ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ХИТРИДИЕВОГО ГРИБА *RHIZOPHYDIUM MAMMILATUM* (BRAUN) FISHER– ПАРАЗИТА ЖЕЛТОЗЕЛЕНОЙ ВОДОРОСЛИ *TRIBONEMA GAYANUM*PASH

М.А. МАМКАЕВА [1]
Санкт-Петербургский Государственный Университет кафедра микробиологии, Санкт-Петербург, 16 линия дом 28, (812)3213358, art-bio@ya.ru

Abstract. Among the lower fungi parasitism is widespread. One of the most commonly affected objects is microscopic algae. Interaction in the system "host-parasite" are poorly understood, both in natural conditions and in culture. Rhizophydium mammilatum – parasite yellow-green alga Tribonema gayanum is one of the most common chytrid fungi in the North-West of the Russian Federation. The ability to detect, and elimination of the parasite gives us an idea of its distribution in nature. Culturing the parasite in the binary culture "host-parasite" gives the prospects of using these objects as a model system for studying aspects of parasitism of microscopic eukaryotes.

Ключевые слова: паразиты водорослей, Rhizophydium mammilatum, Tribonema gayanum, обнаружение паразитов водорослей.

Введение

Паразитизм – очень широкая форма взаимоотношений в природе [13]. Это явление часто встречается среди примитивных грибов, относящихся к группе Chytridiomycota, при этом одними из наиболее часто поражаемых объектов являются водоросли [2]. Роль микроскопических паразитов водорослей в природных экосистемах изучена недостаточно. Известно, что некоторые виды способны вызывать эпифитотии [2,8]. При этом взаимодействия в такой системе «паразит-хозяин» изучены плохо. В настоящей работе представлены данные по распространению, особенностям выделения и культивирования паразитического хитридиевого гриба *Rhizophydium mamillatum* (Braun) Fisher, развивающегося на желто-зеленой водоросли *Tribonema gayanum* Pash. Данный паразитический организм формирует характерные эпибиотические иноперкулятные лимоновидные спорангии на водоросли, размером 20×15 мкм, зооспоры 2 мкм в диаметре, покоящихся спор не наблюдается [2]. Северо-Запад РФ (в частности Ленинградская область) – один из наиболее изученных регионов РФ в отношении хитридиевых грибов [1]. Впервые данный организм для Северо-Запада РФ был описан Сербиновым [9] и повторное обнаружение было опубликовано в 2000 году [4]. Данная работа была проведена для оценки частоты встречаемости *Rhizophydium mamillatum*, а также с целью выделения в культуру данного организма.

Материалы и методы

Сбор проб осуществлялся в весенне-летний период. К предварительно выращенной культуре *T. gayanum* (CALU 20) (CALU – коллекция культур водорослей лаборатории микробиологии Биологического института Санкт-Петербургского Государственного Университета) в 100 мл среды №1 [3] добавлялось 100 мл пробы воды. Затем зараженная культура водоросли помещалась в люминостат, после чего регулярно микроскопировалась в течении 30 дней. Выделение в культуру осуществлялось капиллярным методом. Культивирование проводилось при температуре 20 °С на люминостате при величине светового потока 25μмоль фотонов $м^{-2}с^{-1}$, обеспечиваемого лампами дневного света. Всего было исследовано 50 водоемов и выделено 3 штамма паразитического хитридиевого гриба *Rhizophydium mamillatum*.

Результаты и обсуждение

Наличие паразита *Rhizophydium mamillatum* в водоемах С-З РФ представлено в таблице 1. Из 50 водоемов паразит был обнаружен в 12, что говорит о его относительно широком распространении в данном регионе. Пробы отбирались как в крупных водоемах – озеро Перетно (Новг. обл), Финский залив (Выборг, Санкт-Петербург), Окуловское озеро (Новг. обл), Нарвское водохранилище (Кингисеппский р-н), река Равань (Лен. обл), Ладожское озеро (д. Кошкино), река Кренично (Новг. обл), так и в небольших (пруды, придорожные канавы). При этом паразит ни разу не обнаруживался в проточных водах и в заболоченных водоемах. Наиболее часто данный паразит обнаруживался в гетеротрофных водоемах (придорожные канавы, пруды, большие лужи) – 9 проб. Наличие характерных морфологических признаков позволяет легко идентифицировать данный организм в пробе воды. Очевидно, что некоторые паразиты в той или иной степени могут влиять на численность водорослей. Так, изучение фитопланктона в озерах Англии показало, что при увеличении численности паразитического хитридиевого гриба *R. planktonicum* Canter уменьшало количество водоросли Asterionella. Некоторые виды паразитов поражали лишь ослабленные клетки водорослей, а вид *Zygorhizidium melosirae* Canter встречался спорадически и не оказывал сильного влияния на плотность популяции [10,11,12]. Исследование хитридиевого гриба *Zygorhizidium planktonikum* Canter паразитирующего на диатомовой водоросли *Asterionella Formosa* Hass. показало, что большую роль на взаимодействие «паразит-хозяин» играет температура окружающей среды. Так, при низких температурах развитие паразита подавляется, в то время как повышение температуры усиливает инфекцию водоросли [19]. Исследование этой же системы «Паразит-хозяин» в природных условиях показало, что холодные зимы способствуют последующему активному

цветению Asterionella и, как следствие, всплеск инфекции хитридиевого гриба на водоросли. Высокая плотность популяции водоросли облегчает передачу зооспор. В мягкие зимы подобного явления не наблюдается, и инфекция остается умеренной. При этом сокращение популяции водоросли, как результат низкого уровня инфекции, позволяет другим видам занять доминирующее положение в экосистеме. Таким образом, понятно, что взаимодействия «паразит-хозяин» крайне сложные, и на них способны оказывать влияние и другие факторы [16]. Помимо влияния на межвидовой состав фитопланктона известны данные, когда хитридиомикоз может увеличивать генетическое разнообразие клональных микроорганизмов во время цветения. Генотип-специфический паразитизм может быть одним из механизмов поддержания высокого генотипического разнообразия внутри такой популяции [15]. Специфичность у различных паразитических грибов – может варьировать в пределах вида. Так два штамма *Rhizophydium mammilatum* отличались по своей способности поражать различные виды водорослей. Встречаются как широко специфичные паразиты, так и узкоспецифичные, развивающиеся на определенных систематических группах водорослей или на одном виде [5,6]. Отличаются паразиты и по своей агрессивности. Если некоторые вызывают умеренные инфекции, то другие способны поражать всю популяцию водоросли [7]. В настоящий момент считается, что помимо взаимодействия с хозяином паразитические хитридиевые входят в состав пищевых цепей за счет того, что служат пищей для зоопланктона. Таким образом, при высокой инфекции фитопланктона, питательные вещества переходят к зоопланктону посредством зооспор паразитических хитридиевых грибов. Это явление было названо "Mycoloop", вероятно оно может играть большую роль в формировании водных экосистем [17]. Большое количество паразитических хитридиевых грибов описано для желто-зеленой водоросли *Tribonemagayanum* , что, возможно, связано с особенностями строения данного хозяина, что требует дополнительных исследований [2,9, 14,18]. Изучение этих паразитов в Ладожском озере показало, что наиболее часто встречаются виды *R. mamillatum, Chytridiumla genula* Braun*, R. sp.* Количественный учет паразитов показал, что их концентрация может сильно варьировать для разных водоемов, а кроме того видовой состав для разных бассейнов Ладожского озера отличался [14]. Данные проведенной нами работы совпадают с предыдущими данными по распространению *Rhizophydium mamillatum*. Можно предполагать, что *Rhizophydium mamillatum* является постоянным участником водных экосистем и, вероятно, оказывает влияние на численность некоторых микроскопических водорослей и, возможно, формирует трофические связи с зоопланктоном. Частое обнаружение паразитического гриба в небольших гетеротрофных

водоемах может свидетельствовать о том, что данный организм предпочитает именно такие места обитания. Широкое распространение, относительная простота обнаружения и выделения данного паразита дает перспективы его использования в модельной системе «Паразит-хозяин».

Выводы

Данная работа показала, что паразитический хитридиевый гриб *Rhizophydium mamillatum* имеет относительно широкое распространение в водоемах Северо-Запада Российской Федерации. Наиболее частые места обнаружения данного паразитического хитридиевого гриба – небольшие гетеротрофные водоемы. Полученные штаммы данного организма устойчиво культивируются в бинарной культуре с использованием водоросли-хозяина.

Список литературы

1. Голубева О.Г. Пресноводные хитридиевые грибы Ленинградской области. Микология и фитопатология.1982, №5, с.385-388
2. Голубева О.Г. Класс //Определитель грибов России. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 168с.
3. Громов Б.В, Титова Н.Н. CALU–коллекция культур водорослей лаборатории микробиологии Биологического института Санкт-Петербургского Государственного Университета// Каталог культур микроводорослей в коллекции СССР. – Москва, 1991. – С.76-127
4. Мамкаева М.А., Громов Б.В., Развитие хитридиевого гриба *Rhizophydiummamillatum*Fisher в культуре желтозеленой водоросли *Tribonemagayanum*Pash. //Тезисы докладов : VII молодежная конференция ботаников в Санкт-Петербурге, СПГУТД, Санкт-Петербург, 2000, с.71 (1)
5. Мамкаева М.А., Плющ А.В., Мамкаева К.А.. Субстратная специфичность хитридиевых грибов, паразитирующих на микроскопических водорослях// Тезисы докладов: «Глобализм и глобалистика: проблемы ноосферы, экологии и молодежи». Десятая научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 2003, с.130-132 (2)
6. Мамкаева М.А., Плющ А.В., Мамкаева К.А., О некоторых особенностях штаммов *Rhizophydiummamillatum*Fisher, выделенных из пресноводных водоемов Северо-Запада Российской Федерации// Микология и Фитопатология. 2006, №5, с.110-113
7. Мамкаева М.А., Взаимоотношение паразитических хитридиевых грибов с водорослями-хозяевами//Тезисы докладов: Грибы и водоросли в биоценозах, Макс-Пресс, Москва, 2006, с.106
8. Мюллер Э., Леффлер В. Микология. – М.:Мир, 1995. – 343с.
9. Сербинов И.Л. Организация и развитие некоторых ChytridineaeSchroet.// Ботанические записки,1907. – Вып.24. – С.65-70
10. Canter H.M.&Lund J.W.G. Studies on plankton parasites. I. Fluctations in the numbers of Formosa Hass. In relations to fungal epidemies//New Phytologist. – 1948. – V.47. – P.238-261

11. Canter H.M.&Lund J.W.G. Studies on plankton parasites. III. Examples of the interaction between parasitism and other factors determing the growth of diatoms//Ann.Bot. (N.S.). – 1951. – V.15. – P.359-371
12. Canter H.M.&Lund J.W.G. Studies on plankton parasites. II. The parasitism of diatoms with special reference to lakes in English Lake District//Trans. Brit. Mycol. Soc. – 1953. V. 36. – P. 14-37
13. Cavalier-Smith T., Kingdom protozoa and its 18 phyla// Microbiologycal Reviews, 57 (4), 1993. – pp. 953 – 994
14. Gromov B.V., Mamkaeva K.A., Pljusch A.V., Voloshko L.N., Mamkaeva M.A. Estimation of the content of certain algal parasites in Ladoga Lake and adjacent water bodies//Algological studies. – 2002. – V.145,№ 107. – P. 151 – 160
15. Gsell, A.S. , De Senerpont Domis, L.N., Verhoeven, K.J.F., Van Donk, E., Ibelings, B.W. Chytrid epidemics may increase genetic diversity of a diatom spring-bloom//ISME Journal, Volume 7, Issue 10, October 2013, Pages 2057-2059
16. Ibelings, B.W. , De Bruin, A., Kagami, M., Rijkeboer, M., Brehm, M., Van Donk, E. Host parasite interactions between freshwater phytoplankton and chytrid fungi (Chytridiomycota) // Journal of Phycology,Volume 40, Issue 3, June 2004, Pages 437-453
17. Kagami M., Miki T., Takimoto G. Mycoloop Chytrids in aquatic food webs// Frontiers in Mycrobiology, vol.5, Issue APR, 2014, Article 166
18. Sparrow F.K. Aquatic Phycomycetes//Ann. Arbor. 1960. 1187p
19. Van Donk E. The effect of fungal parasitism on succession of diatoms in lake Maarsseveen I (The Netherlands)//Freshwater Biology, 13(3), pp. 241 – 251