



Эпоха	Век	млн лет
Поздняя	Даний	65
	Маастрихт	72
	Кампан	86
	Сантон	90
	Коньяк	92
	Турон	98
	Сеноман	104
Ранняя	Альб	112
	Апт	118
	Баррем	127
	Готерив	128
	Валанжин	134
	Берриас	136

Покрытосеменные – самая крупная, но и самая молодая группа высших растений

← Широкое внедрение в растительные сообщества

← Высшие двудольные

← Что-то кроме пыльцы

← Первые цветковые (пыльца)

Начало широкой диверсификации голосеменных

Плауновидные, папоротники, семенные

Высшие растения

Класс Angiospermae - цветковые растения

Цветковые растения; 13 164 родов, 295 383 видов

Сосудистые растения: 13,467 родов, 308 312 видов

Примерно 2000 новых видов сосудистых растений в год

Christenhusz & Byng 2016, *Phytotaxa* 261:201-217

1. Семяпочки заключены в завязь
2. Пыльцевые зерна прорастают на рыльце
3. Наивысший уровень редукции мужского и женского гаметофитов
4. Двойное оплодотворение и формирование вторичного эндосперма, который часто триплоидный
5. Проводящие элементы флоэмы – ситовидные трубки (а не ситовидные клетки), в ксилеме обычно (не всегда) есть сосуды

(большое разнообразие жизненных форм, много травянистых растений; часто сетчатое жилкование листа; часто обоеполые репродуктивные структуры и т.д.)

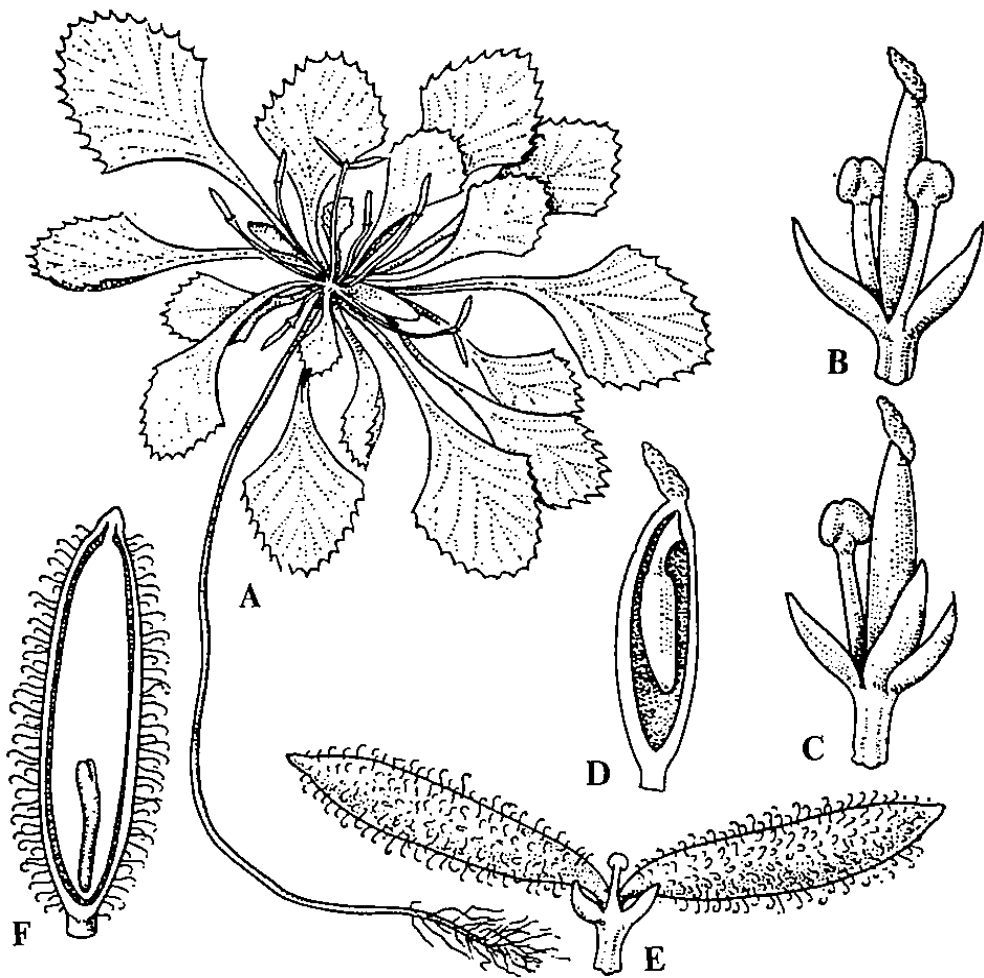
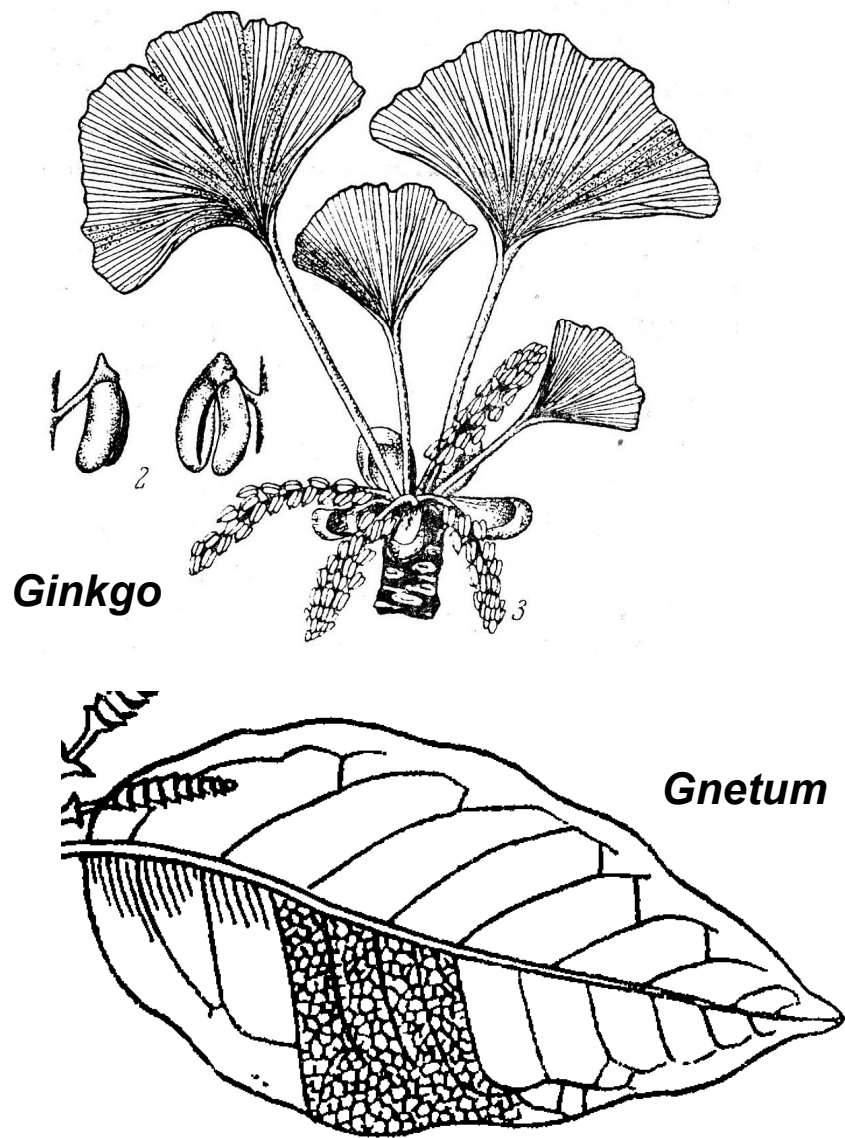
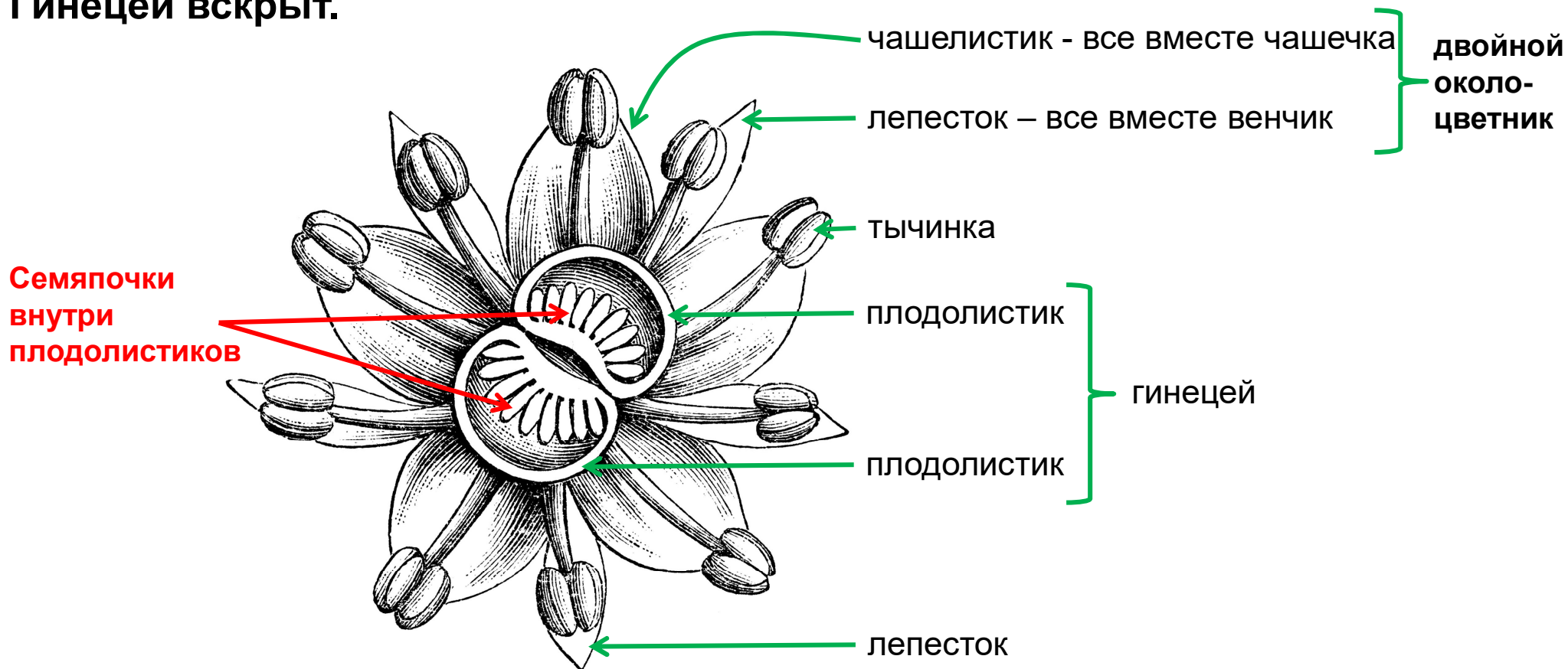
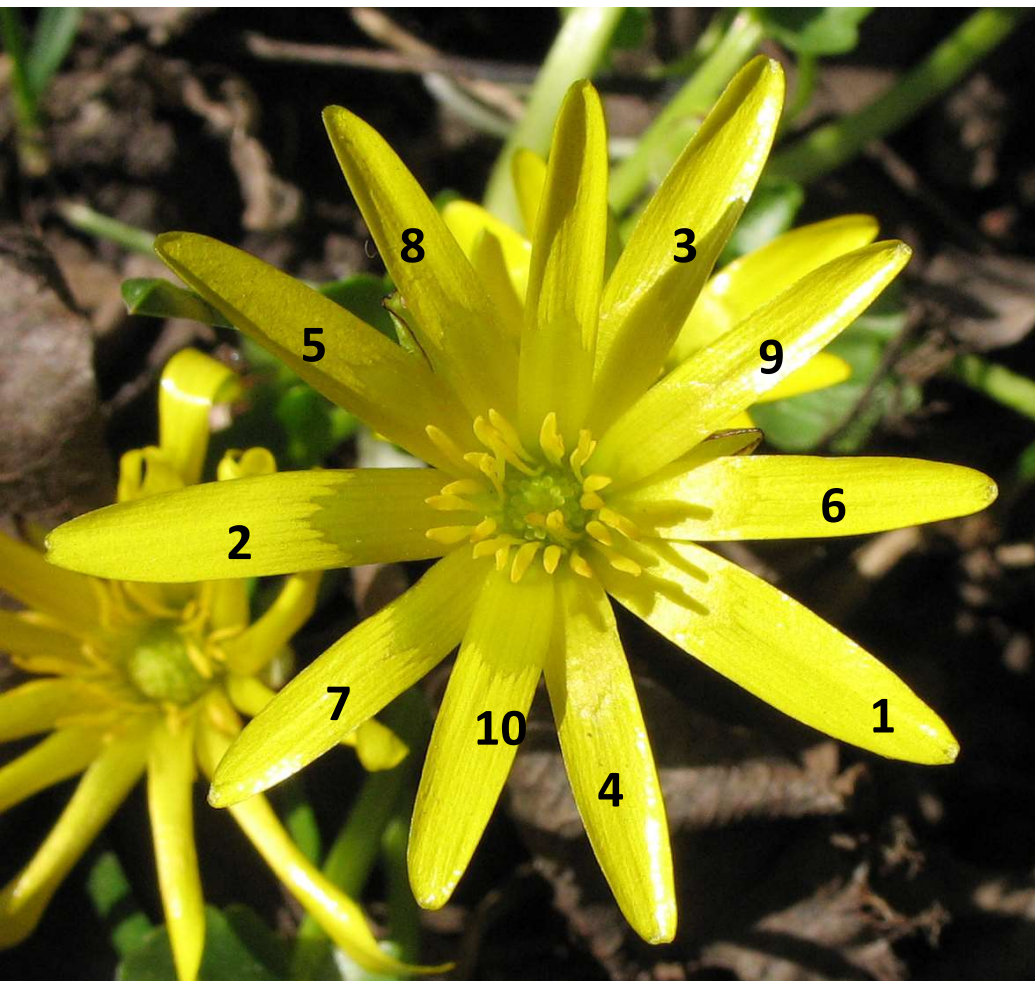


Fig. 55 A–F. *Circaeasteraceae*. *Circaea agrestis*. **A** Entire plant. **B, C** Flowers. **D** Carpel, longitudinal section. **E** Two-carpellate fruit. **F** Achene, longitudinal section. (Takhtajan 1980b)



**Строение цветка одного из покрытосеменных растений.
Гинецей вскрыт.**





Спиральный цветок: *Ficaria*



Циклический цветок: *Aquilegia*



Tulipa biebersteiniana



Tulipa tarda



Tulipa bifloriformis



Тюльпан: простой околоцветник – листочки простого околоцветника

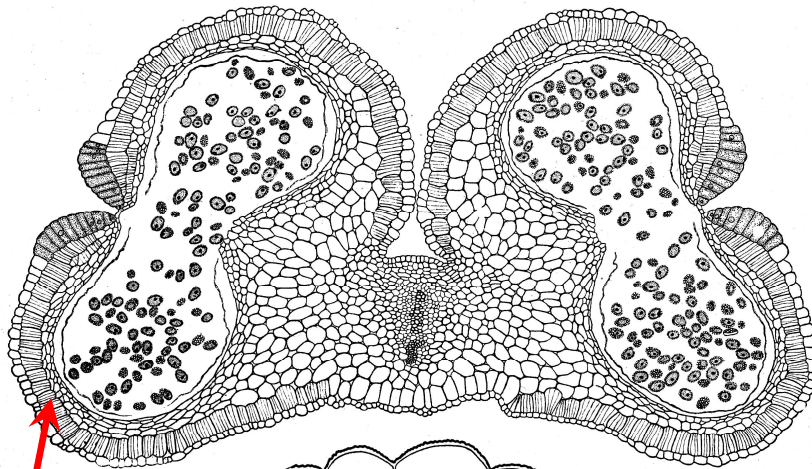
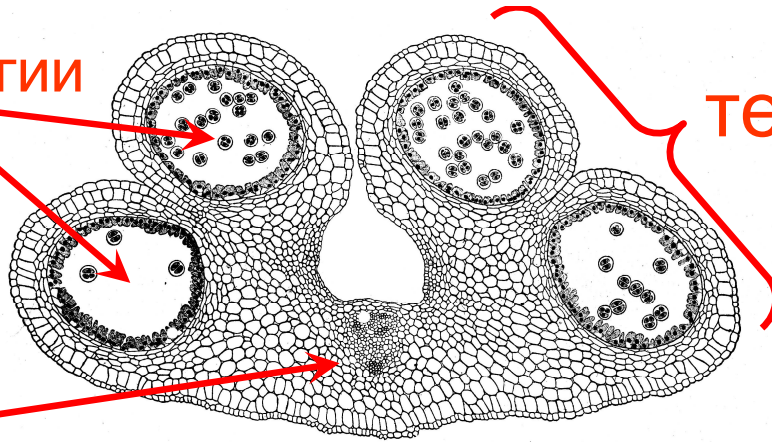
***Trillium camschatcense*: Двойной околоцветник (чашечка – чашелистики, венчик – лепестки)**

микроспорангии

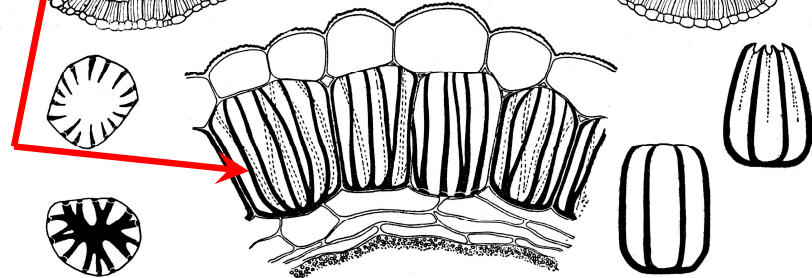
тека

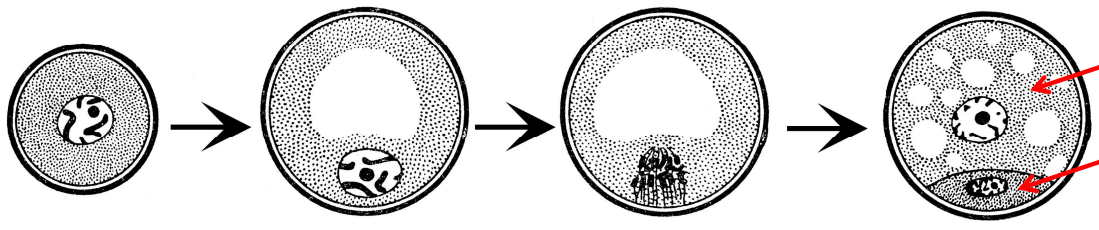
СВЯЗНИК

ПЫЛЬНИК
ЛИЛИИ



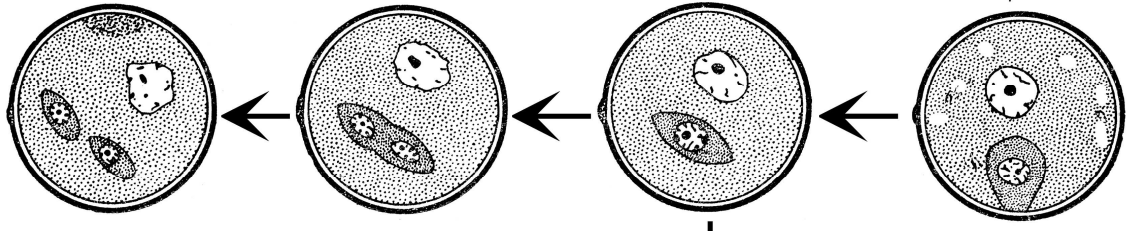
эндотеций





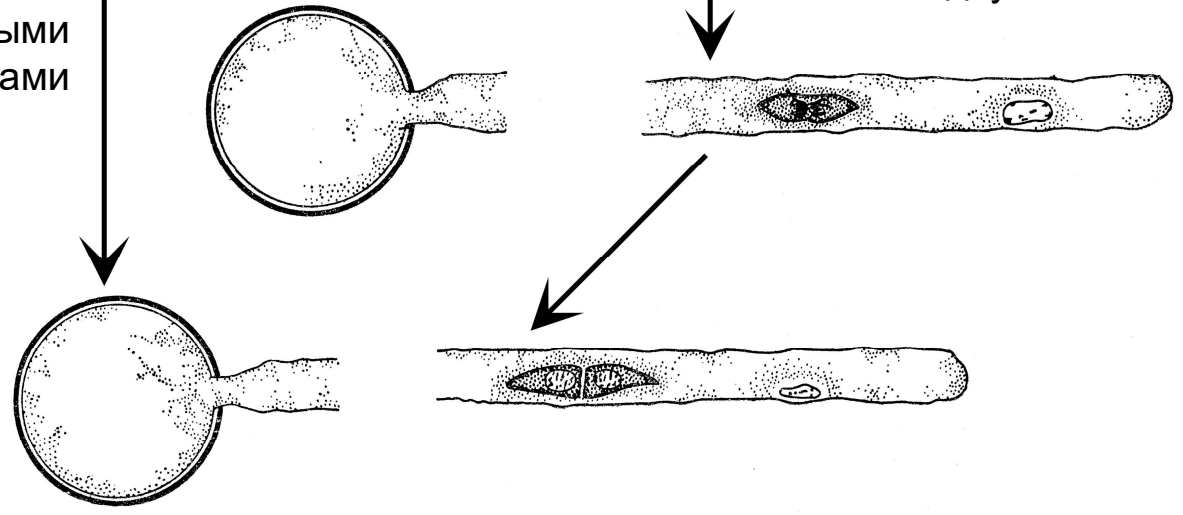
Сифоногенная клетка

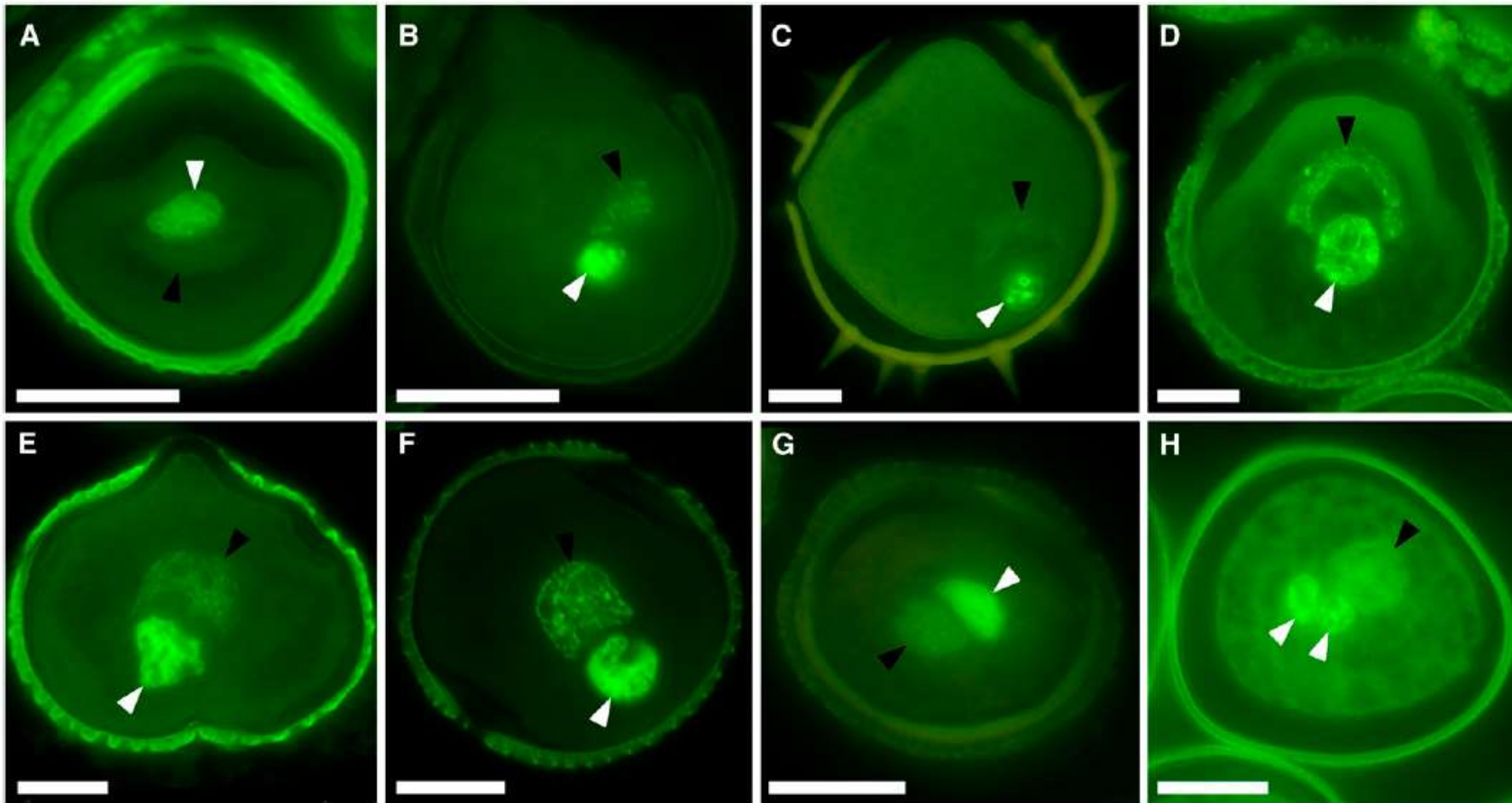
Спермиогенная клетка



Растения с
трехклеточными
пыльцевыми зёрнами

Растения с двухклеточными
пыльцевыми зёрнами



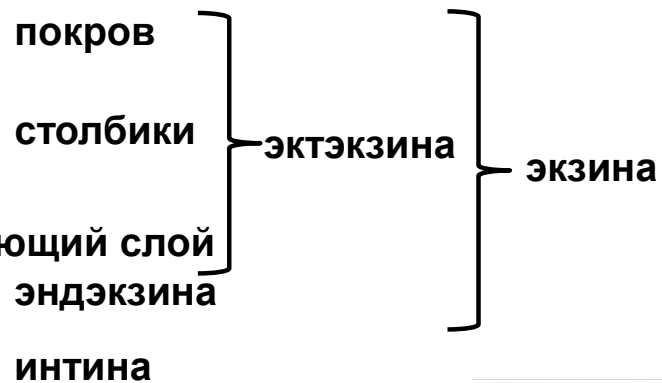
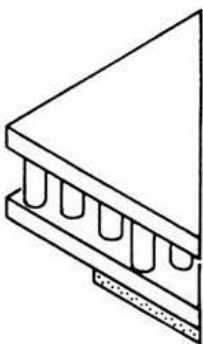
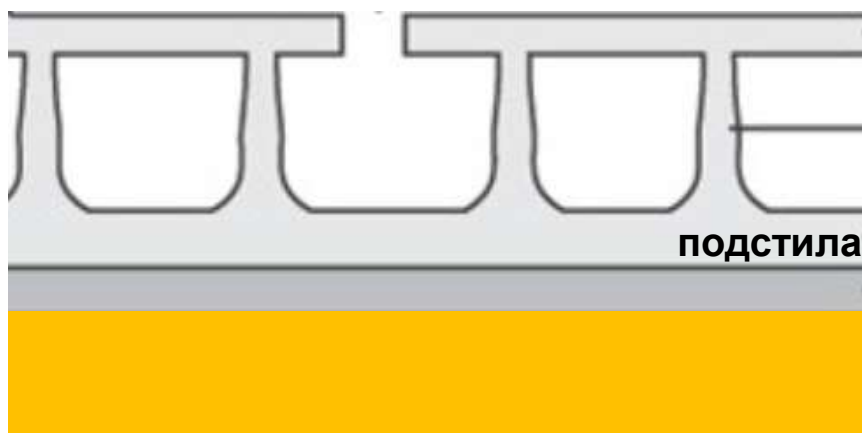


Черная стрелка –
ядро
сифоногенной
клетки
Белая стрелка –
ядро
спермиогенной
клетки или ядра
спермиев

А-Г –
двухклеточная
пыльца, Н –
трехклеточная
пыльца

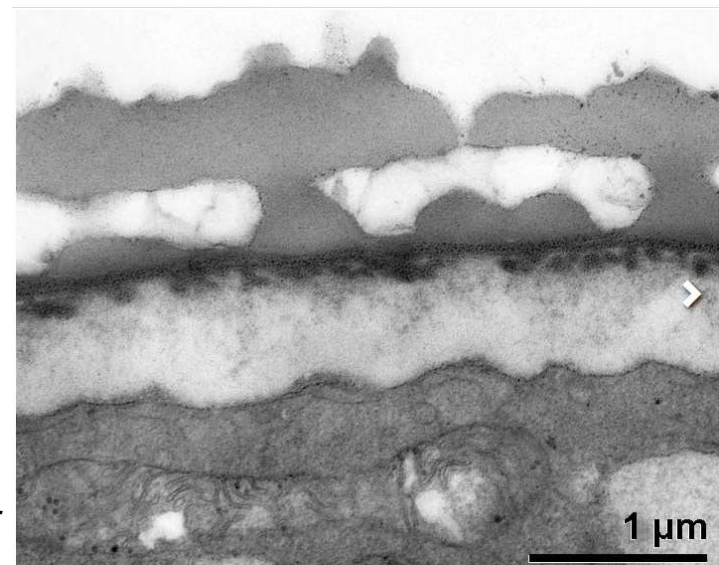
Fig. 1. Mature bicellular pollen of species in ancient angiosperm lineages. Tricellular pollen is shown in (H) for comparison. (A) *Amborella trichopoda* (Amborellales); (B) *Trithuria bibracteata* (Hydatellaceae; Nymphaeales); (C) *Nuphar advena* (Nymphaeaceae; Nymphaeales); (D) *Austrobaileya scandens* (Autrobaileyaceae; Austrobaileyales); (E, F) *Illicium anisatum*, *I. parviflorum* (Illiciaceae; Austrobaileyales); (G) *Hedyosmum brasiliense*, on stigma (Chloranthaceae; Chloranthales); (H) *Joinvillea plicata* (Joinvilleaceae; Poales). Black arrowheads, tube (vegetative) cell nuclei; white arrowheads, generative cell nuclei (or sperm cell nuclei in H). All are from glycol-methacrylate sections stained with DAPI. Scale bars = 10 μ m.

Тонкое строение оболочки пыльцевого зерна – спородермы у большинства покрытосеменных



Экзина – содержит спорополленин,
устойчива к кислотам и щелочам
Эндэксина – не окрашивается
основным фуксином
Эктэксина – окрашивается
основным фуксином

Quercus robur
<https://www.paldat.org>



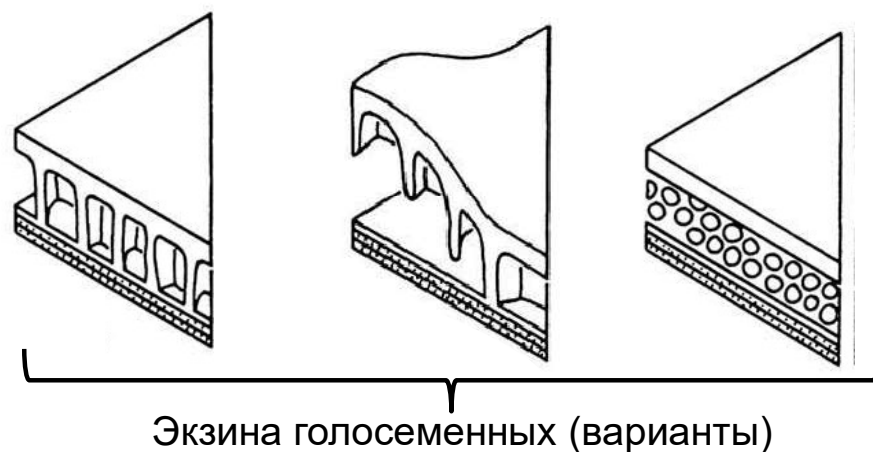
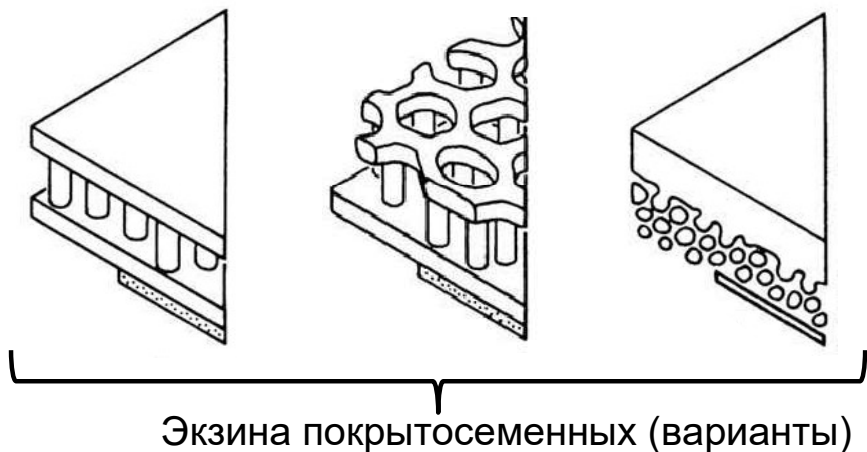
**Тонкое строение оболочки
пыльцевого зерна – спородермы у
большинства покрытосеменных**

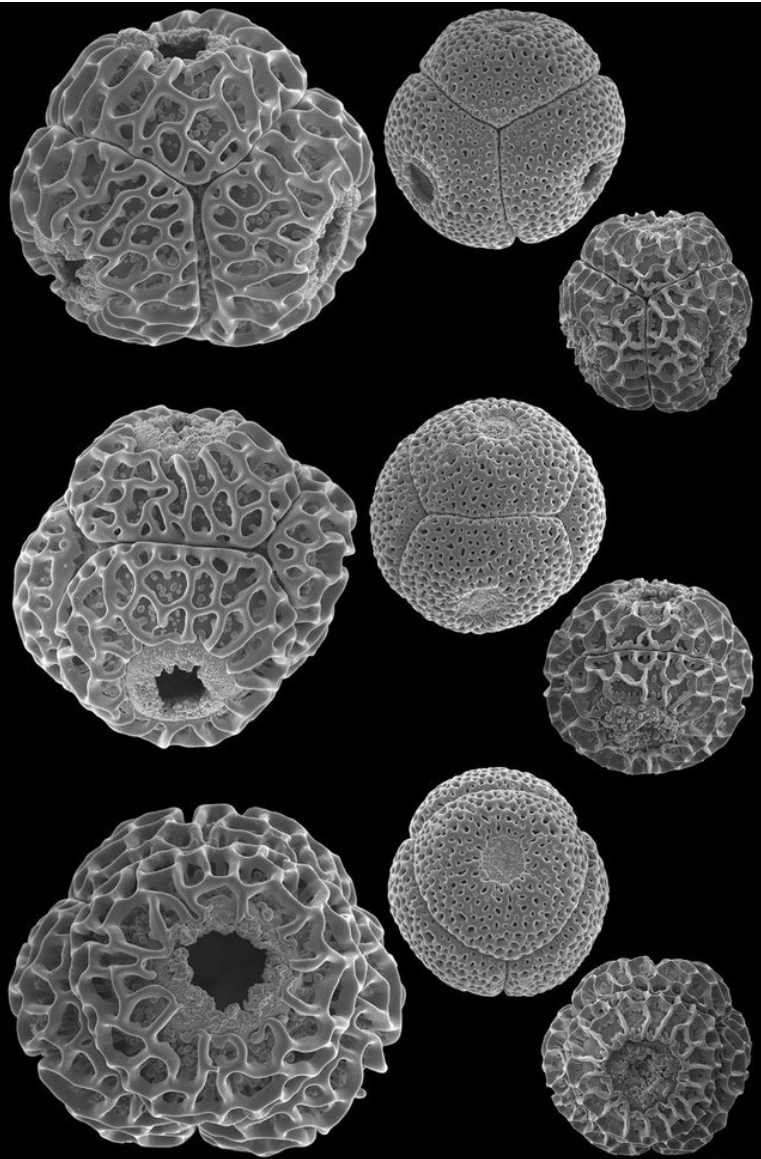


эктэксина

эксина

Эксина – содержит спорополленин,
устойчива к кислотам и щелочам
Эндэксина – не окрашивается
основным фуксином
Эктэксина – окрашивается
основным фуксином





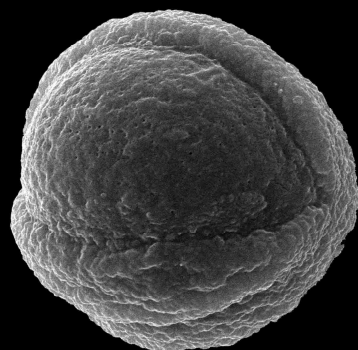
10 μ m

Ericaceae,
тетрада
пыльцевых
зерен
paldat.org

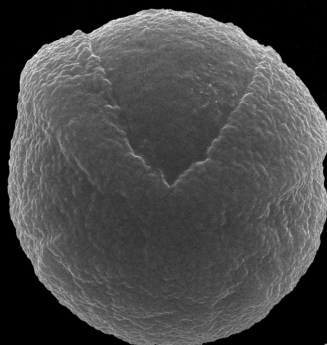
Winteraceae, тетрады пыльцевых зерен

Tetrads shown in basal view (upper row), lateral view (middle row) and apical view (lower row).
<https://www.researchgate.net/publication/328181187>

Дистально-однобороздные (=моносультатные), у однодольного растения (ландыш) – А, Б

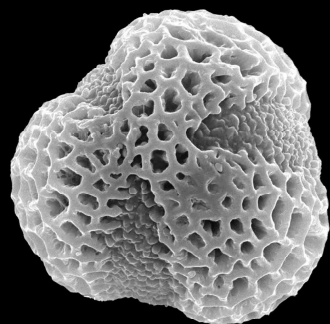


А

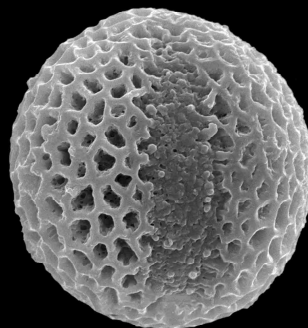


Б

Зонально-трехбороздные (=трикольпатные), у одного из высших двудольных (свербига) – В, Г

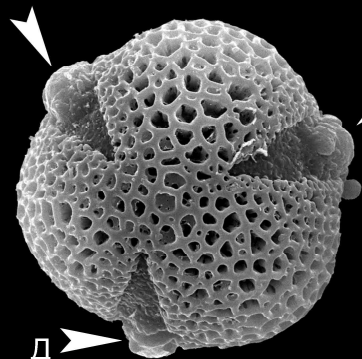


В

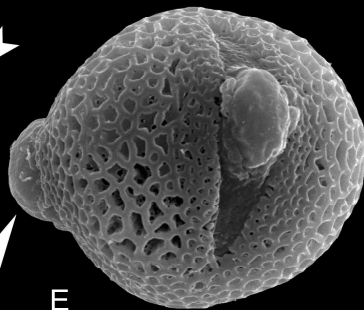


Г

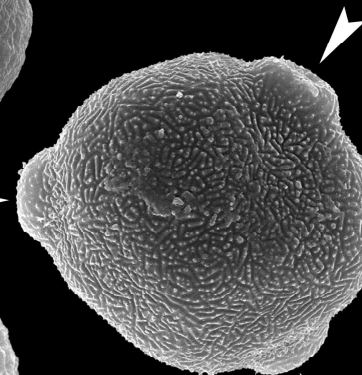
Зонально-трехбороздноорые (=трикольпоратные), у одного из высших двудольных (бересклет) – Д, Е



Д

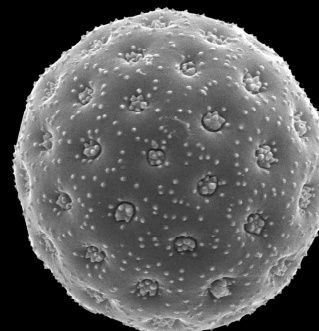


Е



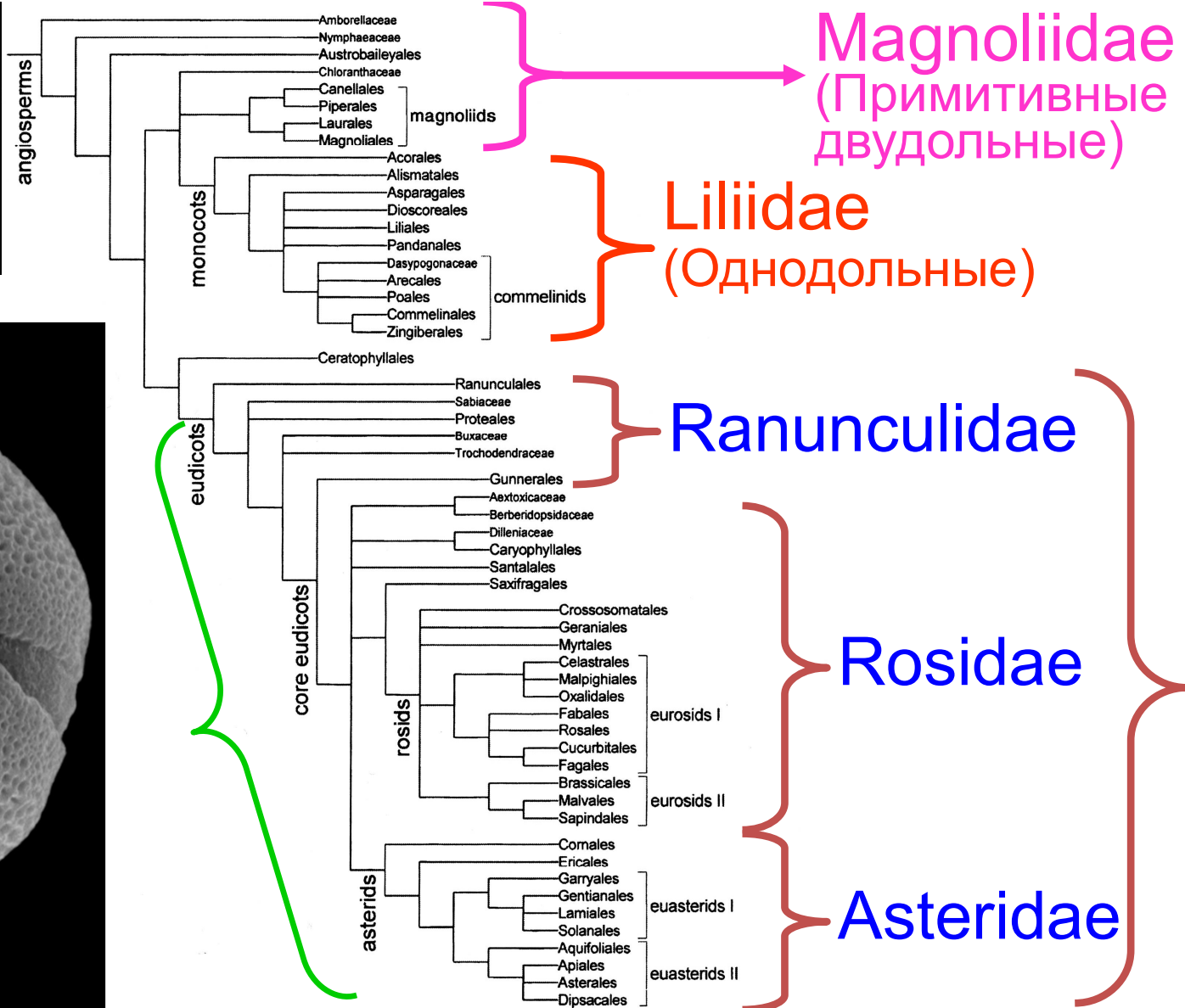
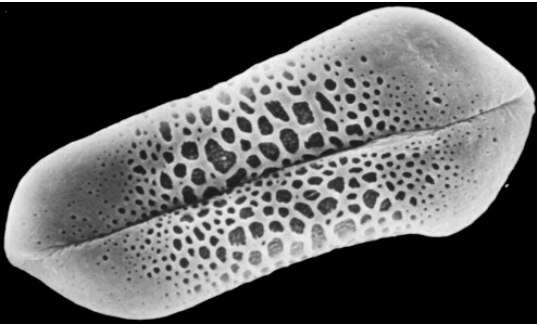
Ж

Зонально-трехпоровое у одного из высших двудольных (береза) – Ж



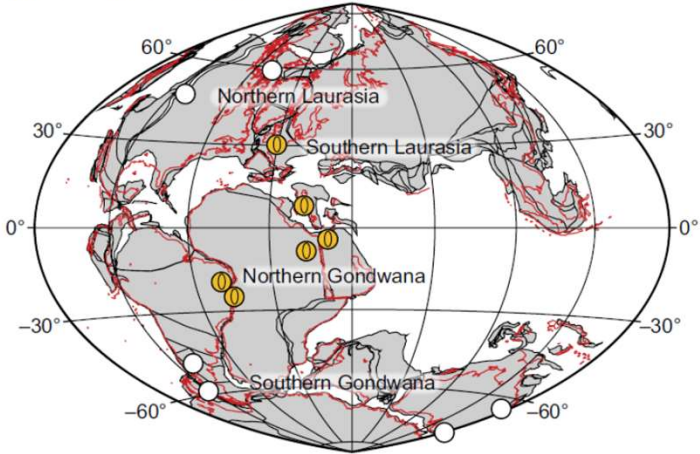
З

Глобально-многопоровое у одного из высших двудольных (марь) – З

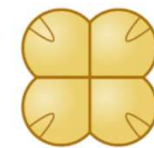
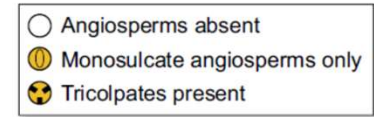
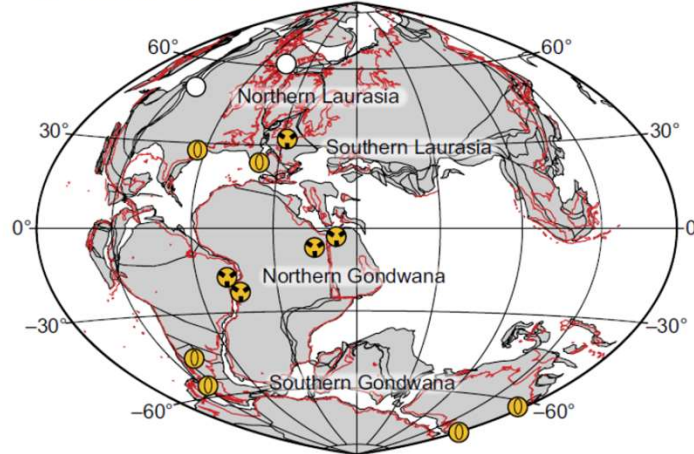


Высшие двудольные
(eudicots)

(a) Valanginian to early Barremian



(b) Late Barremian to early Aptian



Monosulcate tetrad



Tricolpate tetrad

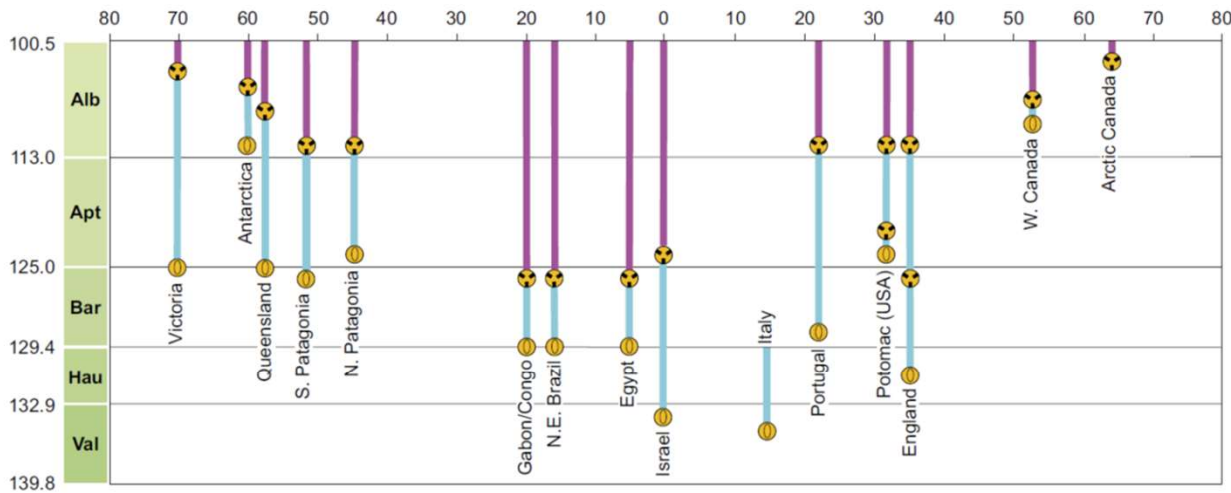


Fig. 3 Time of appearance (yellow symbols) and persistence (colored lines) of monosulcate (blue) and tricolpate (purple) angiosperm pollen plotted against paleolatitude, based on the data summarized in Fig. 2. For simplicity, paleolatitudes are based on positions of localities at the Aptian–Albian boundary (113 Ma, Fig. 2c); in some areas, particularly Australia and Antarctica, localities shift considerably in paleolatitude through time (cf. Fig. 2), but their early Albian latitudinal positions are close to those when each of the pollen classes appears. In England and the Potomac sequence, isolated earlier occurrences of tricolpate pollen (as opposed to consistent presence in most samples) are indicated by tricolpate symbols superimposed on the blue line. Tri, Triassic; Jur, Jurassic; Ber, Berriasian; Val, Valanginian; Hau, Hauterivian; Bar, Barremian; Apt, Aptian; Alb, Albian; Cen, Cenomanian.

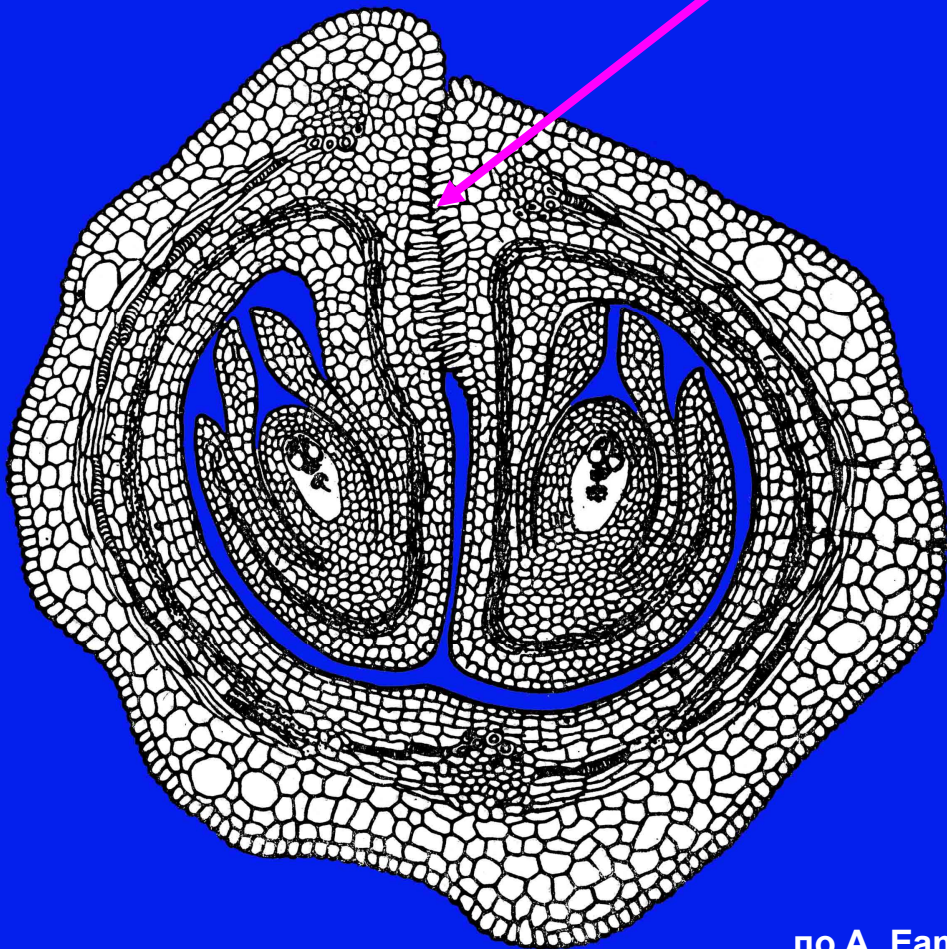
How deep is the conflict between molecular and fossil evidence on the age of angiosperms?

Mario Coiro¹, James A. Doyle² and Jason Hilton³

¹Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zurich, 8008 Zurich, Switzerland; ²Department of Evolution and Ecology, University of California, Davis, CA 95616, USA; ³School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, UK

New Phytologist (2019)
doi: 10.1111/nph.15708

брюшной шов
(постгенитальное срастание)



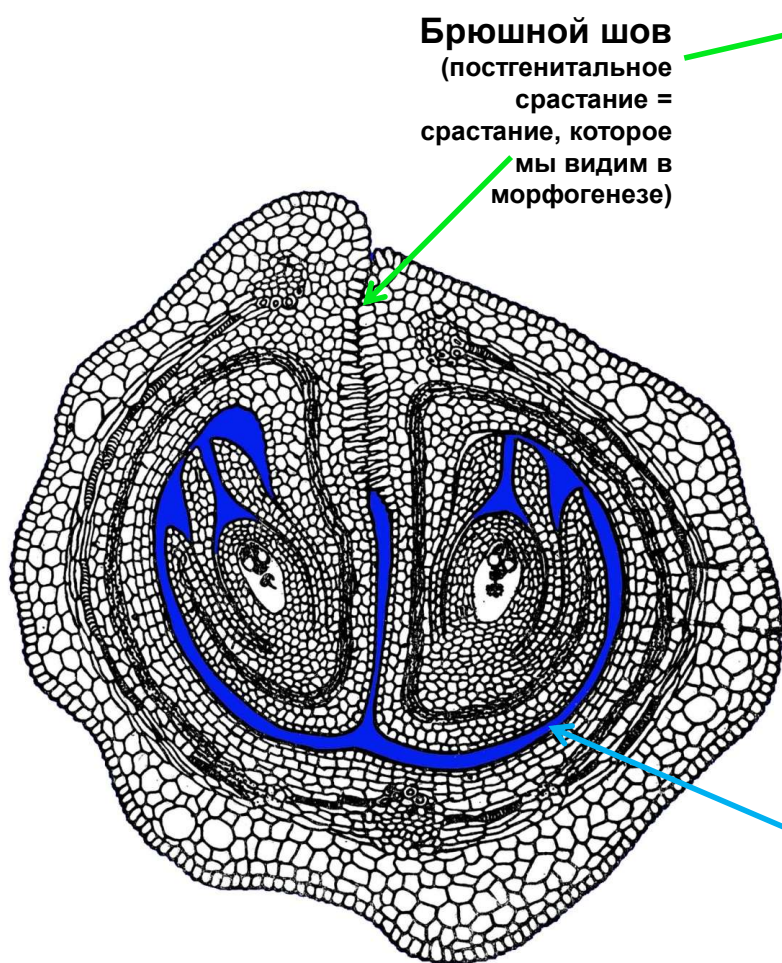
по A. Eames

Кондуктивный
плодолистик

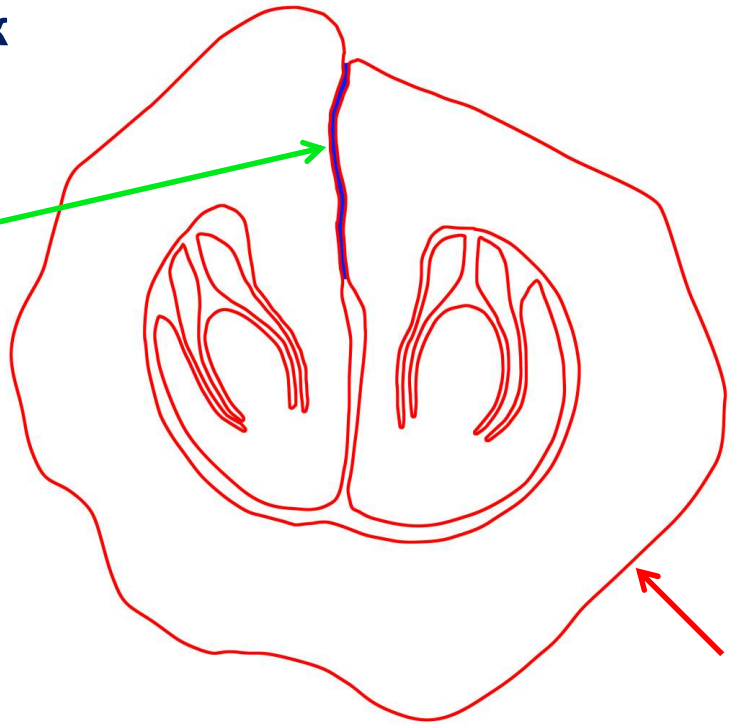


по P.K. Endress

Кондуктивный плодolistик



Брюшной шов
(постгенитальное срастание = срастание, которое мы видим в морфогенезе)

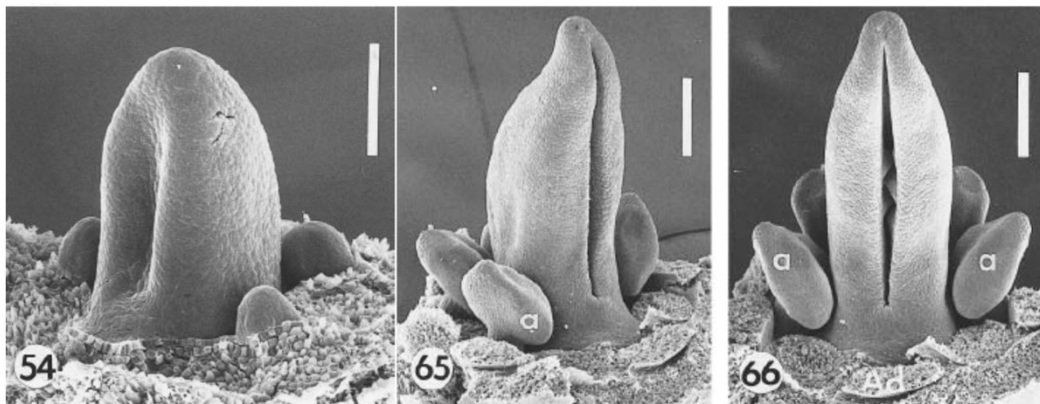
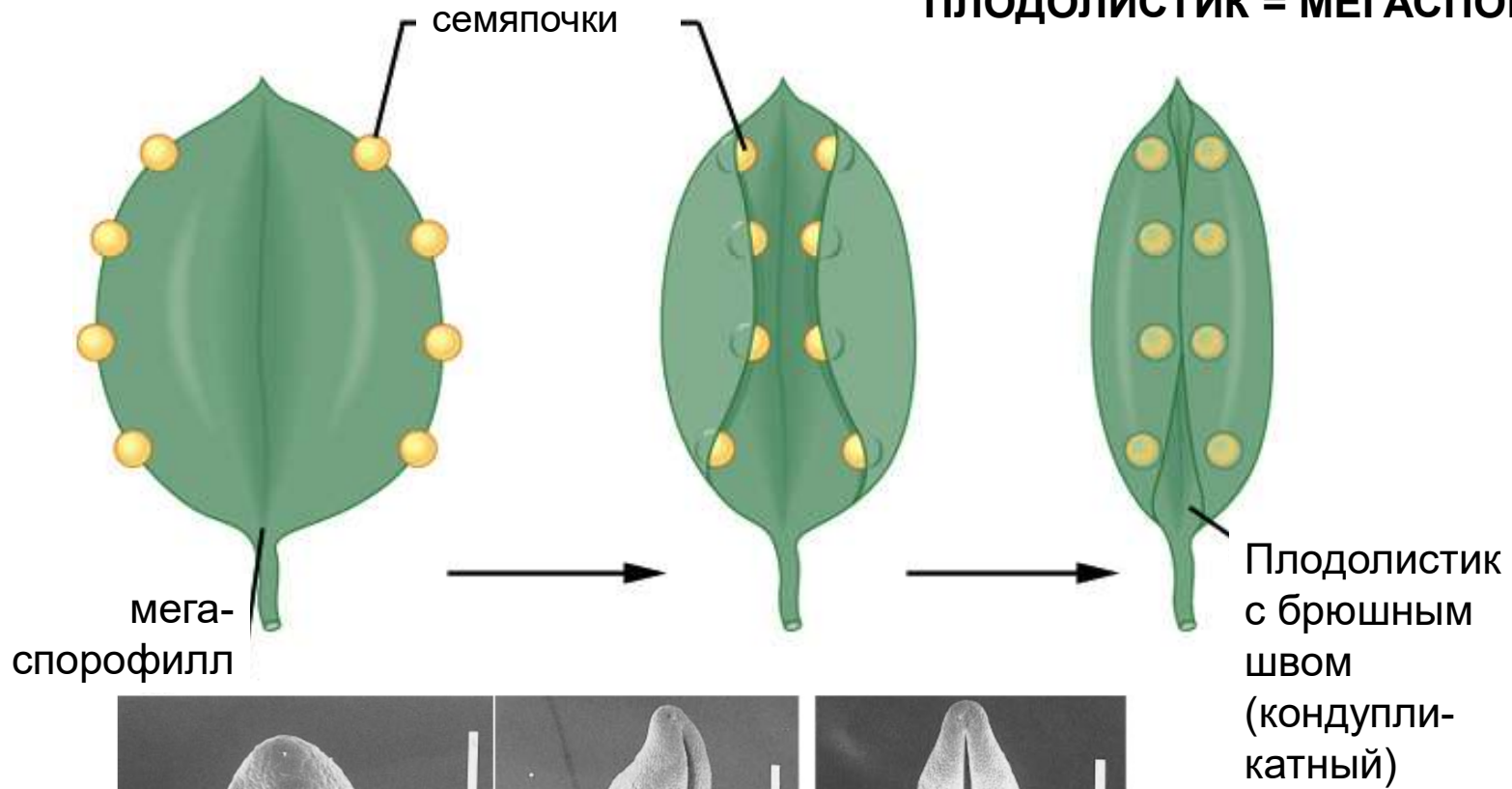


Первичная морфологическая поверхность

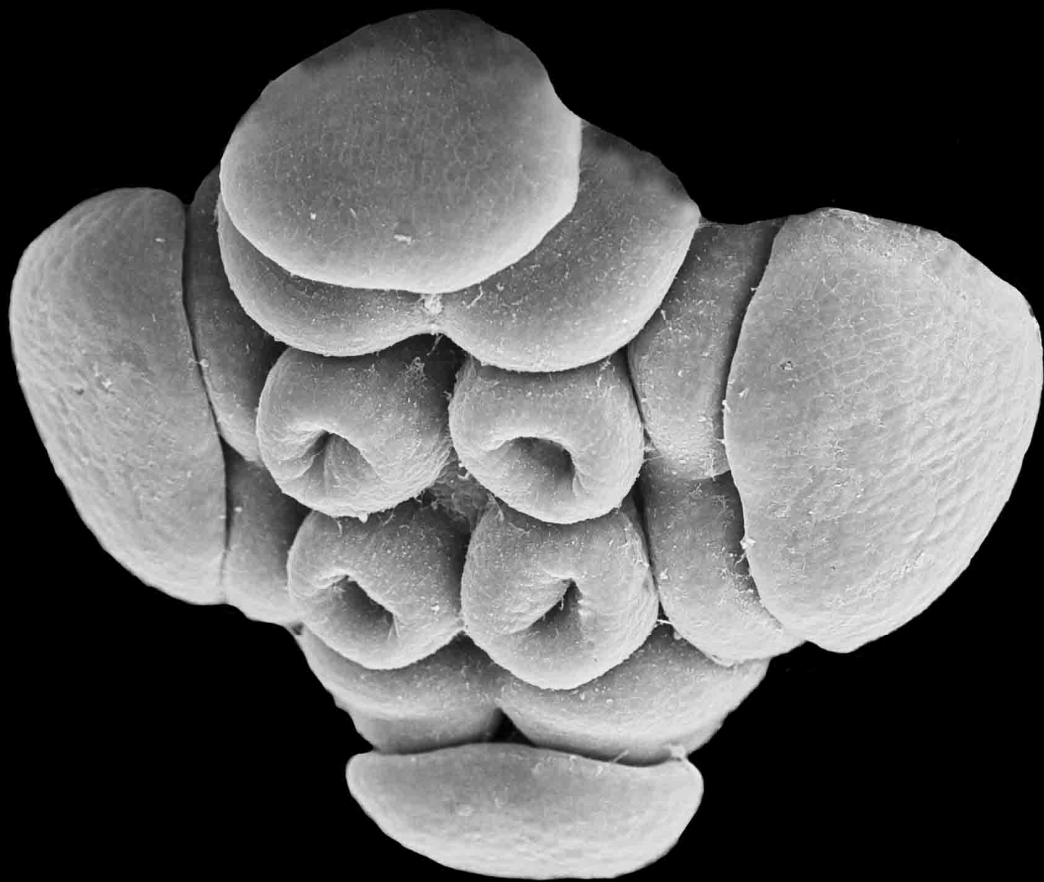
Внутреннее пространство плодolistика

Технически невозможно сформировать полностью замкнутую завязь без постгенитального срастания, так как семяпочки образуются за счет неравномерного роста первичной морфологической поверхности

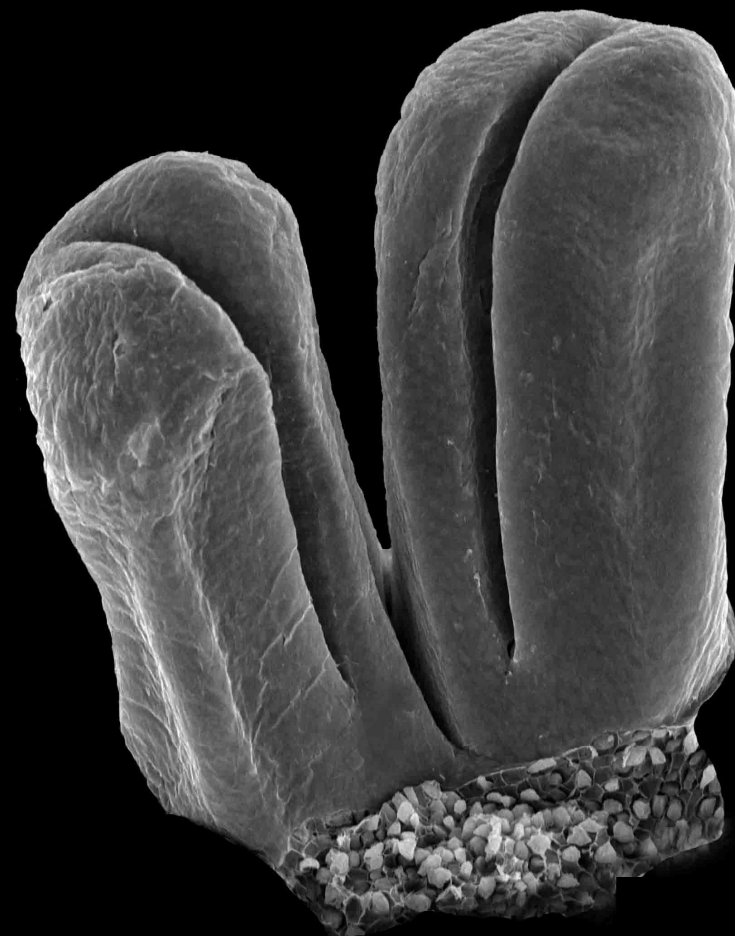
ПЛОДОЛИСТИК = МЕГАСПОРОФИЛЛ (?)



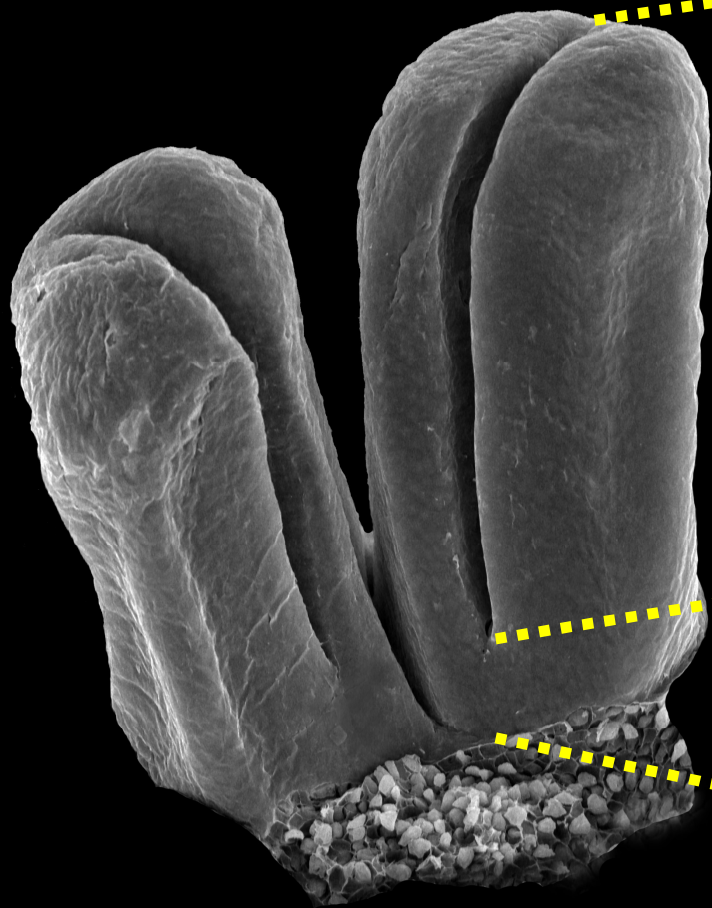
Морфогенез
кондуктивного
плодолистика



**Плодолистик полностью
асцидатный**



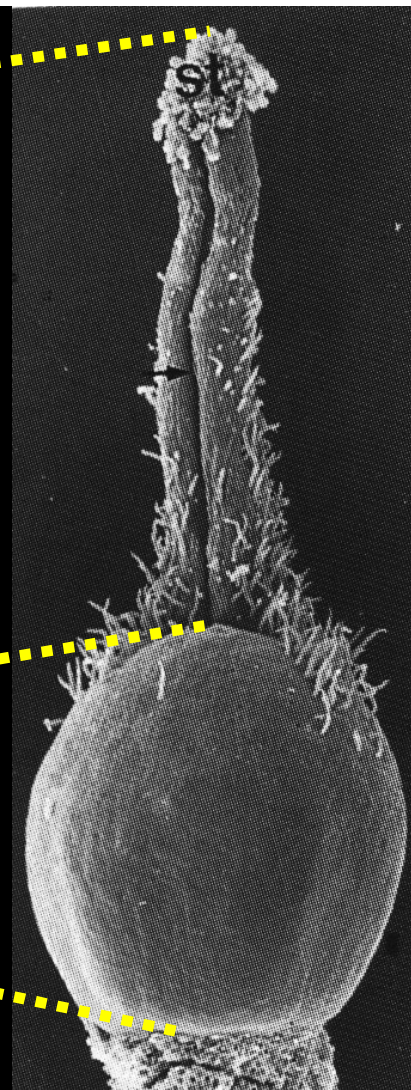
**Плодолистик с пликатной и
асцидатной зоной**



Tofieldia, Tofieldiaceae
(Remizowa et al., 2006)

Пликатная
зона

Асцидиатная
зона

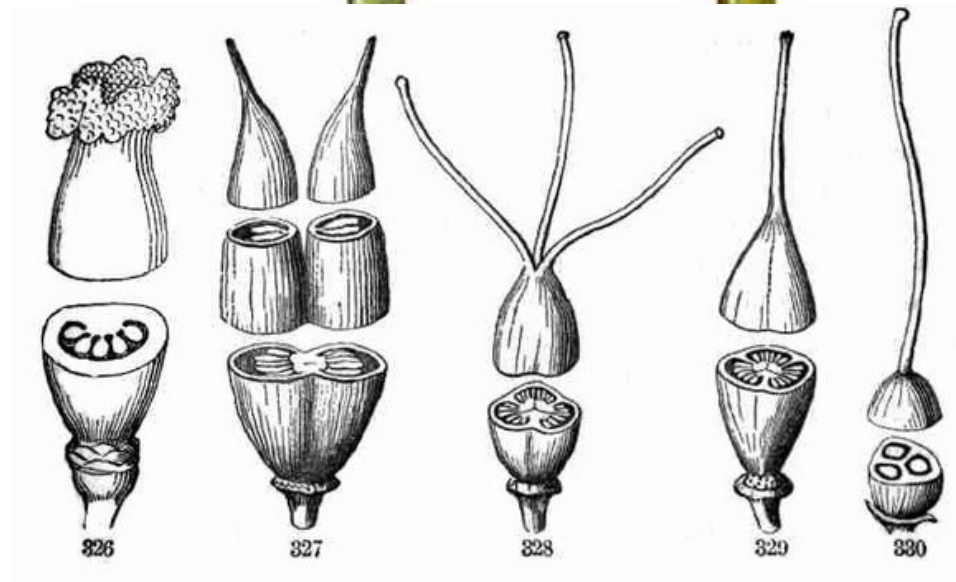
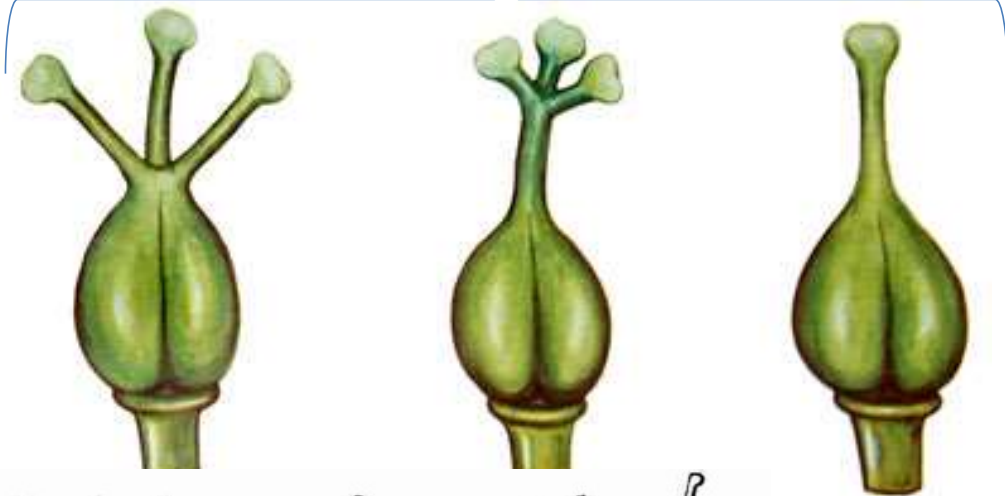


Persea, Lauraceae
(Endress, Igersheim, 1997)

Апокарпный гинецей



Ценокарпный гинецей (=синкарпный в широком смысле)





А.Л. Тахтаджян (1910 – 2009)

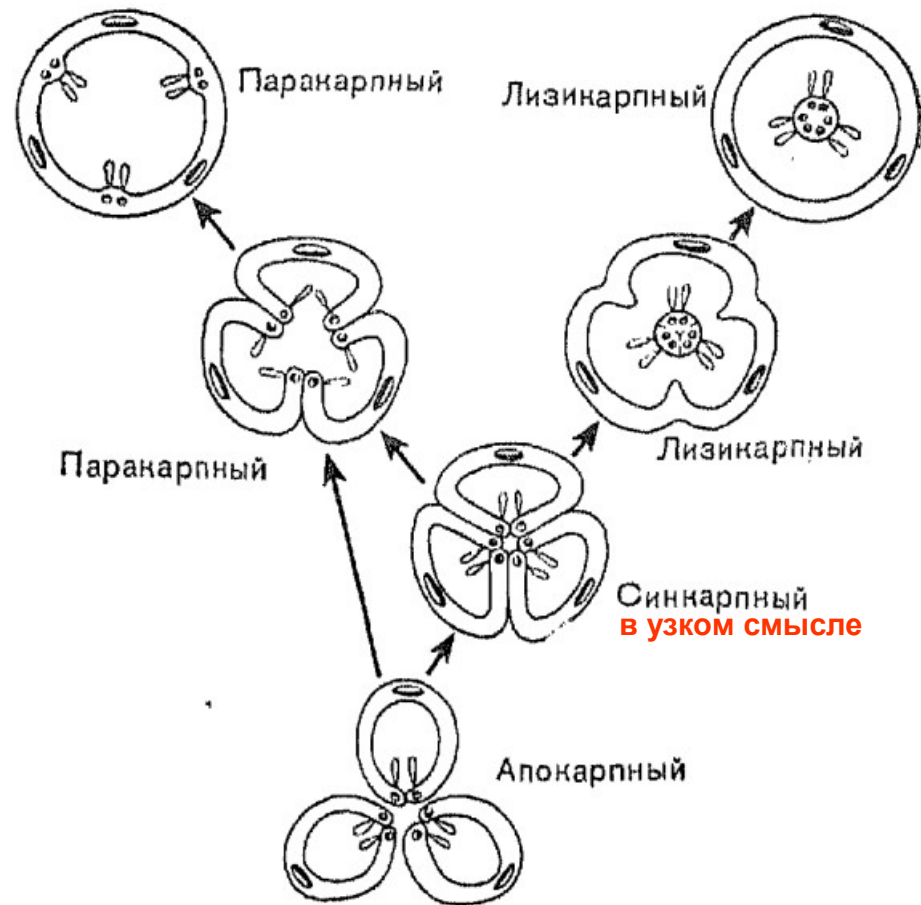
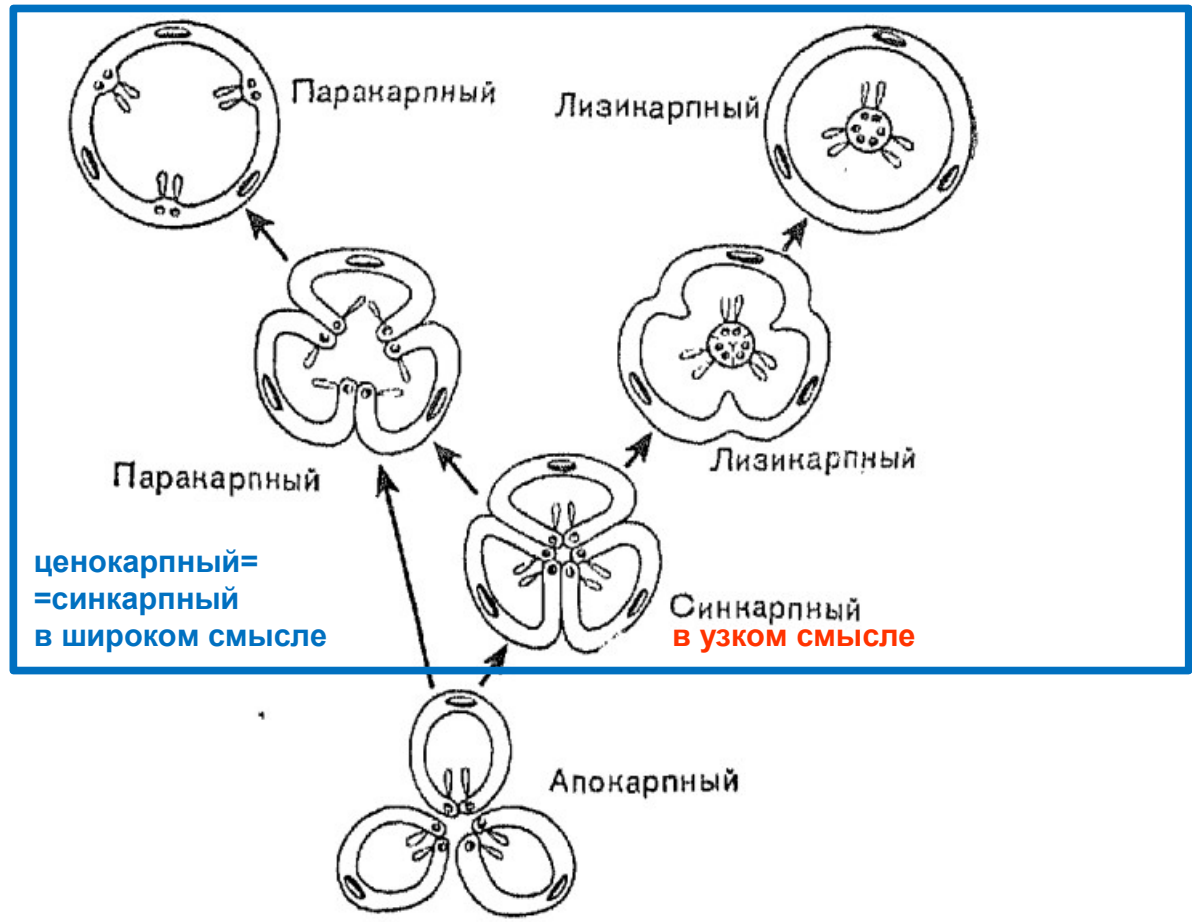


Рис. 19. Схема эволюции основных типов гинецея. Апокарпный гинецей дает начало синкарпному, от которого, в свою очередь, происходит паракарпный и лизикарпный. Паракарпный и лизикарпный типы изображены в двух стадиях эволюции, что дает представление о двух разных путях их происхождения от исходного синкарпного типа. Во многих случаях паракарпный гинецей происходит непосредственно от апокарпного.



А.Л. Тахтаджян (1910 – 2009)

Рис. 19. Схема эволюции основных типов гинецея. Апокарпный гинецей дает начало синкарпному, от которого, в свою очередь, происходит паракарпный и лизикарпный. Паракарпный и лизикарпный типы изображены в двух стадиях эволюции, что дает представление о двух разных путях их происхождения от исходного синкарпного типа. Во многих случаях паракарпный гинецей происходит непосредственно от апокарпного.

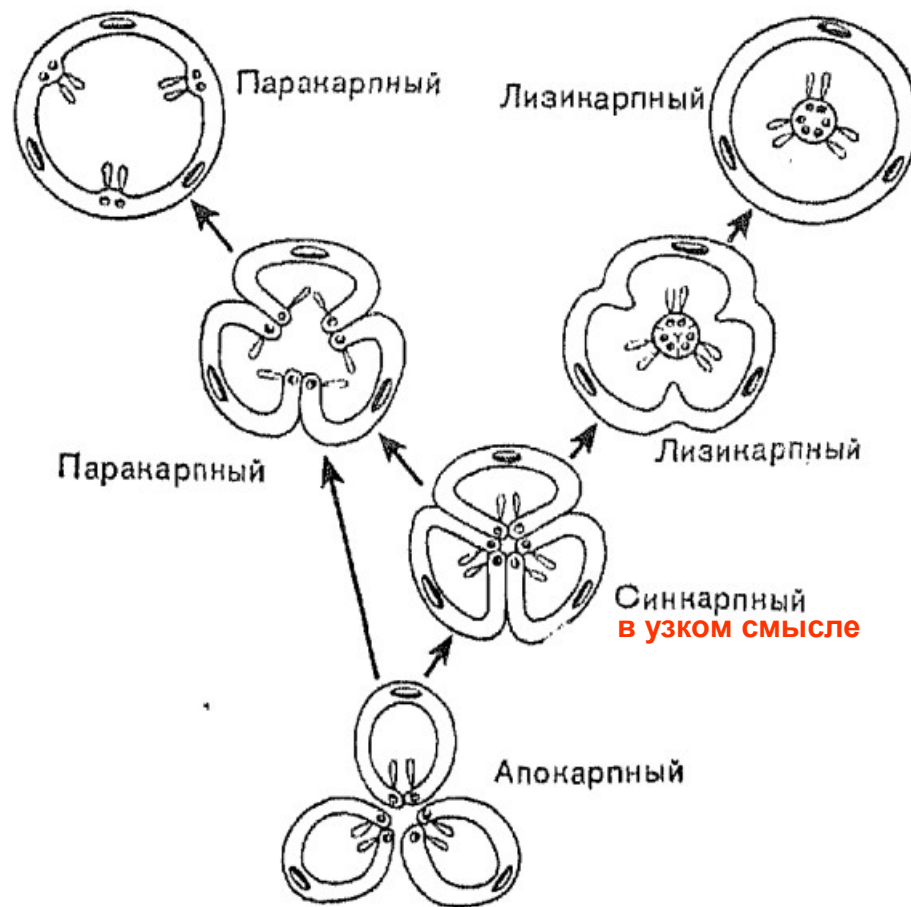
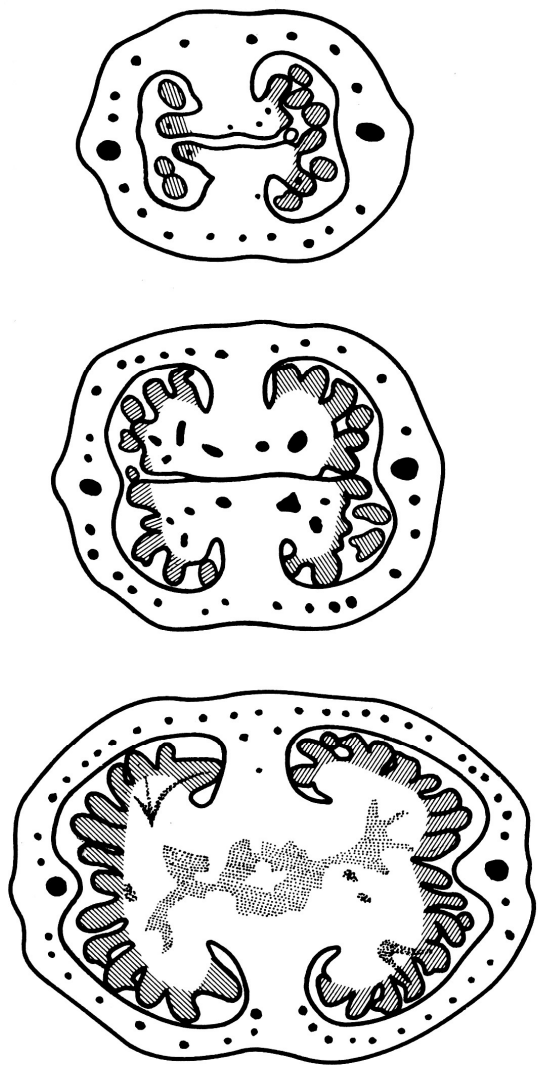
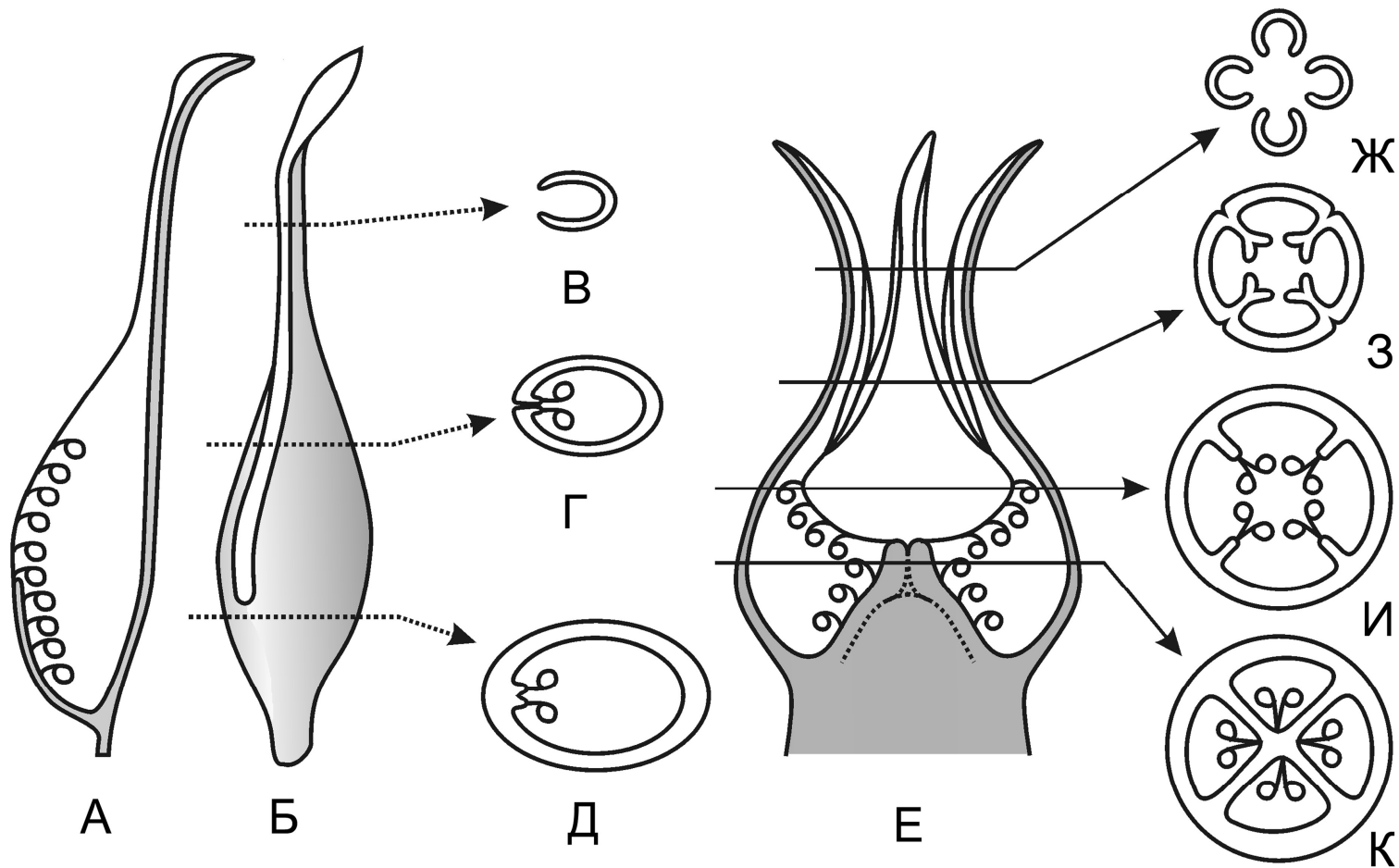


Рис. 19. Схема эволюции основных типов гинцея. Апокарпный гинцей дает начало синкарпному, от которого, в свою очередь, происходит паракарпный и лизикарпный. Паракарпный и лизикарпный типы изображены в двух стадиях эволюции, что дает представление о двух разных путях их происхождения от исходного синкарпного типа. Во многих случаях паракарпный гинцей происходит непосредственно от апокарпного.

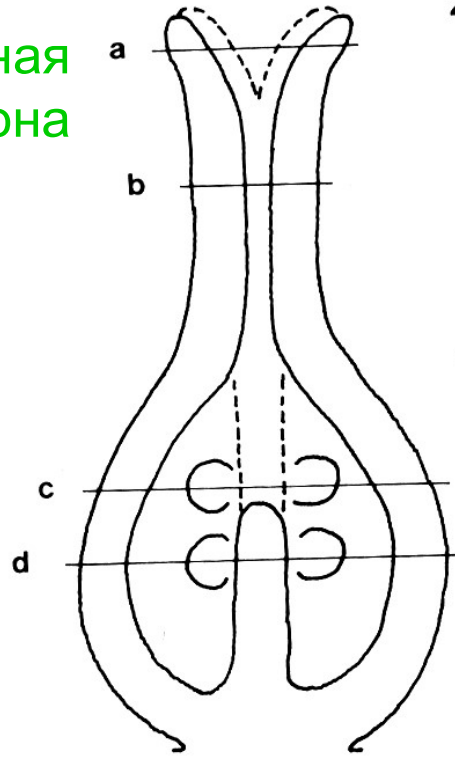
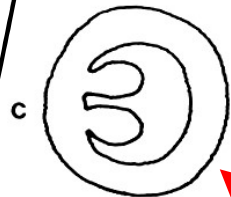
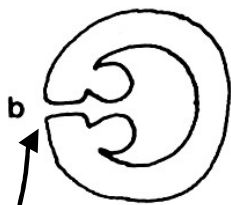


Строение свободного плодолистика с фертильной асцидиатной и пликтатной зонами (А-Д) и гинецея из сросшихся плодолистиков такого типа (Е-К). А – плодолистик в продольном сечении, брюшная сторона слева, Б – его внешний вид со стороны брюшного шва, В,Г – поперечные срезы через пликтатную зону, Д – через асцидиатную зону (В – стилодий, Г,Д – завязь). Е – гинецей в продольном разрезе, Ж-К – он же на серии поперечных срезов (И – симплекатная зона, К – синасцидиатная зона). (По А.К. Тимонину, 2006.)

Пликатная зона (=с брюшным швом)

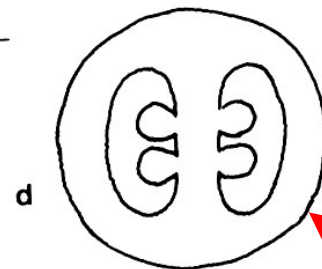
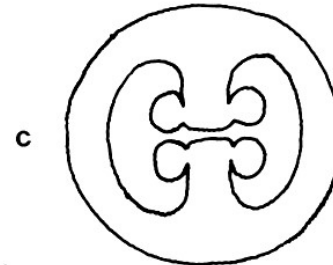
1

Пликатная зона



Асцидиатная зона

2



Симпликатная зона

Синасцидиатная зона

Разрыв = будущий брюшной шов (срез сделан чуть раньше его зарастания)

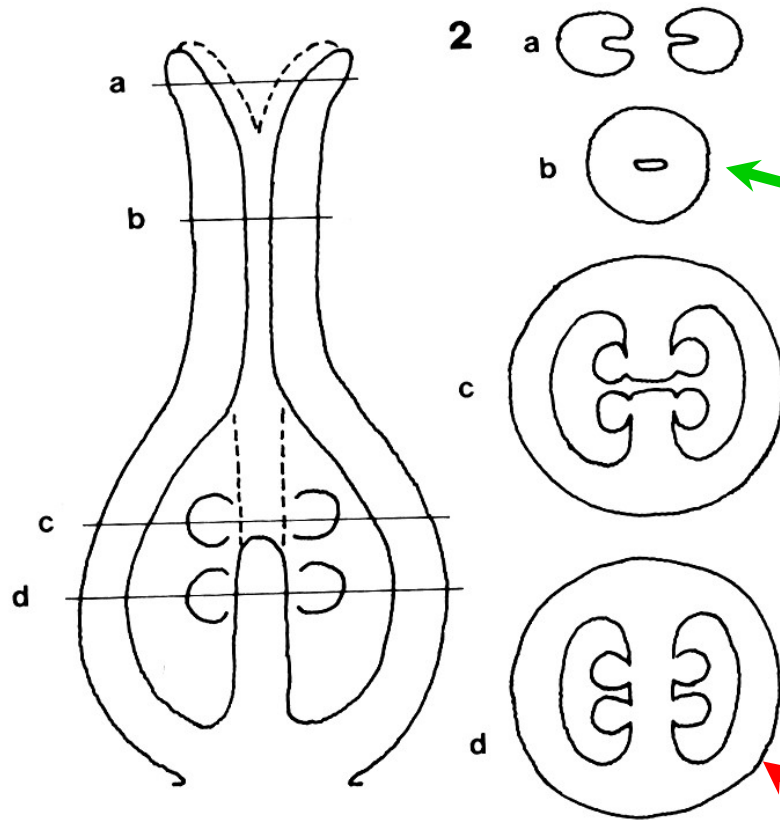
Пунктир на продольных срезах = то, что совсем рядом, но прямо в плоскость среза не попадает.

Синасцидиатная зона



Симплекатная зона

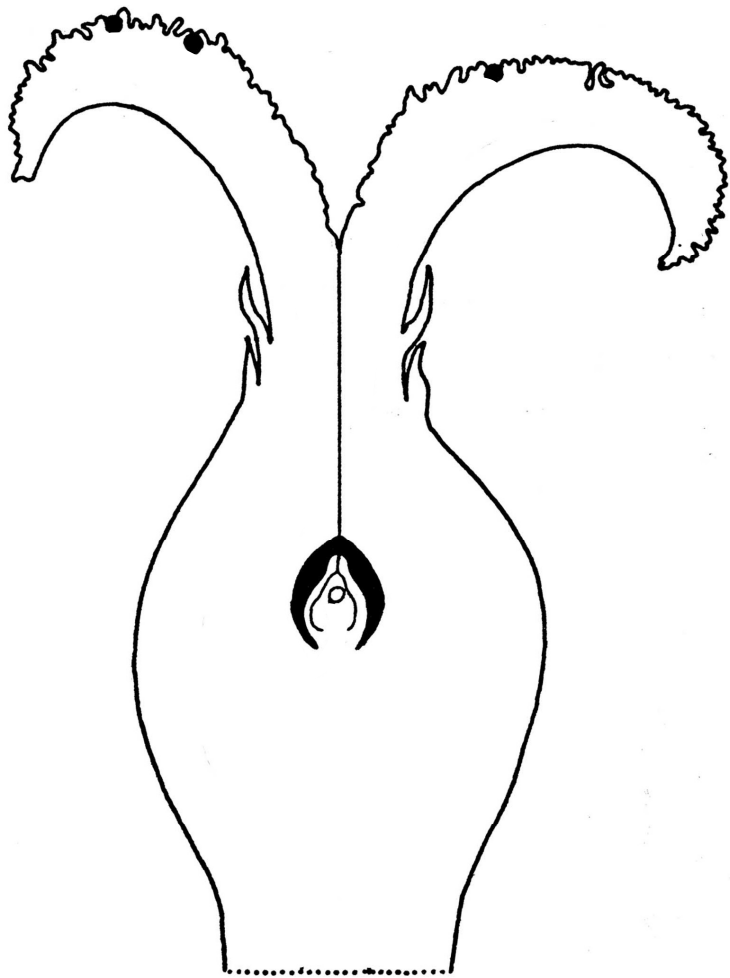




Симплекатная зона

Синасцидиатная зона

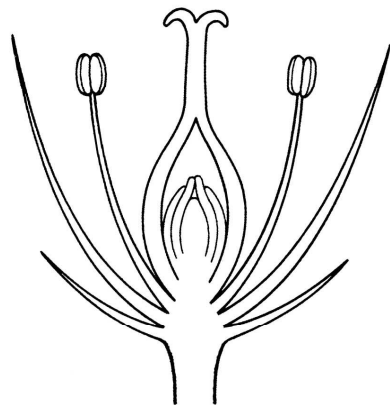
**В симплекатной зоне
формируется *компитум***



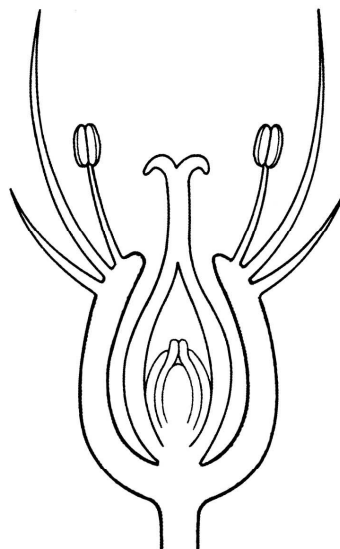
Juglans (грецкий орех)



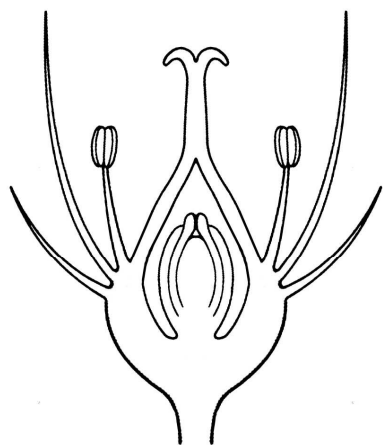
Цветок с
верхней
завязью



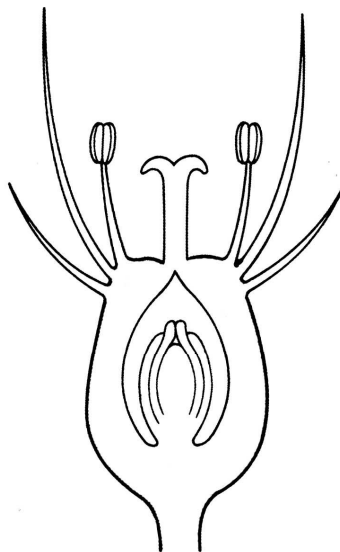
Цветок с
верхней
завязью
и гипантием



Цветок с
полунижней
завязью



Цветок с нижней
завязью



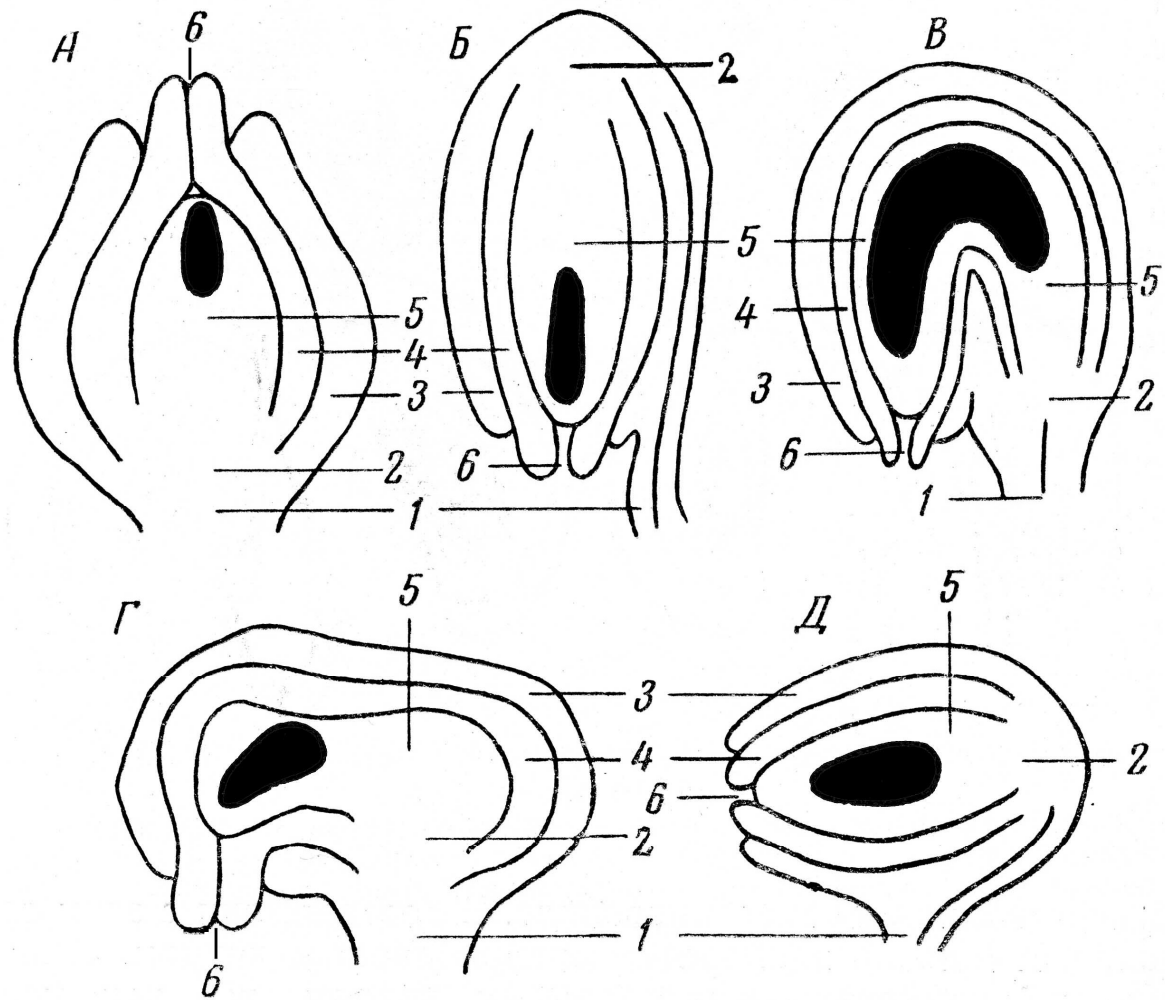
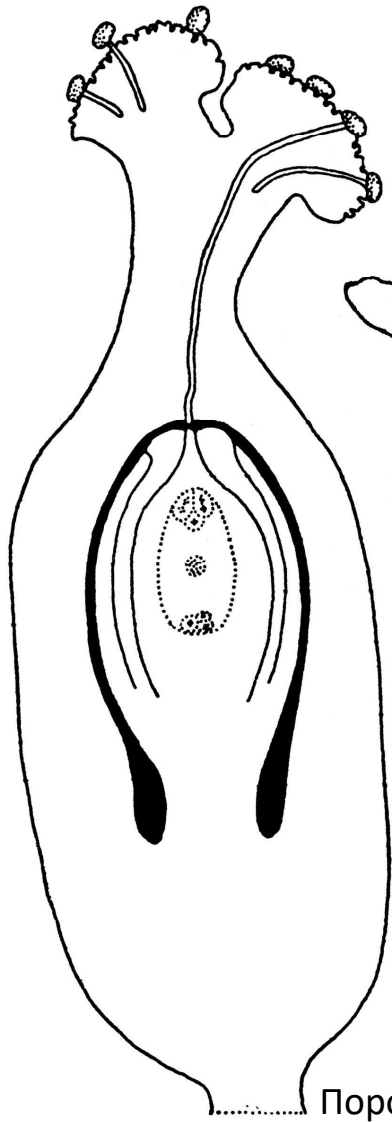


Рис. 18. Типы семяпочек (продольный разрез — схема):
 А — атропная (прямая); Б — анатропная (обращенная); В — амфи-
 тропная; Г — кампилотропная; Д — гемитропная; 1 — семяножка,
 2 — халаза; 3 — наружный интегумент; 4 — внутренний интегумент; 5 —
 нуцеллус; 6 — микропиле



Порогамия (*Polygonum*)



Мезогамия (*Ulmus*)



Халазогамия (*Juglans*)