

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



**Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет**

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

**Материалы IX Международной научно-технической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых**

(Владивосток, 24 ноября 2023 года)

Электронное издание

Владивосток
Дальрыбвтуз
2024

УДК 639.2
ББК 65.35
К63

Организационный комитет конференции:

Председатель: Щека Олег Леонидович, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя: Полещук Денис Владимирович, канд. техн. наук, доцент, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Секретарь: Полещук Виктория Игоревна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания»

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток
ул. Луговая, 52б, ауд. 412б
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
Тел./факс: (423)2-44-11-76
e-mail: dalrybvtuz-smu@mail.ru

К63 Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли : материалы IX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (43,6 Мб). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2024. – 367 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-782-0

Представлены материалы, посвященные рациональному использованию водных биологических ресурсов, рыболовству, экологическим проблемам, аквакультуре, технике, технологии и управлению качеством продуктов из гидробионтов, эксплуатации водного транспорта и безопасности мореплавания, гуманитарным и социально-экономическим аспектам развития рыбной отрасли.

Приводятся результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 639.2
ББК 65.35

ISBN 978-5-88871-782-0

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2024

Евгения Геннадьевна Старкова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, Россия, Владивосток, e-mail: zhenya.starkova01@mail.ru

Научный руководитель – Светлана Евгеньевна Лескова, кандидат биологических наук, доцент

Размерно-возрастная структура популяции дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*) в бухте Воевода, остров Русский, Амурский залив

Аннотация. Представлен анализ размерно-возрастной структуры популяции дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*) в бухте Воевода. Рассмотрены некоторые существующие шкалы определения возраста.

Ключевые слова: *Apostichopus japonicus*, трепанг дальневосточный, весовой состав, возрастной состав, бухта Воевода

Evgeniya G. Starkova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, Russia, Vladivostok, e-mail: zhenya.starkova01@mail.ru

Scientific adviser – Svetlana E. Leskova, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

Dimensional and age structure of the sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) population in Voevoda Bay, Russian Island, Japanese sea

Abstract. The article presents an analysis of dimensional and age structure of the sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) population in Voevoda Bay. Some existing age determination scales are considered.

Keywords: *Apostichopus japonicus*, sea cucumber, weight, age, Voevoda Bay

Дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*) – известный объект промысла и марикультуры, имеет полувековую историю исследований. Несмотря на полноту изученности этого вида, некоторые аспекты его биологии все еще не имеют однозначного ответа. Отсутствие регистрирующих структур возраста, условия места обитания, сроки оседания личинок осложняют определение возраста трепанга [2, 3, 4]. Между тем рациональная эксплуатация вида зависит от понимания возрастной структуры популяции. Таким образом, цель настоящего исследования заключалась в изучении размерно-возрастной структуры дальневосточного трепанга в бухте Воевода.

Сбор материала для изучения размерно-возрастной структуры популяции трепанга проводился на рыбоводном участке в бухте Воевода (Амурский залив, Японское море) в июле–ноябре 2023 г. Часть материала была отобрана водолазным способом и любезно предоставлена автору для исследования; другая часть – при подъеме многоуровневых выростных установок, которые используются на этом участке для выращивания устрицы (разновозрастные трепанги самостоятельно оседали на установки).

Работы выполнялись в диапазоне глубин от 2 до 7 м. Всего для изучения роста собрали 1039 особей и определили их основные биологические характеристики: общую массу (Wобщ.), массу кожно-мускульного мешка (Wкмм). Wобщ. трепангов получали с помощью электронно-цифровых весов с точностью до 0,1 г. Фиксировали минимальные и мак-

симальные значения массы особей. Применяли метод повторной выборки с выпуском изученных трепангов в акваторию бухты. Wкмм определяли только у 116 экземпляров, поскольку основная масса была представлена неполовозрелыми особями. Эта часть работы выполнялась путем вскрытия брюшной полости и отделения внутривисцеральной жидкости и висцеральных органов и взвешивания сомы.

В настоящее время для определения возраста трепанга применяют шкалу «вес– возраст», предложенную Брегманом Ю.Э., Бирюлиной М.Г. и Козловым В.Ф. в 1971 г. [1, 2, 3]. Авторы работали независимо друг от друга, Брегман Ю.Э. – в заливе Петра Великого в бухте Троица, Бирюлина М.Г. и Козлов В.Ф. – заливе Посыета. При этом исследователи, которые применяли эту методику на практике, отмечали ее неточность [8, 13, 14]. По их мнению, недостатком этой шкалы являлось недостоверное определение первого возрастного класса у Брегмана Ю.Э. и первого и второго – у Бирюлиной М.Г. и Козлова В.Ф. Поэтому значения, полученные авторами шкалы, принято сдвигать вправо: не менее чем на 1 год – у Брегмана Ю.Э. и на 2 – у Бирюлиной М.Г. и Козлова В.Ф. Эта погрешность объясняется тем, что, во-первых, в выборку не попала молодежь, обитающая отдельно от взрослых, в то время как сбор материала осуществляли на промысловых скоплениях [1, 2, 3, 7]; во-вторых, смешиванием годовиков и двухгодовиков на одном субстрате – анфельции, из-за чего величины массы тела молодых особей начинают сильно варьировать и затрудняют разделение младшей возрастной группы [7].

Изучением скорости роста трепанга в возрасте 1–2 года занимались Раков В.А. в 1970–1971 гг. в заливе Посыета и Левин В.С. в 1979 г. у о. Попова. Авторы отмечали низкие темпы роста сеголеток и годовиков. Раков В.А. пришел к выводу, что масса тела годовалого трепанга при самых благоприятных условиях не превышает 3 г и только к 2–3 годам может достигнуть 20–30 г [13]. Левин В.С. же в своей работе отметил, что масса сеголеток в ноябре составляла около 10–20 мг и максимально достигала лишь 280 мг. Полученные исследователями результаты позволяли им сомневаться в достоверности раннее отмеченной шкалы «вес–возраст» [6, 7, 8, 10, 12, 13].

В 2000–2002 гг. вопросом возраста трепанга занимались Дубровский С.В. и Вышкварцев Д.И. Они проводили исследования у побережья острова Кунашир на участке мыс Ивановский – мыс Лесистый (Охотское море). За основу принимали традиционное представление о том, что распределение размера животных в каждой размерно-возрастной группе подчиняется закону нормального распределения. С помощью уравнения Бергаланфи авторы описывали весовой рост, и полученные результаты сравнивали со шкалой Брегмана [6].

Дубровский С.В. и Вышкварцев Д.И. заметили, что до 2 лет в Приморье и на Курилах темпы роста трепанга примерно одинаковые. В возрасте 3 лет и старше трепанги на Курилах крупнее, чем в бухте Троица (Приморский край) (табл. 1) [6].

Таблица 1 – Модальные значения массы кожно-мускульного мешка трепанга в возрасте от 1 до 8 лет [6]

Возраст, лет								Источник
1	2	3	4	5	6	7	8	
23	57	100	133	160	180	195	–	Брегман
3,04	23,9	76,0	129,9	181,4	225,7	261,7	289,8	Дубровский

С выводами Ракова В.А. о низком темпе роста трепанга согласилась и Гаврилова Г.С., по результатам ее исследований в бухте Суходол в 2006–2007 гг. масса мальков, полученных на заводе, в возрасте 1–2 лет составляла в среднем 1,3 и 12,7 г соответственно (табл. 2) [5].

Тему определения возраста трепанга затрагивали Подкорытов А.Г. и Масленников С.И. [10]. Они работали в проливе между островами Рикорда – Пахтусова на акватории хозяйства марикультуры ООО «Жилсоцсервис» (июнь–ноябрь 2003–2008 гг.). Принимая во внимание неточности шкалы Брегмана Ю.Э., Бирюлиной М.Г. и Козлова В.Ф. [1, 2, 3],

а также замечания Ракова В.А и японские исследования [16], авторы предположили свою шкалу возраста трепанга и применили ее (табл. 2).

Исследования весового роста заводского трепанга, проводились и нами. За девять месяцев развития сеголетки максимально достигли лишь 1,42 г, продемонстрировав, таким образом, низкий темп роста [15].

Таблица 2 – Вариации шкалы «вес–возраст» разных авторов

Возраст, лет	Вес, г						
	1	15,5	27±9	71	1–3	3,9	0,9–4,2
2	122,5	75±21	135,5	20–30	31,3	–	16–30
3	307	135±27	188,5	–	78,7	–	31–70
4	472,5	184±21	231,5	–	132,6	–	71–105
5	–	232±25	273,5	–	183,8	–	106–150
6	–	272±11	306	–	227,7	–	151–185
7	–	305±13	334,5	–	263,3	–	186–210
8	–	–	358,5	–	291,0	–	>200
Авторы	Чое	Брегман	Бирюлина	Раков	Дубровский	Гаврилова	Масленников

Из всех рассмотренных выше вариаций шкалы «вес–возраст» наиболее точной и подходящей по району оказалась шкала Масленникова–Подкорытова. В соответствии с ней была распределена исследуемая выборка трепанга (рис. 1).

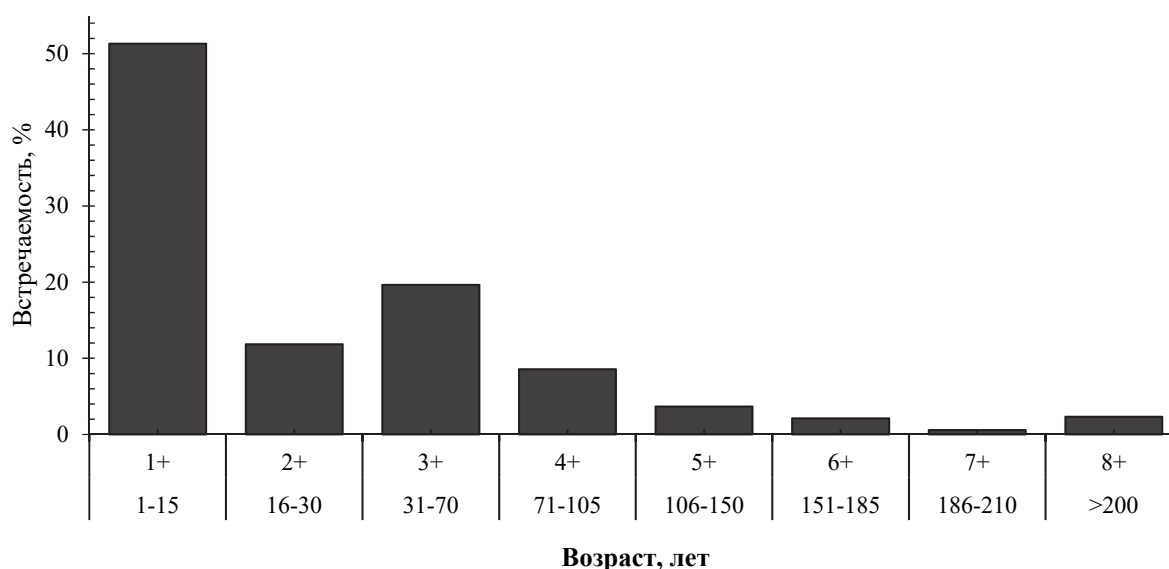


Рисунок 1 – Распределение возрастного состава дальневосточного трепанга в бухте Воевода в зависимости от массы тела

Наиболее часто встречалась молодь в возрасте 1+, 2+, 3+ лет. Вероятно, это связано с тем, что хозяйство марикультуры, занимающее акваторию бухты, ежегодно расселяет годовалых трепангов. Особи возрастных когорт от 4+ до 8+ лет встречались заметно реже (17 %); на возрастную группу 7+ лет приходилось лишь 1 %. Если брать во внимание, что минимальная товарная индивидуальная масса трепанга равна 0,1 кг [5], то в нашем случае животные достигали ее в возрасте 4+ лет и более и подвергались изъятию. Но, вероятно, промыслового размера трепанг может достигать и в более раннем возрасте – на 2-, 3-м году жизни [6, 9].

Возрастная структура популяции дальневосточного трепанга в бухте Воевода, описанная выше, позволяет предположить, что ее состояние контролируется антропогенными факторами.

Во время исследования был проведен анализ весового состава трепанга. Показатели общей массы и массы кожно-мускульного мешка представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Общая масса и масса кожно-мускульного мешка (кмм) дальневосточного трепанга

	X_{\min}	X_{\max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$
$W_{\text{общ.}}, \text{ г}$	0,2	375,5	$37,9 \pm 54,5$
$W_{\text{кмм.}}, \text{ г}$	1,2	179	$60,9 \pm 45,2$

Общая масса тела исследуемых особей варьировала от 0,2 до 375,5 г, масса кожно-мускульного мешка – от 1,2 до 179 г.

Наибольшее распространение имели трепанги с общей массой ($W_{\text{общ.}}$) 0,2–15,0 г (50 %) (рис. 2, а). Годовалые, по-видимому, трепанги были собраны с выростных установок, так называемых этажерок, используемых на рыбоводном участке для выращивания устрицы, условно выполняя на данном предприятии роль искусственных рифов. Крупные взрослые особи также встречались на полках этажерок (6 %). Встречаемость животных с $W_{\text{общ.}}$ от 15,0 до 105,0 и более 105 г составила 41 и 9 % соответственно.

Весовой состав трепанга по массе кожного-мускульного мешка отражен на рис. 2, б. В данном случае модальные классы составили животные с массой КММ от 1,2 до 15 (25 %) и более 105 г (20 %).

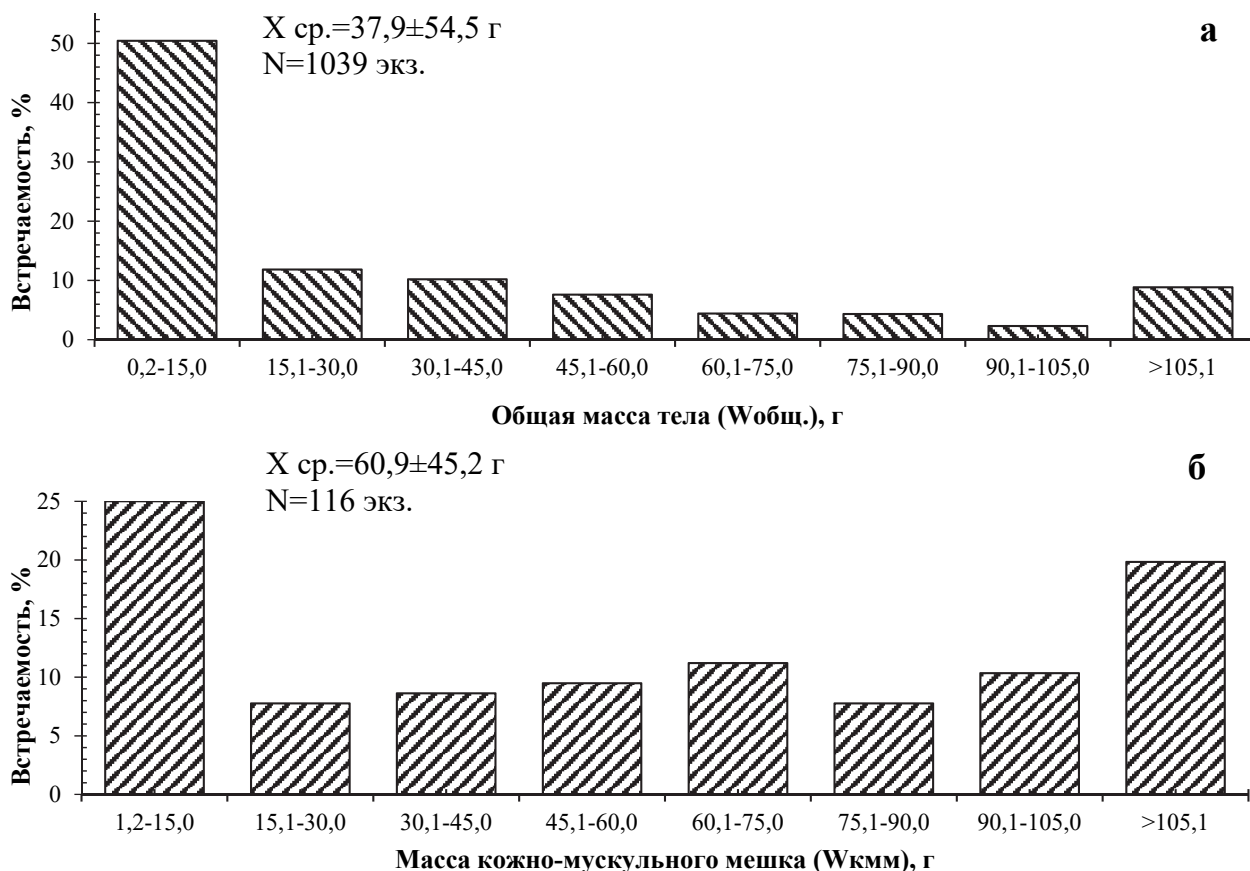


Рисунок 2 – Весовой состав дальневосточного трепанга в бухте Воевода: а – по общей массе; б – по массе КММ

При анализе разности изучаемых масс дальневосточного трепанга была замечена некая пропорциональность, которая прослеживается на рис. 3. Так, в летне-осенний период (июнь–ноябрь) масса КММ меньше общей массы тела трепанга, в среднем в 2 раза. Такая зависимость позволяет предположить, что определение возраста трепанга возможно по любому из вышеуказанных показателей.

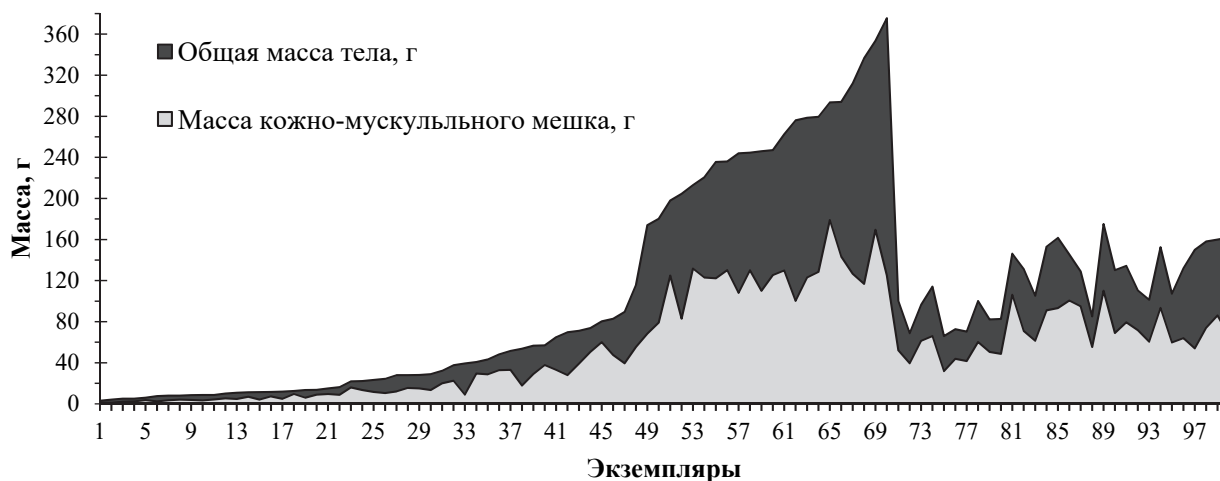


Рисунок 3 – Разность общей массы и массы КММ трепанга

В настоящее время в бухте Воевода ведется хозяйственная деятельность по воспроизводству дальневосточного трепанга. Получаемая на заводе годовалая молодь выпускается в акваторию бухты, а товарная продукция изымается. Поэтому популяция трепанга в бухте Воевода в большинстве своем контролируется антропогенными факторами. Безусловно, влияние природной среды не исключается, акватория пригодна для естественного воспроизводства этой голотурии [12], и утверждать, какой трепанг (полученный на заводе или в природе) подвергся изучению, весьма затруднительно.

Данная популяция характеризуется как возрастающая, о чем говорит преобладание в ее структуре молодых неполовозрелых и половозрелых особей.

Полученные материалы расширяют знания о размере и возрасте трепанга из бухты Воевода и будут учтены при его воспроизводстве на имеющемся в акватории предприятии.

Библиографический список

1. Бирюлина, М.Г. К методике определения возраста трепанга по весу // М.Г. Бирюлина, В.Ф. Козлов // Зоол. журн. 1971. Т. 50, вып. 10. С. 1564–1568.
2. Брегман Ю.Э. Рост голотурии *Stichopus japonicus* в бухте Троицы залива Петра Великого // Научные сообщения Института биологии моря, вып. 2. Владивосток, 1971а. С. 31–33.
3. Брегман Ю.Э. Рост трепанга (*Stichopus japonicus*) в заливе Петра Великого // Зоол. журн. 1971. Т. 50, вып. 6. С. 839–845.
4. Гаврилова Г.С. Товарное выращивание дальневосточного трепанга: монография. Владивосток: ТИНРО-центр, 2013. 99 с.
5. Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В. Товарное выращивание дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в заливе Петра Великого: методические особенности, результаты работ хозяйства марикультуры в бухте Суходол // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 162. С. 342–355.
6. Дубровский, С.В. Размерно-возрастная структура и смертность дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Aspidochirotida, Stichopodidae) у острова Кунашир, Южные Курилы / С.В. Дубровский, Д.И. Вышкварцев // Биология, состояние запасов и условия

обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : тр. Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 2004. Т. 6. С. 265–272.

7. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1982. 192 с.

8. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Изд-во «Голанд», 2000. 200 с.

9. Ляпустин С.Н. Дальневосточный трепанг: краткий справочник для сотрудников таможенных органов. Владивосток: Владивостокский филиал Российской таможенной академии, 2008. 40 с.

10. Масленников С.И., Подкорытов А.Г. Особенности распределения дальневосточного трепанга на открытой акватории Амурского залива // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2009. Вып. 21. Ч. 1. С. 45–54.

11. Матросова И.В., Политаева А.А. Некоторые биологические характеристики дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*) из бухты Северной Славянского залива (Японское море) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2021. Вып. 60. С. 63–68.

12. Надточий В.В., Зуенко Ю.И. Межгодовая изменчивость весенне-летнего планктона в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127. С. 281–300.

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

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

15. Старкова Е.Г. Весовой рост заводской молоди дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*) // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2023. С. 219–223.

16. Choe S. Japanese common sea cucumber – behavior, biology and propagation of *Stichopus japonicus* Selenka. Tokyo: Kaibundo, 1963. 226 p.