

Траектории роста пыльцевых трубок в гинецее однодольных Pollen tube growth in monocot gynoecia

Ремизова М. В.

Remizowa M. V.

Биологический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия.
E-mail: margarita.remizowa@gmail.com

Biological Faculty, M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Реферат. В работе приведен обзор известных паттернов роста пыльцевых трубок в гинецее однодольных растений. Рассмотрены тип проводникового тракта и особенности формирования компитума.

Ключевые слова. Компитум, однодольные проводниковые структуры, пыльцевые трубки, *Tulipa*.

Summary. The paper presents a review of patterns of pollen tube pathways within monocot gynoecia with special reference to pollen tube transmitting tract and compitum formation.

Key words. Compitum, monocots, pollen tube transmitting tract, pollen tubes, *Tulipa*.

После прорастания пыльцы на рыльце пыльцевые трубки входят в проводниковый тракт, по которому дорастают до миропиле семязпочек. Проводниковый тракт у покрытосеменных может быть представлен специализированной проводниковой тканью, эпидермальной выстилкой из гладких или папиллозных клеток каналов и полостей внутри гинецея, слизью внутри и на поверхности гинецея (Endress, 1982, 1994, 2011, Erbar, 2003, Leins, Erbar, 2010). Часто можно наблюдать сочетание нескольких проводниковых структур. При описании гинецея часто обращают внимание на наличие и расположение той или иной проводниковой структуры. Ориентируясь на анатомические и гистологические признаки предполагают наличие и локализацию компитума. Тем не менее прямых свидетельств траекторий роста пыльцевых трубок крайне мало, особенно у однодольных. В этом отношении хорошо изучены культурные злаки, особенно модельный объект – *Zea mays* (например, Heslop-Harrison et al., 1985, Zhou et al., 2017).

Особенный интерес представляют исследования роста пыльцевых трубок у растений с апокарпным гинецеем. К сожалению, из всех апокарпных групп данные имеются только для представителей порядков Alismatales и Pandanales (Wang et al., 2002, 2012, Márquez-Guzmán et al, 2003, Rudall et al., 2016). Долгое время считалось, что апокарпный гинецей не столь функционально совершенен, как цепокарпный, так как в нем отсутствует компитум – пыльцевые трубки, проросшие на рыльце одного из плодолистиков, могут оплодотворить только этот плодолистик, но не соседний (Endress, 1982, 2011, Leins, Erbar, 2010). В результате случайных событий часть плодолистиков могут остаться неопыленными, на других же окажется избыточное количество пыльцы. Исследования показали, что у изученных растений с полимерным апокарпным гинецеем и единственной семязпочкой в плодолистике образуется своеобразный компитум в цветоложе – первая пыльцевая трубка оплодотворяет семязпочку, а «лишние» пыльцевые трубки через ткани плодолистика врастают в цветоложе, выходят из него около «вакантных» плодолистиков, далее растут по внешней его стенке до отверстия при основании стилодия, через которое, наконец, попадают к семязпочке (Wang et al., 2002, 2012). В литературе указано, что в обоопольных цветках *Lacandonia* (Triuridaceae) пыльники не вскрываются, пыльцевые зерна прорастают непосредственно в пыльниках, пыльцевые трубки растут по тычиночным нитям до цветоложа и там перераспределяются между плодолистиками (Márquez-Guzmán et al, 2003, Rudall et al., 2016).

У некоторых растений траектории роста пыльцевых трубок при прямом наблюдении оказываются не такими, как можно было предположить исходя из косвенных данных по анатомии гинецея. Например, у *Tulipa* (оригинальное исследование) гинецей в основном сформирован симпликатной зоной, на большем протяжении завязи гинецей вторично синкарпный, но в столбике и верхней части завязи – паракарпный. Именно в одногнездных участках логично предположить наличие внутреннего компитума. Действительно, перераспределение пыльцевых трубок происходит именно там. После пыльцевые трубки могли бы расти вдоль плацент по поверхности папиллозных клеток. Такие клетки выстилают внутреннюю поверхность гинецея от рыльца до плацент, включая область со стороны микропиле семяпочек. На самом деле основным компонентом проводникового тракта является проводниковая ткань, находящаяся, как и ожидается, в плаценте. Тяж проводниковой ткани проходит вдоль средней части каждой плаценты между двумя рядами семяпочек. Таким образом, со стороны микропиле проводниковой ткани нет, и пыльцевые трубки выходят из проводниковой ткани со стороны рафе. Некоторое время они растут по поверхности папиллозных клеток, после чего врастают в микропиле. Таким образом, не всегда оправданно строить предположения о путях роста пыльцевых трубок только на основании анатомического исследования гинецея (для таких исследований часто используют поздние бутоны).

Благодарности. Работа поддержана грантом РФФИ 18-04-00797 и 14-04-31271.

ЛИТЕРАТУРА

- Endress P. K.** Syncarpy and alternative modes of escaping disadvantages of apocarpy in primitive angiosperms // *Taxon*, 1982. - Vol. 31. - P. 48–52.
- Endress P. K.** Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. – Cambridge: University Press, 1994. – 511 p.
- Endress P. K.** Evolutionary diversification of the flowers in angiosperms // *Amer. J. Bot.*, 2011. - Vol. 98. - P. 370–396.
- Erbar C.** Pollen tube transmitting tissue: place of competition of male gametophytes // *Int. J. Plant Sci.*, 2003. – Vol. 164. – P. S265–S277.
- Heslop-Harrison Y., Heslop-Harrison J., Reger B. J.** The pollen-stigma interaction in the grasses. 7. Pollen-tube guidance and the regulation of tube number in *Zea mays* L. // *Acta Bot. Neerl.*, 1985. – Vol. 34. - P. 193–211.
- Leins P., Erbar C.** Flower and Fruit. Morphology, ontogeny, phylogeny, function and ecology. – Stuttgart: Schweizerbart science publishers, 2010. – 439 p.
- Márquez-Guzmán J., Vázquez-Santana S., Engleman E. M., Martínez-Mena A., Martínez E.** Pollen development and fertilization in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae) // *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 1993. – Vol. 80. – P. 891–897.
- Rudall P. J., Alves M., Sajo M. G.** Inside-out flowers of *Lacandonia brasiliana* (Triuridaceae) provide new insights into fundamental aspects of floral patterning // *PeerJ*, 2016. – Vol. 4. – e1653.
- Wang X. F., Tao Y. B., Lu Y. T.** Pollen tubes enter neighbouring ovules by way of receptacle tissue, resulting in increased fruit-set in *Sagittaria potamogetifolia* Merr. // *Ann. Bot.*, 2002. – Vol. 89. – P. 791–796.
- Wang X. P., Armbruster W. S., Huang S. Q.** Extra-gynoecial pollen-tube growth in apocarpous angiosperms is phylogenetically widespread and probably adaptive // *New Phytol.*, 2012. – Vol. 193. – P. 253–260.
- Zhou L.-Z., Juranić M., Dresselhaus T.** Germline Development and Fertilization Mechanisms in Maize. *Mol. Plant*. 2017. – Vol. 10. – P. 389–401.