

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



**Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет**

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ**

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

(Владивосток, 26 ноября 2021 года)

Электронное издание

Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2022

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:** Полешук Денис Владимирович, канд. техн. наук, доцент, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Секретарь:** Клипак Марина Борисовна, аспирант 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 VII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (34,5 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2022. – 417 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 978-5-88871-753-0

Представлены материалы, посвященные рациональному использованию водных биологических ресурсов, рыболовству, экологическим проблемам, аквакультуре, технике, технологии и управлению качеством продуктов из гидробионтов.

Приводятся результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 639.2  
ББК 65.35

ISBN 978-5-88871-753-0

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2022

**Евгения Геннадьевна Старкова**

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

*Научный руководитель – Светлана Евгеньевна Лескова, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Владивосток*

**Болезни молоди и взрослых особей дальневосточного трепанга  
(*Apostichopus japonicus*)**

*Аннотация.* Представлен обзор наиболее распространенных и опасных заболеваний молоди дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*), возникающих в условиях его искусственного воспроизводства. Структурированы инфекции, возникающие вследствие жизнедеятельности патогенных микроорганизмов, т.е. вирусов и бактерий, и многоклеточных организмов, и действия абиотических факторов.

*Ключевые слова:* дальневосточный трепанг, возбудители, болезни молоди и взрослых особей, лечение, профилактика, бактерии, вирусы, грибки, гельминты, хищные copepod.

**Evgeniya G. Starkova**

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

*Scientific adviser – Svetlana E. Leskova, Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in Biological Science, Associate Professor, Russia, Vladivostok*

**Diseases of juveniles and adults of the sea cucumber (*Apostichopus japonicus*)**

*Abstract.* In the article presents the most common and dangerous diseases of juvenile *Apostichopus japonicus*, arising in conditions of its artificial reproduction. Infections resulting from the vital activity of pathogenic microorganisms, i.e. viruses and bacteria, as well as multicellular organisms and the action of abiotic factors are structured.

*Keywords:* *Apostichopus japonicus*, pathogens, diseases of juveniles and adults, bacteria, viruses, fungi, helminths, predatory copepod.

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов, как и культивирование дальневосточного трепанга – сложный и трудоемкий процесс, который требует определенных знаний в области биологии, экологии, биохимии, физиологии, размножения и развития. К тому же каждый этап этой хозяйственной деятельности нуждается в научном обосновании, в постоянном научном наблюдении. Данный вид голотурии является одним из наиболее полно изученных видов иглокожих, однако знания о его заболеваниях весьма ограничены.

Причинами возникновения болезней у культивируемых особей трепанга могут быть биотические факторы, такие, как заражение вирусами, патогенными бактериями, грибами, простейшими и паразитическими организмами. Предрасполагает к возникновению заразных заболеваний и наличие в бассейне особей, восприимчивых к ним.

Абиотическими факторами, оказывающими потенциальное влияние на образование болезней, являются высокие температуры, соленость [1], переизбыток корма, органические вещества, поступающие в организм с пищей [1], загрязненность бассейна продуктами жизнедеятельности. Одним из факторов, способствующих распространению заболеваний, является создание условий, благоприятствующих увеличению численности возбудителя. Плотность посадки особей также способствует распространению болезни. Чем выше плотность посадки на единицу площади водоема, тем больше контактов, а значит, выше вероятность попадания возбудителя к новому хозяину. Этим объясняются вспышки заболеваний среди молоди трепанга, выращиваемой в контролируемых условиях, где на единицу объема приходится большое количество особей.

Болезни наносят непоправимый ущерб хозяйству. Они могут резко уменьшить численность и скорость роста молоди, а в отдельных случаях приводят к 100 % гибели особей. Такое положение дел в значительной степени отражается в экономических потерях.

Зная факторы, способствующие возникновению и распространению заболеваний молоди взрослых особей трепанга, и закономерности развития эпизоотического процесса, можно организовать профилактические (и терапевтические) мероприятия и тем самым предотвратить болезни и обеспечить нормальную работу хозяйства марикультуры.

Наша работа посвящена обзору наиболее распространенных и опасных заболеваний голотурий в условиях искусственного культивирования.

**Вирусные заболевания у голотурий (молодь, личинки).** Вирусные патогены становятся все более важной группой исследований, поскольку вызывают наибольшее число заболеваний.

Болезнь – острый перистомный отек (Acute peristome edema disease (APED) может идентифицироваться как кожная язвенная болезнь. Острый перистомный отек возникает у особей вида *A. japonicus* [2]. Сначала отекает перистома (околоротовое пространство), ротовые щупальца втягиваются не до конца, ослабляется способность прочно держаться на поверхности, замедляется процесс поглощения пищи, в конечном итоге молодь опадает на дно бассейнов. У более 80 % больных происходит эвисцерация. Через 2–3 дня на поверхности кожи пораженных особей появляются небольшие белые пятна, которые постепенно растут в диаметре, увеличивается секреция слизи. На 5–6-й день после появления первых симптомов трепанги погибают, смертность часто превышает 90 % [2, 3].

Предположительно болезнь вызывают вирусоподобные частицы сферической формы диаметром 80–100 нм (VLPs) и 120–250 нм [2] (вирус синдрома кожной язвенной болезни и опухоли перистомы (SUPTSV) [4]. Они находятся в эпителии кишечника больных особей [2], имеют спиральный нуклеокапсид и поверхностные выступы. Присутствуют только у больных особей и отсутствуют у здоровых животных.

Впервые о болезни стало известно в 2004 г. в Китае у побережья провинций Шаньдун и Ляонин, где осуществлялось культивирование трепанга. В настоящее время по всему Китаю отмечаются смерти трепанга от этой болезни, а лечения еще не предложено [5].

**Бактериальные заболевания голотурий.** В летний период при высоких температурах и плотности у молоди отмечаются язвы эпидермиса. Заболевание быстро распространяется, вызывая эпизоотии. Смертность достигает 100 %. Зараженные трепанги малоактивны, не питаются; тело сокращается, его форма становится округлой. Отмечаются небольшие белесые язвы, которые в дальнейшем увеличиваются и поражают мускулатуру. Мертвые особи, опадая с субстрата, оставляют на нем отчетливо видимые белые пятна. Некоторые авторы полагают, что возбудителем являются бактерии, образующие красные, розовые, бордовые пятна на субстрате [6], вид которых не определен. Профилактикой болезни являются дезинфекция используемого оборудования и воды, своевременное удаление остатков корма. Для лечения могут использоваться антибиотики тетрацилин, ахеомицин (концентрация 3–5 мг/л) сульфаниламиды.

**Бактериальный язвенный синдром** является одним из наиболее опасных заболеваний, поражающих молодь и взрослых особей трепанга. Заболевание отмечено как в приро-

де, так и в контролируемых условиях. На начальном этапе голотурии становятся малоактивными, в дальнейшем форма тела становится округлой, на верхушках шипиков и других участках тела появляются изъязвления, имеющие серо-голубую окраску, покрыты слоем белесой слизи. По мере развития язвы могут покрыть значительную часть поверхности тела, также привести к образованию сквозных отверстий. В зависимости от температуры воды, состояния и размеров трепанга продолжительность болезни может составлять от 1–2 до 15 сут. За 2 дня может быть поражено 2/3 молоди в выростной емкости.

Бактерии поражают многочисленные виды морских огурцов, в том числе молодь *A. japonicus*.

Из-за широкого распространения болезни исследователи дают ей разное название. Различия в проявлении этой болезни небольшие. Например, в Австралии [7] и на Мадагаскаре [8] определили, что сначала всегда вблизи клоакального отверстия появляются белые округлые пятна диаметром около 1 мм. За этим быстро следует вспышка других пятен, похожих по размеру, форме и цвету. Остальная часть тела остается здоровой, поведение больных и здоровых голотурий остается неизменным. Белый цвет обусловлен поражением соединительной ткани, в конечном итоге обнажаются нижележащие мышцы и спикулы. Тем не менее мезотелий, мышцы и внутренние органы остаются незатронутыми. Спустя сутки белые пятна объединяются, покрывая примерно пятую часть поверхности тела (рис. 1). Подии внутри очагов поражения часто полностью разрушаются.

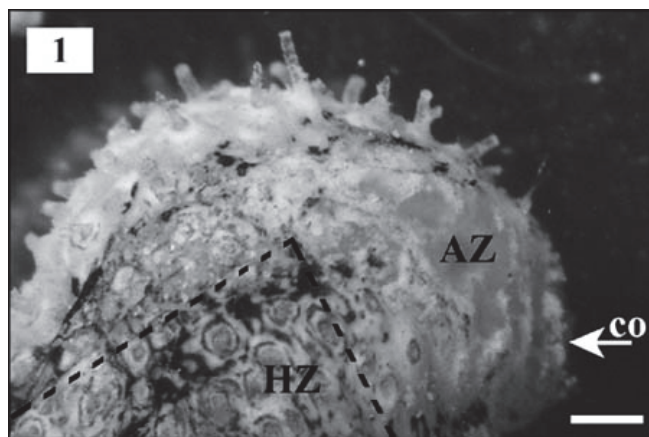


Рисунок 1 – Молодь *H. scabra*, пораженная кожной язвенной болезнью (О. М.):  
AZ – пораженная зона; CO – клоакальное отверстие; HZ – здоровая зона (шкала = 100 мкм) [9]

Инфекция сопровождается сильным слизиотделением. На вторые сутки повреждается уже более половины поверхности тела. Молодь менее активна, почти прозрачна, внутренние органы видны сквозь стенку тела. Через три дня после начала заболевания поражается вся поверхность тела. В то же время в Китае белые поражения отмечаются на любой части тела, начинают отекать, а затем распространяются на всю поверхность тела. Это заболевание обычно приводит к хроническим смертям, в течение 3-15 дней после появления первых клинических признаков, показатель составляет 30–50 %. Сканирующая электронная микроскопия (Scanning Electron Microscopy (SEM) позволяет наблюдать две различные зоны поверхности тела.

Первая зона, где эпидермис и кутикула полностью разрушены и где обнажается неорганизованная соединительная ткань, называется «аффективной зоной» и, по-видимому, колонизирована многочисленными различными типами микроорганизмов.

Вторая зона, где поверхность снова колонизируется смесью микроорганизмов и где участки деградирующего эпидермиса смешиваются с деградирующей, обнаженной соединительной тканью.

В «зоне поражения» во всех направлениях расходятся коллагеновые волокна, отрываясь друг от друга, подвергаются воздействию внешней среды (рис. 2).

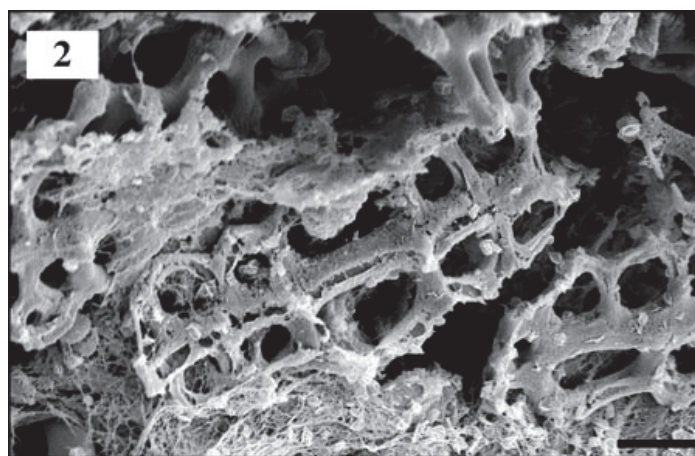


Рисунок 2 – Электронные микрофотографии ткани молоди *H. scabra*, пораженного язвенной болезнью кожи, демонстрируют разрушенные спикулы в зоне поражения и гладкие яйцевидные бактерии на спикуле (шкала = 10 мкм) [9]

В этих двух зонах наблюдаются три морфотипа бактерий: палочкообразные бактерии – *Vibrio sp* (*Vibrio harveyi*), грубые яйцевидные бактерии и гладкие яйцевидные бактерии – *Bacteroides sp* (*B. Альгинолитик*) и  $\alpha$ -протеобактерия (рис. 3).

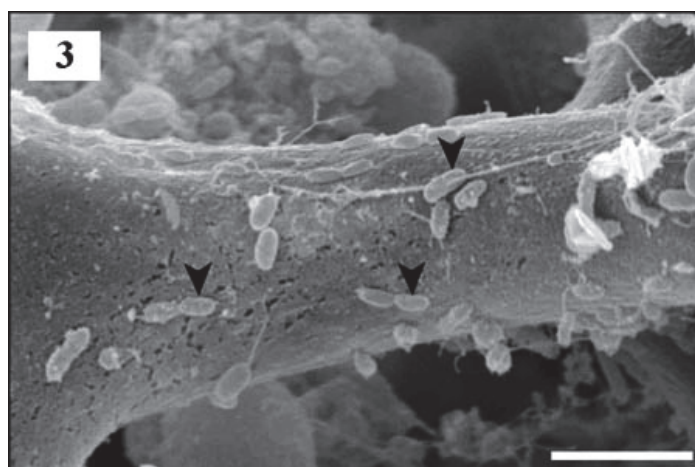


Рисунок 3 – Электронные микрофотографии очага пораженной кожи молоди *H. scabra*, где сосредоточены гладкие яйцевидные бактерии (шкала = 5 мкм) [9]

Экхаут и др. изучали кожно-язвенное заболевание *H. scabra*, возникающее вследствие поступающих в организм с пищей органических веществ. Они смешивали донные отложения, являющиеся источником пищи голотурии, с измельченными язвами кожного покрова *H. scabra*, измельченными кожными покровами, здоровой молоди *H. scabra*, измельченной кожей здоровых рыб и здоровыми красными водорослями. Три первых типа органических веществ вызывали язвы кожи менее чем за три дня кормления, иногда приводили к гибели особей. Измельченные водоросли не вызывали язв кожи [10].

Tangestani M. и Kunzmann A. в Индонезии изучали язвенную болезнь молоди *H. scabra*, из очагов поражения были выделены одиннадцать граммотрицательных штаммов бактерий, среди них преобладали бактерии родов, которые характерны и для *A. japonicus*, *Vibrio* and *Pseudoalteromonas* (Gammaproteobacteria), выделялся один вид из *Arcobacter* (Epsilonproteobacteria). Отмечали *Vibrio parahaemolyticus*, *Pseudoalteromonas citrea*, *Arcobacter bivalviorum*, *V. sp.*, *V. rotiferianus*, *P. sp.*, *V. owensii*, *V. azureus*, *V. fortis* and *V. Tubiashii*. В результате Tangestani M. и Kunzmann A. предположили, что заболевание имеет бактериальное начало. Предложили вариант создания прививки на основе этой инфекции [11].

Jérôme Delroisse и др. изучили *H. scabra* на Мадагаскаре и выявили сезонность язвенного заболевания (в зимнее время отмечался пик заражений). Экспериментальные анализы инфекции позволили утверждать, что болезнь не индуцируется патогеном, поскольку не передается при контакте. Бактерии, живущие в язвах, являются условно-патогенными, но не первопричиной возникновения болезни. Язвы оказываются благоприятной средой для их размножения.

Идентифицировать бактерии, вызывающие кожно-язвенную болезнь, удалось у *A. japonicus*. Были обнаружены 12 видов бактерий, причем бактерии рода *Vibrio* (протеобактерии, гаммапротеобактерии) являлись наиболее распространенными у *A. japonicus* и *H. scabra* (например, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio splendidus*). Также из язв *A. japonicus* были выделены вирусы, которые могли являться возбудителями болезни.

По результатам исследования Jérôme Delroisse и др. первоначальной причиной возникновения болезни возможно повторное и длительное воздействие низких температур, т.е. абиотических факторов [1].

Для лечения этого заболевания предложены профилактические меры, которые включают множество общих методов ведения сельского хозяйства, таких, как надлежащее управление цехом по воспроизводству трепанга; дезинфекция перед применением емкостей, коллекторов для сбора оседающей молодежи и любых других используемых инструментов; удаление излишков пищи, фекалий и других органических веществ; механическая и физико-химическая фильтрация воды. Для лечения подходят антибиотики (3–5 мг/л), такие, как офлоксацин, тетрацилин, ахеомицин, гидрохлорид левофлоксацина, цефобид, доксициклин, новобиоцин и сульфаниламиды [9].

**Синдром эвисцерации (VRS) молодежи** впервые выделили в 2004 г. Обычно болезнь начинается с нескольких зараженных особей на дне бассейнов, но быстро распространяется. Через 2–3 дня внутренние органы выбрасываются организмом наружу, и вскоре после этого особь погибает. Более 50 % предприятий отмечают наличие данного заболевания. Ранее синдром эвисцерации относился в той же группе заболеваний, что и кожно-язвенная болезнь, сейчас их рассматривают отдельно. В отличие от последней синдром имеет высокую инфекционную активность, быстрое распространение, слабую реакцию на лечение антибиотиками и приводит к 80–100 % случаев летального исхода.

Резистентность к антибиотикам дает возможность полагать, что бактерии на самом деле могут оказаться вторичными возбудителями, а действительным все же является вирус, хотя о его морфологии, структуре и других особенностях известно довольно мало. Однако отмечают, что синдром эвисцерации вызывают бактерии *Arthrobacter protophormiae* и *Staphylococcus equorum* [12].

**Синдром опадания с субстрата (ОПС).** Болезнь часто можно наблюдать у ранней молодежи, оседающей на твердый субстрат. Пораженные мальки уменьшаются в размерах, утрачивая способность удерживаться к субстрату, отсюда и название этого заболевания. В дальнейшем тело малька претерпевает разрушение эпидермиса или разлагается полностью, оставляя после себя лишь скелетные структуры на дне бассейнов-инкубаторов. Синдром развивается в течение 1–2 сут. Показатели смертности часто достигают 80–100 %. Заболевание вызывают три граммотрицательные палочкообразные бактерии, которые, как полагают, принадлежат к роду *Vibrio* [13].

**Эндопаразиты дальневосточного трепанга.** Информация о них ограничивается сообщениями о нахождении в его кишечнике двух видов паразитических турбеллярий – *Anoplodium mediale* и *O. zametra*. На покровах этой голотурии встречаются обычные комменсалы иглокожих и моллюсков, полихеты *Arctonoe vittata*, а также свободноживущие полихеты *Harmothoe imbricata*. У *S. tremulus* обнаружено пять видов турбеллярий, обитающих в полости тела (*Anoplodium stichopi*) или в пищеварительном канале (*Anoplodiera voluta*, *Wahlia macrostilifera*, *Meara stichopi* и *Ozametra elegans*). Обычна копепода *Nanaspis ninae*, встречающаяся как на поверхности тела и околоротовых щупальцах, так и в глотке, кишечнике, а единично – в полости тела голотурий. На поверхности тела



*S. tremulus* найдены эктопаразитические амфиподы *Epimeria parasitica*, питающиеся тканями своего хозяина. Встречаются эндопаразитические брюхоногие моллюски *Enteroxenos bonniei*. Среди простейших обычна грегарины *Cystobia stichopi*, цисты которой располагаются в основании продольных мышечных лент на спинной стороне тела голотурий. Эпизоотий, вызываемых простейшими, не отмечено, но в литературе описано заражение голотурий грегаринами и кокдиями. По сравнению со здоровыми особями, пораженные животные слабы и пассивны. Видимых поражений на теле нет, в некоторых случаях могут выбросить внутренности. Болезнь вызывается относительно крупными простейшими (около 70 мкм) [14].

**Грибковые заболевания** плохо изучены, известно, что они возникают в весенне-летний период и поражают молодь и взрослых особей. Информации о том, что грибки вызывают массовую смерть, нет, однако они портят внешний вид, ухудшая при этом качество товарного продукта. На ранней стадии развития болезни у особей белеют ходильные ножки, поверхность тела приобретает голубовато-белый оттенок, разрушается эпидермис, появляются язвы, распространяющиеся на большие участки тела. В некоторых случаях больные особи оказываются прозрачными, стенка тела истончается, и развивается отек. Соединительнотканная ткань становится некротической и разрушается во время тяжелых инфекций. В отличие от бактериальной язвенной болезни вокруг очагов поражения не выделяется слизь. Грибковые гифы и споры могут располагаться в мышечных тканях (т.е. грибки проникают глубоко в ткани организма). Морфологически выделяют два вида таких грибковых патогенов, которые могут являться возбудителями: один крупный с разветвленными гифами и макроконидиями, содержащими более 8 спор, второй вид – с прямыми гифами и небольшим спорангием [12].

**Платигельминты** поражают как молодь (размером более 1 см), так и взрослых особей многих различных видов голотурий. Гельминты вызывают сильные повреждения кожи. Вокруг ротового и анального отверстий образуются язвы, которые впоследствии распространяются по всему телу (Wang et al.2004). Молодь, зараженная гельминтами, ослаблена, не питается, легко спадает с субстрата; тело ослизняется, внутренние органы часто выбрасываются. В течение болезни погибает более 90 % особей. Паразитическими червями, обитающими в полостях тела, могут заражаться представители рода *Apostichopus*. Эпизоотий многоклеточные паразиты не вызывают [12].

**Хищные копеподы.** Опасность для культивируемой молодежи могут представлять хищные копеподы относящиеся к роду *Microsetella*. Они уничтожают мальков размером менее 5 см, повреждая их тело с помощью откусывания тканей. Впоследствии молодь слабеет и погибает, их численность может резко снизиться в течение 1–2 сут. Пик размножения копепод отмечается именно тогда, когда трепанги развиваются в стадии молодежи, т.е. летом. Тем более что условия для роста и размножения паразита совпадают с условиями благоприятного содержания мальков в бассейнах в этот период. Копеподы конкурируют за пищу и пространство. С рачками можно бороться, используя хлорофос в дозировке 2–3 мг/л. Такая концентрация не вредит малькам, но устраняет всех копепод за 2 ч [13].

Среди представленного ряда заболеваний наиболее опасна кожно-язвенная болезнь. На протяжении нескольких десятков лет исследователи ищут причины ее возникновения. Некоторые предполагают, что заболевание имеет бактериальное начало [6, 7, 9, 11], другие отмечают сезонность проявления вследствие колебания температурного режима [1]. Язвы тела также могут вызывать кормовые компоненты [10]. Неопределенность происхождения данной болезни не позволяет выбрать наиболее правильные и эффективные методы ее лечения, это плачевно сказывается на результатах воспроизводства трепанга в искусственных условиях.

Однако все рассмотренные заболевания могут приводить к 100 % гибели воспроизводимой популяции, если не осуществлять профилактических работ или лечения. На фермах по культивированию трепанга в качестве лекарств чаще всего используют зарубежные лекарственные препараты в связи с тем, что отечественных специализированных препаратов



для объектов марикультуры не разработано. На сегодняшний день тема изучения заболеваний объектов марикультуры и разработки препаратов для их предотвращения и лечения остается острой и актуальной.

### Библиографический список

1. Delroisse J., Van Wayneberghe K., Flammang P. *et al.* Epidemiology of a SKin Ulceration Disease (SKUD) in the sea cucumber *Holothuria scabra* with a review on the SKUDs in *Holothuroidea* (Echinodermata). Scientific Reports [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33335179/> (дата обращения: 17.10.2021).
2. Wang P., Chang Y., Yu J., Li C., Xu G. Acute peristome edema disease in juvenile and adult sea cucumbers *Apostichopus japonicus* (Selenka) reared in North China // *J. Invertebr. Pathol.* 2007. Vol. 96. P. 11–17.
3. Wang P., Chang Y., Xu G., Song L. Isolation and ultrastructure of an enveloped virus in cultured sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *J. Fish. Sci., China.* 2005. Vol. 12. P. 766–770.
4. Liu H., Zheng F., Sun X., P. *et al.* Identification of the pathogens associated with skin ulceration and peristome tumescence in cultured sea cucumbers *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *J Invertebr Pathol.* 2010. P. 236–242.
5. Wang Yin-Geng, Zhang Chun-Yun, Rong Xiao-Jun *et al.* Diseases of cultured sea cucumber, *Apostichopus japonicus*, in China // *Advances in sea cucumber aquaculture and management: FAO Fisheries technical paper.* 2004. № 463, session 3. P. 297–310.
6. Zhang Q., Liu Y. H. *Aquaculture techniques of sea cucumber and sea urchin* // The Press of Ocean University of Qingdao. Qingdao, 1998. 119 p.
7. Morgan A.D. Aspects de la gestion des stocks géniteurs d'holothuries de sable (Echinoderme: Holothurides). Secretariat of the Pacific Com., La Bêche-de-mer. Bulletin d'information. 2000. № 13. P. 2–8.
8. Becker, P. *et al.* The skin ulceration disease in cultivated juveniles of *Holothuria scabra* (Holothuroidea, Echinodermata) // *Aquaculture.* 2004. Vol. 242. P. 13–30.
9. Eeckhaut I., Parmentier E. *et al.* Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers // *Advances in sea cucumber aquaculture and management: FAO Fisheries technical paper.* 2004. № 463, session 3. P. 311–326.
10. Eekhout I., Van Weyenberg K., Nicholas F. and Delrois J. Skin ulcerations in *Holothuria scabra* can be induced by various types of food // *NPC Beshe-de-mer Inf. Bull.* 2019. № 39. P. 31–35.
11. Tangestani M., Kunzmann A. Isolation and characterization of bacteria from the lesion of juvenile sea cucumber *Holothuria scabra* (Jaeger, 1938) with symptom of skin ulceration disease // *Iranian Journal of Fisheries Sciences.* 2019. Vol. 18. P. 915–923.
12. Michael J Sweet 1, Kelly S Bateman. Diseases in marine invertebrates associated with mariculture and commercial fisheries // *Journal of Sea Research.* 2015. Vol. 104. P. 16–32.
13. Мокрецова Н.Д. и др. Инструкция технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях / Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр (ФГУП «ТИНРО-Центр»). Владивосток: ФГУП ТИНРО-Центр, 2012. 81 с.
14. Левин В.С. Дальневосточный трепанг: монография. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1981. С. 141–142.