

© Полева С.В., Волкова О.А., Косенко Я.В., Леунова В.М., Романова Е.С., Северова Е.Э., Теклёва М.В. Диморфизм пыльцы у представителей семейства *Plumbaginaceae* // Проблемы современной палинологии. Материалы XIII Российской палинологической конференции с международным участием. Сыктывкар. 2011. Т.1. С.56-58.

Диморфизм пыльцы у представителей семейства *Plumbaginaceae*

Полева С.В.,¹ Волкова О.А.,¹ Косенко Я.В.,¹ Леунова В.М.,¹ Романова Е.С.,¹ Северова Е.Э.,¹ Теклёва М.В.²

1. Биологический факультет Московского государственного университета svetlanapolevova@mail.ru
2. Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва.

Pollen dimorphism in the *Plumbaginaceae*.

Polevova S.V.,¹ Volkova O.A.,¹ Kosenko Y.V.,¹ Leunova V.M.,¹ Romanova E.S.,¹ Severova E.E.,¹ Tekleva M.V.²

1. Biological faculty, Lomonosov Moscow State University svetlanapolevova@mail.ru
2. Borissiak Paleontological institute RAS, Moscow.

Проанализированы оригинальные данные и данные литературы о встречаемости диморфизма пыльцы у представителей семейства *Plumbaginaceae*. В подсемействе *Plumbaginoideae* (роды *Ceratostigma*, *Plumbagella*, *Plumbago*) диморфизм выражен слабо, только как тонкие различия особенностей ультраструктуры. Представители другого подсемейства, *Staticoideae* (изучено 58 видов из 8 родов), демонстрируют яркие примеры диморфизма пыльцевых зерен по типу скульптуры: крупносетчатые и сетчатые пыльцевые зерна. Анализ встречаемости разных типов в родах подсемейства позволяет предположить, что диморфизм пыльцы характерен для всех видов.

Original and published data on pollen dimorphism in the *Plumbaginaceae* were analysed. In the subfamily *Plumbaginoideae* (genera *Ceratostigma*, *Plumbagella*, *Plumbago*) dimorphism is weakly expressed, only as fine differences in ultrasculpture features. Species of the subfamily *Staticoideae* (58 species from 8 genera studied) show remarkable examples of pollen dimorphism in sculpture type: coarsely reticulate and reticulate pollen. Analysis of different types in subfamilies genera allows to suggest that pollen dimorphism is characteristic for all *Staticoideae* species.

Диморфизм пыльцы является частным случаем полиморфизма, то есть разнокачественности пыльцевых зерен, обусловленной механизмами самонесовместимости у цветковых растений. В широком смысле полиморфизм пыльцы тесно связан с изменчивостью пыльцевых зерен, как в пределах одного пыльника, так и между разными

особями, популяциями или культиварами. Однако эта проблема имеет отношение к определению нормы и патологии у пыльцевых зерен вида (1). Для многих цветковых в норме характерен полиморфизм апертурного типа, особенно среди поровых и ругатных пыльцевых зерен. В узком смысле слова полиморфизм (обычно диморфизм) пыльцы коррелирует с ди- или тристилией, когда для обеспечения самонесовместимости вырабатывается целый комплекс признаков, формирующий несколько морф цветков. На палиноморфологическом уровне диморфизм может выражаться в размерах пыльцевых зерен (во всех известных случаях), цвете живых пыльцевых зерен (*Campanula*, *Erythronium*, *Linum*, *Lythrum*, *Nigella*), апертурных типах (*Rubiaceae*, *Rutaceae*), типах скульптуры (*Rubiaceae*, *Linaceae*, *Plumbaginaceae*, *Sterculiaceae*, *Primulaceae*). Как особый случай надо упомянуть физиологическую разнокачественность пыльцевых зерен, которая выражается в различиях окрашиваемости красителями протопластов, то есть жизнеспособности пыльцы. Физиологическая разнокачественность пыльцы далеко не всегда сопровождается достоверными различиями морфологии спородермы, но всегда связывается с генетически детерминированным содержимым, то есть с мужским гаметофитом, содержащим спермиогенную клетку или уже спермии.

Наиболее ярким примером диморфизма пыльцы, выраженного особенностями скульптуры, легко заметными даже на светооптическом уровне, являются представители семейства *Plumbaginaceae*. Представители семейства, как правило, являются галофитами и распространены в аридных зонах и по морским побережьям. Такая яркая экологическая приуроченность и легкость узнавания пыльцевых зерен свинчатковых в спектрах делает их чрезвычайно привлекательными для экологических и климатических интерпретаций. Однако определение их пыльцевых зерен дальше уровня семейства является проблематичным, т.к. для подавляющего большинства родов и видов характерен диморфизм пыльцы в той или иной степени.

Пыльцевые зерна свинчатковых трехборздные, сфероидальные, $P/E=0,99-0,72$, в полярном положении округло трехлопастные или слаболопастные, в экваториальном – сфероидальные или сплюснуто-сфероидальные. Пыльцевые зерна обычно крупные, длина полярной оси 25–70 мкм, экваториального диаметра 30–80 мкм. Борозды длинные, широко открытые. Край борозд сформирован элементами скульптуры и поэтому зависит от типа скульптуры. Концы борозд острые. Экзина толстая, покровная или полупокровная, столбиковая, трехслойная на светооптическом уровне. Ультраструктура спородермы столбиковая в подсемействе *Statioideae* и сильно усложнена высокими надпокровными образованиями, которые хорошо видны в световой микроскоп и маскируют столбиковую экзину в подсемействе *Plumbaginoideae* (2).

Скульптура в разных подсемействах свинчатковых существенно отличается. Соответственно различается и выраженность диморфизма пыльцы в подсемействах. В подсемействе *Plumbaginoideae* (роды *Ceratostigma*, *Plumbagella*, *Plumbago*) диморфизм выражен слабо, только как тонкие различия особенностей ультраструктуры (3). По данным световой микроскопии пыльцевые зерна имеют столбчатую скульптуру. Головки столбиков не сливаются. Диаметр головок 2,2 (2,0-2,5) мкм. Каждая головка увенчана 2, 3 или 4 куполообразными бугорками. Контур пыльцевого зерна мелковолнистый. По данным сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) поверхность столбиковая. Столбики отдельно стоящие, часто сливаются группами по 2, 3, 4 и больше. Отдельные столбики и/или их группы соединены низкими гребнями. Поверхность между столбиками волнистая. Головки столбиков более или менее округлые, слегка утолщенные, с волнистой поверхностью и мелким шипиком в центре. Диморфизм проявляется в различиях размеров и формы этих шипиков. Поэтому на светооптическом уровне не выявляется, да и при помощи СЭМ его трудно заметить.

Представители другого подсемейства *Staticoideae* (22 рода) демонстрируют особенно яркие примеры диморфизма пыльцевых зерен по типу скульптуры. На светооптическом уровне хорошо различимы два типа скульптуры: крупносетчатые и сетчатые пыльцевые зерна. Для сетчатых пыльцевых зерен характерны ячей сетки более или менее округлые. Диаметр ячеек 1,7-6,0 мкм, на полюсах немного меньше. Стенки ячеек сформированы столбиками и слегка расширенными, слившимися головками столбиков. Контур пыльцевого зерна чуть волнистый, почти ровный. СЭМ демонстрирует сетчатую поверхность. Ячейки сетки небольшие, округло угловатые. Дно ячеек часто пронизано перфорациями. Стенки ячеек сформированы слившимися столбиками и головками столбиков. Головки столбиков увенчаны мелкими бугорками, сходными по размерам и форме. На одну грань ячейки сетки приходится 3-4 бугорка. Линейные размеры сетчатых пыльцевых зерен: $P/E=0,72-0,96$; $P=32-55$ мкм; $E=34-74$ мкм. Толщина экзины 2,8-5,2 мкм.

Для крупносетчатых пыльцевых зерен характерны ячей 5-6-гранные. Диаметр ячеек 4,7-10,7 мкм. Стенки ячеек сформированы столбиками и слившимися утолщенными, округлыми, выпуклыми головками столбиков. Контур пыльцевого зерна мелковолнистый. СЭМ демонстрирует крупносетчатую поверхность. Ячейки 5-6-гранной формы. Стенки ячеек сформированы слившимися столбиками и головками столбиков. Головки столбиков немного утолщены и увенчаны коническими шипиками. На одну грань ячейки приходится 5-6 шипиков. Дно ячеек неровное, иногда с бугорками, редко бугорки очень высокие, почти как столбики. Линейные размеры крупносетчатых пыльцевых зерен: $P/E=0,80-0,97$; $P=36-66$ мкм; $E=40-72$ мкм. Толщина экзины 4,9-9,2 мкм. Таким образом, ясно видно, что отличия пыльцевых

типов двух морф касаются только скульптуры и толщины экзины, которая тесно связана со скульптурой.

Анализ таксономической приуроченности диморфизма пыльцы показал, что из 8 обследованных родов подсемейства *Staticoideae* все имели виды с диморфной пыльцой. Род *Acantholimon* включает в своем составе 165 видов, из которых изучено 11. 5 видов оказались диморфными, три имели сетчатую скульптуру, три – крупносетчатую. Из 90 видов рода *Armeria* было изучено 15. 8 видов имели диморфную пыльцу. 5 видов оказалось крупносетчатыми и 2 сетчатыми. Для вида *Armeria labradorica* Wallr. одна из обследованных популяций имела диморфную пыльцу, другая только крупносетчатую. Из около 30 видов рода *Goniolimon* изучено 8. 2 вида оказались диморфными, 3 имели сетчатую скульптуру, 3 – крупносетчатую. Монотипный род *Ikonnikovia* имеет диморфную пыльцу. Из 13 видов рода *Limoniastrum* изучен 1 диморфный вид. Среди 2 видов рода *Limoniopsis* изучен один диморфный. Крупнейший род семейства *Limonium* имеет 350 видов, из которых 17 изучено. 13 видов оказались диморфными, 3 вида имели сетчатую скульптуру, один – крупносетчатую. Из 10 видов рода *Psylliostachys* изучено 4, все они оказались диморфными. Полученные результаты говорят в пользу мнения о наличии диморфизма пыльцы у всех видов подсемейства *Staticoideae*.

Литература

1. Пожидаев А.Е. Структура многообразия морфологического признака на примере расположения апертур пыльцы цветковых и естественная упорядоченность биологического многообразия, или – что такое многообразие (способы описания и интерпретации) //Труды Зоологического института РАН. 2009. Т.313. №51. С.150-182.
2. Nowicke J.W., Skvarla J.J. Pollenmorphology and the relationship of the *Plumbaginaceae*, *Polygonaceae*, and *Primulaceae* to the order *Centrospermae*. /Smithsonian contributions to botany. 1977. N.37. P.1-64.
3. Шалабода В.Л. Палиноморфология представителей семейств *Limoniaceae* и *Plumbaginaceae* / Минск. Институт геологический наук НАН Беларуси. 1998. 160 с.

Рисунок 1. Пыльцевые зерна представителей семейства *Plumbaginaceae*

1, 2, 3 *Plumbago europaea*. 4, 5, 6, 7, 8, 9 *Acantholimon armenum*. 10, 11, 12, 13, 14, 15 *Limonium aureum*. 16, 17, 18, 19 20, 21 *Goniolimon elatum*. 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20 – СМ. 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 – СЭМ. 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18, – крупносетчатый тип, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 19 20, 21 – сетчатый тип. Длина масштабного отрезка 10 мкм.

