

## Клинические проявления и особенности течения криптокариоза у морских рыб в условиях аквариумного содержания

Артем Петрович Степанков

Приморский океанариум, филиал Национального научного центра морской биологии им. А. В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, 690017, Российская Федерация  
E-mail: fossa7@mail.ru

Получена 8 апреля 2026 г.; принята к публикации 1 июня 2026 г.

**Аннотация.** В работе представлены результаты наблюдений за протеканием паразитарного заболевания, вызванного *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951 у морских рыб в условиях замкнутых аквариумных систем. На основании клинических данных и микроскопического анализа выделены две формы заболевания, различающиеся по локализации паразита, клиническим проявлениям и характеру течения: типичная (кожная) и жаберная. Показано, что типичная форма характеризуется длительным персистированием и относительно низкой летальностью, тогда как жаберная форма сопровождается поражением эпителия жаберных ламелл, нарушением дыхательной функции и может приводить к быстрой гибели рыб. Анализ литературных данных подтверждает, что случаи с жаберной локализацией паразита редко рассматриваются как отдельный клинический вариант. Полученные результаты указывают на необходимость диагностики жаберной формы криптокариоза и выбора тактики лечения, особенно при содержании в экспозиционных системах.

**Ключевые слова:** паразитарное заболевание, *Cryptocaryon irritans*, морские рыбы, жаберная локализация, клинические проявления, диагностика, Приморский океанариум.

## Clinical manifestations and patterns of progression of cryptocaryonosis in marine fish under aquarium conditions

Artem P. Stepankov

Primorsky Aquarium, branch of the A. V. Zhirmunsky National Scientific Center for Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690017, Russian Federation  
E-mail: fossa7@mail.ru

Received April 8, 2026; accepted June 1, 2026

**Abstract.** This study presents observations of a parasitic disease caused by *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951 in marine fish maintained in closed aquarium systems. Based on clinical assessment and microscopic examination, two forms of the disease were identified, a typical (cutaneous) form and a gill-associated form, differing in parasite localization, clinical manifestation, and disease progression. The typical form was characterized by prolonged persistence and relatively low mortality, whereas the gill-associated form involved parasite localization within the epithelium of the gill lamellae, impaired respiratory function, and caused rapid mortality. Analysis of published data indicates that cases with predominant gill involvement have been reported, but are rarely considered as a distinct clinical form. The findings highlight the importance of including gill examination in diagnostic protocols, particularly in public aquarium systems.

**Keywords:** parasitic disease, *Cryptocaryon irritans*, marine fish, gill-associated infection, clinical manifestations, diagnostics, Primorsky Aquarium.

### Введение

*Cryptocaryon irritans* Brown, 1951 (Ciliophora: Prostomatea) – облигатная паразитическая инфузория, поражающая различных морских костистых рыб и вызывающая криптокариоз. Заболевание традиционно ассоциируется с кожной формой инвазии, проявляющейся в виде белых узелков. В условиях замкнутых аквариумных систем инвазия может принимать массовый характер с быстрым нарастанием паразитарной нагрузки и высокой летальностью, что подтверждается наблюдениями как

в аквариумных, так и в экспериментальных условиях (Yambot et al. 2003; Colorni and Burgess 1997; Nigrelli and Ruggieri 1966).

Вместе с тем в клинической практике отмечается вариабельность проявлений инвазии, включая формы с преимущественным поражением жаберного аппарата. Такие различия могут быть связаны с особенностями взаимодействия паразита и хозяина или условиями содержания и имеют принципиальное значение для интерпретации клинической картины в замкнутых аквариумных системах, где своевременная диагностика и выбор тактики лечения определяют исход заболевания.

Несмотря на наличие отдельных описаний поражения жаберного аппарата, такие случаи, как правило, не рассматриваются как самостоятельный клинический вариант и остаются в рамках общего описания криптокариоза. В то же время особенности течения заболевания при преимущественной жаберной локализации паразита, включая быстрое развитие дыхательной недостаточности и высокую летальность, указывают на необходимость их отдельного рассмотрения.

Целью настоящей работы является анализ клинических проявлений криптокариоза у морских рыб в условиях аквариумного содержания с выделением и сопоставлением различных вариантов течения заболевания на основании данных клинического наблюдения и микроскопического исследования.

### Материал и методы

Исследование носит описательный характер и основано на анализе случаев выявления криптокариоза у морских рыб, содержащихся в Приморском океанариуме. Наблюдения проводились в условиях экспозиционных и карантинных систем с контролируемыми параметрами среды (температура, солёность, гидрохимические показатели), при стандартных режимах кормления и содержания. Оценка клинического состояния рыб включала визуальный осмотр с фиксацией поведенческих реакций, характера дыхания и наличия внешних патологических изменений. Наблюдения охватывали случаи криптокариоза у представителей различных таксономических групп морских рыб (Chaetodontidae, Acanthuridae, Pomacentridae, Labridae, Tetraodontidae, Ostraciidae и др.). При описании морфологии и локализации паразита в настоящей работе использованы материалы по видам *Chaetodon rafflesii* Bennett, 1830, *Heniochus acuminatus* (Linnaeus, 1758) и *Pterocaesio digramma* (Bleeker, 1868). Диагностика криптокариоза осуществлялась с использованием световой микроскопии. Материал для исследования получали методом соскобов с поверхности тела и жаберных ламелл. Препараты исследовали в нативном состоянии методом световой микроскопии без гистологической верификации при увеличении, достаточном для идентификации инфузорий по морфологическим признакам.

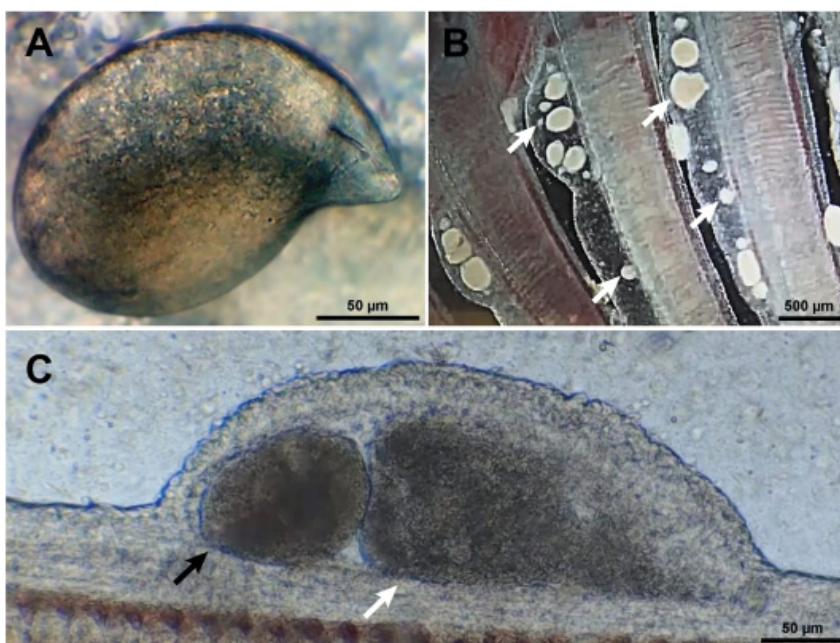
В рамках анализа выделяли две клинические формы заболевания: типичную (кожную) – при наличии визуально определяемых узелков на поверхности тела и подтверждении наличия трофонтов в эпидермисе; жаберную – при отсутствии или слабой выраженности кожных проявлений, но с выявлением трофонтов в жаберной ткани при микроскопии.

Идентификация *C. irritans* проводилась на основании совокупности морфологических признаков, характерных для данного вида, в соответствии с общепринятыми описаниями и диагностическими критериями, применяемыми в рутинной ихтиопатологической практике (Colorni, Burgess 1997; Brown 1951). Количественная оценка встречаемости (экстенсивности инвазии) у разных видов рыб не входила в задачи настоящего исследования.

## Результаты

В ходе наблюдений за случаями криптокариоза у морских рыб в условиях замкнутых аквариумных систем были выделены два клинических варианта течения заболевания, различающиеся по локализации паразита, клиническим проявлениям и характеру течения (рисунок).

Типичная форма криптокариоза проявлялась наличием визуально определяемых белых узелков на поверхности тела и плавников, соответствующих трофонтам, локализованным в эпидермисе (рисунок, А). Помимо кожных проявлений, отмечались умеренные изменения со стороны жаберного аппарата, включая гиперемию, гиперсекрецию слизи и расширение капилляров. В отдельных случаях наблюдались участки геморрагий и признаки воспаления. Заболевание, как правило, протекало хронически, с длительным персистированием в системе и без значимой гибели рыб, несмотря на выраженность клинических проявлений. Размеры трофонтов при типичной форме составляли 80–520 мкм и включали крупные формы, характерные для поздних стадий развития паразита.



**Рисунок.** Морфология и локализация *C. irritans* в тканях морских рыб: типичный трофонт (*Chaetodon rafflesii*) (А); множественная локализация трофонтов в эпителии жаберных ламелл (*Heniochus acuminatus*) (В), стрелками обозначены трофонты; трофонты, локализованные в эпителии жаберных ламелл (*Pterocaesio digramma*) (С), наблюдаются две тесно прилегающие структуры: меньшая подвижная (чёрная стрелка) и более крупная неподвижная (белая стрелка).

**Figure.** Morphology and localization of *C. irritans* in the gill tissues of different marine fishes: typical trophont (*Chaetodon rafflesii*) (А); multiple trophonts located within the epithelium of the gill lamellae (*Heniochus acuminatus*) (В), arrows indicate trophonts; trophonts located within the epithelium of the gill lamellae (*Pterocaesio digramma*) (С), two closely apposed structures are observed: a smaller motile structure (black arrow) and a larger non-motile structure (white arrow).

Жаберная форма характеризовалась отсутствием или минимальной выраженностью кожных проявлений при преимущественном поражении жаберного аппарата. Клиническая картина сопровождалась признаками дыхательной недостаточности, включая учащённое дыхание и поведенческие реакции, указывающие на гипоксию. Микроскопическое исследование выявляло множественную локализацию трофонтов в эпителии жаберных ламелл (рисунок, В–С), сопровождающуюся гиперплазией, гиперемией и участками некроза. Паразиты были представлены формами размером 60–280 мкм, обладающими выраженной подвижностью, при этом в жаберной ткани одновременно присутствовали многочисленные трофонты различного размера в пределах одного очага поражения. При этом выявление трофонтов при микроскопическом исследовании не представляло затруднений, тогда как макроскопические признаки поражения жаберного аппарата в этот период, как правило, отсутствовали. В клинической практике переход к выраженному поражению жабр зачастую не фиксировался и проявлялся как внезапное развитие тяжёлого состояния с высокой плотностью паразитов в жаберной ткани.

В ряде наблюдений отмечались структуры, интерпретируемые как возможные дочерние клетки, ассоциированные с крупными трофонтами (рисунок, С). Динамика этих структур и особенности движения трофонтов представлены в дополнительных видеоматериалах. Заболевание протекало остро: массовая гибель рыб наступала в течение 1–3 суток после появления первых клинических признаков. Отмечалась высокая плотность паразитов в поражённой ткани.

Наблюдения охватывали случаи криптокариоза, зарегистрированные в аквариумных системах, начиная с 2021 года. Жаберная форма выявлялась у представителей различных таксономических групп морских рыб и характеризовалась сходным клиническим течением. В рамках проведённого анализа зависимость между видом хозяина и формой заболевания не выявлена.

### Обсуждение результатов

Анализ литературных данных (таблица) показывает, что случаи с преимущественной жаберной локализацией паразита не рассматриваются как проявления различных вариантов заболевания и остаются недостаточно систематизированными. Основное внимание уделяется кожной форме, тогда как случаи с преимущественной жаберной локализацией паразита описываются фрагментарно и без детального анализа. Такое ограниченное внимание к данной форме заболевания может приводить к недооценке тяжести патологического процесса и снижению эффективности терапии.

Представленные данные позволяют сопоставить опубликованные описания криптокариоза с точки зрения локализации паразита и характера клинических проявлений (таблица).

Первоначально *C. irritans* рассматривался как паразит, поражающий преимущественно кожный покров морских рыб (Brown 1951), что определило классическое представление о заболевании как о форме с выраженными внешними проявлениями. В дальнейшем появились сообщения о случаях с преимущественным поражением жаберного аппарата. Была описана локализация паразита в жаберной ткани, сопровождающаяся выраженными воспалительными и деструктивными изменениями (Nigrelli, Ruggieri 1966; Kaige, Miyazaki 1985). Однако эти наблюдения рассматривались как вариации течения заболевания, а не как проявления различий в биологии паразита.

**Таблица.** Сравнительный анализ описаний криптокариоза в литературных источниках с учётом локализации паразита и характера клинических проявлений.

**Table.** Comparative analysis of published descriptions of cryptocaryonosis with respect to parasite localization and clinical manifestation.

№	Литературный источник / Reference	Виды рыб / Fish species	Описание признаков (по данным источника) / Description	Предполагаемая форма / Presumed form
1	2	3	4	5
1	Nigrelli & Ruggieri 1966	<i>Holocentrus ascensionis</i> <i>Stenotomus chrysops</i>	Фотографии гистологических препаратов. № 1 и № 7 – мелкие трофонты в жаберном эпителии (для обоих видов).	Жаберная
2	Kaige & Miyazaki 1985	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Паразит проникает в межламеллярное пространство, вызывая гиперплазию эпителиальных клеток и слизистых клеток.	Жаберная
3	Chong & Chao 1986	не указано в источнике	Жабры рыб поражаются <i>Cryptocaryon irritans</i> , что может приводить к нарушению их функции. Пример некротических изменений жаберной ткани приведён на рисунке.	Жаберная
4	Diamant et al. 1991	<i>Sparus aurata</i>	Тяжёлое поражение жаберного аппарата с высокой плотностью трофонтов. Паразиты локализуются в эпителии жабр. Размеры трофонтов достигают 220–250 мкм. Заболевание сопровождается острым течением и высокой смертностью (до 75% в течение 48 часов).	Жаберная
5	Colorni & Burgess 1997	<i>Sparus aurata</i>	Трофонты локализуются в эпителии, имеют сферическую или грушевидную форму, достигают размеров до 452 мкм, активно вращаются и питаются тканевой жидкостью, клетками и детритом. Развитие завершается выходом паразита из эпителия через 3–7 суток.	Типичная
6	Jee et al. 2001	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Множественные белые точечные образования на коже, плавниках и жабрах. Паразиты локализуются в эпителии. Размер трофонтов 300–700 мкм.	Типичная
7	Yambot et al. 2003	<i>Epinephelus</i> sp.	Множественные белые точечные образования на коже и жабрах. Паразиты локализуются в эпителии, в том числе между жаберными ламеллами, с формированием эпителиальных капсул. Размер трофонтов 290–401 мкм.	Типичная

1	2	3	4	5
8	Dan et al. 2006	<i>Trachinotus ovatus</i>	Крупные трофонты на коже и жабрах. В жаберном эпителии отсутствуют выраженные деструктивные изменения. Отмечается отсутствие острой летальности, заболевание допускает проведение контрольных мероприятий.	Типичная
9	Aquatic Animal Health (онлайн-ресурс)	<i>Rachycentron canadum</i>	Массовая локализация крупных трофонов в жабрах с высокой плотностью инвазии и нарушением структуры жаберного аппарата.	Жаберная
10	Chong 2015	<i>Epinephelus</i> sp.	Иллюстративный материал демонстрирует выраженное поражение жаберного аппарата, однако сопровождающее текстовое описание основано на типичных представлениях о кожной форме криптокариоза и не соответствует наблюдаемой морфологии.	Жаберная
11	Cardoso et al. 2019	<i>Zebrasoma xanthurum</i>	Множественные белые точечные образования на коже, плавниках и жабрах. Паразиты локализуются в эпителии. Характерно постепенное течение с возможностью контроля.	Типичная
12	Jose Priya et al. 2023	<i>Amphiprion percula</i> (Lacépède, 1802)	Относительно крупные трофонты на поверхности жаберных ламелл без выраженных деструктивных изменений. Гибель, вероятно, связана с нарушением газообмена и гиперсекрецией слизи.	Типичная

**Примечание.** В отдельных случаях отнесение наблюдений к типичной (кожной) или жаберной форме выполнено автором настоящей работы в рамках сравнительного анализа на основании текстового описания и иллюстративного материала, поскольку исходные авторы не всегда проводили явного разграничения форм заболевания.

**Note.** In some cases, the forms of the infection were classified by the author as either cutaneous or gill-associated through analyzing the descriptions and illustrations provided, as the original publications did not explicitly distinguish between the disease forms.

Существенный вклад в пересмотр этих представлений внесли исследования, в которых описана эпизоотия с преимущественным поражением жабр и высокой летальностью (Diamant et al. 1991). Авторы предположили, что наблюдаемый паразит может отличаться от типичного *C. irritans* по ряду характеристик. Для сопоставления подобных наблюдений был проведён сравнительный анализ опубликованных данных (таблица). Экспериментальные работы, посвящённые жизненному циклу *C. irritans*, описывают течение инвазии, при котором заболевание не сопровождается быстрой гибелью рыб и допускает проведение контрольных мероприятий (Luo et al. 2007; Dan et al. 2006; Yambot et al. 2003; Burgess and Matthews 1994), что плохо

согласуется с клинической картиной при преимущественном поражении жаберного аппарата. При этом в доступной литературе преобладают исследования, ориентированные на жизненный цикл паразита и методы лечения криптокариоза, тогда как клинические описания с детальной характеристикой локализации паразита и иллюстративным материалом представлены ограниченно.

Полученные данные в сочетании с анализом литературных источников указывают на наличие по меньшей мере двух различающихся вариантов течения криптокариоза, отличающихся по локализации паразита, клинической картине и характеру взаимодействия с тканями хозяина.

Ключевым отличием является локализация трофонтов. При типичной форме паразит располагается на поверхности эпителия (преимущественно кожи и частично жабр) и не вызывает выраженного повреждения ткани, что позволяет рыбам длительное время сохранять жизнеспособность. В противоположность этому, при жаберной форме трофонты локализуются в эпителии жаберных ламелл и сопровождаются выраженными структурными изменениями ткани, включая гиперплазию и деструкцию, что приводит к нарушению функции жабр и развитию дыхательной недостаточности.

Особого внимания заслуживают выявленные морфологические структуры, интерпретируемые как возможные дочерние клетки, ассоциированные с крупными трофонтами. Подобные образования ранее описаны у *C. irritans* в контексте формирования дочерних структур перед палинтомическим делением (Jee et al. 2001). Однако их наблюдение непосредственно в тканях хозяина, вне цисты, не позволяет однозначно интерпретировать их как аналогичный механизм. Тем не менее их наличие при высокой плотности паразитов и их распределении в ткани жаберных ламелл позволяют предположить возможность особенностей репродукции паразита в тканях хозяина. В частности, не исключено, что при жаберной локализации отдельные стадии развития могут протекать без формирования типичной цисты, что потенциально может способствовать быстрому увеличению паразитарной нагрузки и острому течению заболевания.

Дополнительным наблюдением является одновременное присутствие многочисленных трофонтов различного размера в пределах одного участка жаберной ткани. Такая картина создаёт впечатление нахождения паразитов на различных стадиях развития одновременно и, в сочетании с их высокой плотностью, может указывать на быстрое нарастание паразитарной нагрузки. В отличие от типичной формы, при которой развитие паразита связано с чередованием стадий и образованием цисты, при жаберной локализации наблюдаемая динамика заболевания характеризуется отсутствием чётко прослеживаемой переходной стадии и клинически проявляется как внезапное развитие тяжёлого состояния.

Жаберная форма заболевания может протекать без выраженных внешних признаков и оставаться нераспознанной при визуальной диагностике. В этих условиях традиционные подходы, основанные на осмотре кожного покрова и исследовании поверхностных соскобов, оказываются недостаточно информативными. Отсутствие характерных кожных проявлений может приводить к ошибочной интерпретации состояния как бактериальной или иной патологии, что затрудняет своевременную постановку диагноза.

Большинство используемых методов (включая обработку воды биоцидными веществами) направлены на свободноживущие стадии паразита. При преимущественной локализации паразита в жаберной ткани эффективность таких подходов

может снижаться, что, вероятно, связано с ограниченной доступностью паразита для действующего вещества.

Клинические наблюдения показывают, что при жаберной локализации криптокариоза заболевание нередко развивается быстрее по сравнению с типичной формой и сопровождается гибелью рыб в короткие сроки после появления первых признаков. Это, по-видимому, обусловлено как первостепенным значением жаберного аппарата в обеспечении газообмена, так и характером поражения ткани при высокой плотности паразита.

В совокупности полученные данные подтверждают необходимость пересмотра диагностических подходов к криптокариозу. Ориентация исключительно на кожные проявления заболевания может приводить к пропуску случаев с преимущественной жаберной локализацией. В связи с этим при наличии признаков дыхательной недостаточности показано обязательное микроскопическое исследование смыва с жаберного аппарата даже при отсутствии характерных кожных изменений.

Несмотря на выявленные различия, представленные данные не являются достаточными для таксономического разделения наблюдаемых форм и, вероятно, отражают внутривидовую изменчивость паразита или существование популяций, различающихся по патогенезу и клиническому проявлению. Такая интерпретация соответствует современным данным, согласно которым изоляты *Cryptocaryon irritans* могут различаться по биологическим свойствам и патогенности (Matsuoka et al. 2026). Дальнейшие исследования, включая молекулярные и экспериментальные подходы, необходимы для уточнения природы выявленных различий.

Полученные данные имеют практическое значение для систем с высокой плотностью посадки, где скорость развития патологического процесса критична.

### Выводы

В условиях аквариумного содержания выявлены два устойчиво различающихся клинических варианта протекания криптокариоза: типичная (с преимущественным поражением кожного эпителия) и жаберная (с локализацией паразита в жаберной ткани). Жаберная форма может протекать без выраженных кожных проявлений, что существенно затрудняет её выявление при визуальной диагностике.

Наблюдаемые различия в клинической картине, локализации и морфологических особенностях трофантов допускают существование биологически различных вариантов паразита, однако не являются достаточными для их таксономического разделения.

Для повышения эффективности диагностики криптокариоза необходимо учитывать возможность жаберной локализации паразита и использовать микроскопическое исследование жабр у рыб с признаками дыхательной недостаточности.

### Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам службы формирования экспозиций и учета гидробионтов за содействие в ведении и сопровождении системы учета гидробионтов. Работа частично выполнена с использованием оборудования и инфраструктуры ЦКП «Приморский океанариум».

### Приложение (Supplement)

Дополнительные материалы (видео), иллюстрирующие локализацию и движение трофантов *C. irritans* в жаберной ткани, представлены как оригинальные данные настоящего исследования и доступны в репозитории Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19435180>.

Supplementary video illustrating the localization and movement of *C. irritans* trophonts in gill tissue is provided as original data from the present study and is available in the Zenodo repository: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19435180>.

### Литература (References)

- Aquatic Animal Diseases*. <https://aquahealth.wordpress.com/2013/12/08/cryptocarryon-irritans-the-most-dangerous-killer-of-marine-fish-2/> (accessed on 07 April 2026)
- Brown E. M.** 1951. *Cryptocaryon irritans* gen. et sp. n. In: Agenda and Abstracts of the Scientific Meetings of the Zoological Society of London, 1950, pp. 1–2.
- Burgess P. J., Matthews R. A.** 1994. *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora): photoperiod and transmission in marine fish. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 74: 535–542. <https://doi.org/10.1017/S0025315400047652>
- Chong R.** 2015. Part 5 – Parasitic diseases. In: Pathology of Cultured Fish in Hong Kong. Hong Kong, China: Agriculture, Fisheries and Conservation Department, pp. 145–146.
- Cardoso P. H. M., Soares H. S., Martins M. L., Balian S. de C.** 2019. *Cryptocaryon irritans*, a ciliate parasite of an ornamental reef fish yellowtail tang *Zebrasoma xanthurum*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 28: 750–753. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612019033>
- Chong Y. C., Chao T. M.** 1986. Protozoal diseases. In: Common diseases of marine foodfish. Singapore: Primary Production Dept., Ministry of National Development, pp. 11–13.
- Colorni A., Burgess P.** 1997. *Cryptocaryon irritans* Brown 1951, the cause of ‘white spot disease’ in marine fish: an update. *Aquarium Sciences and Conservation* 1: 217–238. <https://doi.org/10.1023/A:1018360323287>
- Dan X. M., Li A. X., Lin X. T., Teng N., Zhu X. Q.** 2006. A standardized method to propagate *Cryptocaryon irritans* on a susceptible host pompano *Trachinotus ovatus*. *Aquaculture* 258: 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.026>
- Diamant A., Issar G., Colorni A., Paperna I.** 1991. A pathogenic *Cryptocaryon*-like ciliate from the Mediterranean Sea. *Bulletin of The European Association of Fish Pathologists* 11: 122–124.
- Jee B., Kim K., Park S., Kim Y.** 2001. A new strain of *Cryptocaryon irritans* from the cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Diseases of Aquatic Organisms* 43: 211–215. <https://doi.org/10.3354/dao043211>
- Jose Priya T. A., Karunakaran C., Nath A., Kappalli S.** 2023. Transcriptomic variation of *Amphiprion percula* (Lacepède, 1802) in response to infection with Brown, 1951. *Marine Biotechnology* 25(6): 858–890. <https://doi.org/10.1007/s10126-023-10246-z>
- Kaige N., Miyazaki T.** 1985. A histopathological study of white spot disease in Japanese flounder. *Fish Pathology* 20: 61–64. <https://doi.org/10.3147/jsfp.20.61>
- Luo X.-C., Xie M.-Q., Zhu X.-Q., Li A.-X.** 2007. Protective immunity in grouper (*Epinephelus coioides*) following exposure to or injection with *Cryptocaryon irritans*. *Fish & Shellfish Immunology* 22: 427–432. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2006.04.011>
- Matsuoka H., Iwatsuki T., Kotake M., Honryo T., Shirakashi S., Itoh N., Watanabe Y.** 2026. Intraspecific variation in the characteristics of *Cryptocaryon irritans* isolated in Japan. *Journal of Fish Diseases*: e70177. <https://doi.org/10.1111/jfd.70177>
- Nigrelli R. F., Ruggieri G. D.** 1966. Enzootics in the New York Aquarium caused by *Cryptocaryon irritans* Brown, 1951 (= *Ichthyophthirius marinus* Sikama, 1961), a histophagous ciliate in the skin, eyes and gills of marine fishes. *Zoologica: scientific contributions of the New York Zoological Society* 51: 97–102. <https://doi.org/10.5962/p.203286>
- Yambot A., Song Y.-L., Sung H.-H.** 2003. Characterization of *Cryptocaryon irritans*, a parasite isolated from marine fishes in Taiwan. *Diseases of Aquatic Organisms* 54: 147–156. <https://doi.org/10.3354/dao054147>