

## РАЗВИТИЕ ПЫЛЬНИКА И МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА *CARDAMINE GRAECA* L. (СЕМ. *BRASSICACEAE*)

Т.Н. КУЗЬМИНА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Известно, что жизнеспособность вида обусловлена его репродуктивной стратегией. Особенности генезиса генеративной сферы, в частности образования тетрад в ходе микроспорогенеза, и такие показатели как размеры, форма и жизнеспособность пыльцевых зерен и зародышевых мешков свидетельствуют об основных тенденциях репродуктивной стратегии вида. Поскольку данные характеристики могут служить показателями экологических условий и жизнеспособности популяции и вида в целом [4], то чрезвычайно важно учитывать эти показатели при изучении естественного возобновления растений, имеющих ограниченный ареал и относящихся к категориям редких, исчезающих и эндемичных видов.

Одним из исчезающих видов флоры Южного берега Крыма является *Cardamine graeca* L., или сердечник греческий (сем. *Brassicaceae*) [6]. Данный вид представляет собой восточно-средиземноморский озимый эфемер, для которого характерно исключительно семенное возобновление.

На сегодняшний день в литературных источниках представлены некоторые сведения по цитоэмбриологии лишь 10 видов рода *Cardamine* [2], который насчитывает более 116 видов [8]. Отсутствие данных о развитии и формировании репродуктивной сферы *C. graeca* свидетельствует о необходимости изучения цитоэмбриологии данного вида, что позволит дополнить эмбриологические данные видового состава сем. *Brassicaceae*.

Целью настоящего исследования было выяснение особенностей генезиса микроспорангия, микроспорогенеза и формирования мужского гаметофита *C. graeca* в связи с оценкой репродуктивных возможностей вида.

### Объекты и методы исследований

Материал для эмбриологических исследований собирали в ценопопуляции, расположенной в районе пгт Санаторное (Мелас). Для фиксации объектов использовали смесь Чемберлена (90:5:5). Цитоэмбриологические препараты приготовлены по общепринятой методике [5]. Толщина парафиновых срезов составляла 8-10 мкм. Препараты окрашивали гематоксилином и алциановым синим [3]. Для анализа средних образцов пыльцы материал фиксировали в смеси Карнуа (9:6:3) с дальнейшей окраской метиловым зеленым и пиронином [7] или ацетокармином [5]. Анализ препаратов проводили с использованием микроскопа Jenaval. Фотографии сделаны цифровой фотокамерой Olympus SP-350. Рисунки выполнены с помощью рисовального аппарата РА-6.

### Результаты и обсуждение

Обоеполые полные цветки у *C. graeca* образуют соцветия в виде кисти. Расположение элементов в цветке пентациклическое. Чашечка и венчик четырехчленные. Лепестки венчика белые обратнойцевидной или обратноовальной формы, с желобчатым ноготком. Четырехсильный андроцей представлен шестью тычинками, расположенными в два круга: во внешнем круге – две короткие латеральные тычинки, а во внутреннем, ближе к завязи, – четыре длинные медиальные тычинки. Пыльники *C. graeca* 4-гнездные, объединенные попарно в две теки, вскрываются интрорзно продольными щелями в базипетальном направлении. Гинецей у *C. graeca* типичный для крестоцветных, образован двумя сросшимися плодолистиками, на границе сростания которых сформирована ложная перегородка, или рамка.

Пыльники закладываются в виде бугорков меристематических клеток. Развитие стенки пыльника происходит в центробежном направлении (рис. 1). Тапетум является производным первичного париетального слоя. Сформировавшаяся стенка пыльника образована 4 слоями: эпидермисом, эндотецием, средним слоем и тапетумом, примыкающим к многослойной

спорогенной ткани (рис. 2).

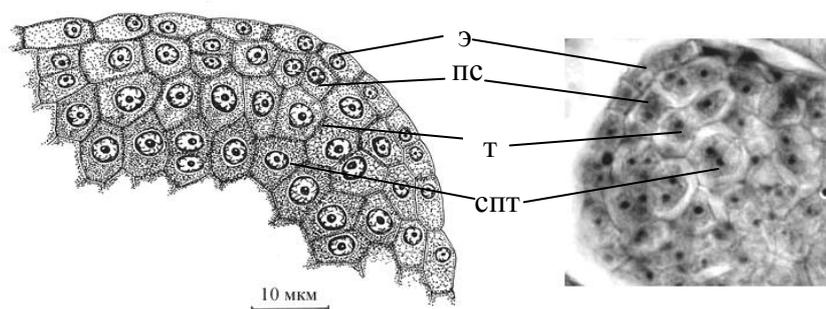


Рис. 1. Формирование стенки пыльника *Cardamine graeca* (пс - парietальный слой, т – тапетум, спт – спорогенная ткань, э – эпидермис)

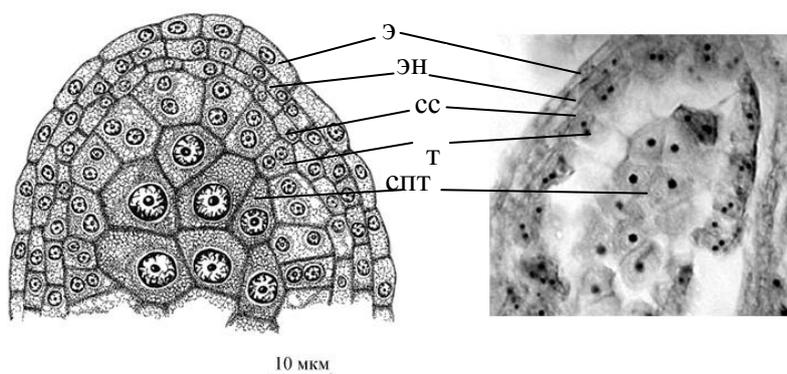


Рис. 2. Сформированная стенка пыльника *Cardamine graeca* (сс – средний слой, эн – эндотеций).

Материнские клетки микроспор крупные, с четко выраженным ядром. В ходе мейоза и образования тетрады микроспор, происходит дегенерация среднего слоя. Развитие микроспор идет по симультанному типу (рис. 3). Микроспоры с густой цитоплазмой и хорошо выраженным ядром в центре расположены в тетраде тетраэдрически (рис. 4). Вследствие дифференцирующего митоза микроспоры образуются вегетативная и генеративная клетки. Генеративная клетка, имеющая линзовидную форму, первоначально занимает пристенное положение, в дальнейшем она отходит от стенки (рис. 5). Впоследствии генеративная клетка делится, образуя два веретеновидных спермия. Таким образом, зрелое пыльцевое зерно *C. graeca* трехклеточное (рис. 6). Для представителей сем. *Brassicaceae* характерно накопление в пыльцевых зернах крахмала, липидов и белков [1], это свойственно и *C. graeca*, о чем свидетельствует интенсивная окраска пыльцы на препаратах, окрашенных гематоксилином и алциановым синим.

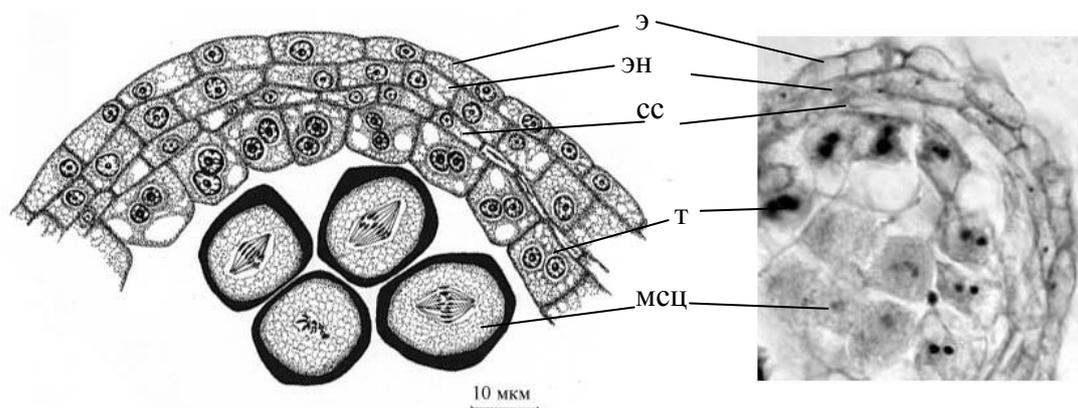


Рис. 3. Гетеротипическое деление микроспороцитов (мсц – микроспороциты).

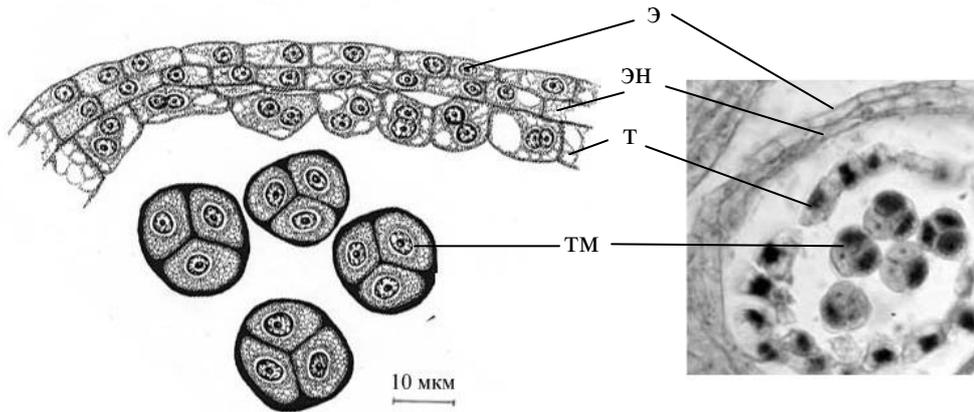


Рис. 4. Тетрада микроспор *C. graeca* (тм - тетрада микроспор).

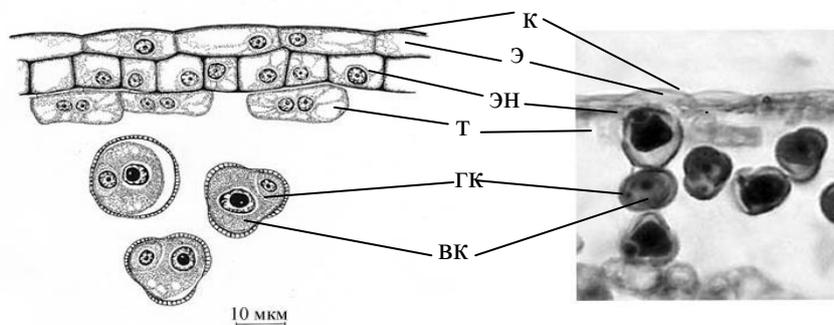


Рис. 5. Двуклеточные микроспоры *Cardamine graeca* (вк – вегетативная клетка, гк – генеративная клетка, к - кутикула).

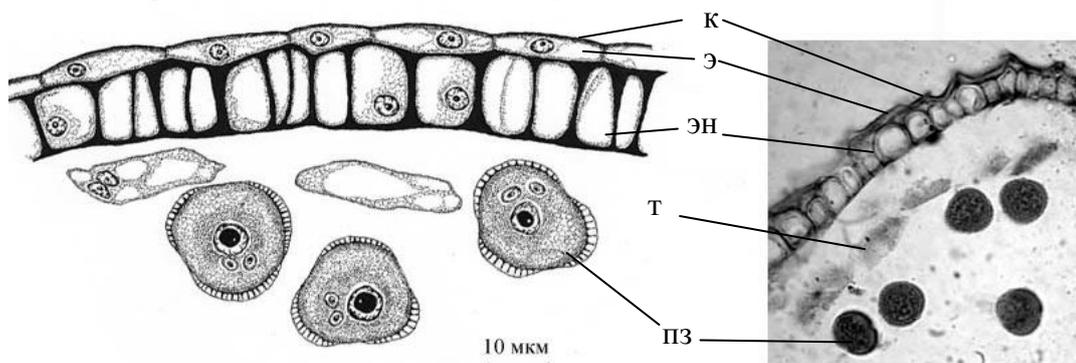


Рис. 6. Стенка зрелого пыльника и сформированная пыльца *Cardamine graeca* (пз – пыльцевое зерно)

Пыльца *C. graeca* желтая, округлой формы, диаметром  $24,97 \pm 0,25$  мкм, меридиально-трехбороздная, с сетчатой поверхностью и столбчатой структурой спородермы. В пыльниках преобладают морфологически нормальные пыльцевые зерна (88,23%), что свидетельствует об отсутствии серьезных нарушений в ходе микроспорогенеза и формирования мужского гаметофита.

Следует отметить, что, начиная со стадии образования тетрад, наблюдаются признаки редукции тапетума, в ходе которой на стадии сформированного мужского гаметофита, тапетум практически полностью лизирован. В зрелом пыльнике можно различить лишь

остаточные структуры тапетума. Таким образом, стенка зрелого пыльника представлена сплюснутыми клетками эпидермиса и эндотецием с фиброзными утолщениями.

### Выводы

1. Формирование четырехслойной стенки пыльника *C. graeca* идет в центробежном направлении. Средний слой дегенерирует в ходе мейоза. Однослойный секреторный тапетум, образованный двухядерными клетками, лизирует к моменту завершения формирования мужского гаметофита. Стенка зрелого пыльника двухслойная, образована уплощенными клетками эпидермиса и фиброзным эндотецием.

2. Микроспорогенез *C. graeca* характеризуется симультанным типом образования тетрады микроспор, расположенных тетраэдрически.

3. Мужской гаметофит представлен меридиально-трехбороздным трехклеточным пыльцевым зерном с сетчатой поверхностью и столбчатой структурой спородермы.

4. Процент морфологически нормальных пыльцевых зерен *C. graeca* свидетельствует об отсутствии серьезных отклонений в ходе микроспорогенеза и образования пыльцы и о высоких потенциальных возможностях мужского гаметофита в процессе реализации репродуктивной стратегии данного вида.

### Список литературы

1. Алимова Г.К. Пыльцевое зерно (мужской гаметофит) // Эмбриология цветковых растений. – Т.1. Генеративные органы цветка / Ред. Т.Б. Батыгина. – СПб.: Мир и семья, 1994. – С. 86-88.

2. Беляева Л.Е., Родионова Г.Б. Семейство Brassicaceae // Сравнительная эмбриология цветковых растений. *Phytolaccaceae – Thymelaeaceae* / Отв.ред. М.С. Яковлев. – Л.: Наука, 1983. – С. 154-164.

3. Жинкина Н.А., Воронова О.Н. О методике окраски эмбриологических препаратов // Бот. журн. 2000. – Т.85, № 6. – С. 168-171.

4. Кордюм Є.Л. Перспективи розвитку цитоембріології покритонасінних рослин // Укр. ботан. журн. 1983. – Т. XL. – № 2. – С. 24-29.

5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1970. – 255 с.

6. Червона книга України. Рослинний світ / Ред.кол.: Ю.Р.Шеляг-Сосонко (відп.ред.) та ін. – К.: Українська енциклопедія, 1996. – 608 с.

7. Шевченко С.В., Ругузов И.А., Ефремова Л.М. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зеленым и пиронином // Бюл. Никит. ботан. сада. 1986. – Вып. 60. – С. 99-101.

8. Schulz O.E. Monographie der Gattung *Cardamine*. – Bot. Jb., 1903. – Bd. 32. – S. 280-623.

*Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Работяговым В.Д.*