

# Класс Pinopsida

Билатеральная симметрия семян

Листовые следы однопучковые

Вторичная ксилема: трахеиды с *торусами* в порах

Цельные листья с одной жилкой или параллельным / веерным жилкованием.

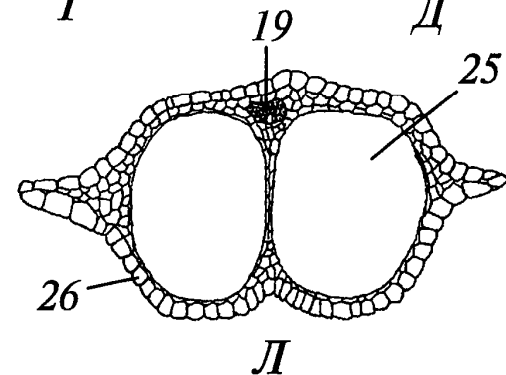
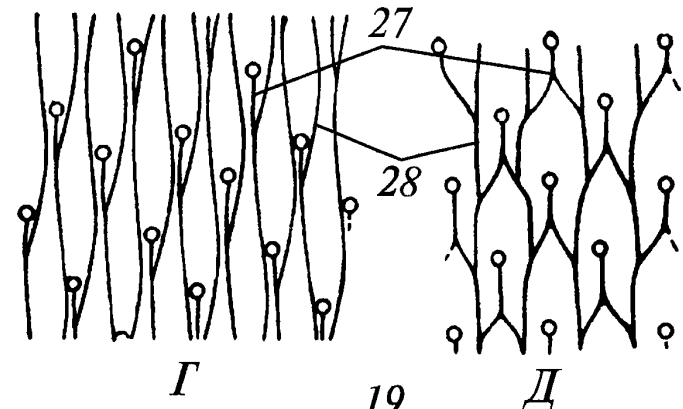
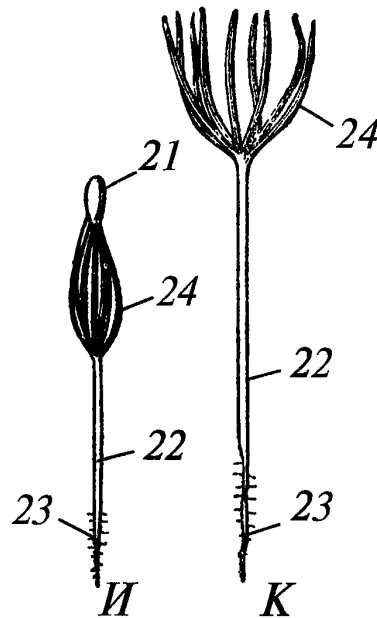
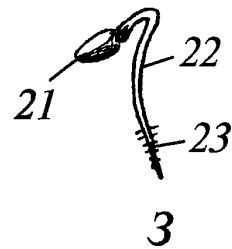
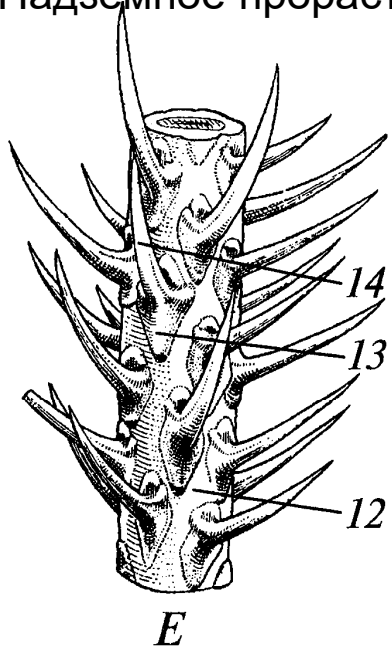
Часто – трансфузионная ткань в листе

Часто – листовые подушки

Микроспорангии – **фиброзный слой из экзотеция** (у гингко - эндотеций)

Нет мегаспорофиллов, аксиллярный комплекс

Надземное прорастание семян



Антропоген
Неоген
Палеоген
Мел
Юра
Триас
Пермь
Карбон
Девон
Силур

Класс Pinopsida  
 Подкласс Cordaitanthidae (кордаитовые)

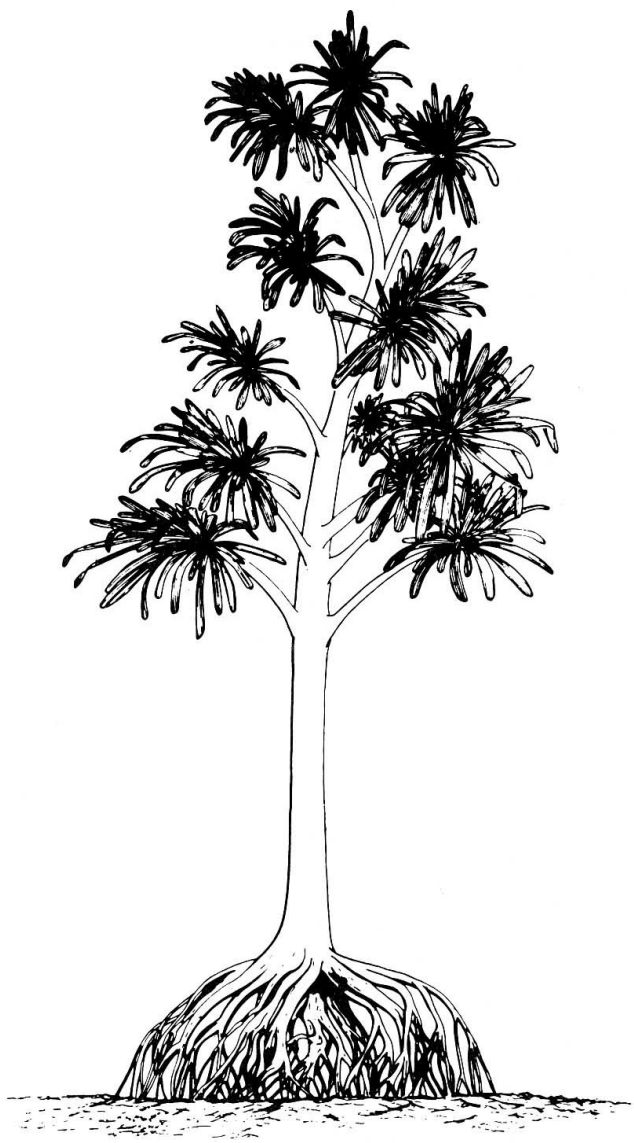
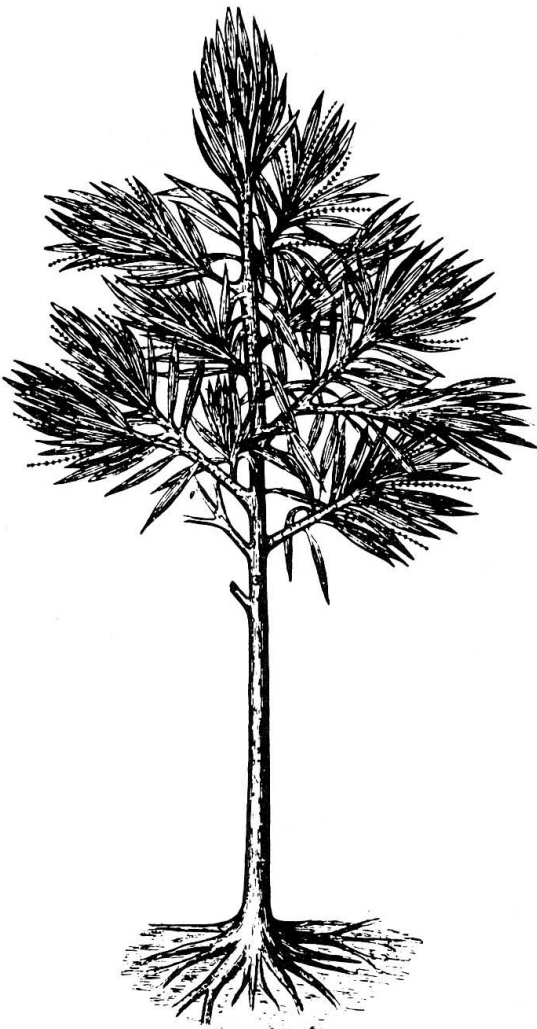
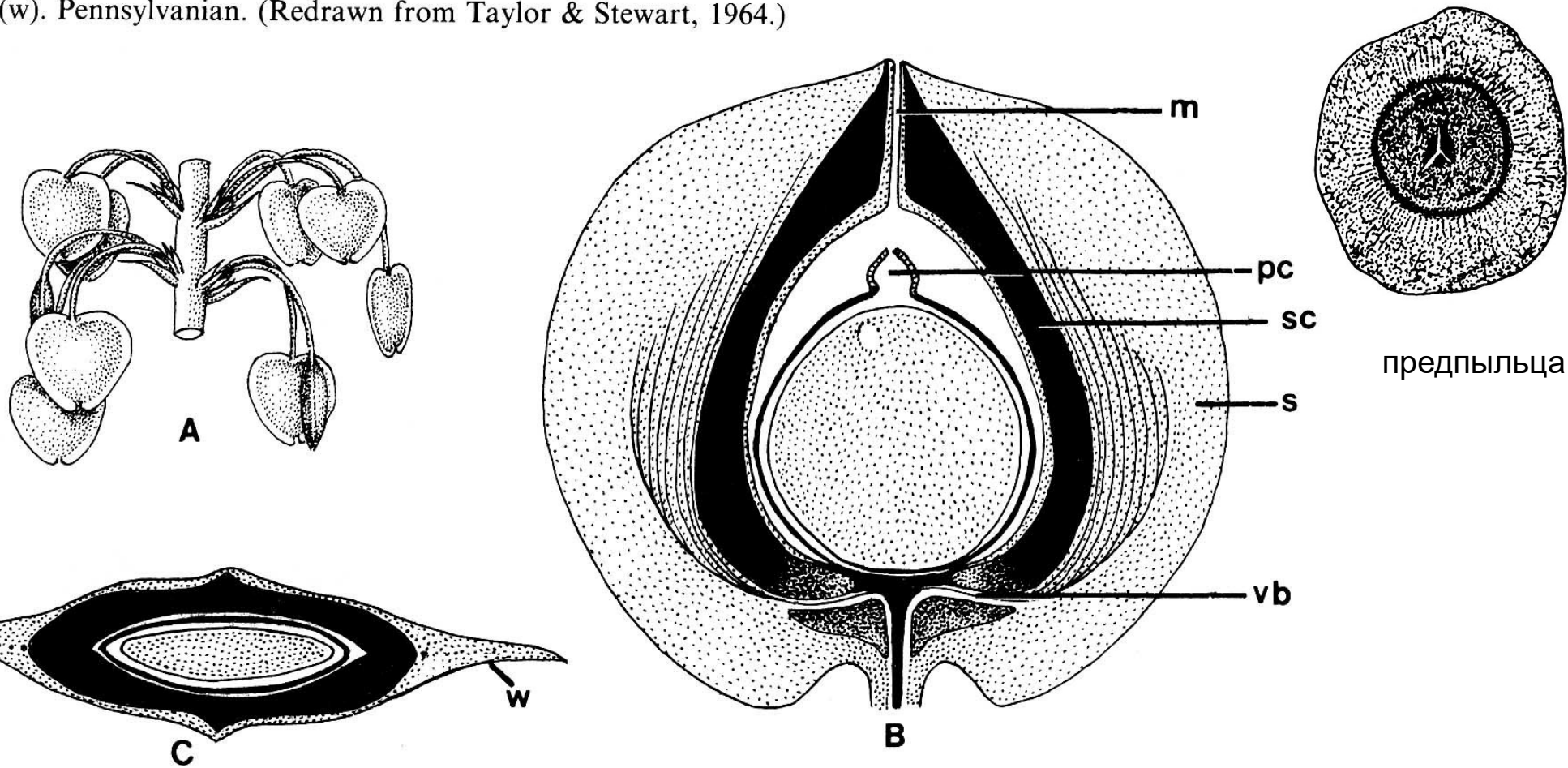


Figure 28.11. **A.** *Cardiocarpus cordei*, primary axis, with ovulate secondary shoots. Note *Samaropsis*-type pendant ovules. Carboniferous. (Based on Zimmermann, 1959.) **B.** *Mitrospermum compressum*, longitudinal section in primary plane. Micropyle (m); pollen chamber (pc); sclerotesta (sc); winglike extension of sarcotesta (s); vascular bundle (vb) entering sarcotesta. **C.** *M. compressum*, transverse section showing platyspermic nature of ovule with extended “wing” (w). Pennsylvanian. (Redrawn from Taylor & Stewart, 1964.)



Антропоген	Ч
Палеоген	
Мел	
Юра	
Триас	
Пермь	
Карбон	
Девон	
Силур	

# Класс Pinopsida Подкласс Pinidae (хвойные)

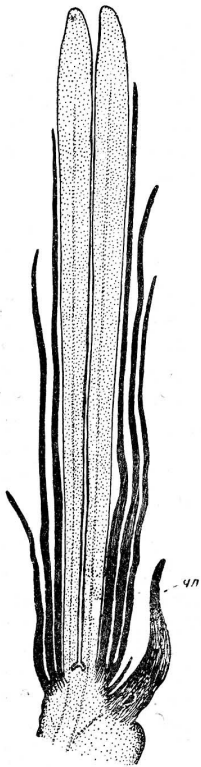


Рис. 277. Укороченный побег *Pinus laricio* Poir., расположенный в пазухе чешуевидного листа (чл). ×10. (По Chamberlain).

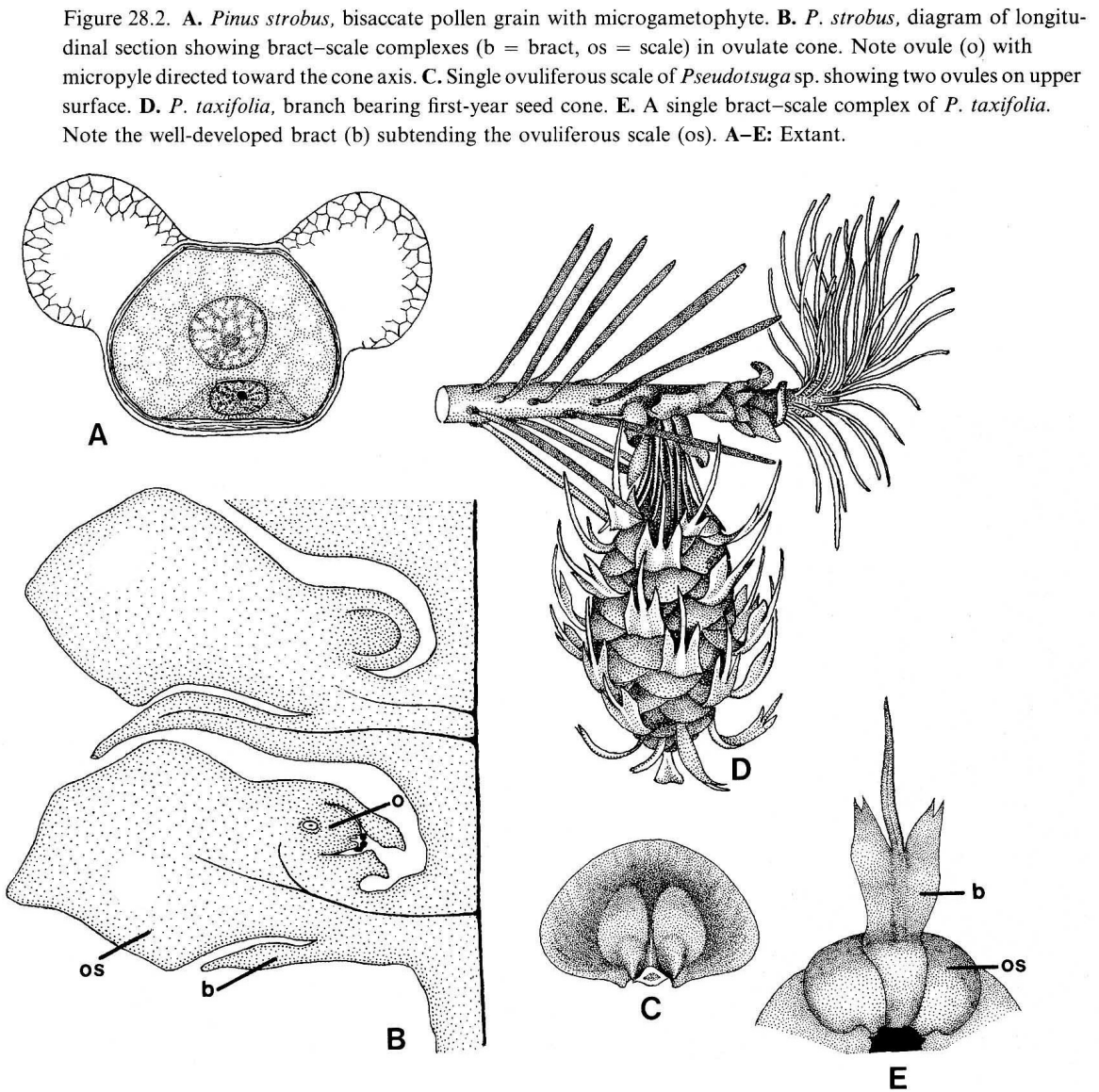
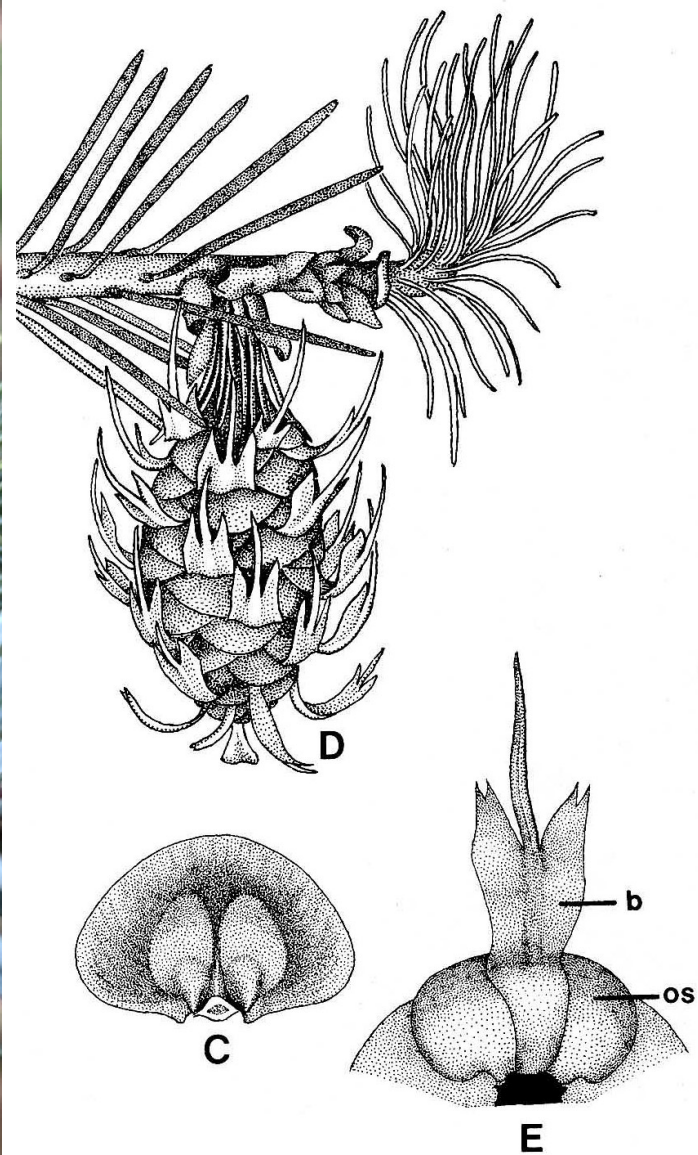


Figure 28.2. **A.** *Pinus strobus*, bisaccate pollen grain with microgametophyte. **B.** *P. strobus*, diagram of longitudinal section showing bract-scale complexes (b = bract, os = scale) in ovulate cone. Note ovule (o) with micropyle directed toward the cone axis. **C.** Single ovuliferous scale of *Pseudotsuga* sp. showing two ovules on upper surface. **D.** *P. taxifolia*, branch bearing first-year seed cone. **E.** A single bract-scale complex of *P. taxifolia*. Note the well-developed bract (b) subtending the ovuliferous scale (os). **A–E:** Extant.

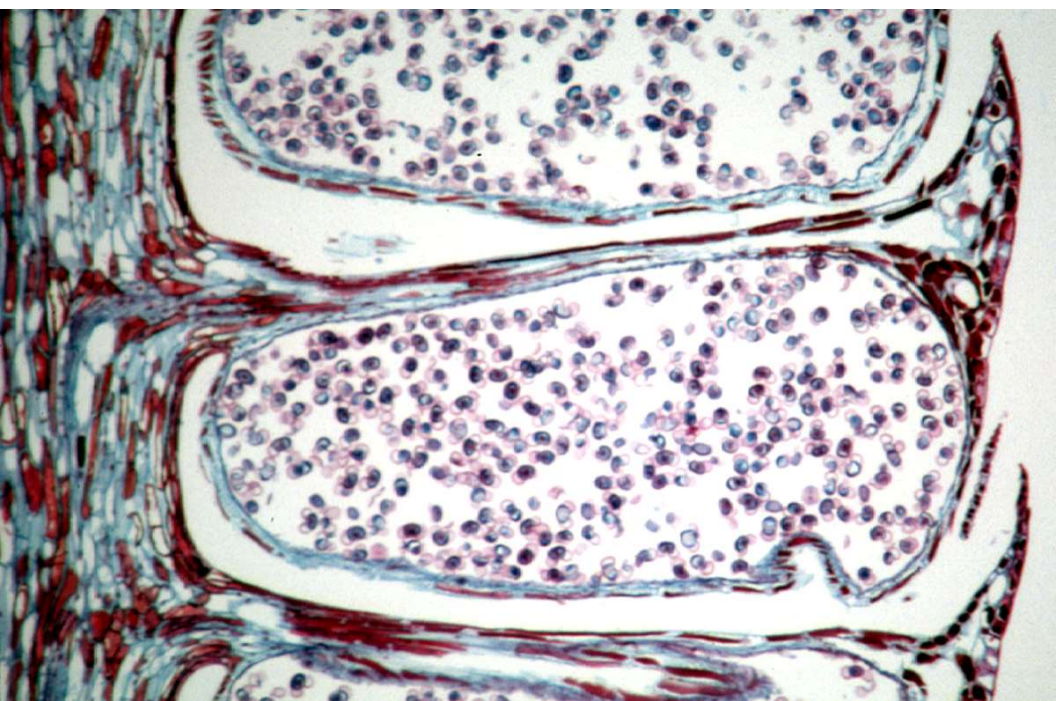




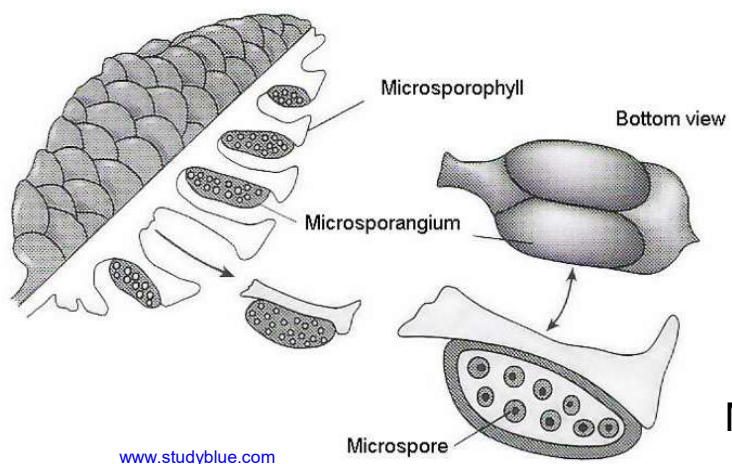








[phytoimages.siu.edu](http://phytoimages.siu.edu)



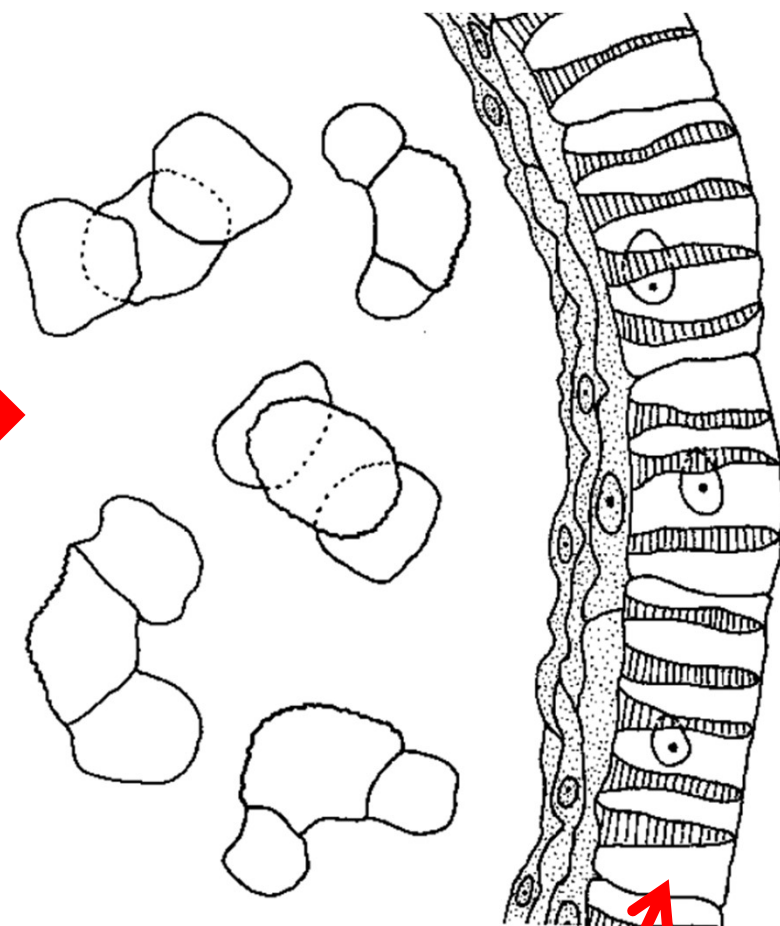
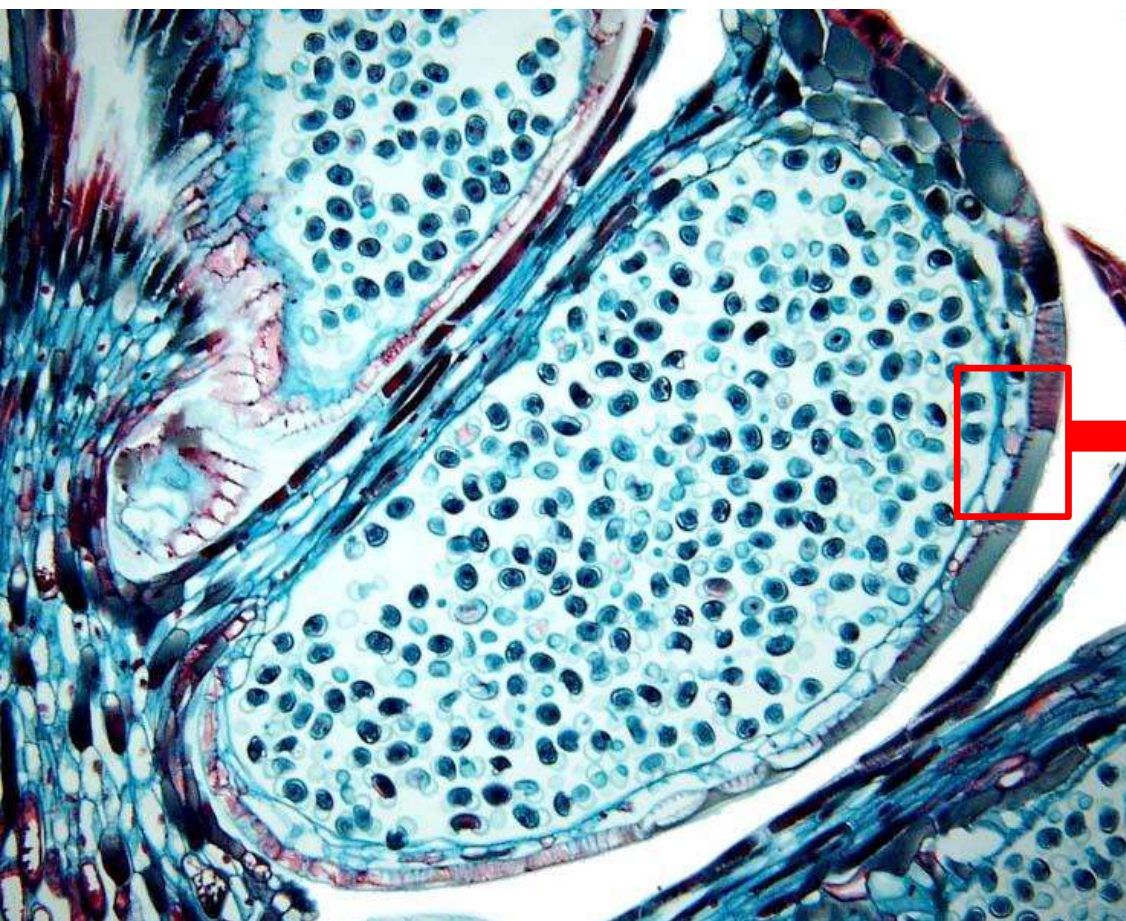
[www.studyblue.com](http://www.studyblue.com)

Микростробилы  
сосны



[www.apheloflora.com](http://www.apheloflora.com)





*Podocarpus parlatorei* (Del Fueyo, 1996)

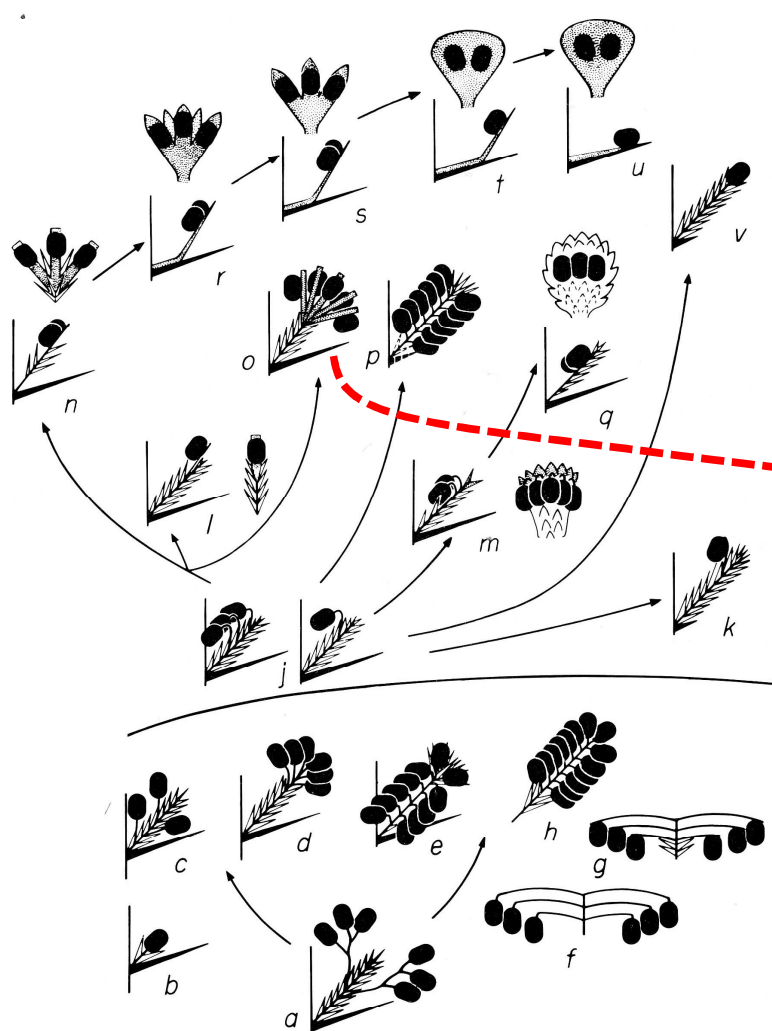
Стенка микроспорангия хвойных

**фиброзный слой из экзотеция**

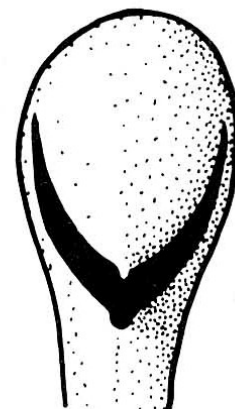
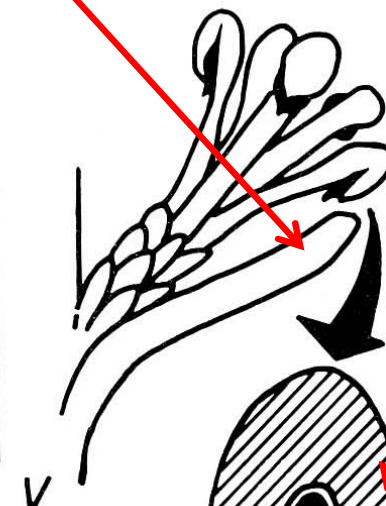


ХВОЙНЫЕ

корда-  
итовые



Кроющий лист  
аксиллярного  
комплекса, гомолог  
кроющей чешуи  
современных хвойных



ножка  
семечки

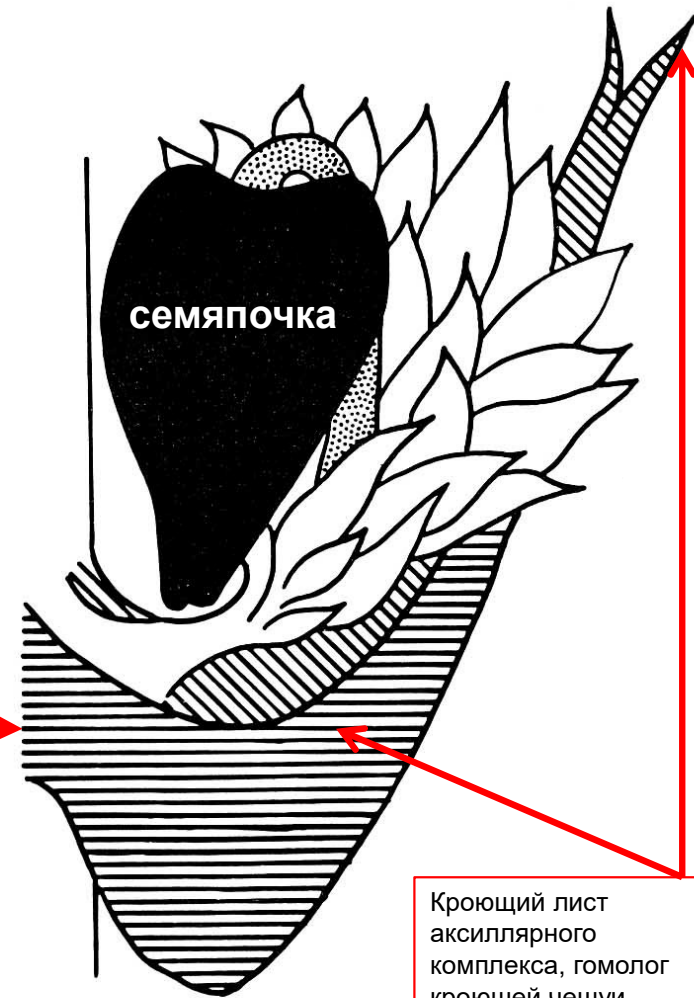
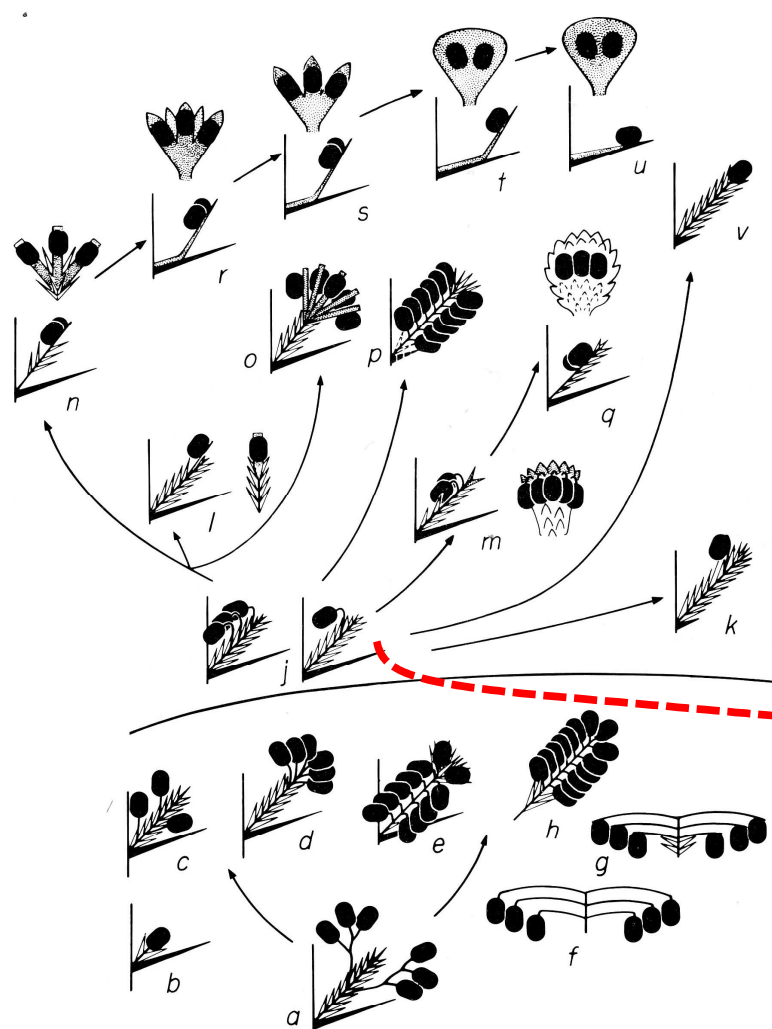
семяпочка

Lebachiaceae:  
*Sashinia*

*a, Cordaitanthus pseudoftuitans* (Kidst.) Crook.; *b, C. diversiflorus* Crook. (sterile scales problematical); *c, C. zeilleri* Ren. sp.; *d, C. duquesnensis* Rothw. sp.; *e, Vojnovskya*; *f, Gaussia cristata* Neub.; *g, G. scutellata* Neub.; *h, Suchoviella*; *j, 'Lebachia' lockardii* Mapes et Rothw.; *k, Buriadia*; *l, Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (Schloth.) Flor.; *m, Kungurodendron*; *n, Walchiostrobus*; *o, Sashinia*; *p, Timanostrobus*; *q, Concholepis*; *r, Pseudovoltzia*, *Voltzia*; *s, Swedenborgia*, *Aethophyllum* and allied Triassic genera; *t, u*, more advanced Mesozoic and Cainozoic conifers with partly (*t*) and completely (*u*) fused seed scale and bract; *v*, taxa.

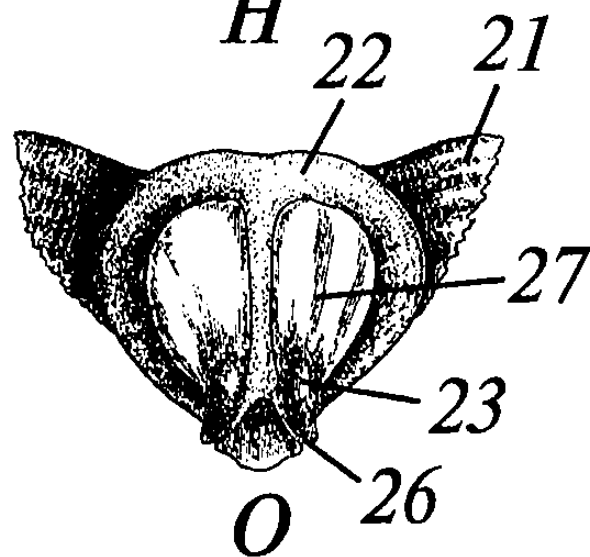
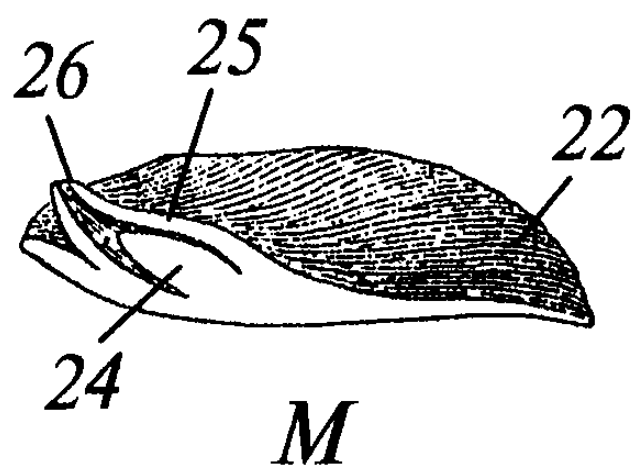
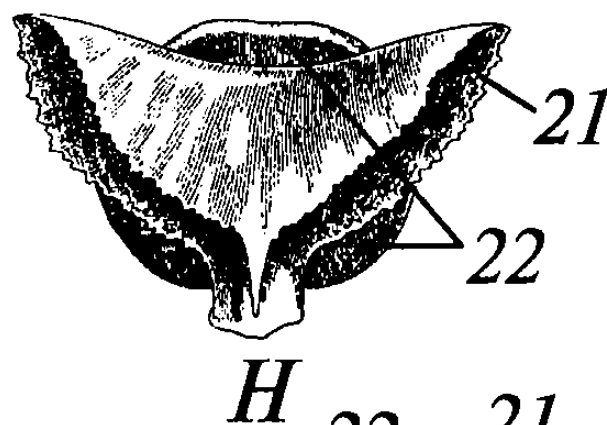
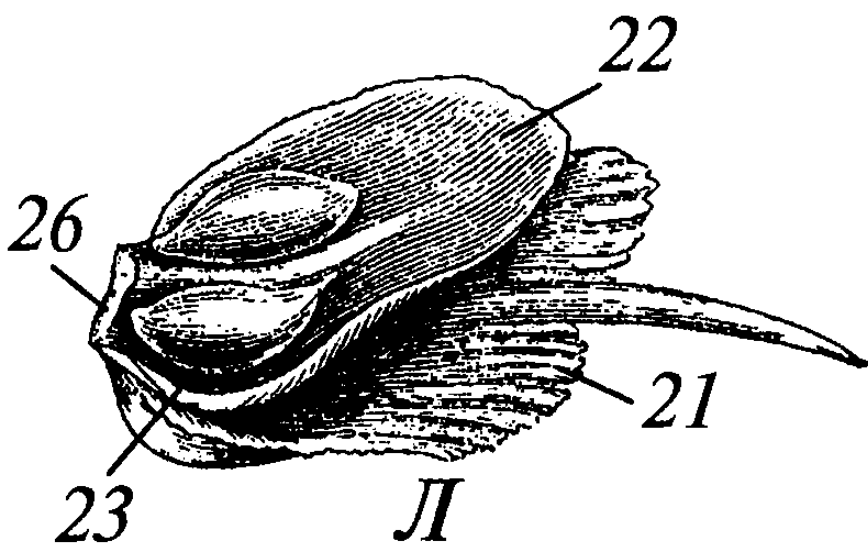
ХВОЙНЫЕ

корда-  
итовые



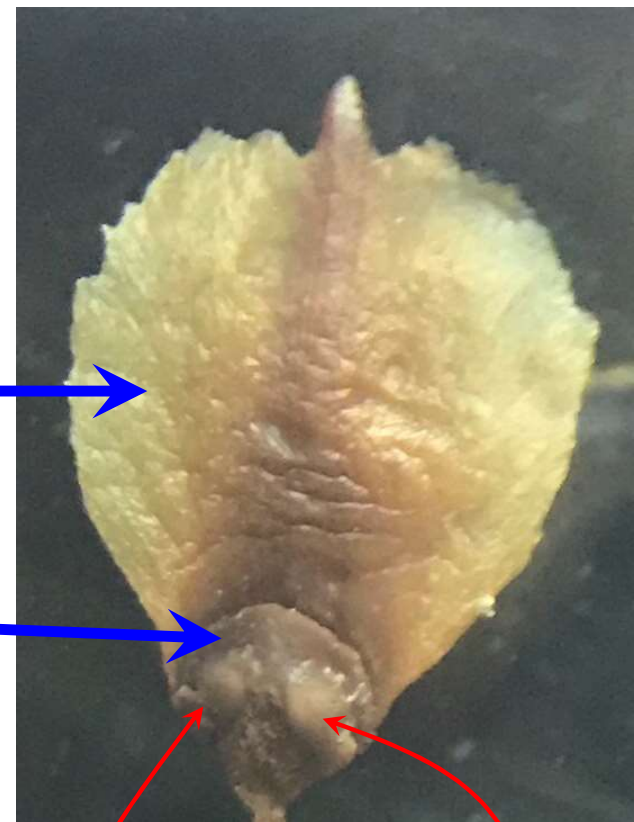
Кроющий лист  
аксиллярного  
комплекса, гомолог  
кроющей чешуи  
современных хвойных

a, *Cordaitanthus pseudoaltianus* (Kidst.) Crook.; b, *C. diversiflorus* Crook. (sterile scales problematical); c, *C. zeilleri* Ren. sp.; d, *C. duquesnensis* Rothw. sp.; e, *Vojnovskya*; f, *Gaussia cristata* Neub.; g, *G. scutellata* Neub.; h, *Suchoviella*; i, *'Lebachia' lockardii* Mapes et Rothw.; k, *Buriadia*; l, *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (Schloth.) Flor.; m, *Kungurodendron*; n, *Walchiostrobus*; o, *Sashinia*; p, *Timanostrobus*; q, *Concholepis*; r, *Pseudovoltzia*, *Voltzia*; s, *Swedenborgia*, *Aethophyllum* and allied Triassic genera; t, u, more advanced Mesozoic and Cainozoic conifers with partly (t) and completely (u) fused seed scale and bract; v, taxads.



*Abies  
pectinata*  
(пихта)

21 — кроющая чешуя; 22 — семенная чешуя; 23 — семяпочка; 24 — нуцеллус;  
25 — интегумент; 26 — микропиле;



Кроющая чешуя

Семенная чешуя

Микропиле  
семяпочки

*Larix*

Две семяпочки



Chamberlain 1935

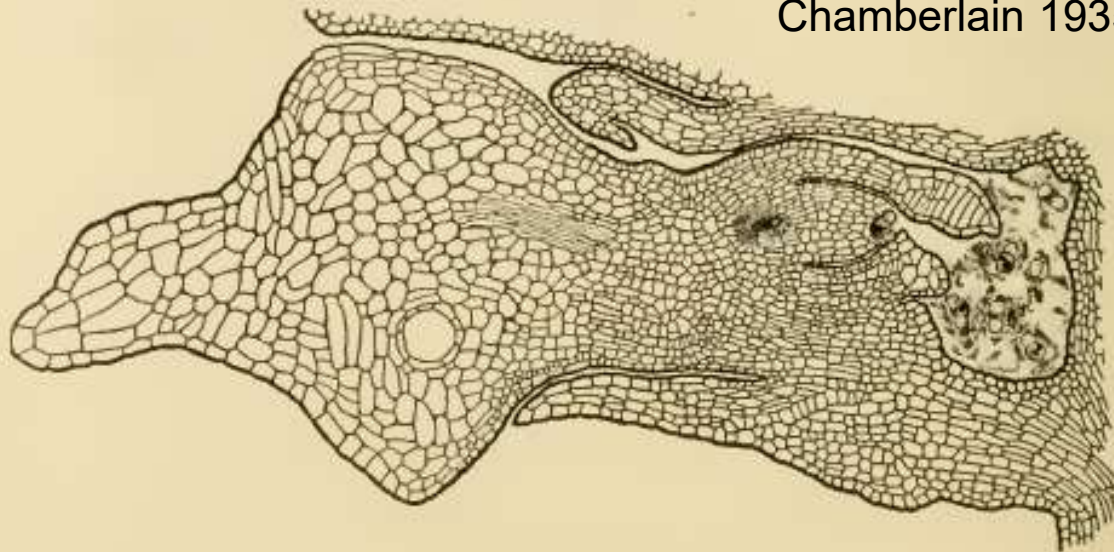


FIG. 302.—*Pinus banksiana*: bract; ovuliferous scale; and ovule. The bract and scale, in such a condition, are said to be free from each other;  $\times 25$ .

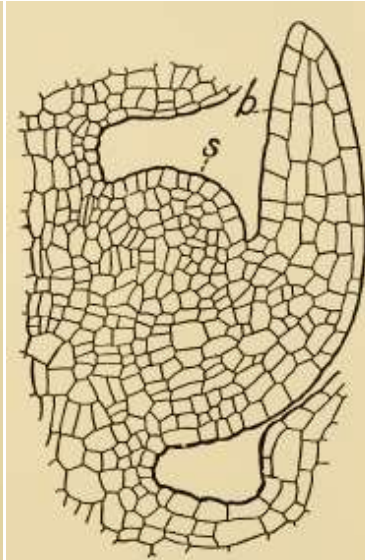
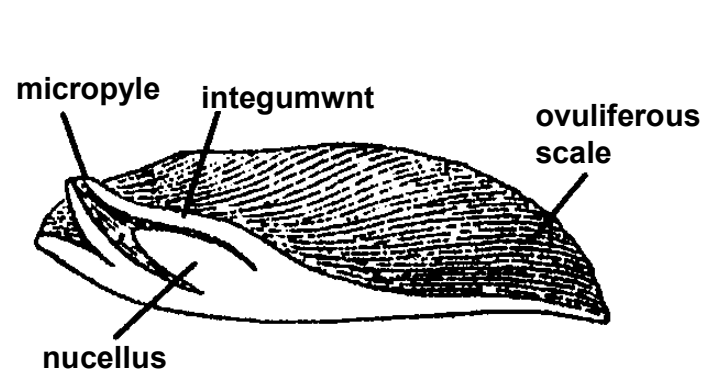
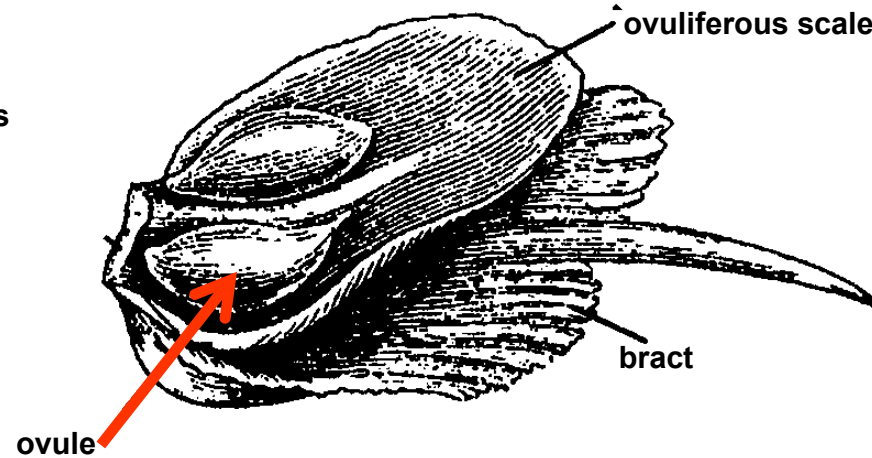


FIG. 300.—*Pinus banksiana*: part of young ovulate cone, showing bract (b), with the "ovuliferous scale" (s), in its axis;  $\times 350$ .



*Abies pectinata*

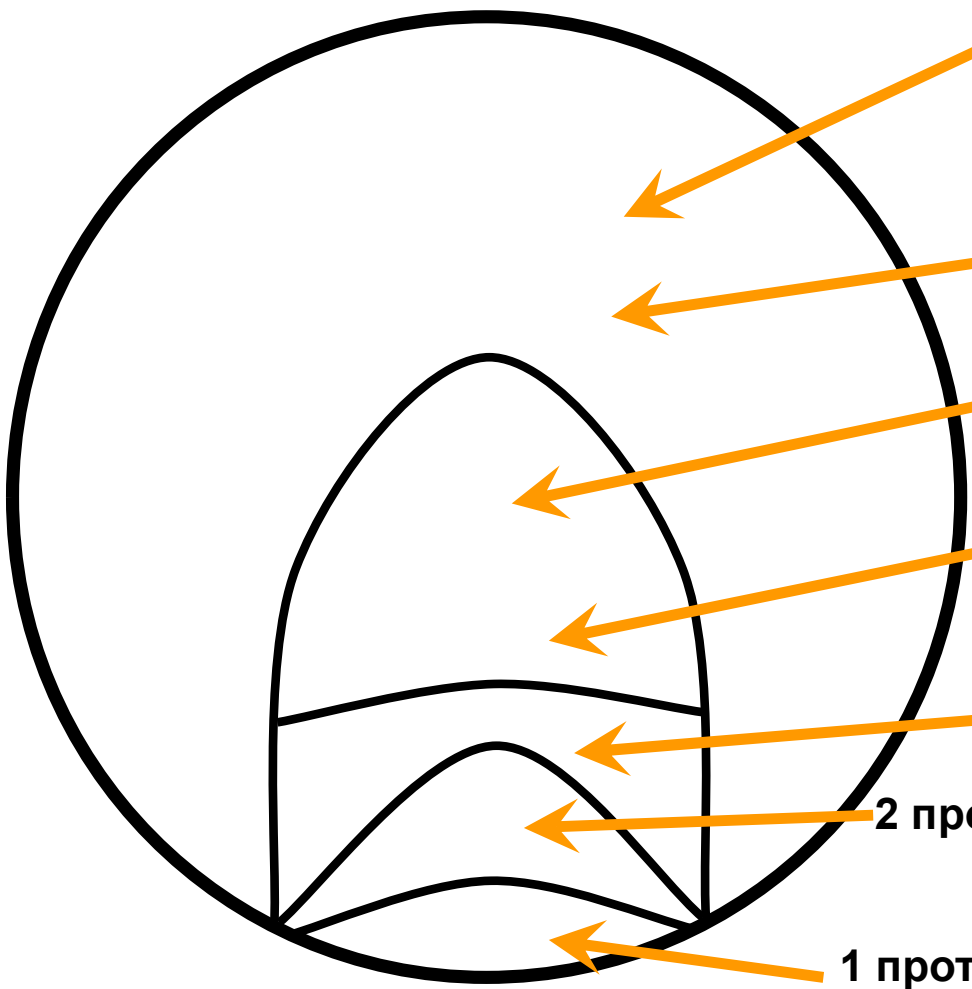


Тимохин 2009

дистальная сторона

сифоногенная клетка

На этом рисунке гаметофит перевернут по отношению к рисунку слева на этом слайде



антеридиальная инициаль

генеративная клетка

антеридиальная клетка

(делится уже после прорастания пыльцевого зерна в семяпочке!)

клетка-ножка  
(=стерильная клетка)

2 проталлиальная клетка

1 проталлиальная клетка

проксимальная сторона

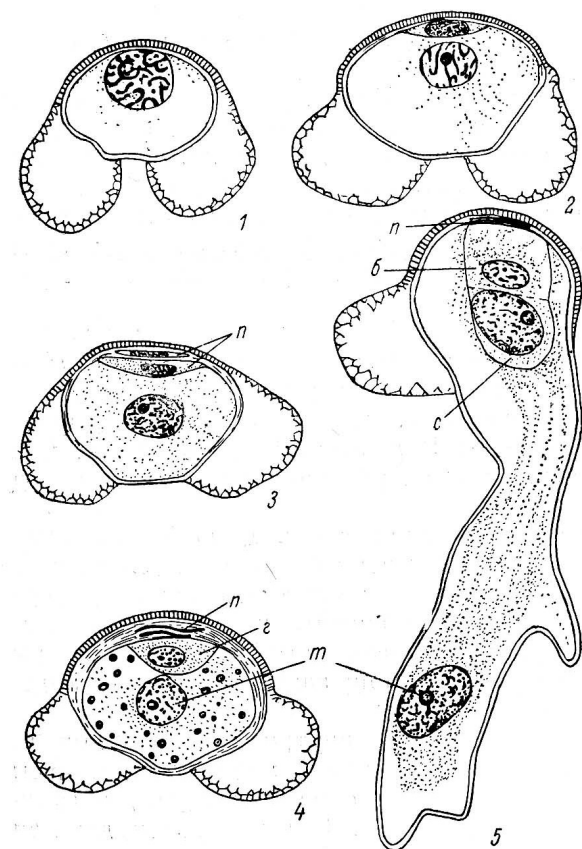


Рис. 282. Развитие мужского гаметофита у *Pinus laricio* Poir.  $\times 600$ .

1 — микроспора; 2—5 — последовательные стадии развития мужского гаметофита: *n* — проталлиальные клетки; *m* — ядро трубки; *g* — генеративная клетка; *b* — базальная клетка (клетка-ножка); *c* — сперматогенная клетка. (По Coulter и Chamberlain).

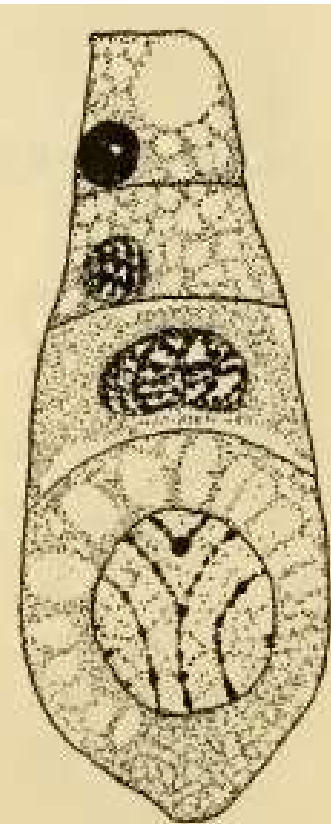
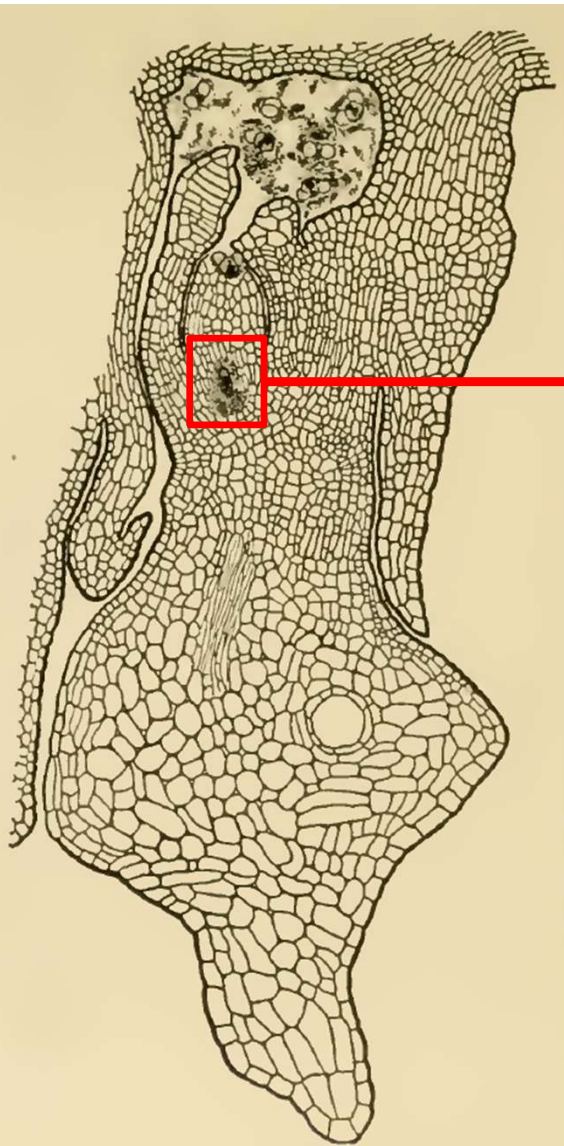


FIG. 319.—*Pinus laricio*: row of four megaspores, the lower one growing vigorously and the other three aborting;  $\times 810$ .—After Dr. MARGARET FERGUSON.<sup>196</sup>



FIG. 320.—*Pinus strobus*: free nuclear stage in female gametophyte. The protoplasm, with its nuclei, is pressed outward by the large central vacuole. The gametophyte is surrounded by a jacket of spongy tissue;  $\times 62$ .—After Dr. MARGARET FERGUSON.<sup>196</sup>



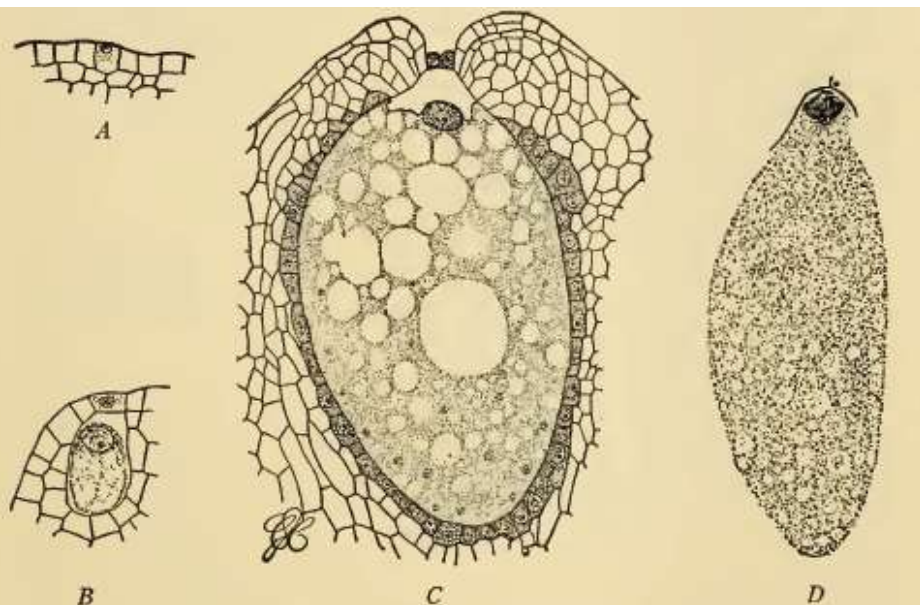


FIG. 322.—*Pinus laricio*: development of the archegonium; A, archegonium initial, May 28; B, neck and central cells, June 2; C, two-celled neck and enlarged central cell, June 18; D, mitosis cutting off ventral canal cell, June 21;  $\times 104$ .—From COULTER and CHAMBERLAIN, *Morphology of Gymnosperms*<sup>154</sup> (University of Chicago Press).

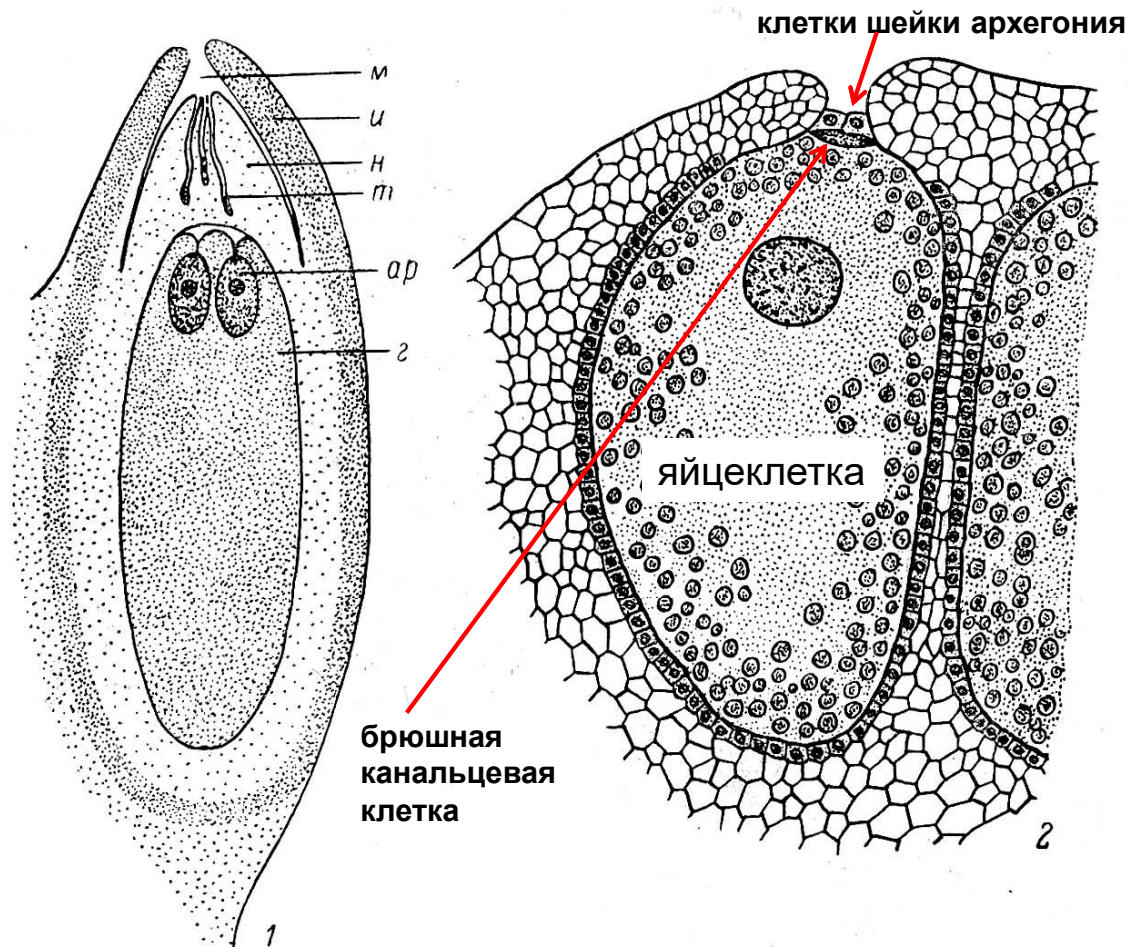
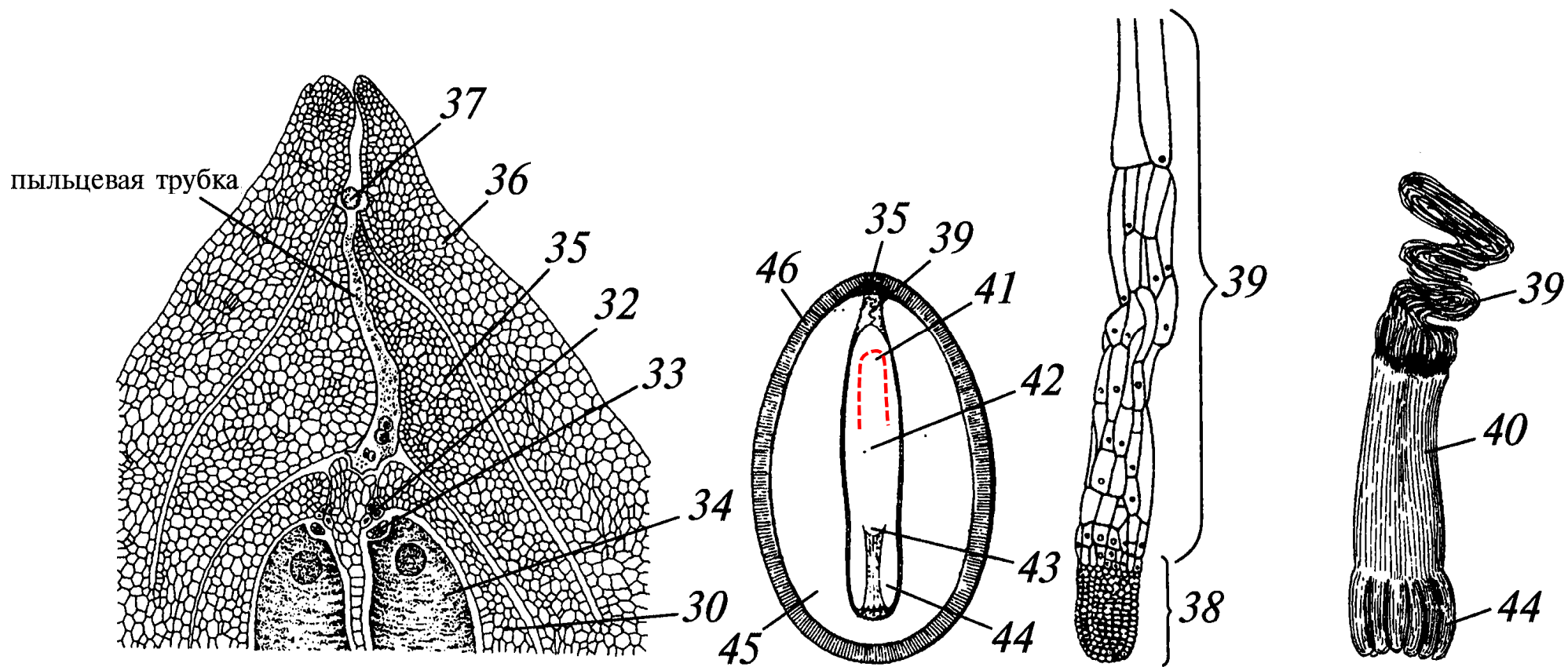
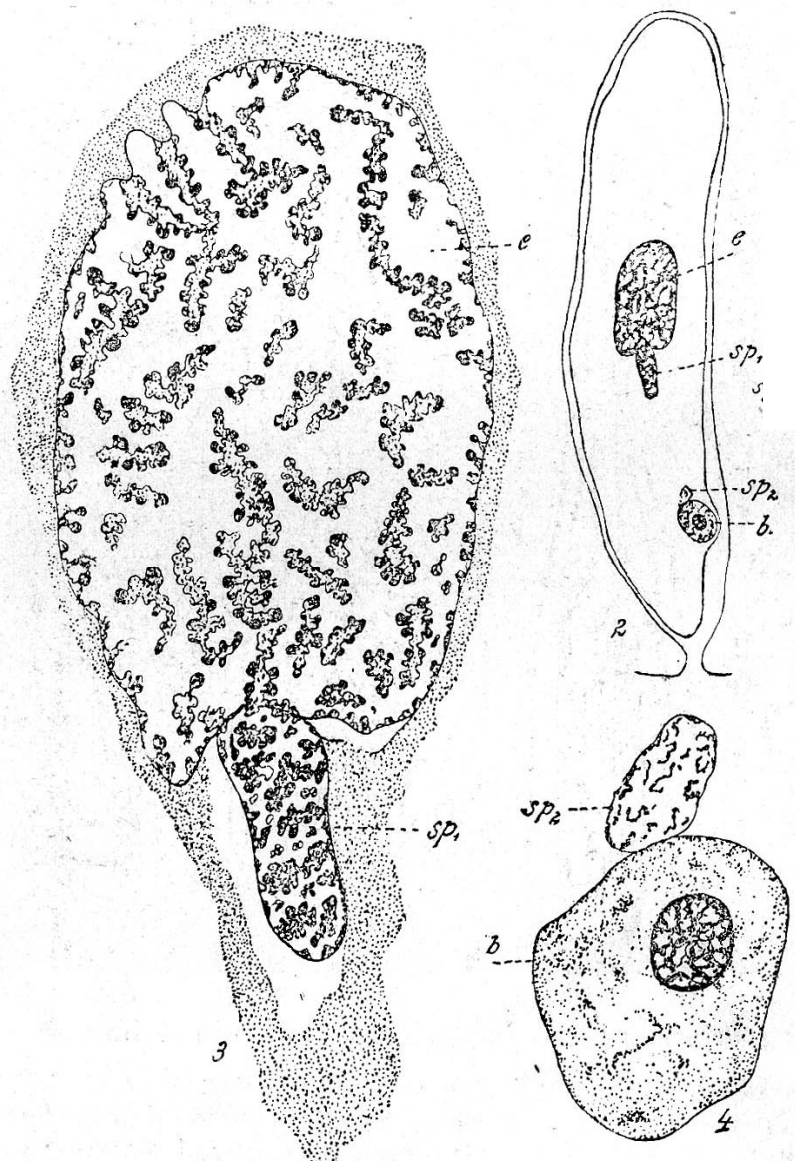


Рис. 281. Семезачаток и архегоний у *Pinus lambertiana* Dougl.

1 — продольный разрез через семезачаток, показывающий женский гаметофит с двумя архегониями ( $\times 10$ ); 2 — зрелый архегоний с двумя шейковыми клетками, маленькой брюшной канальцевой клеткой и большой яйцеклеткой с крупным ядром ( $\times 85$ ): м — микропиле; u — интегумент; n — нукеллус; t — пыльцевая трубка; ar — архегоний; g — женский гаметофит. (По Haupt).





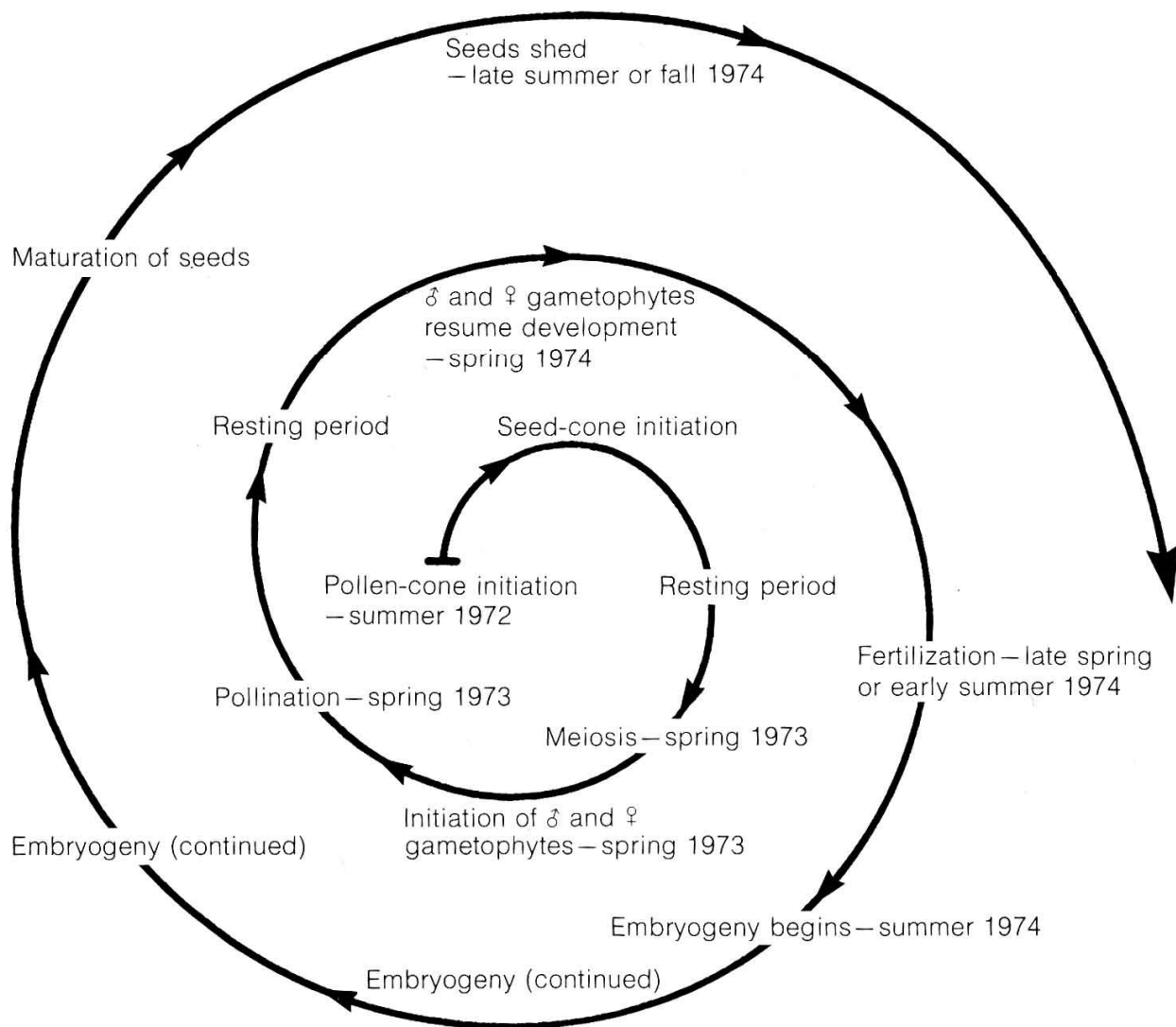


Половой процесс у пихты – *Abies*  
(данные 1 половины 20 века)

sp1, sp2 – ядра спермиев

e – ядро яйцеклетки

b – ядро брюшной канальцевой  
клетки



**FIGURE 17-30** Diagrammatic representation of a complete reproductive cycle in *Pinus*.





Антропоген	
Палеоген	
Мел	
Юра	
Триас	
Пермь	
Карбон	
Девон	
Силур	

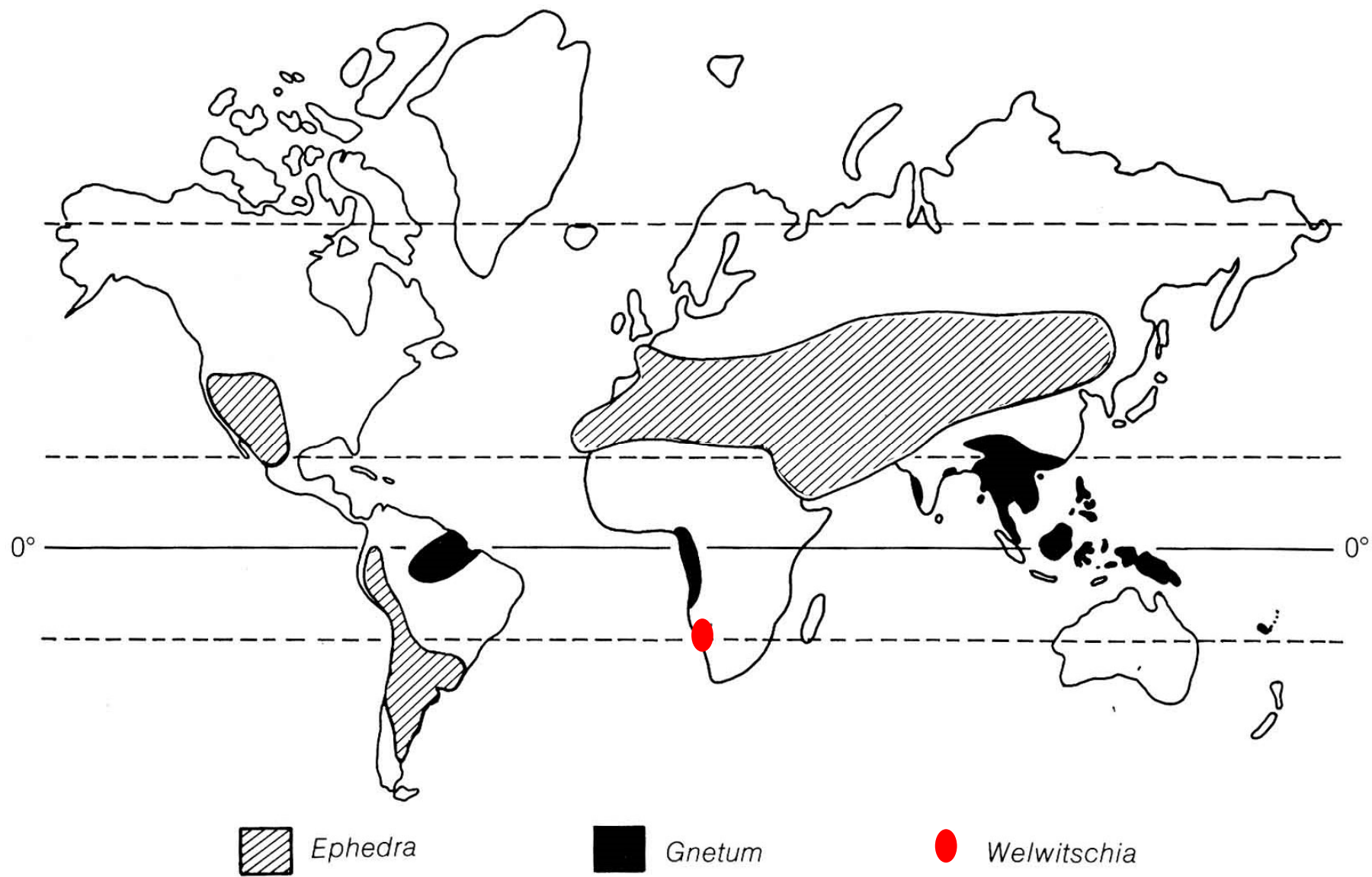


Класс (?)  
*Chlamydospermae* = *Gnetopsida*

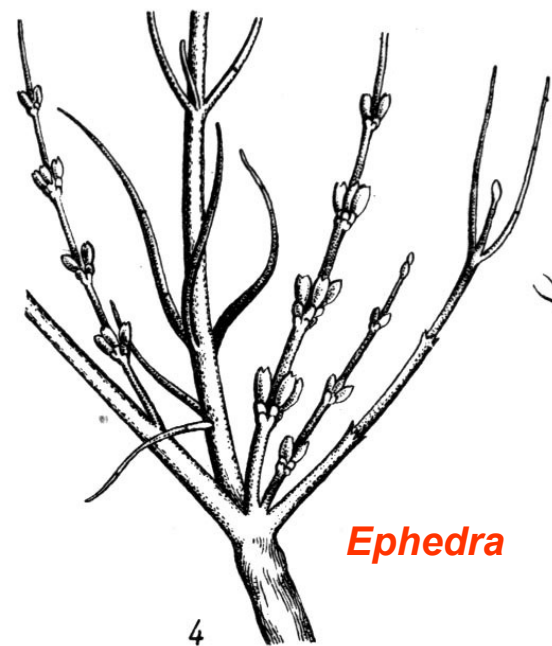
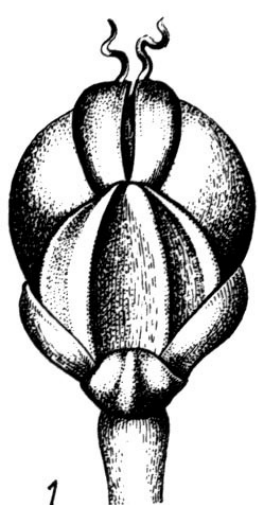


# Класс (?) гнетовые, или оболочкосеменные

- Листья супротивные (мутовчатые)
- Ксилема с сосудами (но перфорационные пластинки обычно не такие, как у цветковых)
- Двухпучковые листовые следы
- Апекс побега: туника и корпус
- В типе двудомные, но рудименты (?) противоположного пола нередки
- Констробилы, нет мегаспорофиллов
- Дополнительный покров вокруг семяпочки и *антерофора*
- Микропилярная трубка
- Микросинангии
- Сифоногамия, один 2-ядерный спермий
- Двойное оплодотворение
- Тенденция к энтомофилии

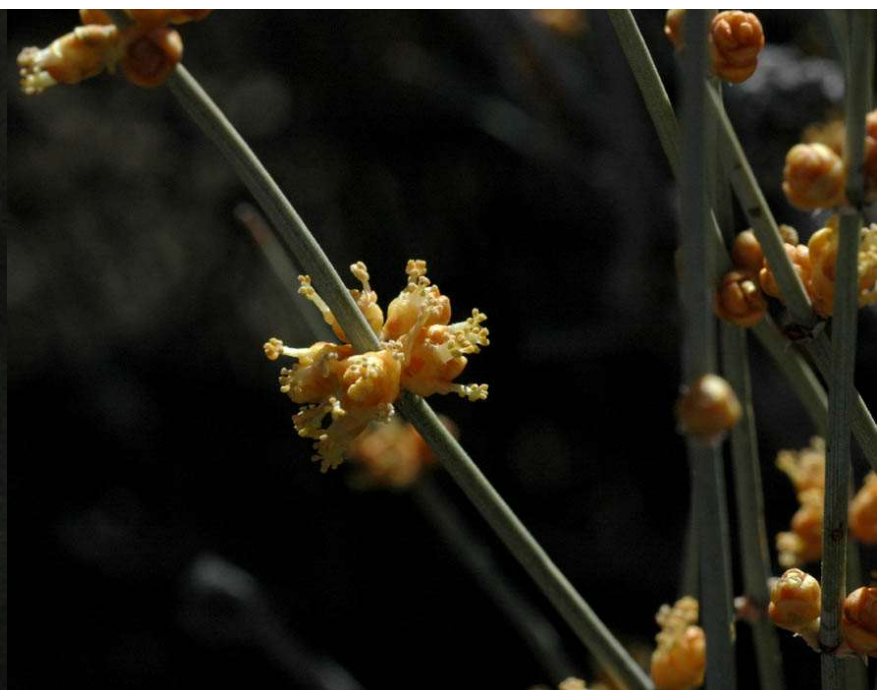






*Ephedra*





*Ephedra viridis*  
собрания микростробилов



Собрание  
микростробилов  
*Ephedra*





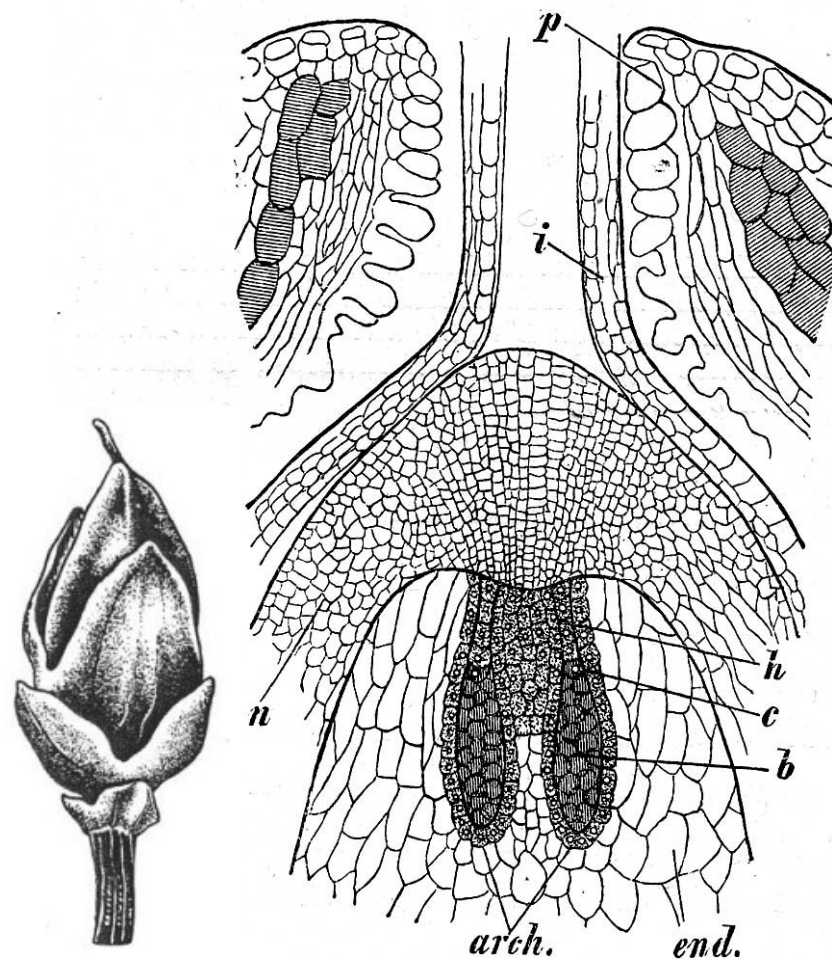
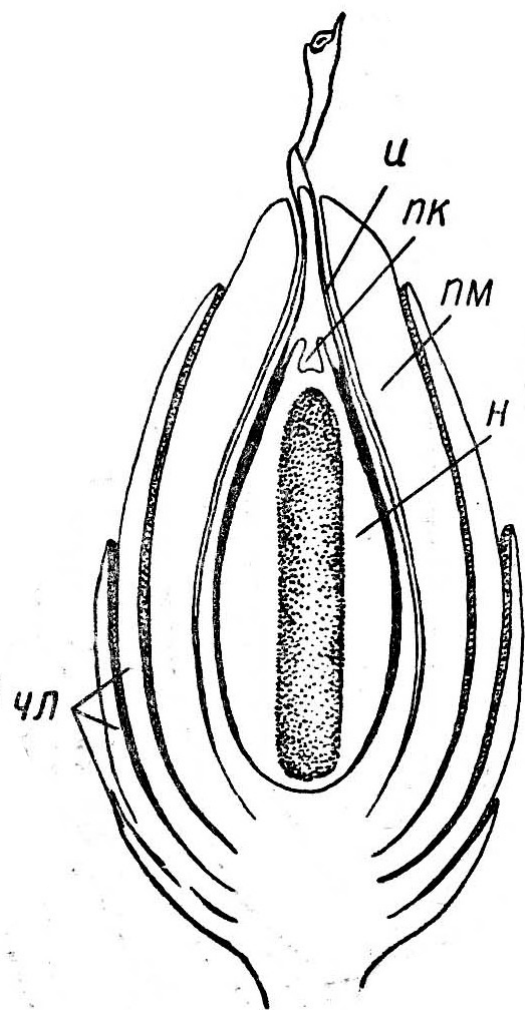
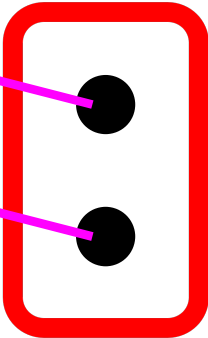
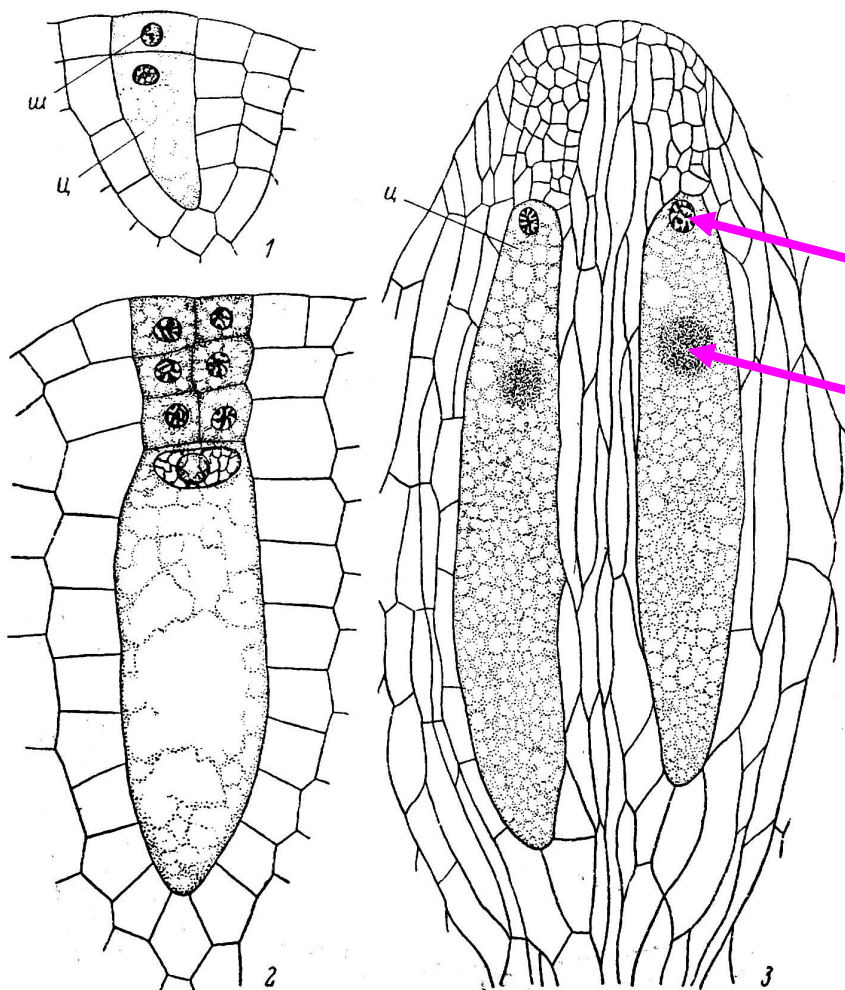


Fig. 74. *Ephedra altissima* Desf. Längsschnitt durch die Sa. (Nach Strasburger.) *p* die Blh., *i* das Integument, *n* der Nucellus, *end.* das Endosperm, *arch.* die Archegonien, *b* deren Eizelle, *c* Kanalzelle, *h* Halszellen.





# *Ephedra* (Gnetopsida)

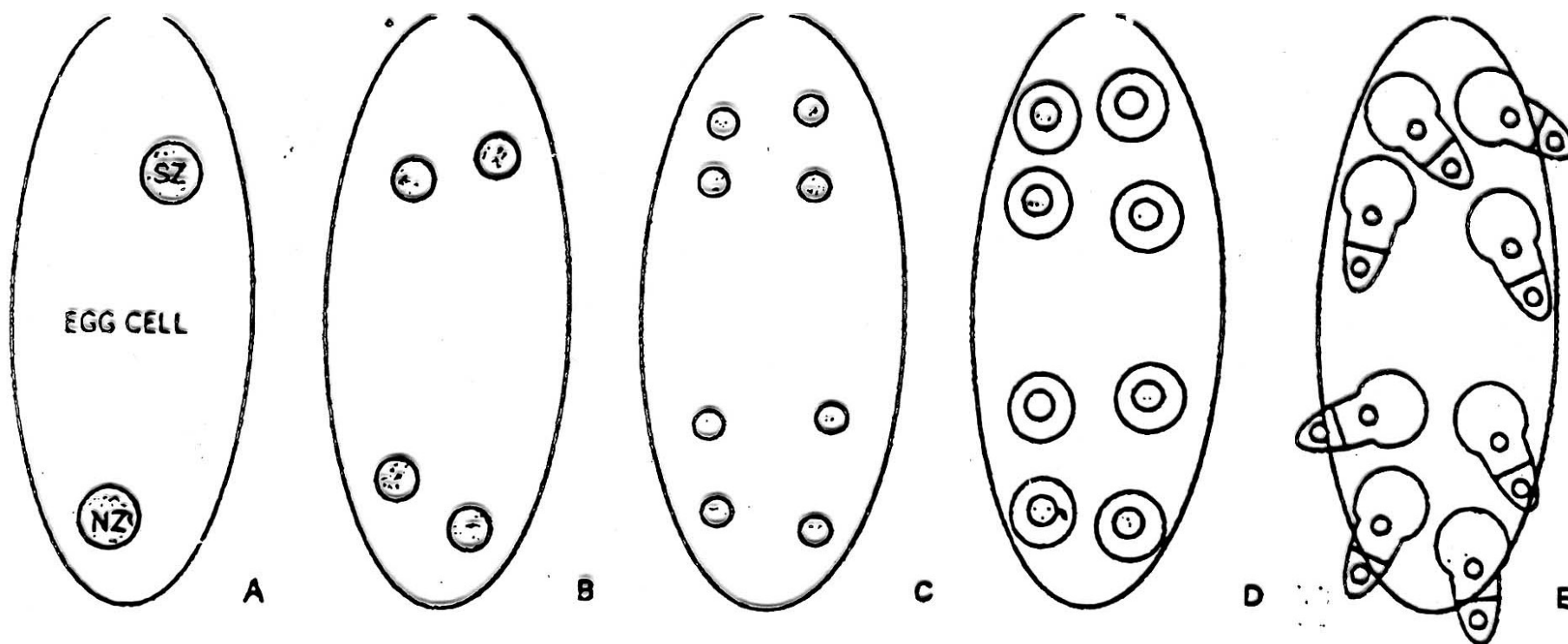


Мужской  
гаметофит  
формирует один  
двухклеточный  
спермий

Развитие архегония

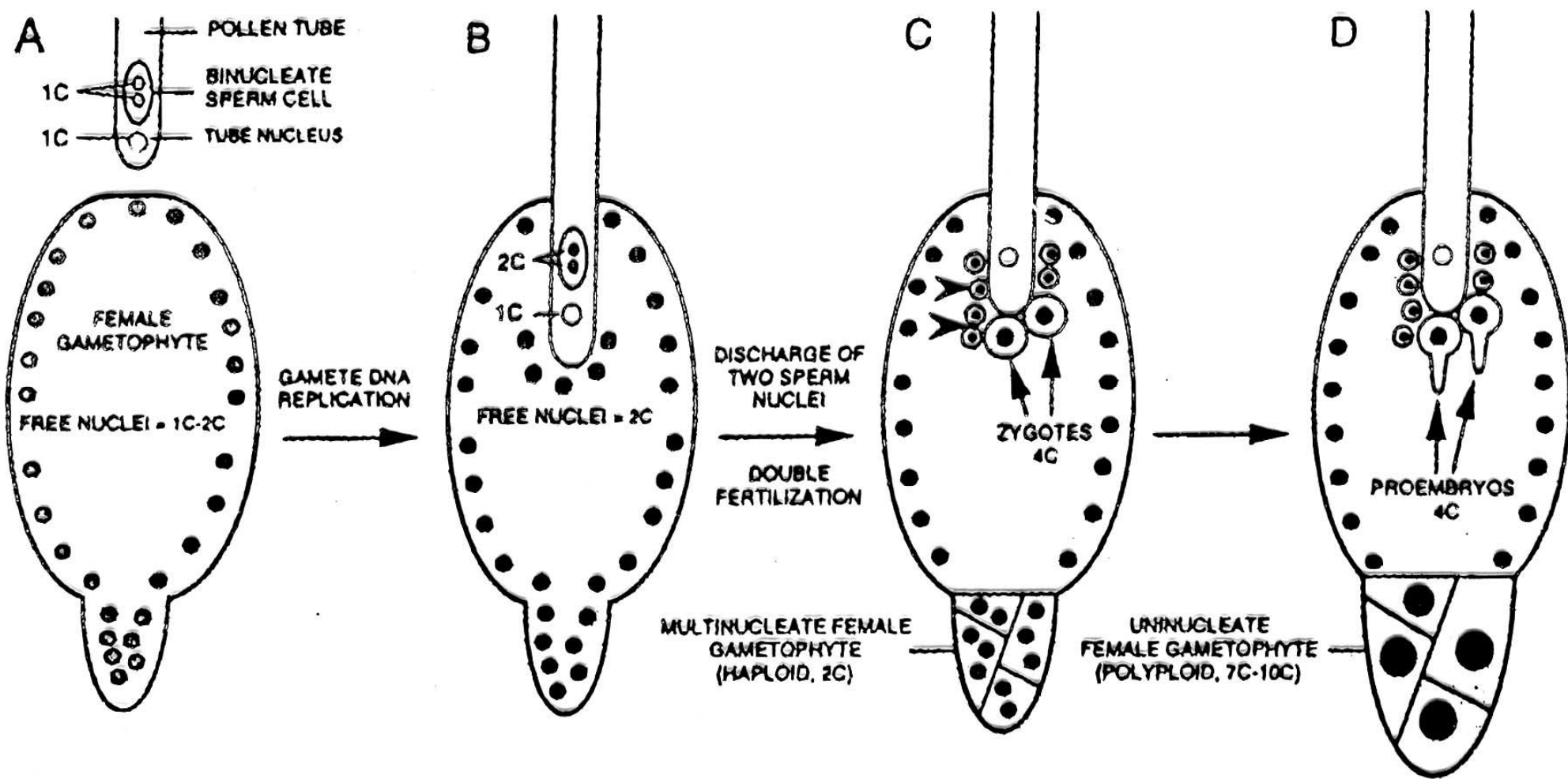


*Ephedra* (Gnetopsida)  
начало развития 8 зародышей



# *Gnetum*





Оплодотворение у *Gnetum*



проростки вельвичии



**Gnetopsida: *Welwitschia mirabilis***



**Gnetopsida: *Welwitschia mirabilis***

**Gnetopsida: *Welwitschia mirabilis***

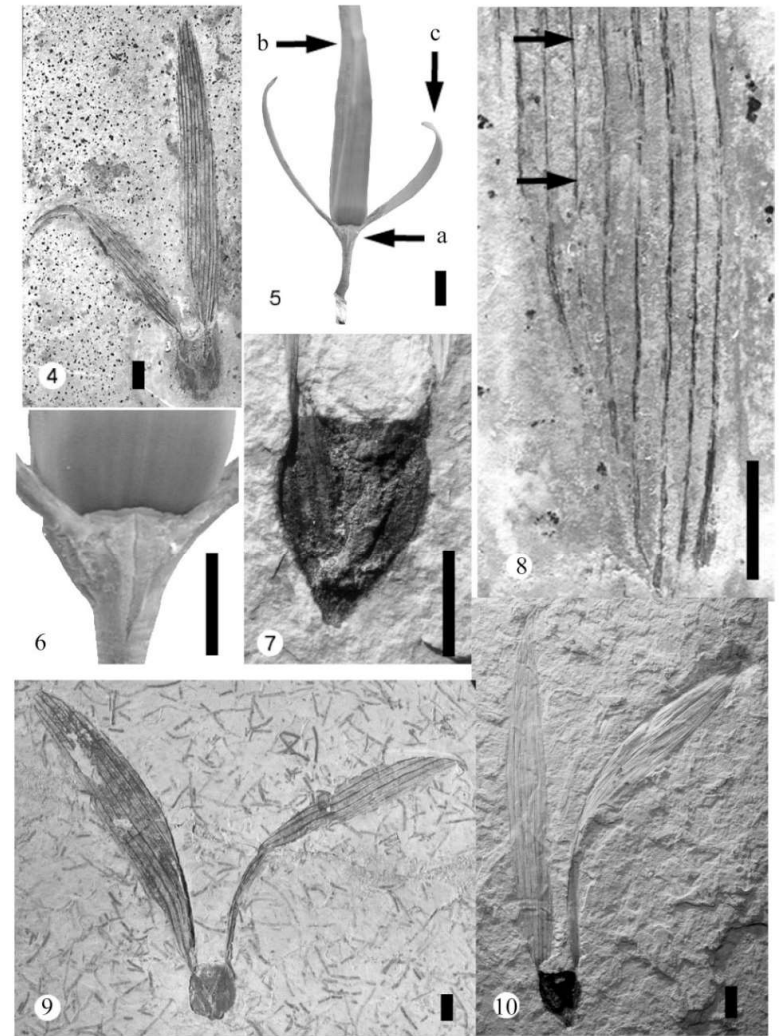




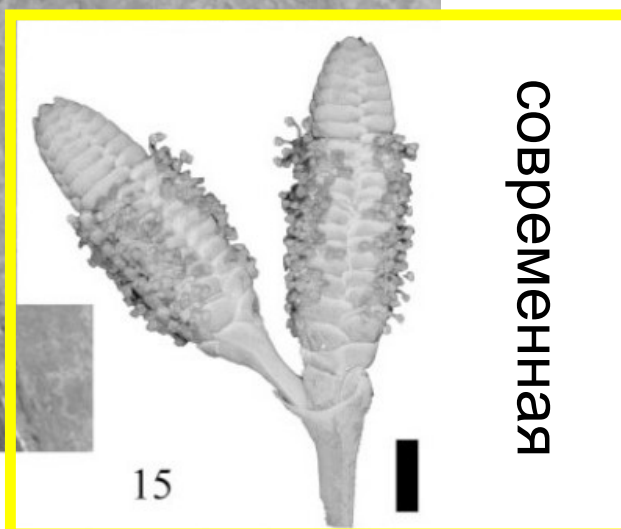


## ископаемые из Бразилии

Figure 1. *Cratonia cotyledon* gen. et sp. nov. This Early Cretaceous fossil seedling consists of two partly overlapping cotyledons, a feeder (indicated by an arrow) and a root. Scale bar, 10 mm.

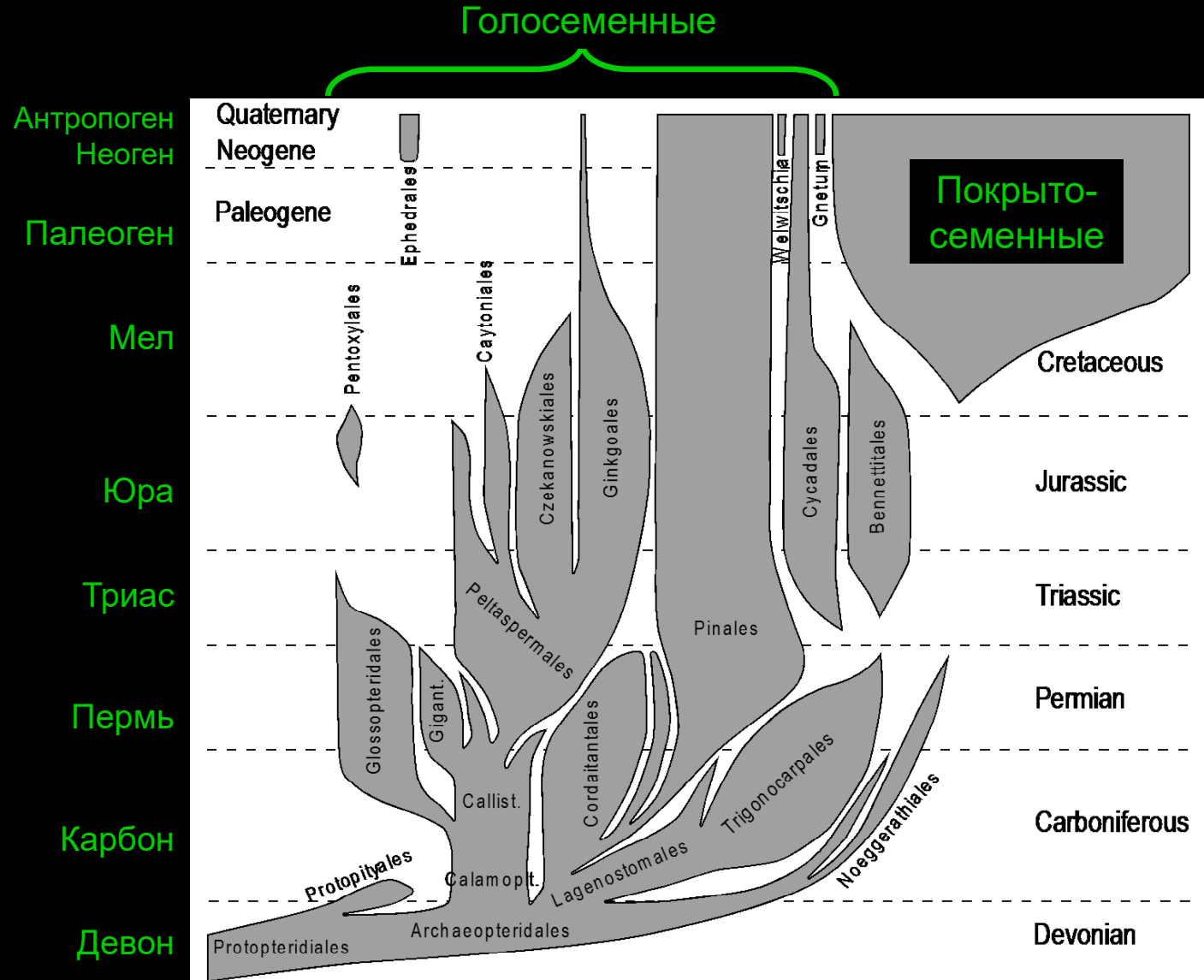


Figs. 4–10. Young plants in cotyledonary stage of *Welwitschiella austroamericana* sp. nov., Crato Formation, Araripe Basin, Brazil. 4, 8, GP/3E-7529. 4, 9, 10. Whole plant. 4. Cotyledons with prominent subparallel venation. 5. Seedling of *Welwitschia mirabilis*, a: hypocotyl axis; b: first growth of paired leaves; c: cotyledons still attached. 6. Enlargement of Fig. 5 showing a split in the epicotyl axis between the clasping leaf bases of the cotyledons. 7. Epicotyl axis showing the two clasping cotyledon leaf bases. GP/3E-7530b. 8. Enlargement of right cotyledon shown in Fig. 4 showing venation and rare ghost chevrons (arrows). 9. Cotyledons spreading out from an axis. The cotyledons narrow and their bases clasp the axis. SMB 16437. 10. Counterpart shown in Fig. 7, cotyledons narrow at base and spread out from the axis. GP/3E-7530a. Scale bar for Figs. 4, 5, 7, 9, 10 = 5 mm; Fig. 6 = 2.5 mm; Fig. 8 = 3 mm.

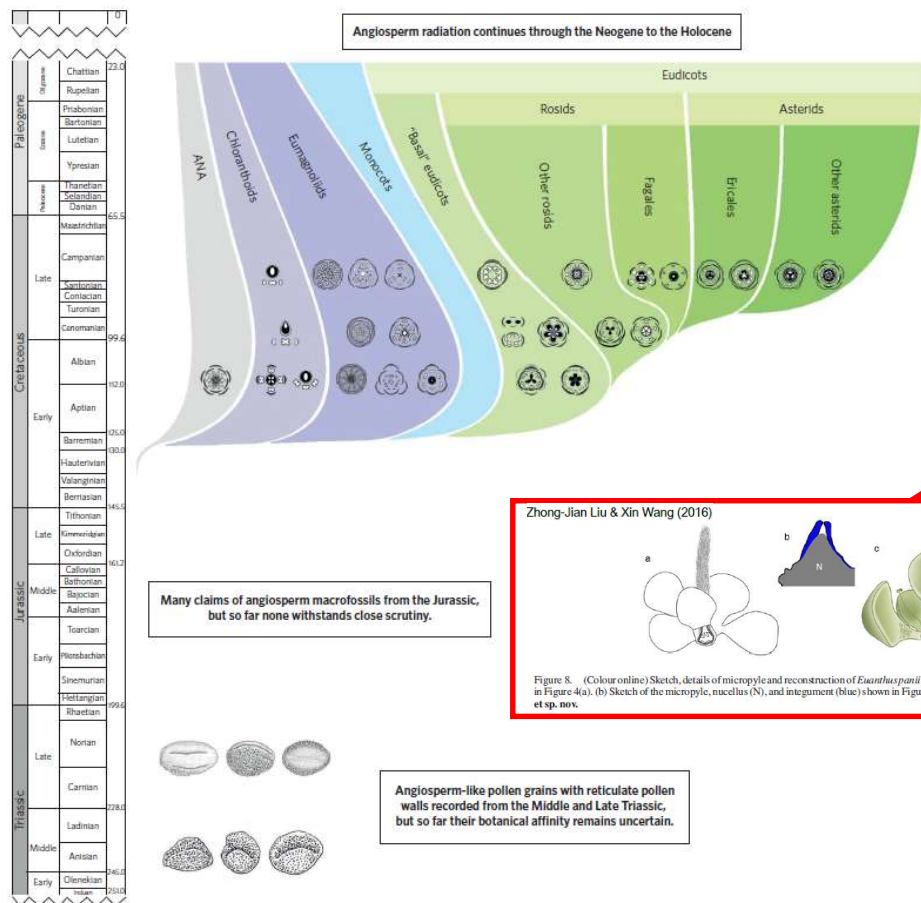


Отдел Spermatophyta  
– Семенные растения  
Класс Angiospermae –  
Покрытосеменные =  
цветковые растения

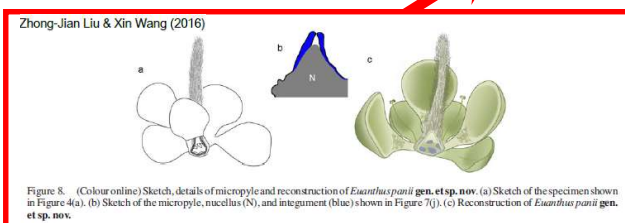
Соотношение  
современных и  
вымерших групп  
семенных  
растений  
(С.В. Мейен, 1987)







**Figure 3 | *Euanthus panii* and seed cone of modern *Tsuga diversifolia* for comparison. a**, Holotype of *Euanthus panii*. Arrows and labels are from the original publication. Structures labelled 'S' were interpreted by the authors to be sepals, structures labelled 'P' were interpreted to be petals, the black arrow marks a structure interpreted to be a style, and the blue arrow marks a structure interpreted to be a stamen. Reproduced from ref. 78, Taylor & Francis. **b**, Fragmentary ovuliferous cone of *Tsuga diversifolia* collected in the Bergius Botanical Garden, Stockholm, Sweden. Seed cones of some genera of Pinaceae (including *Tsuga*) readily disintegrate. The cone shown here has lost the distal ovuliferous scales, while the basal scales remain attached to the cone axis. The basalmost ovuliferous scales, corresponding to the 'sepals' of Liu and Wang<sup>78</sup>, are smaller and have a broader base than the successive scales that correspond to the 'petals' of Liu and Wang, which have a narrower base ('claw'). The ovuliferous cone scales are tough with densely spaced bundles, which are also seen in the fragmentary *Euanthus* fossil, but were not described. The naked cone axis corresponds in shape and size to the structure interpreted by Liu and Wang<sup>78</sup> as a style. Structures interpreted by the authors as receptacle, ovary and ovule correspond to the minute non-ovuliferous scales and the detachment scar of the cone. Scale bars, 5 mm. Image courtesy of C. Pott.

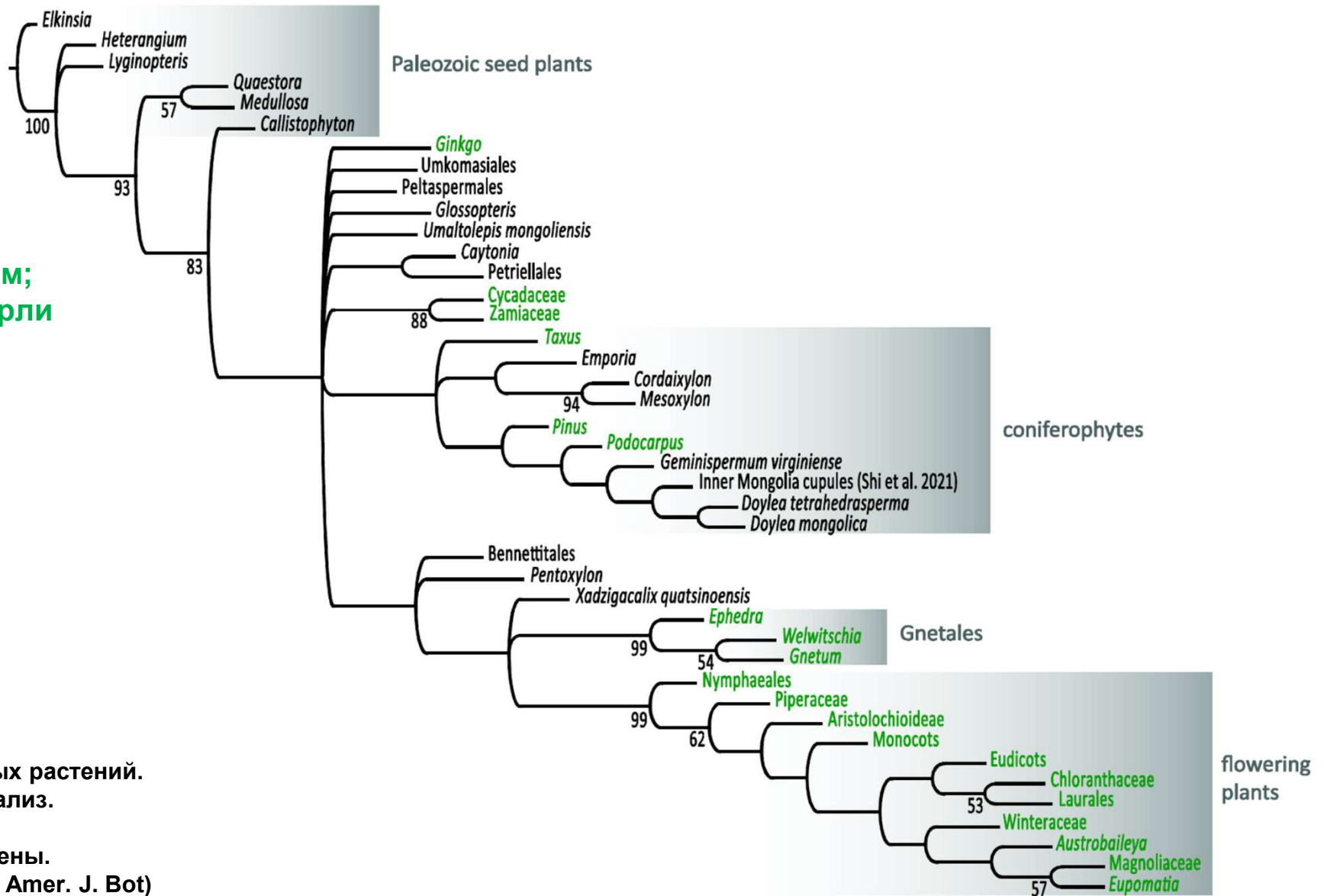


Современные  
таксоны –  
красным цветом;  
прочие – вымерли



Филогения семенных растений.  
Кладистический анализ.  
Морфология.  
Ископаемые включены.  
(Hilton, Bateman, 2006)

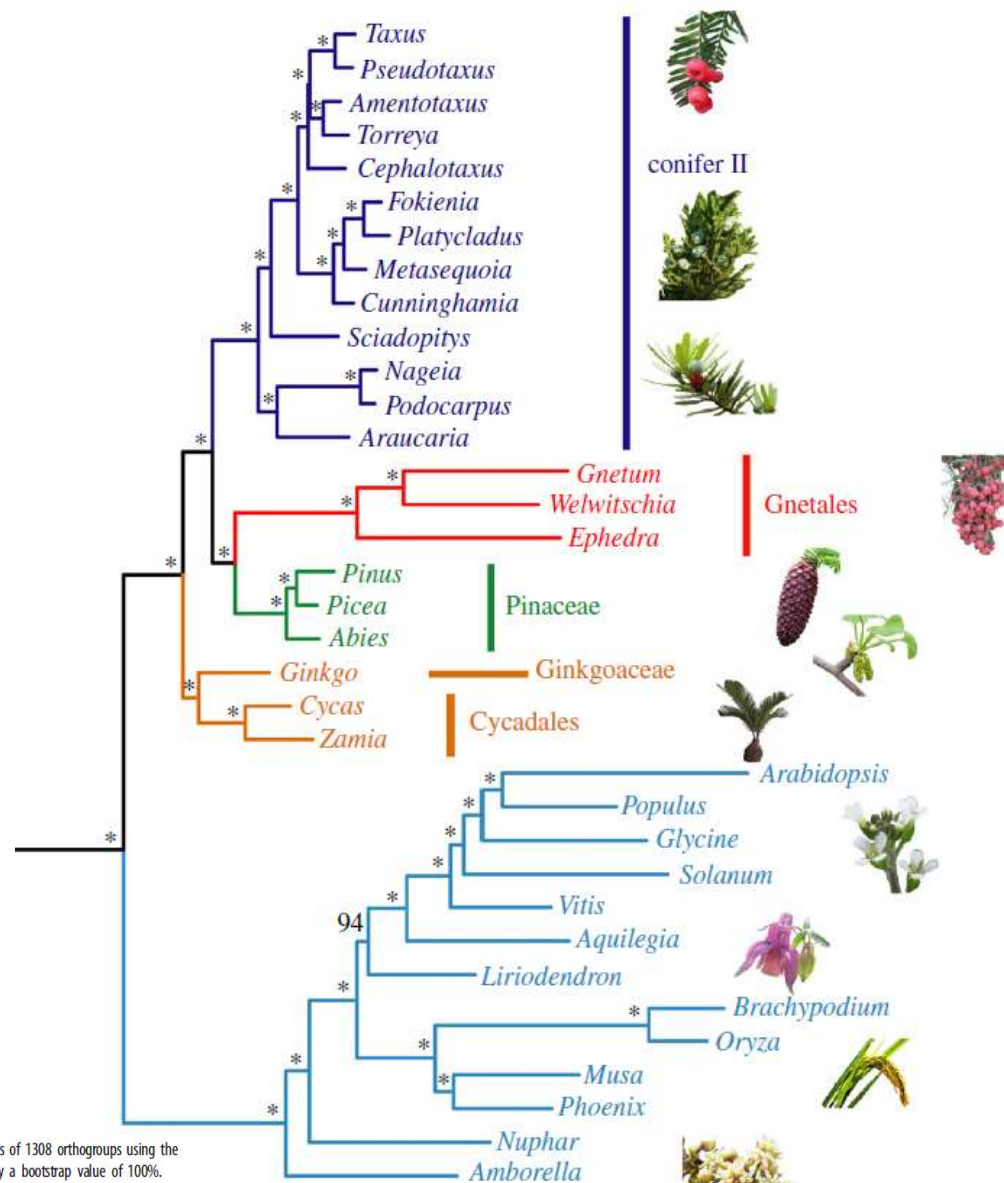
Современные  
таксоны –  
зеленым цветом;  
прочие – вымерли



Филогения семенных растений.  
Кладистический анализ.  
Морфология.  
Ископаемые включены.  
(Klymiuk et al., 2022, Amer. J. Bot)



**Филогенетическое древо  
семенных растений.  
Молекулярные данные.  
Естественно, включены только  
современные представители**



**Голосеменные**  
(около 1000 видов)

**Покрывосеменные**  
(около 300 000 видов)

PROCEEDINGS B

rsos.royalsocietypublishing.org

Research

Cite this article: Ran J-H, Shen T-T, Wang M-M, Wang X-Q. 2018 Phylogenomics resolves the deep phylogeny of seed plants and indicates partial convergent or homoplastic evolution between Gnetales and angiosperms. *Proc. R. Soc. B* 285: 20181012. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1012>

Phylogenomics resolves the deep phylogeny of seed plants and indicates partial convergent or homoplastic evolution between Gnetales and angiosperms

Jin-Hua Ran<sup>1</sup>, Ting-Ting Shen<sup>1</sup>, Ming-Ming Wang<sup>1</sup> and Xiao-Quan Wang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100951, People's Republic of China

<sup>2</sup>University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, People's Republic of China

X-QW, 0000-0003-3978-0628

**Figure 1.** Evolutionary relationships of seed plants inferred from the concatenated alignment of the first- and second-codon positions of 1308 orthogroups using the partitioned maximum-likelihood method in RAxML, with each gene treated as one partition. The asterisks show nodes supported by a bootstrap value of 100%.