

---

---

# РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

---

---

УДК 639.4.09

**Елена Павловна Бровкина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: lenabrovkina@mail.ru

**Елена Андреевна Костина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: gerasimova83@inbox.ru

**Характер протекания эпизоотий при садковом выращивании гребешка в Приморье. Перкинсус – вероятная причина возникновения данных заболеваний**

*Аннотация.* В Приморском крае в последние годы многие предприятия столкнулись с проблемой массовой смертности товарного садкового гребешка. В настоящей ситуации не вызывает сомнения наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при искусственном выращивании. Все особенности развития перкинсоза, описанные в этой статье, целиком соответствуют характеру и особенностям заболевания, протекающего на гребешковых плантациях Приморья. Перкинсоз – одна из наиболее опасных болезней в марикультуре, необходимо провести масштабное исследование на данную тему.

*Ключевые слова:* марикультура, гребешок, садковое выращивание, перкинсоз, Perkinsus, эпизоотия, массовая гибель гребешка.

**Elena P. Brovkina**

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

**Elena A. Kostina**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok, e-mail: gerasimova83@inbox.ru

**The nature of the couts of epizootics during cage rearing of scallops in Primorye. Perkinsus is the likely cause of these diseases**

*Abstract.* In the Primorsky Territory, in recent years, many enterprises have faced the problem of mass mortality of the commercial cage scallop. In the present situation, there is no doubt about the presence of epidemiologically significant invasions in the scallop during artificial cultivation. All the features of the development of perkinsosis described in this article fully correspond to the nature and characteristics of the disease occurring on the scallop plantations of

Primorye. Perkinsosis is one of the most dangerous diseases in mariculture, it is necessary to conduct a large-scale research on this topic.

*Key words:* mariculture, scallop, cage cultivation, perkinsosis, Perkinsus, epizootic, massive scallop mortalities.

### **Введение**

Повышение экономической эффективности аквакультуры, выращивание наиболее ценных видов двустворчатых моллюсков – мидий, устриц, дальневосточного гребешка, а также иглокожих, включая трепанга, морского ежа – такой приоритет предусмотрен Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса России на период до 2030 г., утвержденной Правительством в ноябре 2019 г. Указанная продукция востребована не только на российском потребительском рынке, но и на рынках стран Азии – главным образом Японии, Республики Корея и Китая, что связано с ростом среднедушевых доходов, развитием индустрии туризма и общественного питания.

В Приморском крае в последние годы многие предприятия столкнулись с проблемой массовой смертности товарного садкового гребешка. Причем вспышка приходится на последний летний период, предшествующий выемке товарной продукции. Ситуация повторяется из года в год и приносит огромные экономические потери, тем самым ставя на грань целесообразности выращивания гребешка в Приморье.

В последних наиболее известных методических рекомендациях по выращиванию гребешка приморского, изданных ТИПРО-Центром [1, 2], заболевания и паразитология гребешка не упоминаются. В методиках описываются лишь технологические циклы работ и экономические расчеты. В другой русскоязычной литературе, посвященной приморскому гребешку и его культивированию, указывается, что случаев возникновения эпизоотий при выращивании гребешка в Приморье не зафиксировано. При этом отмечается некоторое количество потенциально опасных заболеваний и паразитов. Упоминается, что паразитофауна крайне бедна, виды описываются как потенциально опасные [3, 4].

Тем не менее уже в одной из наиболее ранних монографий, посвященной приморскому гребешку, изданной Институтом биологии моря в 1986 г., указывается на то, что гребешок с точки зрения паразитологии изучен слабо. Сведений о паразитах и болезнях мало как в силу того, что паразитологии не уделялось должного внимания, так и по причине сравнительно небольшого периода и ареала выращивания гребешка (по сравнению с мидиями и устрицами). В этой же монографии приводится и информация о том, что паразитофауна гребешка бедна, зараженность данного вида низкая и случаев массовой гибели паразитарной этиологии или вследствие инфекционных заболеваний не зафиксировано [3]. С той поры ситуация не сильно изменилась.

И в настоящее время часто при обзоре паразитов гребешка и их влияния также указывается, что паразитарная фауна малочисленна и включает лишь несколько потенциально патогенных видов. Указывается, что массовая гибель гребешков от паразитов никогда не регистрировалась. Эпизоотические заболевания, подобные тем, которые опустошили индустрию выращивания устриц в различных частях мира, при выращивании гребешков отсутствуют [4].

Между тем иностранные источники часто фиксируют эпизоотии на морских фермах, в том числе и гребешковых [11, 12, 13, 14]. Да и в сельском хозяйстве скученному содержанию животных всегда сопутствует повышение заболеваемости и зараженности паразитами.

### **Полевые наблюдения**

Обычно в случае регистрации повышенной смертности гребешка собственники хозяйств, как и научные сотрудники, к которым они обращаются за разъяснениями, гибель списывают на естественные факторы или на нарушение технологий проведения работ. Такими факторами могут служить:

1. Опреснение. Летом в закрытых и полузакрытых бухтах, где удобно располагать марикультурные хозяйства с садковым выращиванием гребешка, часто наблюдается снижение солености из-за сильных дождей и выноса пресной воды реками. При некоторых обстоятельствах, например, при прижимных ветрах, слой опреснённой воды может достигать горизонта выставления садков.

2. Сильный прогрев воды. Также характерно для закрытых и полузакрытых бухт. Гребешок – холодолюбивый вид, и сильный летний прогрев воды плохо сказывается на его росте, а увеличение температуры воды более 24 °С может привести и к гибели. В некоторых акваториях этот фактор может быть решающим. Но обычно садки опускают на горизонт 4–6 м, где вода прогревается не столь сильно.

3. Пересушка гребешка во время пересадки или орошение садков теплой, опреснённой водой. На переборку часто привлекают большое количество необученного и незаинтересованного персонала, за которым действительно необходим постоянный контроль. Водозабор для орошения садков часто располагают рядом с берегом или садки выдерживают непосредственно под пирсом у места переборки.

4. Выедание гребешка хищниками в ситуациях, когда «садки коснулись дна». При донном способе постановки хребтины контроль ее затруднен. Иногда и п-образные хребтины провисают при недостатке плавучести. Морские звезды с легкостью выедают гребешка из садков в таких ситуациях.

Конечно, все эти факторы имеют значение. Но лишь в некоторой степени.

Технологические нарушения касаются только отдельных садков (или небольшой партии). Основные пересадки проводятся весной и осенью, когда даже у берега под пирсом вода достаточно холодная и соленость довольно стабильная.

Сильный прогрев воды или опреснение до горизонта постановки садков – вещь аномальная. При планировании хозяйства выбираются бухты и методы культивирования, отвечающие требованиям гребешка.

Стоит учесть, что воздействие на популяцию негативных естественных факторов может ослабить защитные механизмы особей и гребешок станет более восприимчив к заболеваниям. Некоторое количество паразитов и «болезней» всегда присутствуют в популяции. Например, здоровый гребешок легче выдерживает некоторое опреснение, но для заболевших особей перепад солености может стать критичным. При этом выжившие особи ослаблены и более восприимчивы к заболеваниям и паразитам. Количество и интенсивность воздействия «инвазий» увеличивается и опять ослабляет популяцию. Круг замыкается.

При накоплении заболевания у «стада» незначимые ранее естественные воздействия внешней среды могут стать фатальными.

Большая часть гребешка нерестится летом при достижении возраста 2+. Считается, что после нереста животные находятся в «естественном стрессе». Особи обычно ослаблены и более чувствительны к негативным воздействиям среды.

Естественно, что, в той или иной мере, сказываются все факторы в совокупности. В том числе и другие, здесь не учтенные. Но все же перечисленные выше воздействия лишь усугубляют течение заболевания, так как даже при отсутствии этих факторов массовая гибель гребешка также фиксируется.

Самый первый случай массовой смертности садкового гребешка, наблюдаемый авторами, был списан на климатические факторы. Садки хозяйства расположены в бухте, куда впадает относительно крупная река. Бухта полузакрыта, и летом вода довольно хорошо прогревается. Для ухода от влияния опреснения и летних прогревов садки с гребешком располагались на горизонте 6 м. И в предыдущие годы этого хватало. Хозяйство успешно завершило несколько циклов выращивания с реализацией товарного гребешка.

В описываемый летний период после обильных осадков пресная речная вода, которая обычно уходила из бухты верхним горизонтом, оказалась заперта в бухте прижимным ветром. На протяжении двух недель ветер дул по направлению внутрь бухты. В средней части

на поверхности соленость опустилась до 13 ‰. При сентябрьской переборке зафиксирована значительная гибель гребешка. Ее списали на опреснение, так как на поводцах садков и самих садках наряду с гребешком погибли и другие организмы, в том числе гидроидные полипы. В тех садках, где гибели обрастателей не наблюдалось, гребешок тоже был жив. Осенью гребешка перебрали и отсадили в чистые садки, подготовив к реализации. Но при выемке гребешка поздней осенью, когда вода была холодной, а соленость высокой, среди живых гребешков попадались пустые створки и особи, умершие недавно. На следующий год ситуация повторилась в возрастной группе от 2 до 2+, и отход гребешка с каждым годом повышался. Таким образом, в данной локации опреснение послужило спусковым крючком, ускорившим процесс. Но для массовой гибели следующих лет такой причины не было. При последующем выращивании с соблюдением всех норм предосторожности гибель гребешка в данном хозяйстве всегда находилась на недопустимо высоком уровне.

Позже выяснилось, что ненормативная смертность гребешка в садковом выращивании в Приморье не редкость. Но ввиду работы с товарной продукцией и реализацией молоди, хозяйства марикультуры не афишируют описанную проблему. Проблема замалчивается, а смертность объясняют естественными причинами. По неофициальным данным с этой ситуацией, в той или иной мере, сталкивались практически все предприятия Приморья, выращивающие товарного гребешка в садках.

Для примера, в одном из марихозяйств в начале деятельности по выращиванию гребешка в садках с одного порядка за товарный цикл собирали до 3 т продукции, через несколько лет объем изъятия снизился до 2 т, далее до 600 кг. А в последнее время с некоторых порядков не собирали и 100 кг.

В настоящей ситуации не вызывает сомнения наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при искусственном выращивании.

Основной характер заболевания подробно рассматривался авторами в предыдущей статье [5]. Но здесь считаем целесообразным также привести особенности, сопровождающие массовую гибель гребешка в садках.

Часто в хозяйствах на протяжении нескольких лет успешно культивируют садкового гребешка, но отход иногда превышает нормативные показатели. При этом основная масса особей развивается нормально и достигает к осени третьего года выращивания ожидаемых товарных характеристик. Но со временем отход увеличивается.

Основная гибель происходит в возрастной группе от 2 до 2+ после нереста при летнем прогреве воды. При пересадке гребешка иногда можно заметить особей, сильно отстающих в росте и с деформированной раковиной. Но основная масса развивается нормально.

При выращивании гребешка до возраста 3+ можно отметить снижение смертности в осенне-весенний период. Несмотря на серьезный отход гребешка летом, с понижением температуры воды гибель почти прекращается, особи хорошо растут и готовятся к нересту. Но летом после нереста с прогревом воды массовая гибель продолжается. Стоит отметить, что иногда потери в возрастной группе от 2 до 2+ могут достигать практически 100 %, что даже не дает возможности дорастить гребешка до возраста в 3 года.

При всем этом часто на соседних хребтинах на коллекторах успешно собирается спат гребешка, он хорошо зимует в садках и до возраста 1 год отход практически не наблюдается. Также и в возрастной группе от 1 до 1+ выживаемость может быть высока, даже если на соседних участках отмечается массовая гибель. То есть при одинаковых воздействиях климатических факторов гребешок двух возрастных групп реагирует по-разному.

При разделке гребешка можно заметить, что иногда реакции гребешка вялые, мантия подтянута и он слабо реагирует на прикосновения. Иногда в мускулатуре наблюдаются пустилы с гнойным содержимым. Они могут быть единичны, диаметром около 10 мм или множественны, диаметром менее 1 мм. Мускул часто бывает плохо развитым и легко отстает от раковины. Но наряду с этим основная масса особей развита нормально, и даже у недавно

умершего гребешка может не быть никаких видимых признаков заболевания. Признаки болезни наблюдаются лишь у части особей, но со временем эта часть увеличивается.

Таким образом, можно сделать вывод, что болезнь имеет какое-то накопительное действие, и при превышении критического уровня инвазии особь гибнет. Способствуют заболеванию также повышение температуры и естественный нерестовый стресс моллюсков.

При высадке гребешка на донные плантации обычно массовую гибель не фиксируют. При донном содержании гребешка «накопления болезни» не происходит или происходит не в столь заметном темпе, так как ослабленные, восприимчивые к заболеванию и заболевшие особи быстро выедаются хищниками. Нормативный показатель выживаемости при донном выращивании изначально не высок и составляет 10–30 %. Возможно, проблема не так заметна ввиду незначительного контроля за смертностью гребешка и трудностью отделения смертности, связанной с заболеванием, от погибших по другим причинам. Здесь гибель всегда можно объяснить выеданием звездами, браконьерством, штормовыми воздействиями. Гребешок может просто немного перемещаться в сторону и оказаться за границами участка. Но все же, по некоторым данным, в бухте с исторически «садковым» выращиванием гребешка на донных плантациях тоже отмечается повышенная смертность моллюсков.

При выращивании на одном участке садкового гребешка и мидии у последней не наблюдается такой же массовой гибели. Мидия считается более выносливым видом. Период выращивания мидии на год меньше, чем у гребешка. Это позволяет предположить, что заболевание или специфично для гребешка, или не успевает накапливаться у мидии до ее выемки ввиду более короткого цикла выращивания. Но эти данные требуют проверки, так как не многие хозяйства выращивают обоих моллюсков.

Стоит особо отметить, что в каждом хозяйстве, столкнувшемся с данной проблемой, ситуация ухудшается год от года. Смертность постепенно увеличивается независимо от воздействия климатических факторов и принимаемых мер по недопущению нарушений в технологических операциях. А более ранний прогрев воды и теплое лето может существенно увеличить отход.

При этом гребешок успешно проходит все испытания в ветеринарных лабораториях. Гребешок из Хасанского района при экспорте в Южную Корею однажды успешно проходил ветеринарный контроль с южно-корейской стороны. Причем в этот год в Южной Корее был усилен ветеринарный контроль морской продукции. Но это лишь подтверждало отсутствие опасности для потребителя, но не исключало наличие болезни.

Гибель основной массы гребешка в возрастной группе от 2 до 2+ практически перед изъятием приносит огромные экономические потери, ведь затрачены ресурсы на закупку молоди и оборудования, проведены основные технологические циклы по очистке и пересадке гребешка. А в результате урожай полностью потерян, и собственнику еще необходимо провести чистку садков, а также озаботиться утилизацией полученных отходов. Данная проблема ставит большой вопрос о дальнейшем существовании отрасли по выращиванию гребешка в Приморье.

### **Обсуждение**

После полевых наблюдений мы выделили основные особенности протекания эпизоотии, по которым было необходимо определить возбудителя заболевания.

И в дальнейшем мы отталкиваемся от следующих предположений:

1. При садковом выращивании гребешка возможно возникновение эпизоотий, что не удивительно, так как гребешок содержится с большой плотностью при отсутствии хищников.

2. Источник заболевания, наверняка, имеет природный характер, так как проявляется в разных хозяйствах, не связанных друг с другом и находящихся на довольно значительных расстояниях.

3. При содержании гребешка в садках с большой плотностью и при отсутствии хищников и падальщиков происходит «накопление болезни». В основном болезнь проявляется у гребешка после 2 лет выращивания. Возможно, этот период как-то связан с жизненными циклами патогена.

4. Смертность не является следствием каких-либо внешних кратковременных факторов, например, климатических воздействий, нарушений технологических циклов, антропогенных загрязнений, так как один раз возникнув, повторяется год от года. Но вспышку заболевания могут спровоцировать климатические или технологические факторы, способствующие стрессу гребешка.

5. При превышении какого-то критического уровня, под воздействием негативных факторов, в том числе и естественных, ослабленный гребешок погибает.

6. Основная смертность наблюдается в летний период после первого нереста в возрастной группе от 2 до 2+ и сопровождается летним прогревом воды. С осенним похолоданием отход гребешка существенно замедляется, но не прекращается полностью. Летом в возрастной группе от 3 до 3+ (если гребешок не вынимают осенью) смертность снова увеличивается. У некоторых гребешков в мускуле отмечаются пустулы с «гнойным» содержимым и отстаивание мускула от раковины.

7. Часть гребешка успешно справляется с заболеванием, демонстрируя высокие размерно-весовые приросты. Но при развитии ситуации этот процент популяции уменьшается.

8. При донном выращивании такая массовая смертность не наблюдалась. Но это может быть связано с разными факторами: как с присутствием хищников, уничтожающих больных особей, что задерживает распространение заболевания, так и с меньшим контролем со стороны хозяйственника. Слишком маленькое количество, оставшееся от высаженного гребешка, можно также объяснить браконьерством или откочёвкой гребешка с участка. Стоит учесть и то, что плотность гребешка при данном способе выращивания сравнительно не высока по сравнению с садковым.

9. Данное заболевание специфично для гребешка, так как не затрагивает мидию, выращиваемую на соседних хребтинах.

Для определения причин повышенной смертности гребешка из первого хозяйства было проведено микробиологическое, паразитологическое, микологическое обследование особей. В числе патогенов обнаружили протиста – *Perkinsus* spp. [6]. Именно это исследование и послужило вектором для дальнейшего поиска.

Перкинсоз моллюсков – опасное заболевание, которое нанесло, наверно, самый большой удар по индустрии выращивания устриц по всему миру. Данное заболевание регистрировалось и при выращивании других объектов марикультуры, в том числе и гребешка приморского (*Patinapecten* (*Muzuhopecten*) *yessoensis*).

Как уже отмечалось авторами в предыдущей публикации [5], протистов рода *Perkinsus* не однократно фиксировали у культивируемых гребешков Приморья, в том числе и в случаях массовой гибели гребешка [7, 8, 9]. Но эти статьи посвящены другим темам, и *Perkinsus* упоминается вскользь, без привлечения внимания. Даже при непосредственном описании случая массовой гибели гребешка большее значение придается другим факторам – климатическим и технологическим.

Между тем «болезнь Дермо», или «перкинсоз» – одно из самых серьезных заболеваний в марикультуре и входит в списки трансграничных болезней Международного эпизоотического бюро [10].

### **Перкинсоз моллюсков (литературный обзор)**

Очень хорошо обзор по перкинсозам моллюсков представлен в статье *Perkinsosis in molluscs: A review* (Antonio Villalba и др.) [11]. В ней описывается история регистрации пер-

вых перкинсозов, таксономические вопросы данной группы простейших, их жизненные циклы и взаимодействие с моллюском-хозяином и др., а также, что крайне важно, обзорно представлены возможные пути управления ситуацией. Многие данные, приведенные ниже, почерпнуты из этого источника.

#### Жизненный цикл и передача

У паразита наблюдается три стадии. Первая – зооспора. Она имеет два жгутика, с помощью которых свободно перемещается. Вместе с током воды зооспора попадает в ткани моллюска, где может развиваться в следующую стадию – трофозои́та. Далее он проходит последовательное деление, образуя до 32 дочерних клеток, которые, высвобождаясь, становятся со временем зрелыми трофозои́тами. Они остаются у животного-хозяина, наводняя его ткани, или выпускаются в воду. Таким образом, даже при попадании в моллюска единичной зооспоры со временем возможно резкое увеличение численности протиста.

Также описывается еще одна стадия – гипноспора. Она образуется, когда трофозои́ты увеличиваются и развивают толстую стенку. Внутри образуются сотни зооспор. Когда гипноспоры выделяются и переносятся в морскую воду, начинается выпуск зооспор. Предполагается, что гипноспора может быть спящей стадией в жизненном цикле *Perkinsus* spp., что позволяет ему переносить неблагоприятные условия. Отмечалось, что часто в большом количестве трофозои́ты превращаются в гипноспоры в естественных условиях у умирающих хозяев, когда содержание кислорода в тканях резко падает. Далее при разложении тканей они выделяются в воду, богатую кислородом, и начинают зооспорировать, скачкообразно увеличивая количество и, соответственно, плотность зооспор в воде. Таким образом, инфицированные живые хозяева являются непрерывным источником инфекционных стадий (трофозои́тов), а смерть хозяина не препятствует передаче, более того, многократно увеличивает количество протистов в среде. Именно это и происходит при гибели гребешка в садках, без доступа хищников, зато при большой плотности потенциальных хозяев.

Сообщалось [11], что максимальные скорости передачи *P. marinus* (один из видов протиста) наблюдаются во время максимальной смертности хозяина (устрицы *S. virginica*), вызванной этим паразитом, хотя передача может происходить, когда смертность хозяина низкая или отсутствует.

Таким образом, основная передача *Perkinsus* spp. проходит без промежуточных хозяев. Но приводятся данные о передаче *P. marinus* здоровым устрицам от брюхоногого эктопаразита *Boonea impressa*, которого кормили зараженными устрицами.

#### Основные закономерности перкинсозов

Так как представители рода *Perkinsus* в основном довольно теплолюбивые виды, то температура воды в первую очередь влияет на интенсивность и летальность заболевания.

Интенсивность заболевания увеличивается с прогревом воды (для вида *P. olsenii* при достижении 15 °C) за счет распространения зимующей инфекции. Смертность достигает наивысших пределов в конце лета – начале осени. Далее у выживших особей по мере снижения температуры воды инфекция затихает.

Новое заражение происходит в основном в конце лета, совпадая с максимальной смертностью моллюсков, но передача может также происходить, когда смертность хозяина низка или отсутствует, хотя и в меньшем темпе. Необычно теплая весна или затяжная теплая осень увеличивают длительность периода размножения паразитов, что приводит к большей смертности моллюсков.

Только в случае одного вида *P. qugwadi* не было обнаружено никакой явной сезонности. Данный вид может производить зооспоры и при температурах до 10 °C.

Отмечается, что у гребешка есть разные естественные способы борьбы с протистом. Часть зооспор, попавших в моллюска, будут уничтожены различными защитными системами хозяина. Поэтому имеет большое значение интенсивность и периодичность инфицирования.

Так как *Perkinsus* spp. может передаваться напрямую между хозяевами-моллюсками, то с повышением плотности посадки скорость и интенсивность передачи протиста увеличивается. Таким образом, при садковом выращивании гребешка, где особи находятся в прямом контакте, патогенность *Perkinsus* возрастает. При донном же выращивании дистанция между инфицированными и здоровыми особями способствуют разведению инфекционных частиц, которое тем больше, чем больше расстояние между особями.

Также отмечается, что распространенность *Perkinsus* часто выше у взрослых, чем у молодых особей, живущих в том же районе. Это может происходить за счет увеличения с возрастом интенсивности фильтрации и времени воздействия паразита. Но при заражении гребешка видом *P. qugwadi*, у которого не такая жесткая привязка к повышению температуры воды, смертность гребешка регистрировалась у молодых особей [12, 13].

Тяжелые инфекции характеризуются появлением многочисленных крупных очагов, где встречаются свободные и инкапсулированные паразиты. Иногда очаги воспаления проявляются в виде пустул или абсцессов различной величины (до 10 мм).

В любом случае инфекция вызывает ослабление организма хозяина, так что больным становится все труднее преодолевать любые другие неблагоприятные условия.

По некоторым проведенным расчетам, в случае тяжелой инфекции потребности клеток протиста могут превысить энергию, имеющуюся в моллюске для роста, особенно в условиях высокой температуры. Отрицательный энергетический баланс, вызванный прогрессированием перкинсоза у хозяев, помогает объяснить летальные и сублетальные вредные эффекты. Высокий уровень заражения *Perkinsus* также снижает репродуктивные качества и замедляет созревание гонад.

Стоит отметить, что при описании взаимоотношений мидии и паразитов рода *Perkinsus* упоминается высокая анти-*Perkinsus* активности гемолимфы мидий. Это может объяснять отсутствие столь негативного влияния *Perkinsus* на мидию, даже при выращивании ее на соседних с гребешком хребтинах. Тем не менее *Perkinsus* рассматриваются как паразиты мидий [14].

#### Определение вида

В настоящее время принято считать, что род насчитывает 6 видов [6] (иногда упоминается 5–7). Внешне, под микроскопом, виды очень похожи, и для их идентификации используются молекулярно-диагностические методы. Исторически виды рода *Perkinsus* различали по географии района обнаружения и по видам-хозяевам, но сейчас этого уже не придерживаются. Разные виды могут сосуществовать на одном виде-хозяине и в общем ареале, а при транспортировке животных возможно перемещение протиста в новый район. Даже с использованием молекулярно-диагностических данных иногда возникают сложности с распознаванием истинных границ видов [15]. Кроме того, недавно были описаны новые виды, и их отличия или синонимичность с описанными ранее еще обсуждаются.

Приморский гребешок (*Patinapecten* (*Muzuhopecten*) *yessoensis*) в литературных источниках чаще фигурирует в связке с единственным холодолюбивым видом Перкинса – *P. qugwadi*, который наносил существенный урон гребешковым хозяйствам в Британской Колумбии (Канада) [12, 13]. Но для данного географического района (Приморье) более характерен *P. olseni* (он же *P. atlanticus*). Он имеет очень широкий ареал распространения и самых разнообразных хозяев. Вид регистрировали в Европе, Австралии, Новой Зеландии, Вьетнаме, Уругвае, Корее, Японии и Китае как паразит брюхоногих и двустворчатых моллюсков.

Характер протекания заболевания, описанный в данной статье, также более типичен для *P. olseni*, но нельзя утверждать, что паразитирует один вид. В одно и то же время на гребешка могут воздействовать оба вида или какой-то новый. *P. olseni* наряду с *P. marinus* считаются наиболее опасными видами рода, провоцирующими эпизоотии, опустошающие марихозяйства по всему миру.



## Заключение

Все особенности развития перкинсоза, описанные в этой статье, целиком соответствуют характеру и особенностям заболевания, протекающего на гребешковых плантациях Приморья. Жизненный цикл протиста и его передача объясняют массовую гибель гребешка в летний период в возрастной группе от 2 до 2+, когда совпадают такие факторы, как накопление протиста в моллюске-хозяине, ослабление особей после нереста, прогрев воды с увеличением скорости размножения протиста и, главное, взрывообразное увеличение количества зооспор при гибели первых особей в непосредственной близости от потенциальных новых моллюсков-хозяев. У гребешка в садке просто нет шанса не захватить большое количество инфицирующих частиц при фильтрации воды.

Конечно, это только предположения. Но в любом случае в разных гребешковых хозяйствах год за годом возникают эпизоотии, и необходимо в кратчайшие сроки определить причину их возникновения. *Perkinsus* spp. регистрировался в гребешках Приморья и ввиду того, что перкинсоз – одна из наиболее опасных болезней в марикультуре, необходимо провести масштабное исследование на данную тему. Здесь представлены первые вопросы для последующих паразитологических исследований.

1. Провести масштабное исследование на определение степени зараженности природных популяций гребешка в морях Приморья и по всему ареалу обитания гребешка. В том числе для разных возрастных групп, начиная от спата. Это поможет определить риски при сборе молоди на коллекторе. И определить, есть ли опасность перевозки молоди из района в район. Скорее всего, патоген имеет естественный ареал обитания, и при выращивании гребешка в данном ареале необходимо продумать технологические операции, уменьшающие темпы накопления протиста и увеличивающие способности моллюска противостоять заболеванию, хотя бы в течение цикла товарного выращивания.

2. Необходимо определить виды, которые тоже могут являться хозяевами для данного протиста и степень зараженности данных видов. Только морских гребешков в Приморье несколько видов, кроме того, переносчиками могут быть устрицы, мидии и др.

3. Необходимо определить вид паразита или комплекс видов, так как у них могут быть разные требования к среде.

4. Необходимо разработать (или адаптировать иностранные) методики для быстрого определения наличия паразитов и степени зараженности молоди для применения данных при перевозке молоди внутри края и особенно при импорте посадочного материала.

5. Необходимо определить, происходит ли передача паразита через морских звезд, так же, как через брюхоногого моллюска *Voonea impressa*. При донном выращивании звезды могут выедать больных и умерших моллюсков, предупреждая массовый выход зооспор через развитие гипноспор. Вопрос – происходит ли уничтожение гипноспор в пищеварительной системе морских звезд или они (гипноспоры) сохраняют вирулентность.

6. Необходимо проверить, происходит ли передача протиста через морских птиц. Им часто скидывают на берег останки умерших животных или отходы при разделке.

7. Необходимо провести работы по получению молоди в заводских условиях от производителей, которые пережили эпизоотии (лучше с возраста 4 года). По данным работы, проведенной в Канаде [12], такая молодь изначально имеет лучшие способности по борьбе с протистом, обусловленные генетически. Необходимо провести работы по выращиванию такой молоди на работающих и новых хозяйствах.

8. Необходимо определить, на какой стадии (наиболее ранней) может происходить заражение молоди паразитом. При условии заводского получения спата гребешка необходимо научиться уберегать полученную молодь от возможного заражения.

9. Возможно, прекращение садкового выращивания гребешка на 2–3 года позволяет сбросить накопленный эффект. Таким образом, хозяйство может вернуться к рентабельному получению товарной продукции из садков после перерыва. В течение этих лет можно собирать молодь и высаживать ее на донные участки. На хребтинах в это время можно увеличить выращивание мидии тихоокеанской или ламинарии японской. Это бы являлось аналогией с земледелием, где «уставшему» участку дают отдых под паром или проводят сидерацию. Необходимо провести подобные работы и, при положительном эффекте, внести данные рекомендации в официальные технологии выращивания. Идеально в данной ситуации было бы в одном районе (бухте) некоторое время не заниматься выращиванием гребешка до товарного размера, тогда собранная молодь уберется от массового заражения. Эти предприятия в таком случае, возможно, могут поставлять достаточно «чистую» молодь. Но данные условия можно соблюсти только при общем согласии хозяйств в этом районе (бухте).

10. В литературе рассматривается ряд лекарств, используемых при лечении перкинсоза. Необходимо провести их апробацию для гребешка и (или) провести поиск и разработку новых средств. При этом способы обработки (содержание препарата, время выдержки, кратность обработки) необходимо предусматривать с учетом экономической целесообразности и возможности включения данного этапа в общий технологический цикл.

11. По информации из открытых источников, в иностранных институтах прорабатывают вопрос по «генной модификации» гребешка с целью увеличить его устойчивость к заражению перкинсом. Вопрос спорный, так как выращиваемый гребешок не изолируется от естественных популяций.

12. Иногда остатки гребешка при разделке на мясо целесообразно использовать для включения в корм других выращиваемых объектов (трепанга, креветок и т.п.). Необходимо провести работу и выявить, выживает ли Перкинсус при прохождении через пищеварительный тракт потенциальных объектов, которым можно скормить остатки гребешка или его необходимо использовать другим способом (например, термическая обработка перед скормлением или захоронение отходов подальше от морских хозяйств). Остатки можно скормить птицам, на свинокомплексах или утилизировать.

Это лишь часть вопросов. Патоген из природных популяций никуда не денется, но при получении ответов на эти вопросы можно будет разработать технологические операции для управления рисками хозяйств, сведя потери до экономически допустимых.

### **Рекомендации для хозяйства, выращивающего гребешка**

На что нужно обращать внимание:

1. Повышенная смертность на разных этапах выращивания гребешка в садках. При каждой переборке легко определить точное количество гребешка и посчитать отход за время выращивания. Необходимо накапливать и анализировать данные по каждому хозяйству. Хорошо бы и с размерно-весовыми характеристиками.

2. Часто в садках наряду с живыми гребешками одновременно присутствуют створки и недавно умершие особи. При этом створки имеют зону прироста после предыдущей пересадки, т.е. умерли не в результате технологической операции или при подрезке мягкой ткани гребешка друг о друга.

3. Гибель гребешка не одномоментная (как может быть, например, при опреснении) и продолжается даже при хороших условиях. Обычно увеличивается с середины лета и постепенно уменьшается с середины осени.

При обнаружении данных признаков (даже первый раз) стоит провести исследование на перкинсоз.

Меры предосторожности:

1. В зоне особого риска – садковое выращивание гребешка. Необходимо определить момент, когда смертность в садках начинает существенно превышать нормативную. При возможности реализации продукции ранее массовой смертности, необходимо проводить реализацию. Массовая гибель даже одной большой партии серьезно увеличивает зараженность всего гребешка в данном хозяйстве и ближайших окрестностях.

2. При донном выращивании лучше не уничтожать звезд массово. Можно провести выемку звезды при расселении, так как спат после перевозки и высадки особенно уязвим. Но впоследствии часть звезд должна всегда присутствовать, выедавая погибших моллюсков и не допуская массового образования гипноспор и выхода из них зооспор. Можно выбирать с плантации особо опасных амурскую звезду и дистоластерию колкую, а патирию и прочих оставлять. Патирия практически не представляет опасности для здорового гребешка, а умершего быстро уничтожит.

3. По возможности лучше избегать расселения привозной молодежи, особенно в районах, где массовое выращивание гребешка давно не проводилось. В условиях таких бухт наличие перкинсуса и степень поражения естественной плантации может изначально быть низкой или даже отсутствовать. С молодежью можно привезти и протиста.

4. Не выкидывать мясо погибших особей в морскую воду. Его необходимо уничтожить (сжечь, закопать на берегу, скормить чайкам или воронам и т.п.). Из мяса зараженного моллюска при разложении выделяется огромное количество зооспор. Также при разделке гребешка на мясо необходимо следить, чтобы остатки, которые не идут на реализацию, не попали в море, в том числе нельзя использовать мясо для наживки. Даже внешне здоровый моллюск может содержать большое количество протистов.

Ввиду того, что разные хозяйства находятся часто в непосредственной близости друг от друга, меры предосторожности необходимо разрабатывать сообща. Хозяйства должны делиться информацией для разработки общих стратегий и одновременности всех действий.

### Список литературы

1. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Б. Бирюлина. Владивосток: ТИПРО-центр, 2002.
2. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. Владивосток: ТИПРО-центр, 2011. 49 с.
3. Приморский гребешок: монография / под ред. П.А. Мотавкина. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
4. Марикультура: учеб. пособие / Г.Н. Ким, С.Е. Лескова, И.В. Матросова. М.: МОР КНИГА, 2014. 273 с.
5. Бровкина Е.П., Костина Е.А. Наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при выращивании в хозяйствах марикультуры // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. Ч. I. С. 9–13.
6. Буторина Т.Е., Творогова Е.В. Заражение моллюсков динофлагеллятами рода *Perkinsus*: этиология, клинические признаки, распространение, диагностика // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. Ч. I. С. 49–53.
7. Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю., Турабжанова И.С. Первый опыт садкового выращивания заводской молодежи гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) у восточного побережья Приморья // Изв. ТИПРО. 2019. № 197. С. 208–218.

8. Лучин В.А., Григорьева Н.И. Экологическое состояние бухты Северной (залив Славянский, залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. 2018.

9. Журба Е.К., Лескова С.Е. Опыт культивирования приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis* Jay, 1857) в бухте Северной (залив Петра Великого, Японское море) // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II нац. науч.-прак. конф. 2017. С. 43–47.

10. Список МЭБ и трансграничные инфекции животных: монография / В.В. Макаров, В.А. Грубый, К.Н. Груздев, О.И. Сухарев. Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2012. 162 с.

11. Villalba, A., Reece, K.S., Ordas, M.C., Casas, S.M., Figueras, A. Perkinsosis in molluscs: A review // *Aquat Living Resour.* 2004. 17. 411–432.

12. Naoki Itoh 1, Gary R Meyer, Amy Tabata, Geoff Lowe, Cathryn L Abbott, Stewart C Johnson. Rediscovery of the Yesso scallop pathogen *Perkinsus qugwadi* in Canada, and development of PCR tests, *Dis Aquat Organ*, 2013.

13. Bower S.M., Blackbourn J., Meyer G.R., Welch D.W. Effect of *Perkinsus qugwadi* on various species and strains of scallops // *Dis. Aquat Org.* 1999. 36. 143–151.

14. Burrell A., Kleeman S.N., Barker S.C., Lester R.J.G. Synonymy of *Perkinsus olseni* Lester & Davis, 1981 and *Perkinsus atlanticus* Azevedo, 1989 and an update on the phylogenetic position of the genus *Perkinsus*. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 2002. 22. 258–265.

15. Christopher F. Dungan<sup>2</sup>, Gail P. Scott<sup>3</sup>, Kimberly S. Reece<sup>3</sup>. *Perkinsus* sp. infections and in vitro isolates from *Anadara trapezia* (mud arks) of Queensland, Australia Cécile Dang<sup>1,4</sup>.

© Бровкина Е.П., Костина Е.А., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 41–52.

Статья поступила в редакцию 23.09.2020; принята к публикации 29.09.2020.