

УДК 576.31+581.3

ЦИТОЛОГИЯ

Г. М. КОЗУБОВ

УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛЕТОК ЭНДОСПЕРМА И СПОРОДЕРМЫ
В СЕМЯПОЧКЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SILVESTRIS*

(Представлено академиком Н. В. Цициным 20 VIII 1970)

Семяпочка сосны обыкновенной краснинуцеллятная и к моменту созревания состоит из интегумента, нутцеллуса, эндосперма и архегониев. Зародышевый мешок окружен сложной оболочкой — спородермой. Нутцеллус в семяпочке второго года развития состоит из 3 слоев: внешнего, примыкающего к интегументу, среднего и внутреннего (¹). При этом клетки внутреннего слоя, непосредственно окружающие зародышевый мешок, имеют строение, сходное с секреторными клетками, и, по Д. А. Транковскому (²), представляют железистый слой, играющий большую роль в снабжении метаболитами зародышевого мешка.

Для понимания функций этого слоя и формирования спородермы большой интерес представляет изучение тонкого строения их клеток. В настоящий момент ультраструктура почти не изучена. В литературе имеются лишь единичные разноречивые данные по строению спородермы голосеменных (^{3, 4}).

В связи с этим нами проводились электронномикроскопические исследования семяпочек сосны второго года развития в период, предшествующий оплодотворению. Материал фиксировали по Колфилду и заливали в смесь метакрилатов в Эпон 812 (⁵). Препараты просматривали и фотографировали в электронном микроскопе УЭМВ-100.

Общее строение клеток нутцеллуса было описано нами ранее (⁶). В данной статье приведены данные только по ультраструктуре клеток выстилающего слоя и оболочек зародышевого мешка.

Выстилающий слой в семяпочке сосны состоит из округлых клеток, с крупными ядрами. Хроматин в ядрах плотный и распределен в виде отдельных глыбок. Ядра, как правило, расположены в центре клеток. Цитоплазма в клетках обильно насыщена различными органеллами. Эндоплазматический ретикулум образует длинные каналы и в основном образован гладкими мембранными. Часто наблюдаются параллельные ряды из нескольких каналов эндоплазматического ретикулума. Рибосомы и полисомы лежат свободно, иногда образуют отдельные скопления. В клетках содержатся многочисленные пластиды, часть из которых имеет гранулы крахмала с признаками начавшегося лизиса. Ламеллы в пластидах расположены постепенно, матрикс несколько светлее гиалоплазмы. Митохондрии относительно немногочисленны, овальной формы, часто локализованы париетально. Упаковка крист не плотная. Диктиосомы встречаются редко и состоят из 5—7 цистерн. Большинство из них находилось в гиперсекреторном состоянии. В цитоплазме выстилающего слоя много мелких вакуолей, которые плотно примыкают друг к другу, образуя ячеистые структуры. В клетках весьма многочисленны липидные глобулы, имеющие на срезах волнистые очертания, локализованные пристенно.

Выстилающий слой непосредственно не примыкает к зародышевому мешку, а отделен от последнего полостью. Клеточные стенки, обращенные к спородерме, лизируют, и между клетками имеются глубокие каналы.

В их цитоплазме также образуются полости, соединяющиеся каналами с полостью, окружающей зародышевый мешок. В полостях и каналах наблюдалось скопление мелких телец, имеющих 0,2—0,4 μ в диаметре (рис. 1а). Плотность их неоднородная: высокая по периферии и низкая в центральной части. По характеру локализации и по строению они весьма схожи с тельцами Убиша, изученными ранее в клетках выстилающего слоя пыльников растений^(7, 8). В полости, окружающей зародышевый мешок, также встречаются отдельные аналогичные структуры и фибрillлярный материал.

Спородерма на электронных микрофотографиях состоит из четырех компонентов: 1) внутренней извилистой мембраны, аналогичной плазмалемме; 2) плотного гомогенного слоя 0,35—0,40 μ толщиной; 3) слоя мелких электронно-плотных глобул 0,03—0,05 μ в диаметре, образующих иногда цепочки; 4) внешнего слоя, состоящего из плотных глобул, 0,2—0,3 μ в диаметре (рис. 1, б, в). В третьем слое наряду с глобулами имелись мелкие фибрillы. Толщина этого слоя составила 1,1—1,2 μ , а слоя крупных гранул (четвертого) 0,7—1,0 μ .

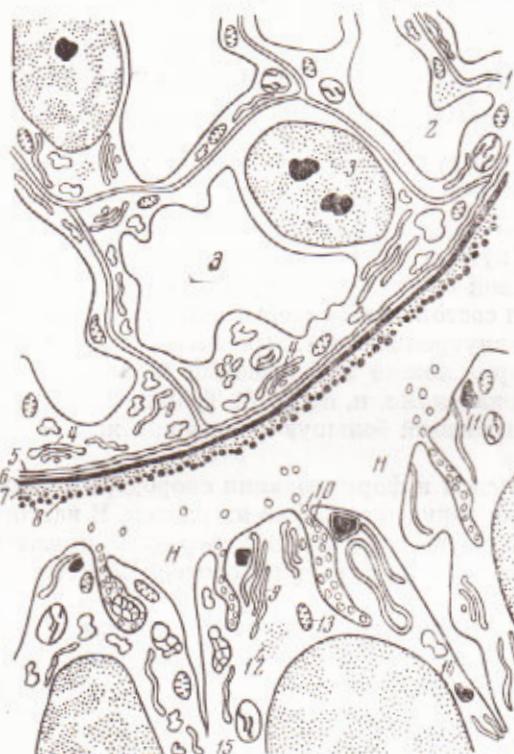
Общая толщина спородермы около 3 μ , что совпадает с данными, полученными световой микроскопией^(1, 9).

В эмбриологии голосеменных спородерма обычно подразделяется на экзо- и эндоспору⁽¹⁾. Она фактически состоит из 4 компонентов, которые четко прослеживаются на большей части ее протяжения. В связи с этим, по нашему мнению, целесообразно выделить

Рис. 2. Схема клеток выстилающего слоя, эндосперма и спородермы в семяпочке сосны. 1 — границы клеток эндосперма; 2 — вакуоль; 3 — ядро; 4 — диктиосома; 5 — плазмалемма и одинарная мембрана спородермы; 6 — эндоспора; 7 — мезоспора; 8 — экзоспора; 9 — каналы эндоплазматического ретикулума; 10 — каналы с неидентифицированными тельцами; 11 — липиды; 12 — рибосомы; 13 — митохондрии; 14 — мелкие вакуоли; 15 — пластиды; 9 — эндосперм; II — выстилающие клетки пыцеллуса

экзоспору — самый внешний слой, состоящий из крупных электронно-плотных гранул; мезоспору — слой, состоящий из мелких гранул и фибрill; гомогенную эндоспору и внутреннюю мембрану спородермы, которая представляет собой одинарную мембрану, прилегающую к плазмалемме клеток эндосперма. Клетки последнего в этот период не имеют четких стенок, однако между ними можно было проследить светлые полоски, разделяющие цитоплазму соседних клеток.

Клетки эндосперма сильно вакуолизированы, и цитоплазма в них расположена в виде длинных тонких, сильно извитых тяжей. Несмотря на небольшой объем, цитоплазма сильно насыщена клеточными органеллами: пластидами, митохондриями, диктиосомами, мембранами эндоплазматического ретикулума. В слое цитоплазмы, прилегающей к спородерме, имеются многочисленные диктиосомы. Общая схема расположения клеток выстилающего слоя, спородермы и эндосперма приведена на рис. 2.



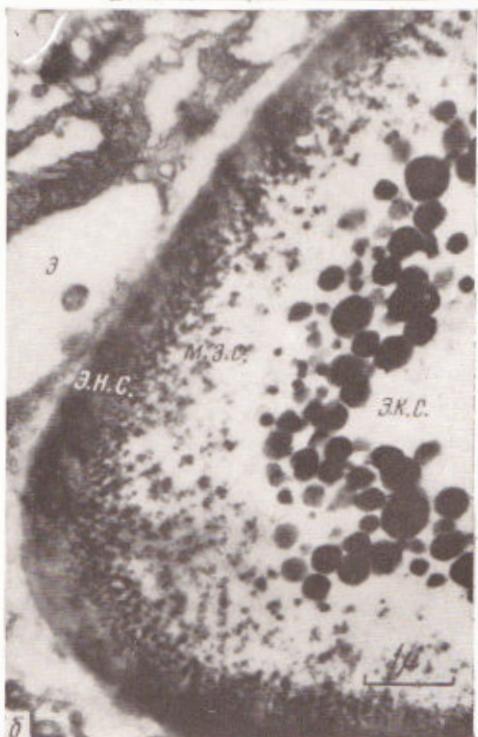
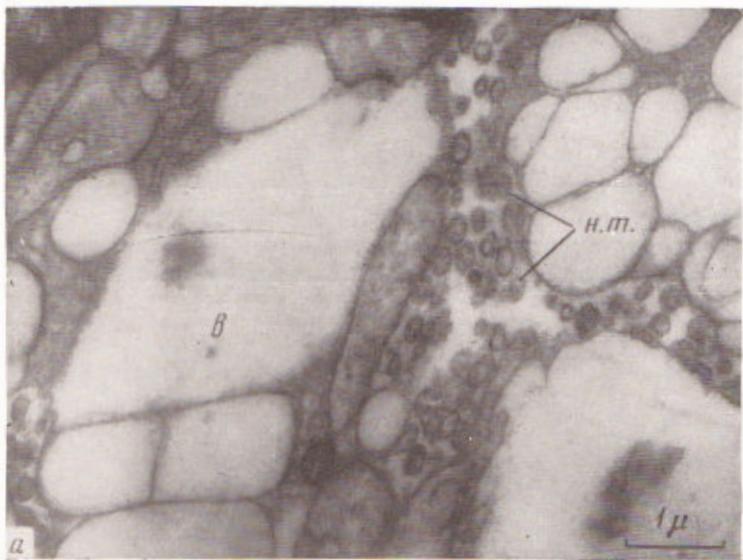


Рис. 1. Фрагмент клетки выстилающего слоя (а); спородерма зародышевого мешка (б, в); и.т. — неидентифицированные тельца; в — вакуоли; э — эндосперм, э.к.с. — экзоспора; м.з.с. — мезоспора; энс — эндоспора; м.с. — мембрана спородермы

Проведенные исследования позволяют сделать предположение, что в семяпочке хвойных клетки выстилающего слоя выполняют функции, сходные с ролью клеток выстилающего слоя пыльников, и поставляют, помимо трофических продуктов, соединения, идущие на построение спородермы. В период формирования спородермы эти клетки образуют периплазмодий. Клетки эндосперма, по-видимому, также принимают участие в процессе формирования спородермы, о чем говорит повышенная активность аппарата Гольджи в зоне, прилегающей к спородерме.

Наблюдаемые тельца в клетках выстилающего слоя, хотя морфологически сходны с тельцами Убиша, не могут быть окончательно идентифицированы, так как известно, что тельца Убиша содержат спорополленин, который не обнаружен в спородерме хвойных. Для их идентификации необходимы электронные цитохимические исследования, которые нами не проводились.

Институт леса
Карельского филиала Академии наук СССР
Петрозаводск

Поступило
17 VIII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ K. Schnarf, *Embryologie der Gymnospermen*, Jena, 1933. ² Н. В. Цингер, Семя, его развитие и физиологические свойства, 1958. ³ K. D. Stewart, E. M. Gifford, Am. J. Bot., 54, № 3 (1967). ⁴ I. Pettitt, J. Linn. Soc., London. (Bot.), 50, № 379 (1966). ⁵ D. Kay, *Techniques for Electron Microscopy*, Oxford, 1967. ⁶ Г. М. Кошубов, М. А. Тихова, Г. М. Сулимова, Лесоведение, № 2 (1970). ⁷ I. Heslop-Harrison, Cell Differentiation. Symp. of the Soc. for Exp. Biol., N.Y., № 17 (1963). ⁸ P. Echlin, H. Godwin, J. Cell Sci., 3, № 2 (1968). ⁹ C. Chamberlain, *Gymnospermen: Structure and Evolution*, Chicago, 1935.