

УДК 537.533.35 : 581.557.24

БОТАНИКА

М. А. ПРОЦЕНКО, Н. М. ШЕМАХАНОВА, Л. В. МЕТЛИЦКИЙ

**НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ УЛЬТРАСТРУКТУРЕ МИКОРИЗЫ
ГОРОХА PISUM SATIVUM L.**

(Представлено академиком А. И. Опариным 31 VIII 1970)

Ультраструктура взаимоотношений растения-хозяина и гриба в эндотрофных микоризах изучалась очень мало — известны лишь две работы (⁶, ⁹). Между тем, исследование этого вопроса позволило бы приблизиться к пониманию процессов, происходящих при совместном существовании гриба-эндифита и растения-хозяина.

Мы изучали электронномикроскопическую картину эндотрофной микоризы гороха посевного. Микориза гороха представляет собой фикомицетную микоризу арбускулярно-везикулярного типа. Согласно имеющимся в литературе описаниям (³, ⁵, ⁶), представленная ниже электронномикроскопическая картина относится к концу стадии образования арбускул и к стадии начала переваривания арбускул.

Микоризные растения гороха сорта Пионер выращивали в теплице в почве, взятой с поля, на котором растения гороха были естественно микоризными. В начале цветения растений корни фиксировали в течение 2 час. 2% раствором $KMnO_4$ в водопроводной воде при комнатной температуре. После фиксации материал обезвоживали и заливали в метакрилаты. Срезы, полученные на ультрамикротоме, исследовали под электронным микроскопом JEM-7.

В клетках, содержащих микоризный гриб, видны тяжи цитоплазмы, в которых расположены гифы гриба (рис. 1А). Структура органелл клетки-хозяина не отличается существенно от обычных описаний органелл растительной клетки.

Цитоплазма гриба выглядит по-разному даже в гифах, находящихся в одной и той же клетке (рис. 1А). В некоторых гифах видны органеллы обычной для грибов структуры, в других гифах органеллы неразличимы и наблюдается большое количество вакуолей. Нередко в клетке встречаются участки, окруженные кольцом электронно-плотного вещества. По-видимому, их можно считать остатками гиф, содержимое которых полностью разрушено. Клеточная стенка гиф имеет разную толщину (рис. 1Б, Г). На всех просмотренных срезах гифы гриба окружены слоем цитоплазмы клетки-хозяина и не имеют непосредственного контакта с вакуолями. Клеточная стенка гиф отделена от цитоплазмы хозяина чехлом из аморфного вещества, ограниченным со стороны цитоплазмы извилистой мембраной. Ширина чехла различна около разных гиф (рис. 1Б, Г). Иногда вблизи чехла в цитоплазме клетки-хозяина можно заметить ограниченные однослойной мембраной пузырьки (рис. 1Г).

На основании данных световой микроскопии последние стадии взаимоотношений гриба и растения-хозяина в эндотрофных микоризах издавна считали перевариванием, фагоцитированием гриба клеткой-хозяином (¹, ²). Электронномикроскопическое изучение микоризы гороха подтверждает эту точку зрения, так как наблюдаемая картина имеет много общего с картиной фагоцитирования микроорганизмов клетками животных (⁷). Чехол с заключенными в нем гифами гриба сходен с фагосомой животной клетки. Изменение размеров и формы ядра описаны в микоризных клетках (¹) и в

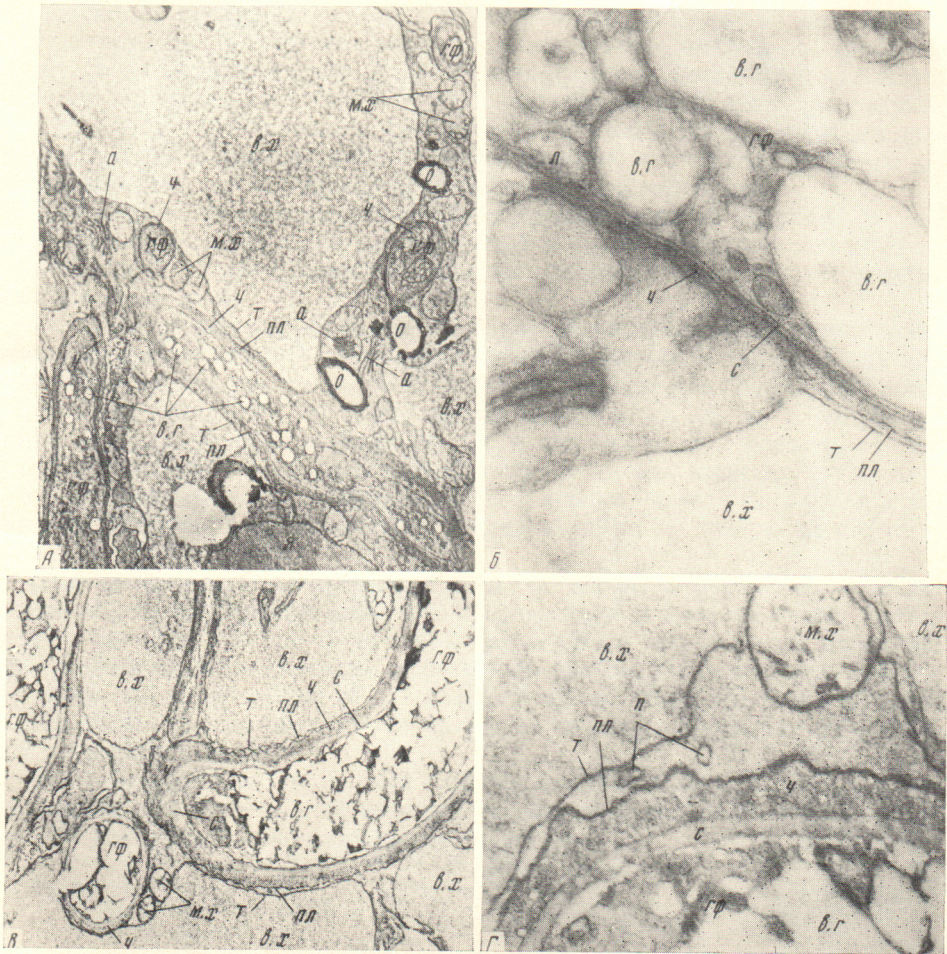


Рис. 1. А — тяжи цитоплазмы с органеллами клетки-хозяина и гифами гриба (3000 ×); Б — тонкий чехол вокруг гифы, имеющей тонкую клеточную стенку (60 000 ×); В — толстый чехол вокруг гифы с разбухшей клеточной стенкой (7500 ×); Г — пузырьки вблизи чехла, окружающего гифу гриба (54 000 ×). Клетка-хозяин: а — аппарат Гольджи, в.х — вакуоли, м.х. — митохондрии, п — пузырьки, п.л — плазмалемма, т — тонопласт, ч — чехол, я — ядро; гифы гриба (гф): в.г — вакуоли, л — ломасома, м.г — митохондрии, о — остатки гиф, с — клеточная стенка, к.г. — клетка гифы

фагоцитах. Известное для фагоцитов увеличение эндоплазматической сети и количества рибосом описано и при микоризе (8). В соответствии с вышесказанным можно считать, что описанные различия в структуре ги́ф обусловлены тем, что они в разной степени подвергались переваривающему воздействию клетки-хозяина. По-видимому, в начале процесса ги́фа имеет нормальное строение органелл и цитоплазмы, тонкую клеточную стенку, и ее окружает сравнительно тонкий чехол (рис. 1Б). В дальнейшем чехол становится более толстым, клеточная стенка ги́фы разбухает, а содержимое разрушается (рис. 1В). Около ги́ф, лишенных содержимого, отсутствует хорошо выраженный чехол. Процесс разрушения ги́ф гриба-эндодита в клетках микоризы описан Сканнерини и Белландо (9). Авторы этого исследования предполагают, что «слоистая зона» (чехол) уменьшается в процессе переваривания. Возможно, они имели дело с поздними стадиями взаимоотношений гриба и клетки-хозяина, что не позволило им отметить наличие узкого чехла вокруг еще не разрушенной ги́фы.

Для подтверждения высказанного предположения об аналогии между процессом фагоцитоза в клетках животных и процессом переваривания ги́ф в микоризных клетках нужны дальнейшие биохимические и гистохимические исследования.

Большой интерес представляет также сопоставление описанной электронномикроскопической картины микоризных клеток с картиной взаимоотношений клетки растения с внедрившимся паразитным грибом. Показано (4), что при внедрении гаустории паразитного гриба в клетку растения-хозяина вокруг гаустории образуется чехол, аналогичный описанному нами. В цитоплазме клетки-хозяина вблизи чехла отмечено наличие пузырьков, которым приписывается функция переноса веществ между паразитом и хозяином. Описано также изменение размеров ядра при внедрении паразитного гриба в клетку (10).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что при развитии взаимоотношений между грибом-микоризообразователем и клеткой корня происходят процессы, в какой-то степени аналогичные тем, которые отмечены при заражении клетки-хозяина паразитным грибом. Не исключено, что эти процессы особенно сходны на начальных стадиях, тогда как более поздние стадии развития микоризы имеют большее сходство с процессом фагоцитоза в клетках животных.

Для интерпретации описанной картины взаимоотношений гриба и клетки-хозяина при эндотрофной микоризе необходимо дальнейшее гистохимическое и электронномикроскопическое изучение.

Институт биохимии им. А. Н. Баха
Академии наук СССР
Москва

Поступило
28 VIII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. Келли, Микотрофия у растений, ИЛ, 1952. 2 В. Л. Комаров, Природа, ноябрь, 1915, стр. 1389. 3 Л. В. Крюгер, И. А. Селиванов, Микология и фитопатология, 2, 5, 378 (1968). 4 С. Е. Враскер, Ann. Rev. Phytopath., 5, 343 (1967). 5 K. Demeter, Flora, 116, 16, 405 (1923). 6 H. Dörr, R. Kollmann, Planta (Berl.), 89, 4, 372 (1969). 7 J. G. Hirsch, Ann. Rev. Microbiol., 19, 339 (1965). 8 D. Lihnell, Symb. Bot. Upsaliensis, 111, 3, 1 (1939). 9 S. Scannerini, M. Bellando, Atti Acad. Sci. Torino, 102, 5, 795 (1968). 10 M. Shaw, Ann. Rev. Phytopathol., 1, 259 (1963).