

ПЛАЗМОДИОФОРИДЫ КАК ВОЗМОЖНЫЕ В АБХАЗИИ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ ПАРАЗИТЫ ГРИБОВ, МИКОИДОВ, ВОДОРΟΣЛЕЙ И ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Кузнецов Е.А., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, fungi@km.ru

Кудряшов М.А., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, fungi@km.ru

Представители небольшой группы микоидных (грибоподобных) плазмодиофоридовых организмов являются важным компонентом водных и наземных экосистем. Они являются облигатными внутриклеточными паразитами водных грибов и микоидов, водорослей, водных и наземных высших растений, вызывают при заражении гипертрофию (ненормальное разрастание) и (или) гиперплазию (ненормально усиленное деление) клеток хозяина. Некоторые виды являются переносчиками вирусов растений. Наиболее известны и многосторонне изучены два широко распространённых наземных вида плазмодиофорид – возбудитель килы капусты и других крестоцветных *Plasmodiophora brassicae* Woronin 1877 и возбудитель порошистой парши картофеля и других паслёновых *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerheim 1891 [syn.: *Spongospora solani* (Wallr.) Brunhorst 1887]. Достаточно хорошо изучен и паразит свёклы *Polymyxa betae* Keskin 1964.

Длительное время микологи относили плазмодиофорид к грибам или к слизевикам (слизистым грибам = миксомицетам), протозоологи – к различным группам простейших. В микологической литературе эти организмы известны у разных авторов под различными названиями – плазмодиофоровые, плазмодиофоровые миксомицеты (слизевики), плазмодиофориды, эндопаразитические (внутриклеточные) слизевики, паразитические слизевики, фитомиксины, в протозоологической литературе ныне принято единое название – плазмодиофориды. Мы поддерживаем название «плазмодиофориды», как наиболее точно определяющее место этих организмов в системе живых организмов. В настоящее время их выделяют в самостоятельный микоидный отдел (тип) *Plasmodiophorida* (=Plasmodiophoro-mycota, Plasmodiophorea), обычно включающий 10 родов с 30 видами, в т.ч. 14 водных (Dylewski, 1990; Alexopoulos et al., 1996), другие учёные выделяют большее или меньшее количество родов и видов (Palm, Burk, 1933; Sparrow, 1960; Karling, 1968; Waterhouse, 1973). Плазмодиофориды - монофилетичная группа, родственная жгутиковым простейшим (Barr, 1983), о чем свидетельствует состав РНК и то, что покоящиеся споры содержат в своих стенках хитин. Ранее некоторые авторы рассматривали эту группу как рано отклонившуюся ветвь настоящих миксомицетов *Myxogastriida* (=Мухомycota), эволюционировавшую в условиях внутриклеточного паразитизма (Karling, 1968). В настоящее время отдел плазмодиофорид относят к царству простейших организмов *Protoctista* (=Protista), включающий ещё и три других микоидных отдела – акразиевые (*Acrasida*) и диктиостелиевые (*Dictyostelida*) клеточные слизевики, а также миксогастриды (*Myxogastriida*=Мухомycota), называемые также настоящими слизевиками (Кузнецов, 2003).

В жизненном цикле большинства плазмодиофорид имеются две различные плазмодиальные фазы, но не во всех видах и даже родах цикл прослежен полностью. Заражение хозяина происходит в водной или капельно-водной среде при помощи первичных и вторичных зооспор с двумя передними, гладкими, бичевидными жгутиками неравной длины, более длинный направлен вперёд, короткий (который может появиться

позже, и малозаметен) – назад. Из толстостенной покоящейся споры (цисты) выходит первичная зооспора, которая в воде или во влажной почве приплывает (доползает) к клетке будущего хозяина и прикрепляется к её поверхности. Жгутики вытягиваются, образуя специальную органеллу, которая представляет собой шипоподобную, очень твёрдую, ростовую трубку, которая пробивает стенку клетки и обеспечивает быстрое проникновение паразита внутрь. В заражённой клетке образуется миксамёба, которая развивается в многоядерный первичный, или спорангиальный, плазмодий. Он делится и может распространяться из клетки в клетку, а через некоторое время превращается в один или несколько (сорус) тонкостенных зооспорангиев. Вторичные зооспоры, выходящие из зооспорангия, также заражают клетки хозяина, образуя в них многоядерный вторичный, или спорогенный (цистогенный), плазмодий, который формирует толстостенные покоящиеся цисты, часто собранные в сорусы. Из каждой такой цисты выходит первичная зооспора, и цикл начинается снова.

Плазмодиофориды подробно описаны в ряде работ (Cook, 1933; Palm, Burk, 1933; Karling, 1968; Waterhouse, 1973; Olive, 1975; Dylewski, 1990). Наземные виды обнаруживаются на многих сосудистых растениях – на злаковых, маревых, пасленовых, крестоцветных и др. Водные виды встречаются преимущественно в пресноводных местообитаниях, гораздо реже они обнаруживаются в морских биотопах. Сведений о находках плазмодиофорид в естественных биотопах бывшего СССР очень мало (Курсанов, 1954; Наумов, 1954; Kuznetsov, Vekhov, 2001; Кузнецов, 2003; Кузнецов, Кудряшов, 2004; Кузнецов, Тарасов, в печати).

В настоящее время специалистов по этой группе в России, да и в странах всего мира, очень мало, исключение – фитопатологи, работающие с плазмодиофоридовыми паразитами сельскохозяйственных культур: капусты, картофеля, табака, свеклы. Водные плазмодиофориды исследовать надо, как правило, только в живом, не фиксированном виде, необходимо проследить жизненный цикл паразита (включая зооспоровые и амёбидные стадии) в заражённых клетках сразу после сбора организма-хозяина. Такое исследование живого объекта представляет заметные трудности при микроскопировании, так как необходимо при этом сохранять все условия среды обитания, как хозяина, так и паразита. Наземные плазмодиофориды можно идентифицировать и на гербарных образцах высших растений, хотя желательно иметь и свежий материал. Из-за малого числа специалистов и трудностей видового определения плазмодиофоридовые паразиты считаются редкими организмами, хотя на самом деле некоторые виды достаточно обычны. В тех районах, которые исследуются на протяжении многих лет, биота плазмодиофорид весьма богата, так, например, на территории заполярной Беломорской биологической станции им. Н.А.Перцова Московского университета за 1969-2004 гг. обнаружено 26 морских, пресноводных и наземных видов плазмодиофорид, из которых 8 являлись новыми для науки (Кузнецов, 2003; Кузнецов, Тарасов, в печати). В более теплых регионах, вероятно, должно наблюдаться большее видовое разнообразие этих организмов.

Сведений о находках плазмодиофорид в Абхазии мы в доступной нам литературе не обнаружили. Но, определенно, в этом регионе плазмодиофориды присутствуют. Ботаники, вероятно, находили растения с галлами на листьях, стеблях и корнях, эти галлы часто возникают именно в результате заражения растений плазмодиофоридовыми паразитами. Галлы различной формы и цвета могут иметь размеры от 0,5 мм до 3 и более см, особенно крупные галлы образуются на корнях пораженных растений. Особый интерес представили бы находки плазмодиофорид на эндемиках Абхазии. Авторы данного сообщения были бы весьма признательны ботаникам за присылку на наш электронный адрес информации о случаях обнаружения таких пораженных растений на территории Республики Абхазия.

В первую очередь возможны находки следующих видов плазмодиофорид. На водных грибах, микоидах, водорослях возможны находки видов рода *Woronina*, на водных растениях – *Tetramyxa parasitica* Goebel 1884, на болотных – *Sorosphaera radicalis* Cook 1933, *Tetramyxa triglochinis* Molliard 1907, на наземных злаковых – *Polymyxa graminis* Ledingham 1939, *Sorosphaera graminis* 1911 Schwartz [= *Ligniera junci* (Schwartz) Maire et Tison 1911], на крестоцветных – *Plasmodiophora brassicae*, на маревых – *Polymyxa betae*, на паслёновых – *Spongospora subterranea*. Возможно обнаружение и новых видов плазмодиофорид в Абхазии.

ЛИТЕРАТУРА

- Курсанов Л.И. Класс Phytomyxinae. Семейство Plasmodiophoraceae. Семейство Woronipaseae // Определитель низших растений. Т. 3. Грибы (редактор Л.И. Курсанов). М.: Советская наука, 1954. С. 23-24, 29-30.
- Кузнецов Е.А. Грибные и грибоподобные организмы морских, солоноватоводных и пресноводных водоёмов. М.: Изд-во «Академия цветоводства», 2003. 122 с.
- Кузнецов Е.А., Кудряшов М.А. Плазмодиофоровые эндопаразиты прибрежно-водных растений // Биотехнология – охране окружающей среды (часть I). М.: Изд-во «Спорт и культура», 2004. С. 88-94.
- Кузнецов Е.А., Тарасов К.Л. Водные и наземные слизевики ББС МГУ // Тр. Беломорской биологической станции МГУ. Т. 10 (в печати).
- Наумов Н.А. Флора грибов Ленинградской области. Т.1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 20-24, 40-44.
- Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell M. Phylum Plasmodiophoromycota. Endoparasitic slime molds // Introductory mycology. 4th Ed. - New York: John Wiley & Sons, 1996. Inc. P. 751-758.
- Barr D.J.S. The zoosporic grouping of plant pathogens. Entity or non-entity // Zoosporic plant pathogens. Ed. S.T.Buczacki. New York: Academic Press, 1983. P. 43-83.
- Cook W.R.I. A monograph of the Plasmodiophorales // Arch. Protistenk, 1933. Bd. 80. S. 179-254.
- Dylewski D.P. Phylum Plasmodiophoromycota // Handbook of Protoctista. Eds. L.Margulis et al. Boston: Jones & Barlett, 1990. P. 399-416.
- Karling J.S. The Plasmodiophorales. 2nd completely revised edition. New York-London: Hafner Publishing Company, 1968. 256 p.
- Kuznetsov E.A., Vekhov V.N. Marine fungi inhabiting eelgrass *Zostera marina* L. in the White Sea // Ecological Studies, Hazards and Solutions, 2001. Vol. 5. P. 16-17.
- Olive L.S. The Mycetozoons. New York, San Francisco, London: Academic Press, 1975. 293 p.
- Palm B.T., Burk M. The taxonomy of the Plasmodiophoraceae // Arch. Protistenk, 1933. Vol. 79. P. 263-276.
- Sparrow F.K., Jr. Aquatic Phycomycetes. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1960. 1187 p.
- Waterhouse G.M. Plasmodiophoromycetes // The Fungi, Vol. IV B. Eds. G.C.Ainsworth, F.K. Sparrow, Jr., A.S.Sussman. London: Academic, 1960. P. 75-82.