survival of the sea cucumber juveniles reared in cages for certain years

высадки сеголеток/ молоди	Дата		Средняя масса молоди при высадке, г	Общая начальная биомасса молоди в садке, г · м ⁻³	Средняя масса молоди при оценке численности, г	Выжива- емость, %
	оценки	численности				
09.2007	06.2008		0,008	48	0,139	49
			0,008	48	0,178	44
			0,008	67	0,094	<u>43</u>
						Ср. 45
06.2008	09.2008		0,139	390,5	0,91	95,4
			0,178	466,2	1,55	85,0
			0,094	339,2	0,65	<u>60,9</u>
						Ср. 80
09.2008	07.2009		0,022	131	0,362	92,6
			0,022	131	—	74,0
			0,022	131	0,340	<u>84,2</u>
						Ср. 83,6

Таблица 2

Биомасса и процентное содержание мальков трепанга с разной массой тела при выращивании в садках

Table 2

Total biomass and weight structure of the sea cucumber juveniles reared in cages

Поко- ление, год	Начальная биомасса, г · м ⁻³	Средняя индивид. масса, г*	Био- масса, г · м ⁻³ *	Плот- ность, экз. · м ⁻³	Выжива- емость, %	Содержание, %		
						0–0,5 г	0,5–1,0 г	>1,0 г
2007	67	0,361	1176	3258	39	56	22	22
2007	48	0,642	2018	3142	53	48	30	22
2008	131	0,362	1965	5428	91	74	14	12
2008	131	0,340	1668	4905	82	69	22	9

* Биомасса и средняя индивидуальная биомасса приведены для июля года, следующего за расселением.

Масса тела мальков трепанга, полученных заводским способом, после годичного подращивания в садках составляла в среднем 1 г, однако разброс этой величины был более 2 порядков. К двум годам средние значения массы тела трепанга увеличивались до 10 г (табл. 3).

Размеры и масса тела мальков в возрасте 1 года и 9 мес, собранных в гребешковых садках, были сопоставимы с таковыми у заводских животных в возрасте 2 лет. Значения массы тела также значительно изменялись — от 0,99 до 38,0 г, при средней массе 11,3 г и модальном значении 4,0–6,0 г.

Weight characteristics of the sea cucumber juveniles in the Severnaya Bay

Возраст	Масса тела молоди, полученной на заводе, г			Масса тела молоди, полученной на коллекторах, г			Масса тела молоди, полученной на коллекторах, г (Раков, 1982)	
	Разброс	Средняя	Мода	Разброс	Средняя	Мода	Разброс	Средняя
Сеголетки	0,001–0,020	0,008	–	–	–	–	0,03–0,79	0,183
1 год	0,04–9,82	1,040	0,5	–	–	–	0,016–2,670	0,368
2 года	2,2–24,0	10,30	4–8, 12–16	0,99–38,14	11,33*	–	3,4–23,2	9,0

* Возраст мальков 1 год 9 мес, промеры выполнены в мае 2009 г.

Сравнение численности, биомассы и размерно-массовых характеристик двух генераций мальков трепанга 2007 и 2008 гг. во второй декаде июля следующего за расселением года показало, что их выживаемость не лимитировалась при биомассе до $2000 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, что соответствует плотности годовалых мальков от 4,0 до 5,5 тыс. экз. $\cdot \text{м}^{-3}$ (см. табл. 2). С учетом полученных данных по выживаемости численность сеголеток при высадке в садки не должна превышать 6 тыс. экз. $\cdot \text{м}^{-3}$. При такой плотности посадки, по-видимому, кормовые ресурсы в данной бухте не являются ограничивающим фактором.

Вместе с тем такая плотность сказывалась на размерной структуре генераций. При концентрациях мальков в садках ~ 5 тыс. экз. $\cdot \text{м}^{-3}$ и более численность мелкоразмерных годовалых особей с массой тела до 0,5 г была выше на 13–26 %, чем при плотности ~ 3 тыс. экз. $\cdot \text{м}^{-3}$, а крупной молоди с массой тела более 1,0 г — ниже вдвое (табл. 2).

В течение поздней осени, зимы и весны молодь трепанга медленно набирает массу тела и к началу лета, например, 2008 г. индивидуальная масса мальков была 100–200 мг, а к концу июля 2009 г. составляла 400–500 мг (рис. 1).

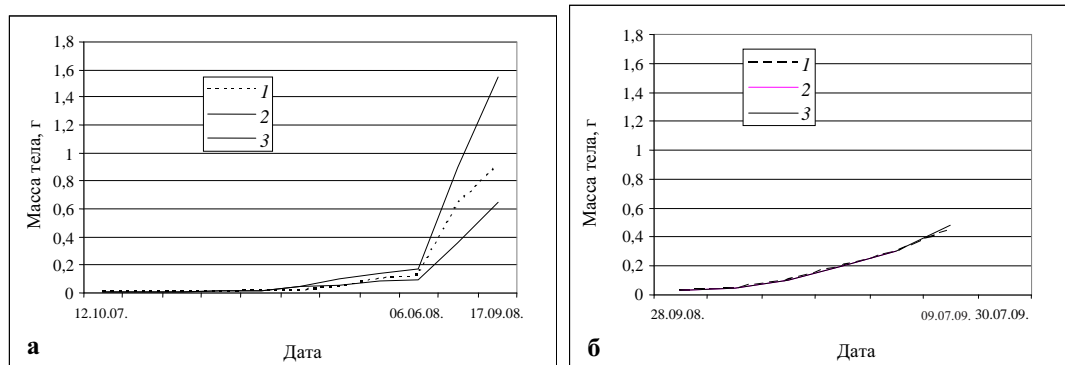


Рис. 1. Изменение массы тела мальков трепанга в первый год жизни: **а** — поколение 2007 г., **б** — поколение 2008 г.; 1, 2, 3 — номера садков

Fig. 1. Growth rate of the sea cucumber juveniles in the first year of their life: **а** — generation 2007, **б** — generation 2008; 1, 2, 3 — cage number

В июне-августе и до конца сентября наблюдаются самые значительные приросты — до $500 \text{ мг} \cdot \text{мес}^{-1}$ (табл. 4). За летние месяцы масса тела молоди увеличивается в 7–8 раз.

Исследования выживаемости молоди трепанга второго года жизни проводились на искусственном рифе. В октябре 2009 г. численность трепанга на рифе составила 144 экз., или 29 % числа высаженных животных. Поскольку в данном случае работы проводились на открытых системах (размеры животных были

меньше, чем ячея дели), то полученная величина скорее характеризует “сохранность” животных, чем их выживаемость, и может существенно изменяться. Под термином “сохранность” подразумевается численность животных за вычетом убыли не только в результате смертности, но и за счет перемещения животных за пределы искусственного рифа. Соответственно для получения средних значений выживаемости нужны дальнейшие исследования. На рифе были встречены животные с массой тела от 2,2 до 24,0 г (средняя масса тела 10,3 г) (рис. 2). Наиболее многочисленными были животные с массой тела 4–8 г (25 %) и 12–16 г (27 %). Более 50 % животных имели массу тела, превышающую 12 г.

Таблица 4
 Месячные приросты молоди трепанга поколения 2007 г.
 в разные сезоны, мг · экз.⁻¹ · мес⁻¹

Table 4
 Month growth of the sea cucumber juveniles born in 2007
 for certain seasons, mg/ind. per month

№ садка	2007–2008 гг.			В _к /В _н *
	Октябрь-май	Июнь-июль	Июль-сентябрь	
1	16	510	135	7,0
2	22	390	390	8,6
3	11	270	145	7,2

* Отношение массы тела мальков в возрасте 1 года (В_к) в сентябре к массе тела мальков в возрасте 0+ (В_н) в начале мая.

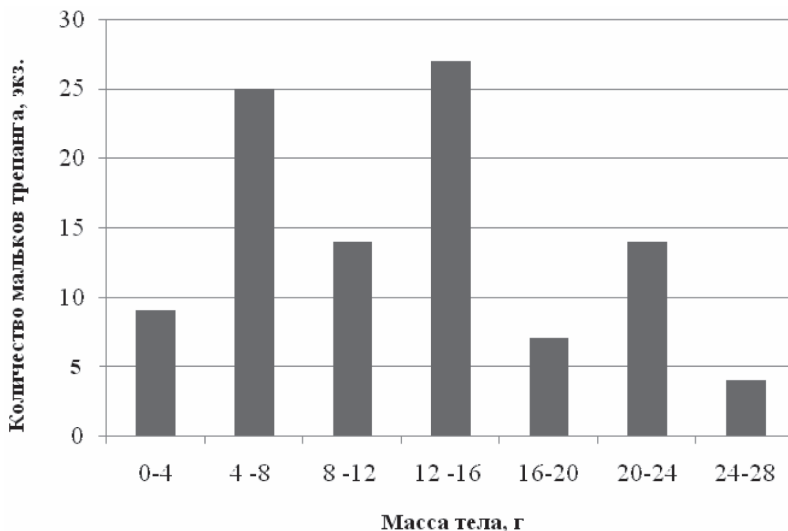


Рис. 2. Частотное распределение величины массы тела трепанга в возрасте 2 года
 Fig. 2. Weight structure of the sea cucumber juveniles at the age 2 years

Полученные экспериментальным путем данные показали, что при подращивании мелкоразмерных заводских сеголеток в садках их выживаемость в первый год жизни достигала высоких значений — от 40 до 80 %. При аналогичных исследованиях, выполненных в 2006–2007 гг. в бухте Суходол, максимальные значения выживаемости мальков с такой массой тела (3–10 мг) составляли 54 %, а в среднем — 35 % (Гаврилова, Кучерявенко, наст. том). Полученные различия могут быть вызваны разными причинами. Прежде всего выживаемость сеголеток зависит от жизнестойкости той или иной генерации, изменчивости факторов среды в разные годы, а также условий транспортировки к месту расселения и различий в проведении промежуточного подращивания. Молодь трепанга из бухты Северной не перевозилась на дальние расстояния, ее

высадка в садки проводилась на берегу бухты, где и расположен завод. Вода, подававшаяся в бассейны завода, поступала из той же бухты. Можно предположить, что мальки были более адаптированы к условиям водоема, чем, например, молодь трепанга, полученная на заводе в бухте Киевка и расселенная после многочасовой перевозки в бухте Суходол.

Различались и условия промежуточного подращивания в этих двух районах. Садки с сеголетками в бухте Северной размещались в толще воды (в бухте Суходол использовали донные садки), однако в настоящее время нет данных, позволяющих с достоверностью говорить о преимуществах того или иного способа установки субстратов.

Выживаемость молоди трепанга не снижалась при общей биомассе молоди до $2000 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, однако плотность свыше $5 \text{ тыс. экз.} \cdot \text{м}^{-3}$ сказалась на индивидуальной массе тела мальков: численность мелких особей была выше, а количество крупноразмерных особей вдвое ниже.

В возрасте 1 года средние значения массы тела молоди трепанга достигают 1 г, т.е. размеров, при которых выживаемость еще невелика, что и показали исследования, проведенные на искусственном рифе. Вместе с тем величина эта может заметно варьировать. По одним данным, у мальков с массой тела до 2 г выживаемость может составлять до 35 % (Технология ..., 2001). В то же время численность мальков-двухгодовиков на искусственном рифе в бухте Суходол составила 85 % от расселенного количества (Гаврилова, Кучерявенко, наст. том). В возрасте двух лет средняя масса тела заводских мальков и животных с коллекторной установки различалась мало (см. табл. 3). Разброс величин массы тела, максимальная масса мальков и доля крупноразмерных особей были выше у животных с коллекторных установок (рис. 3).

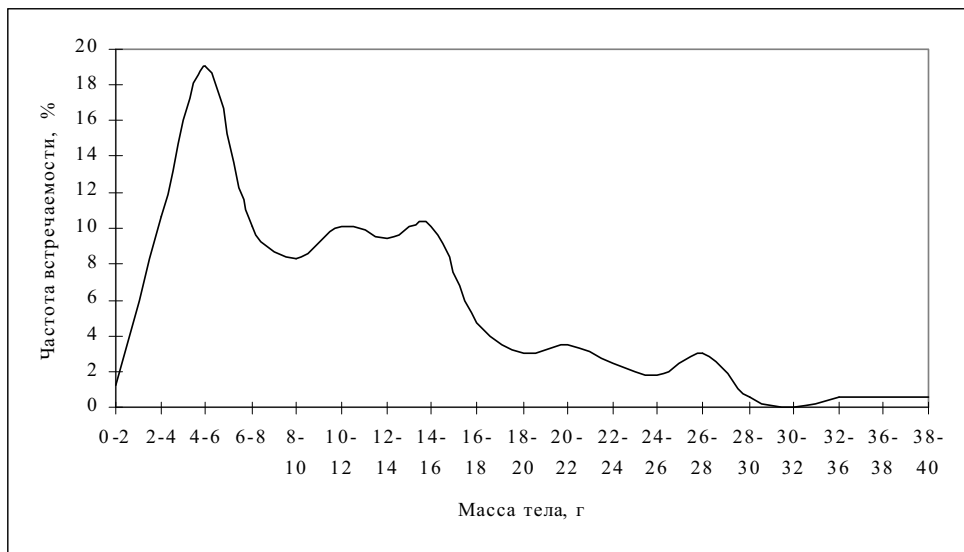


Рис. 3. Частотное распределение величин массы тела трепанга в возрасте 1 год 9 мес, собранного с гребешковых коллекторов

Fig. 3. Weight structure of the sea cucumber juveniles, collected at scallop plantation, at the age 1 year and 9 months

Очевидно, что промежуточное подращивание (садковое и на искусственных донных субстратах — искусственных рифах) позволяет повысить выживаемость мелкоразмерных особей трепанга до значений, характерных для жизнестойких животных. Для сравнения можно привести данные о выживаемости молоди трепанга первого-второго года жизни на китайских предприятиях при прудовой системе товарного выращивания (Chang et al., 2004). При длине тела животных 2–5 см она составляет 10–35 %, при 5–10 см — 30–80 %, при 10–

15 см — 60–90 %. Размеры сеголеток на заводе в бухте Северной в среднем достигают только 1 см, большая часть мальков имеет меньшую длину тела. Таким образом, апробированная техника промежуточного подращивания позволяет увеличить численность жизнестойкой молодежи в каждом поколении и соответственно численность мальков для пастбищного выращивания.

За два года выживаемость заводских мальков поколения 2007 г. составила ~10,4 %, поколения 2008 г. — 24,0 %. Если принять для животных в возрасте старше 2 лет убыль, равную 10 %, то коэффициенты выживаемости этих генераций трепанга в возрасте 4 лет, когда он достигает товарных размеров, составят соответственно 9,4 и 21,6 %. В 2007 и 2008 гг. на заводе было получено соответственно 800 и 560 тыс. экз. сеголеток трепанга. Таким образом, с учетом рассчитанных коэффициентов выживаемости, 83,2 и 134,4 тыс. экз. молодежи трепанга пополнили донные поселения трепанга в бухте Северной в 2009–2010 гг., а 75,2 и 120,0 тыс. экз. животных (~200 тыс. экз. за два года) должны достичь промысловых размеров и могут быть рекомендованы для товарного изъятия.

Заключение

По оценкам сотрудников ТИГ ДВО РАН, в 2008 г. численность дальневосточного трепанга в бухте составляла 2,5 млн экз., из них на донных скоплениях сосредоточено ~180 тыс. экз. (Пространственное распределение ..., 2008). Полученные нами данные показывают, что пополнение только за счет заводского культивирования в эти годы сопоставимо с численностью донных скоплений. Однако зарегистрированная плотность в донных поселениях трепанга в разных частях бухты в настоящее время незначительна (0,08–0,14 экз. · м⁻²). Известно, что в 1970 г. численность донных скоплений трепанга в бухте Северной составляла около 2 млн экз. (Бирюлина, 1972). По-видимому, емкость бухты такова, что для увеличения биомассы и продукции трепанга до промысловых значений потребуется еще многочисленное пополнение (при этом должно быть полностью исключено браконьерство). Товарное же выращивание может быть сосредоточено на ограниченном по площади участке, где будет проводиться ежегодное расселение заводской молодежи. Это позволит получать и изымать часть товарной продукции при увеличении биомассы и продукции на плантации трепанга.

Список литературы

Бирюлина М.Г. Запасы трепанга в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1972. — С. 22–32.

Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В. Товарное выращивание дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в заливе Петра Великого: методические особенности, результаты работы хозяйства марикультуры в бухте Суходол // Наст. том.

Пространственное распределение, численность, размерно-возрастной состав поселений дальневосточного трепанга в б. Северной зал. Славянского : отчет по договору / исп. А.М. Лебедев, В.В. Жариков / ФГОУ ВПО “Дальрыбвтуз”. Архив. № 72. Регистр. № 01200808152. — Владивосток, 2008.

Раков В.А. Темпы роста и продолжительность жизни дальневосточного трепанга в заливе Посъета // Биол. моря. — 1982. — № 4. — С. 52–54.

Технология разведения трепанга и морского ежа. — Циндао : Изд-во Морского университета, 2001. (Кит. яз.)

Chang Yaqing, Yu Changqing, Songxin. Pond culture of sea cucumbers, *Apostichopus japonicus*, in Dalian // Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management / Lovatelli A., Conand C., Purcell S. et al. (eds). — FAO, Rome, Fisheries Technical Paper, 2004. — № 463, session 3. — P. 269–272.

Поступила в редакцию 4.05.10 г.