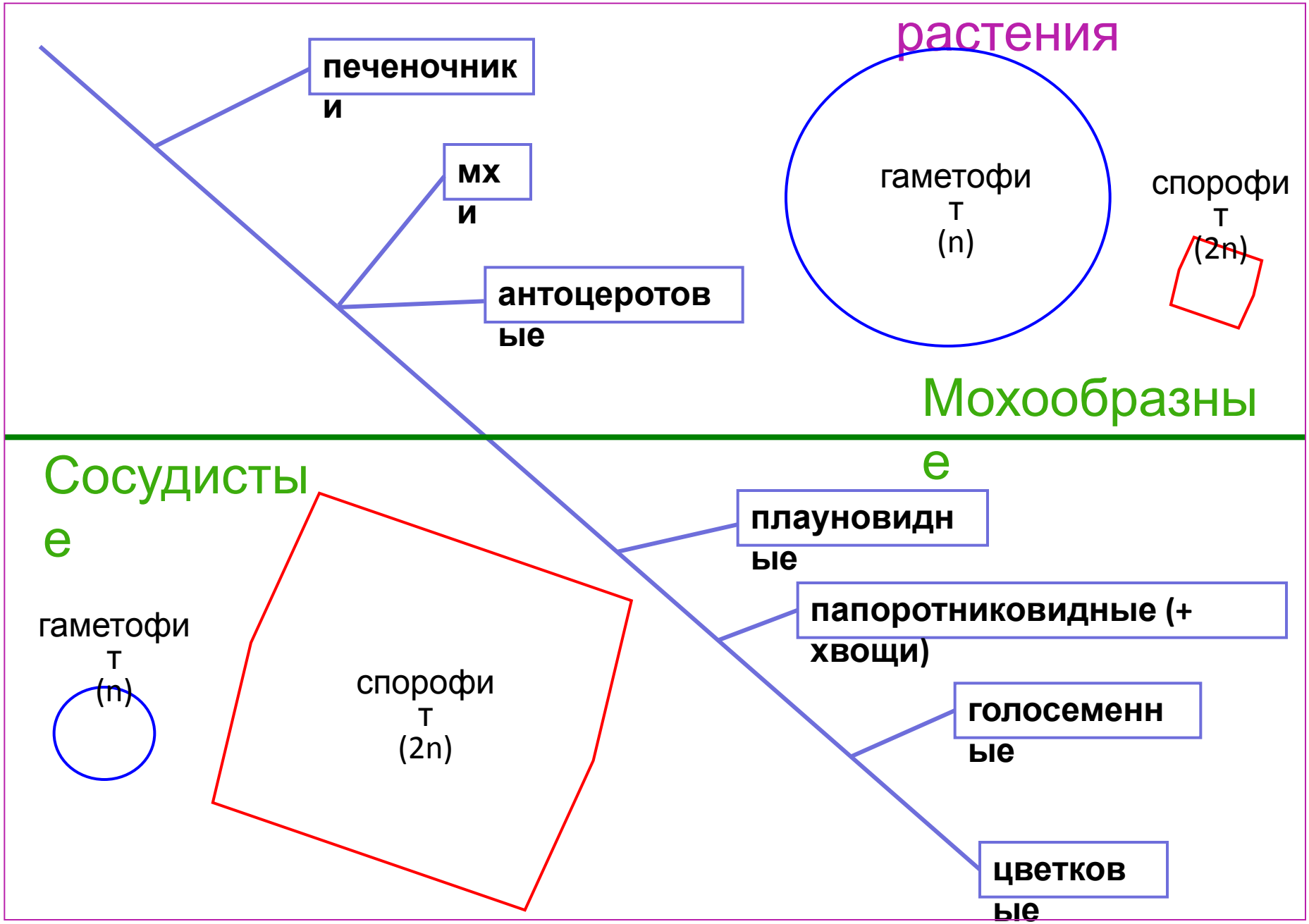
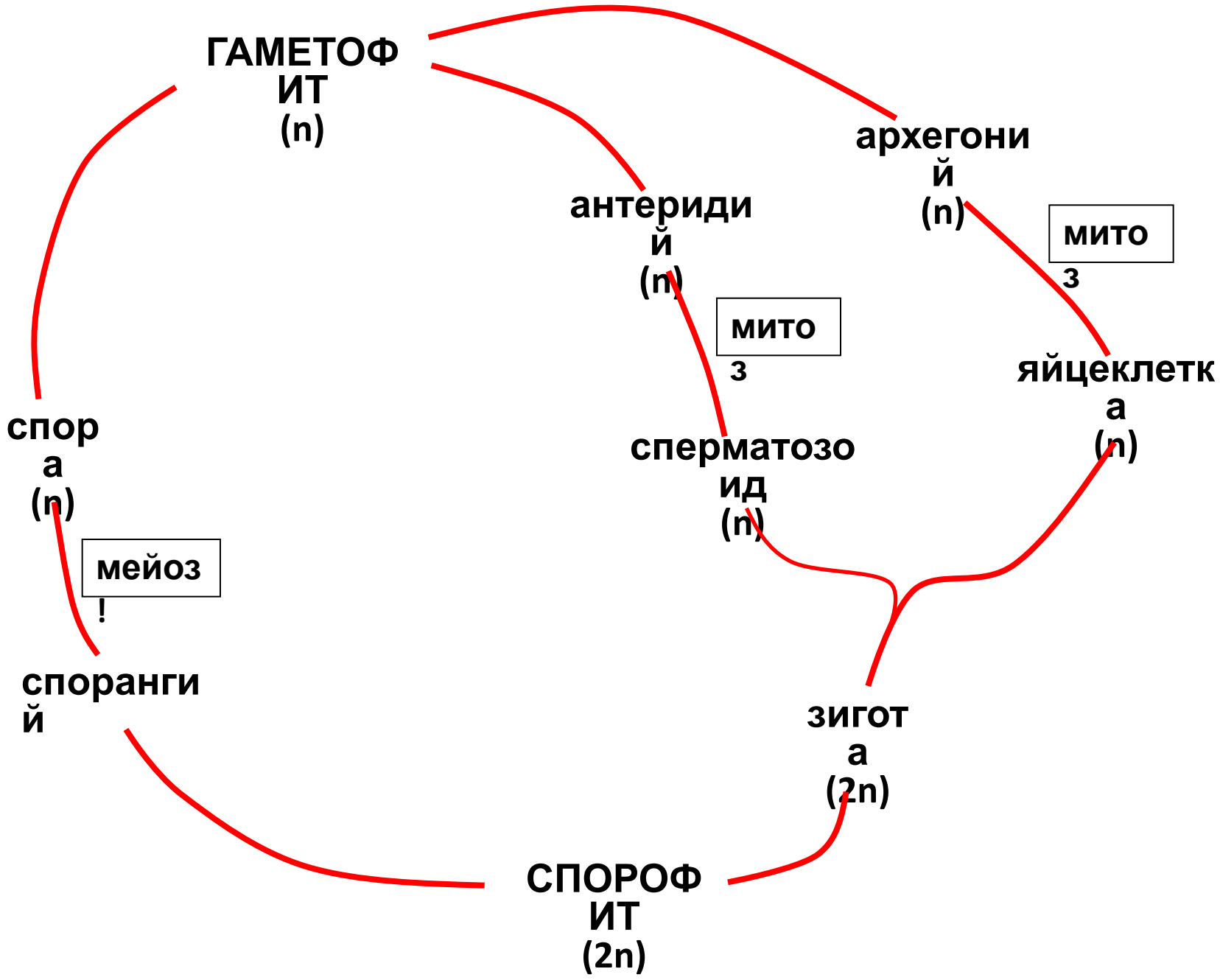
- Многоклеточные организмы
- Фибриллярный компонент КС представлен фибриллами **целлюлозы**, матрикс – **пектин и гемицеллюлоза**
- Митохондрии с пластинчатыми кристами
- Пластиды с двумя мембранами
- Хлирофиллы a и b
- Стигма и пиреноид отсутствуют
- Запасное вещество – **крахмал**
- Связь между дочерними клетками посредством плазмодесм
- Синтез кутикулы, суберина и полифенолов высокой степени полимеризации


Высшие растения
печеночники
мхи
антоцеротовые
гаметофит (n)
спорофит (2n)
Мохообразные
Сосудистые
плауновидные
папоротниковидные (+ хвощи)
голосеменные
цветковые
гаметофит (n)
спорофит (2n)


ГАМЕТОФИТ (n)
архегоний (n)
антеридий (n)
мито з
мито з
яйцеклетка (n)
сперматозоид (n)
спора (n)
мейоз !
спорангий
зигота (2n)
СПОРОФИТ (2n)

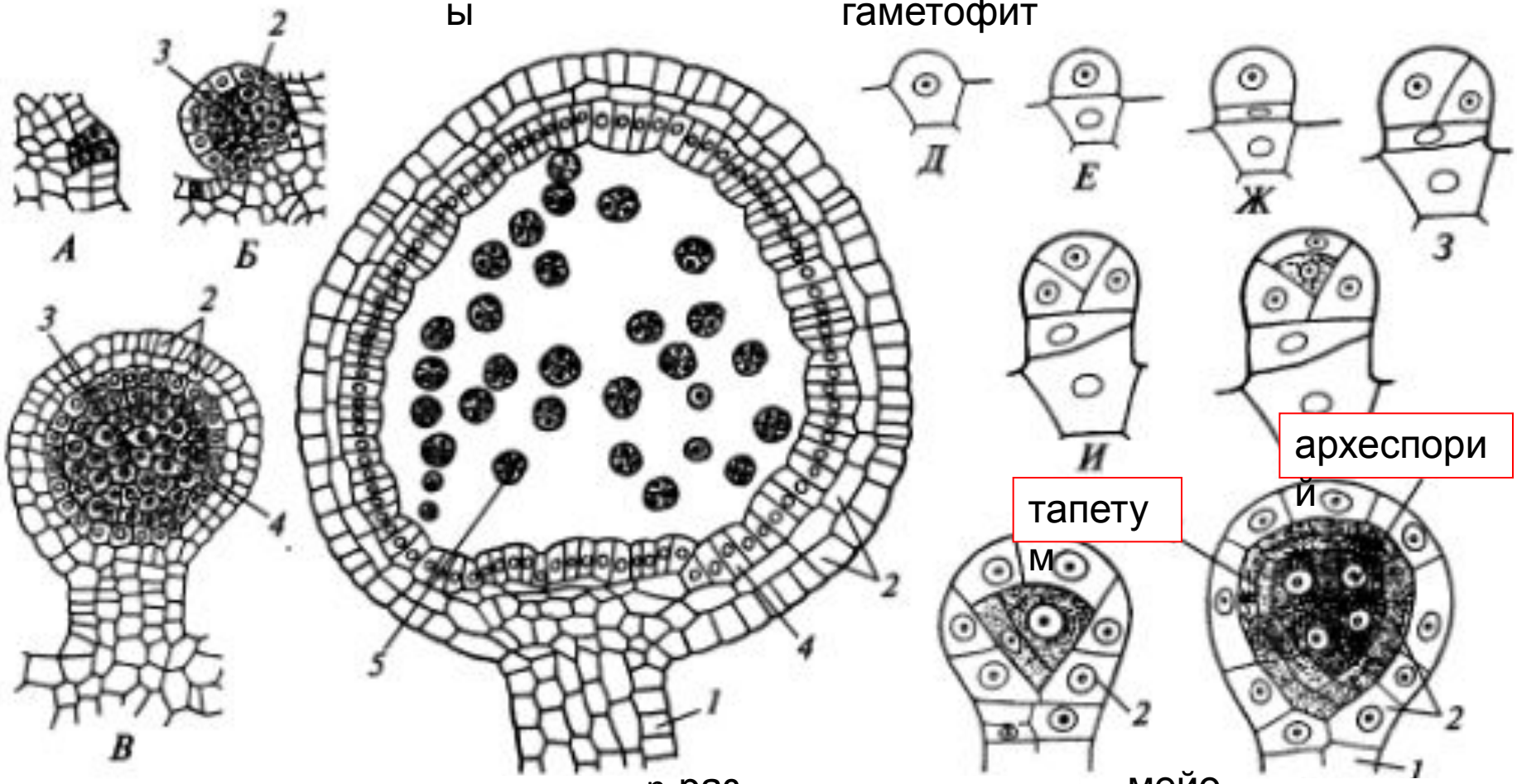
гомоспоровые → споры → обоеполый гаметофит

однополые гаметофиты детерминация **после** прорастания

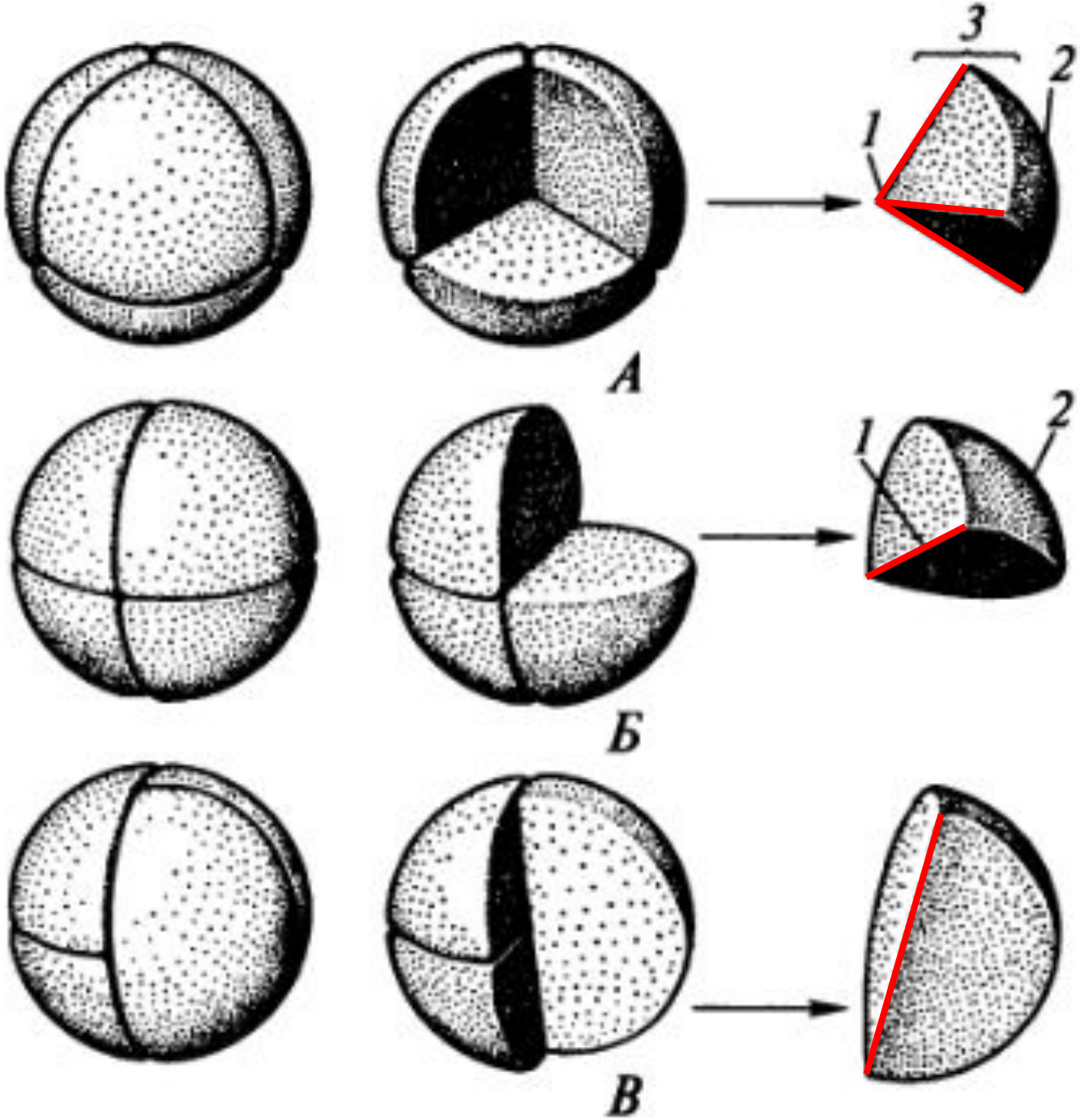
гетероспоровые → микроспоры → мужской гаметофит

гетероспоровые → мегаспоры → женский гаметофит

однополые гаметофиты детерминация **до** прорастания



клетки $\xrightarrow[\text{митоз}]{\text{n-раз}}$ спороцит $\xrightarrow[\text{з}]{\text{мейо}}$ мейоспор

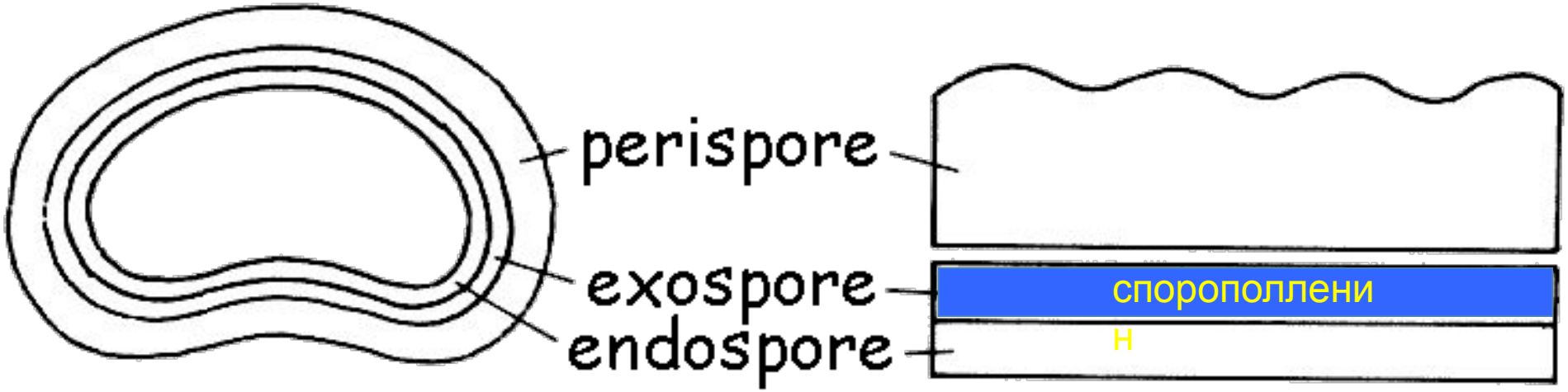


тетраэдрическая

изобилатеральная

крестообразная

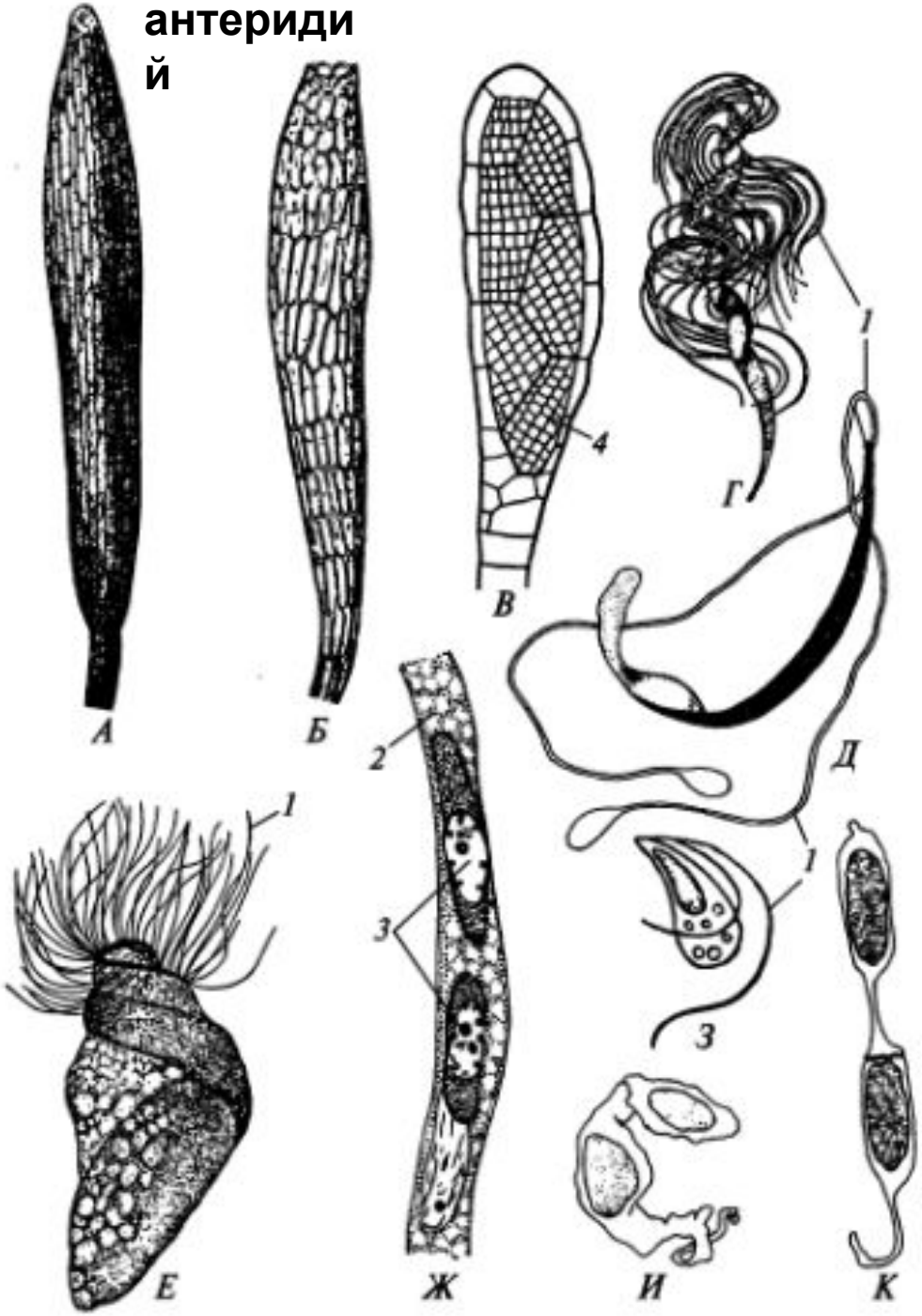
Спорополленин является окисленным углеводородом, имеющим промежуточный химический состав между указанным формулами C90H134O20 и C90H150O33 (Zetzsche *et al.*, 1937).

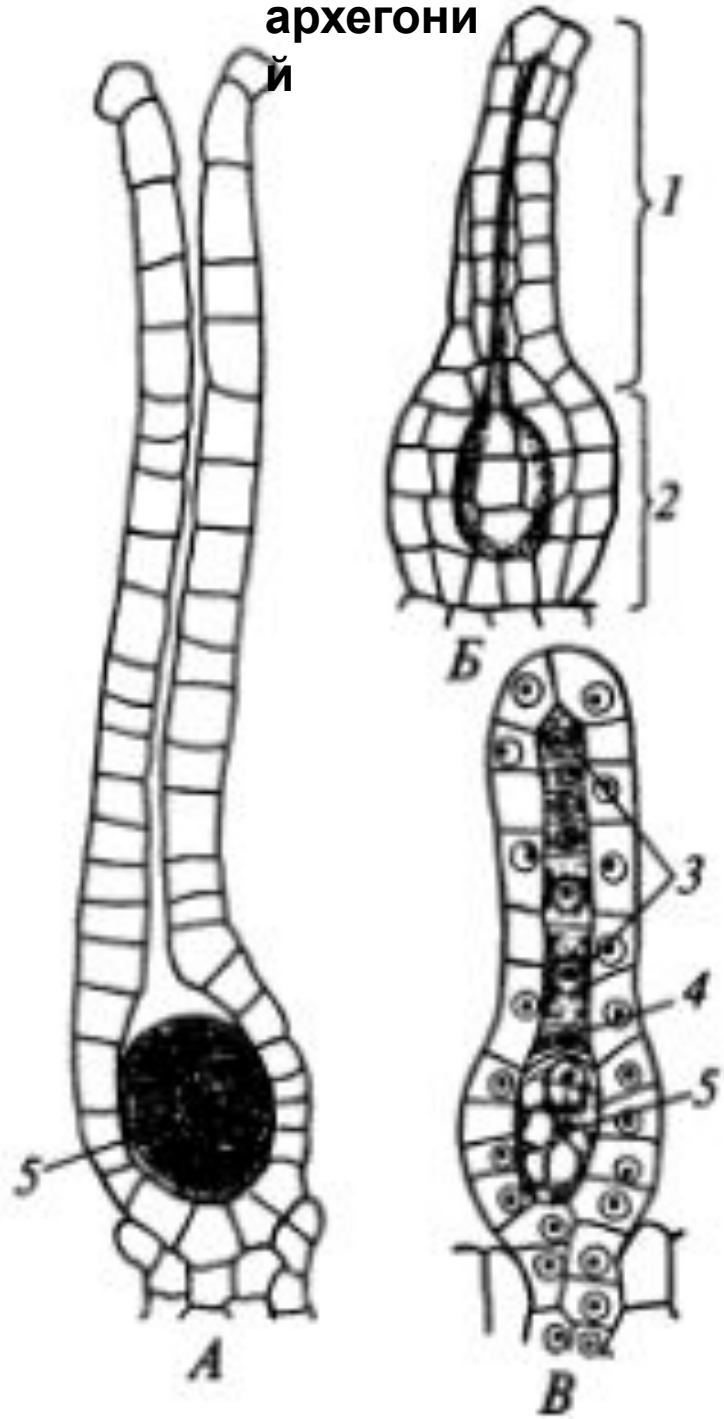


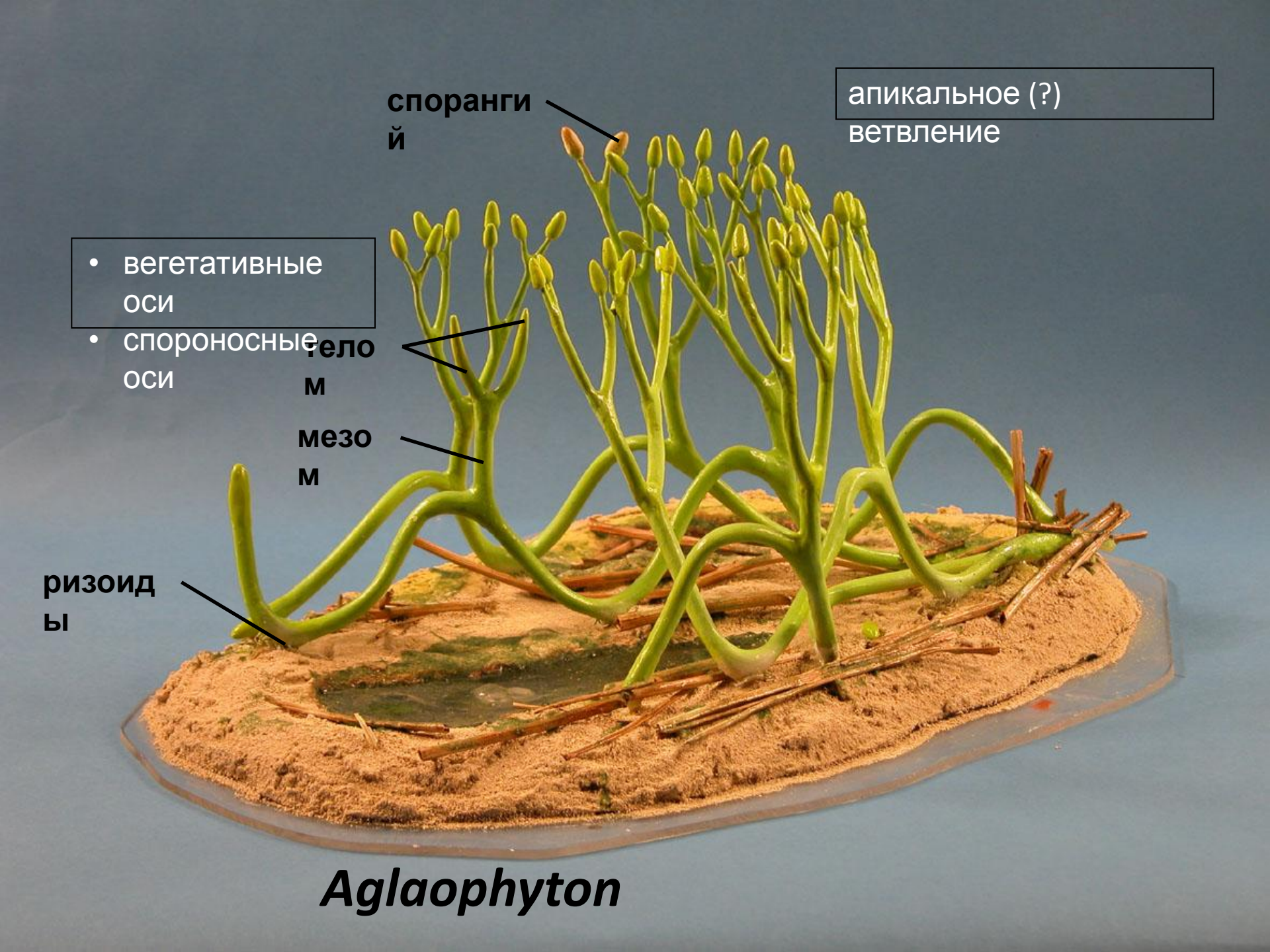
ЭНДОСПОРИЙ (= клеточная стенка)

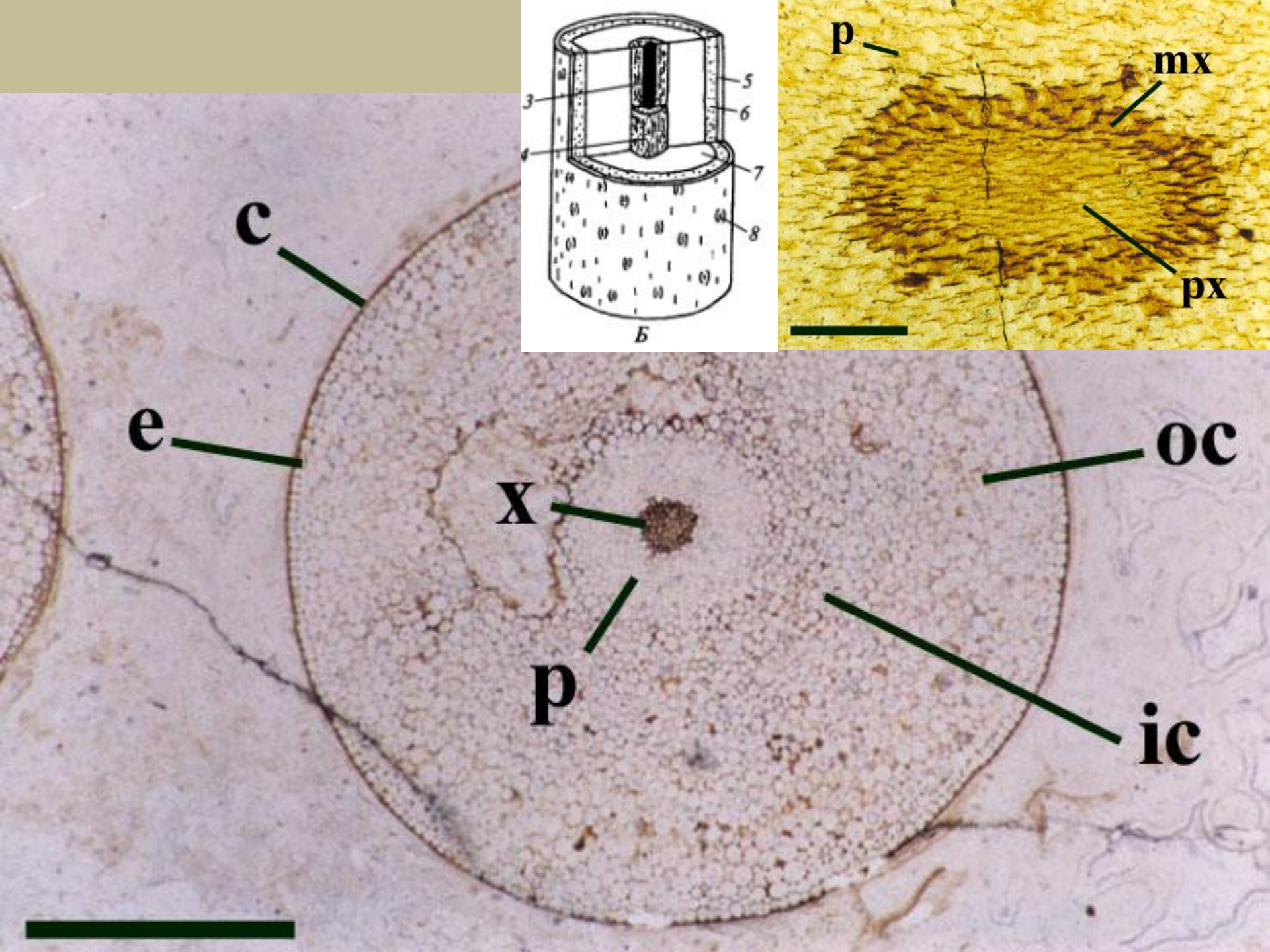
ЭКЗОСПОРИЙ ← тапетум, протопласт споры

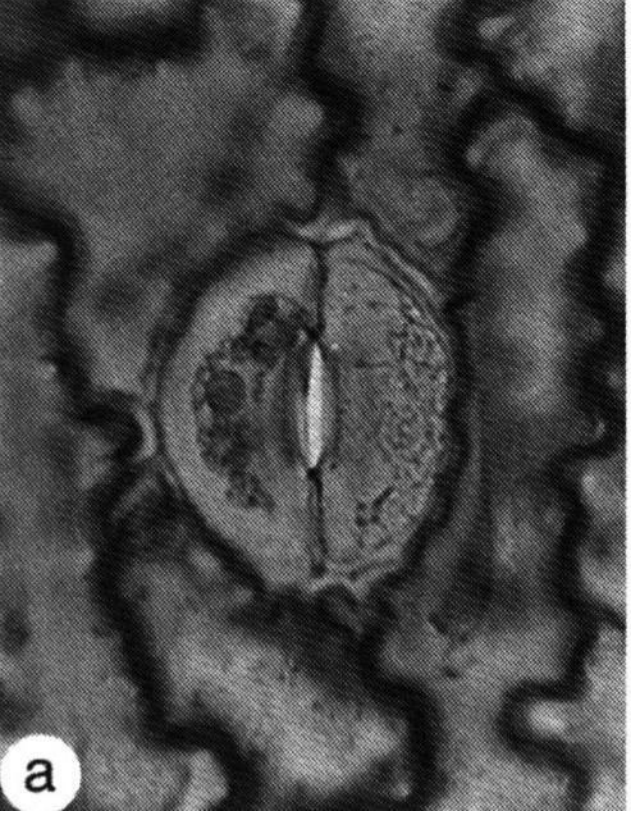
ПЕРИСПОРИЙ ← тапетум

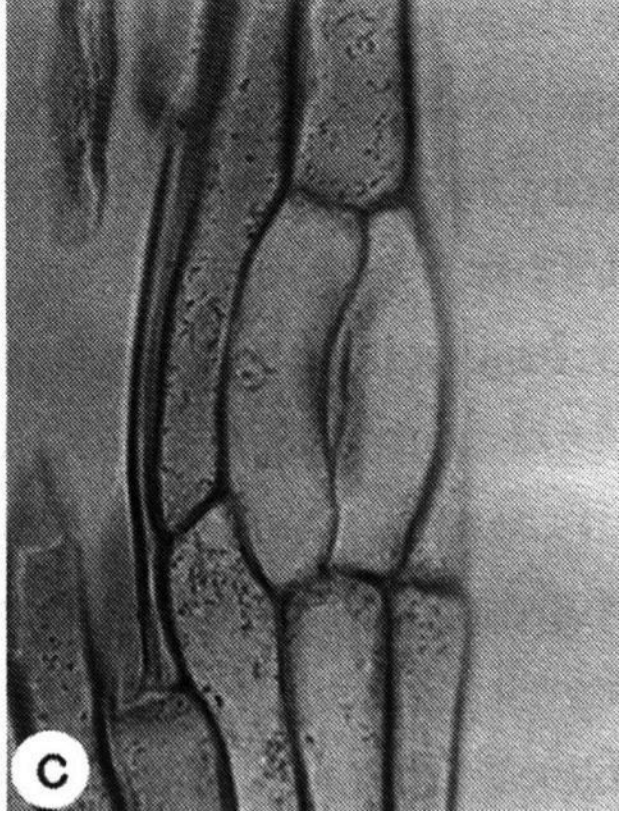

антеридий
А
Б
В
4
Г
1
Д
1
З
2
3
Ж
И
К
1
Е


архегоний
1
2
Б
3
4
5
5
А
В


спорангий
апикальное (?) ветвление
• вегетативные оси
• спороносные оси
телом
мезом
ризоиды
Aglaophyton


3
5
6
4
7
8
Б
p
mx
px
c
e
oc
x
p
ic





Lycopodium Aglaophyton Anthoceros

Lyonophyton rhyniense - **гаметофит**

FIGURE 8.32 Suggested reconstruction of distal end of *Langiophyton machiei* archegoniophore (Devonian). (From Taylor and Taylor, 1993.)

FIGURE 8.20 Tetrads of spores (Devonian). Bar = 65μm.

FIGURE 8.33 Longitudinal section through the antheridiophore of *Lyonophyton rhyniensis* showing two antheridia (arrows) (Devonian). Bar = 4mm. (Courtesy H. Kerp.)

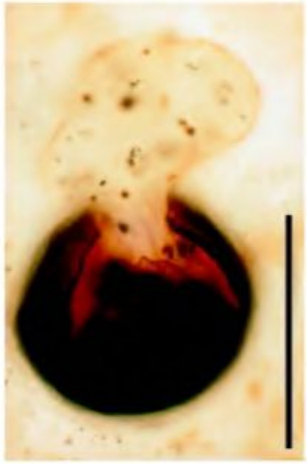


FIGURE 8.22 Germinating spore (Devonian). Bar = 70μm. (Courtesy H. Kerp.)

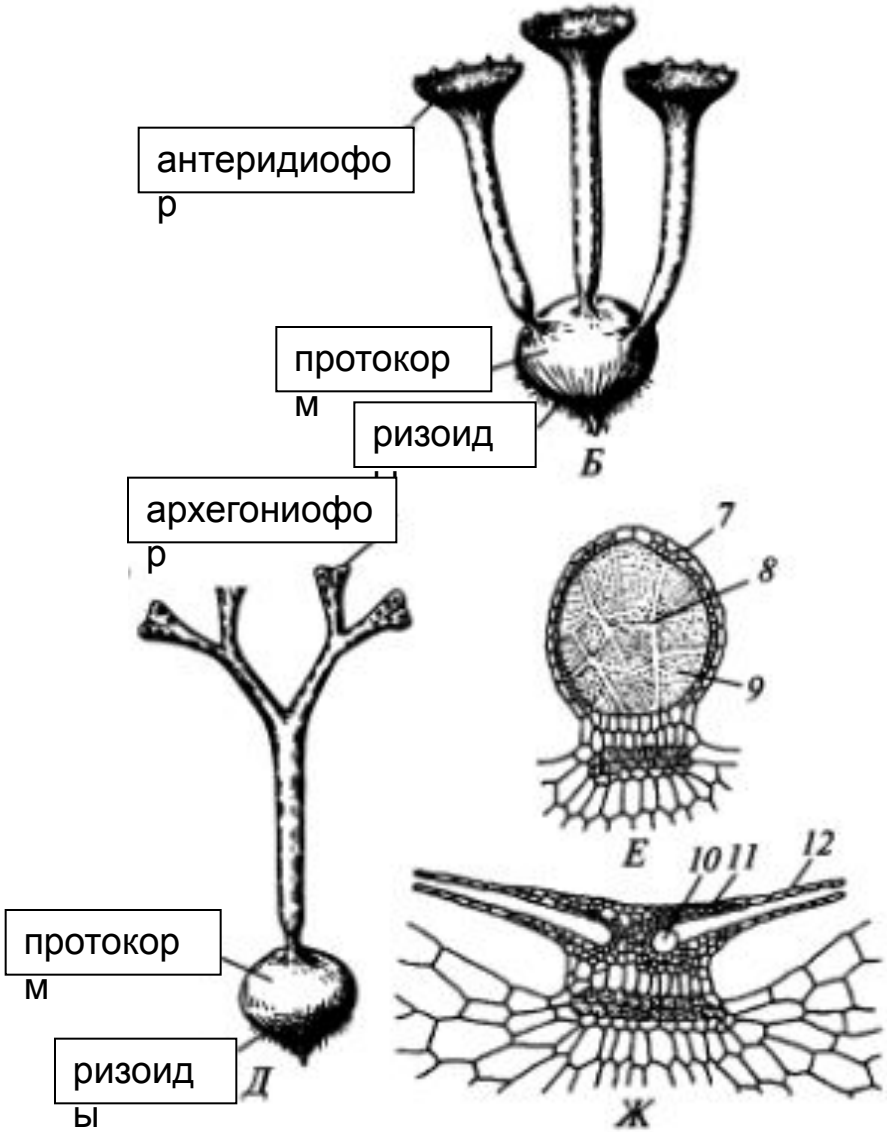


Fig. 1. Life history of *A. major/L. rhyniensis* showing stages in the development of the dimorphic gametophytes. The mature sporophyte (lower left) bears sporangia with spores of two types. Blue spores develop into mature antheridiophores; orange spores develop into archegoniophores.

Divisio Marchantiophyta
vel
Hepaticae

Отдел
ПЕЧЕНОЧНИКИ

350/6000-8000

Conocephalum conicum

Печеночники – отдел Marchantiophyta (Hepaticae)

Более 5000 видов

- Гаметофит слоевищный либо побеговый

- Листья, если есть, без жилок, обычно однослойные

- Часто есть масляные тела (ограниченные мембраной вместилища терпеноидов, включенных в углеводный матрикс)

- Экзогенные гаметангии (антеридиии и архегонии)

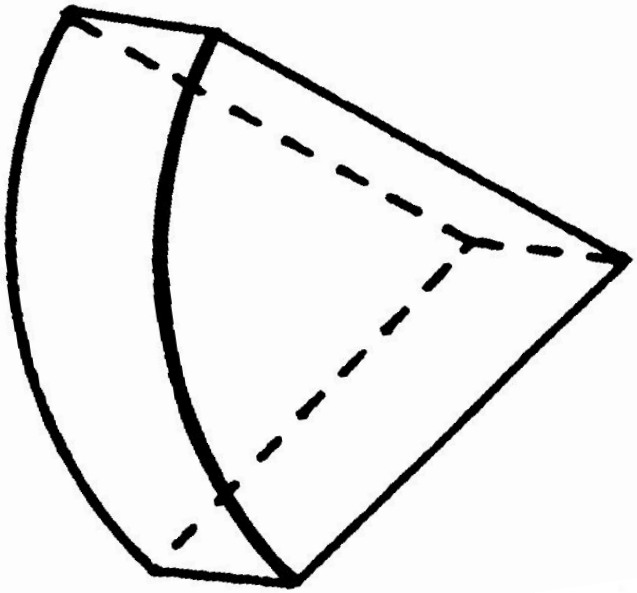
- Спорогенный комплекс (споры + стерильные клетки, обычно в виде элатер)

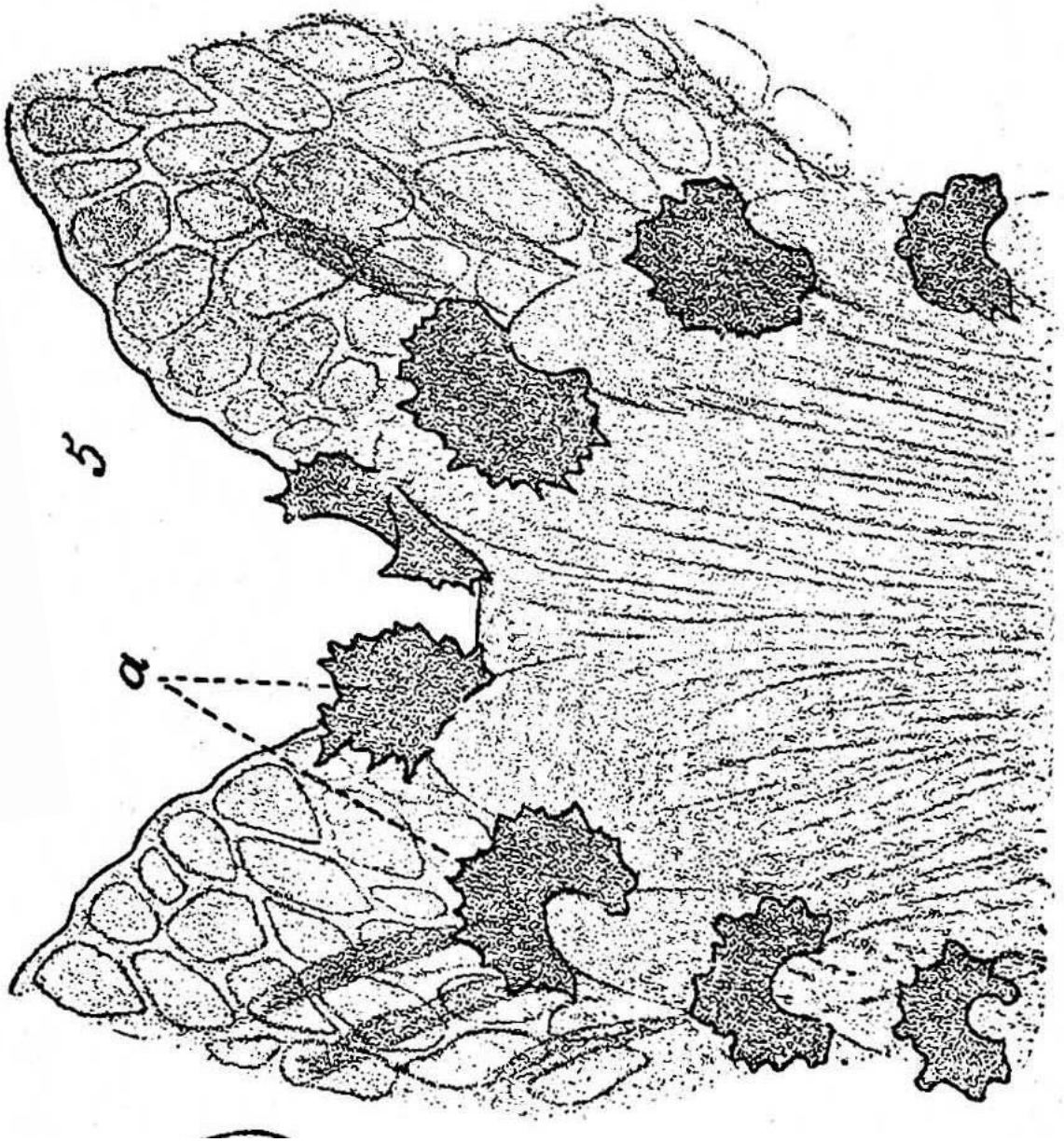
- Стенка коробочки спорофита без устьиц

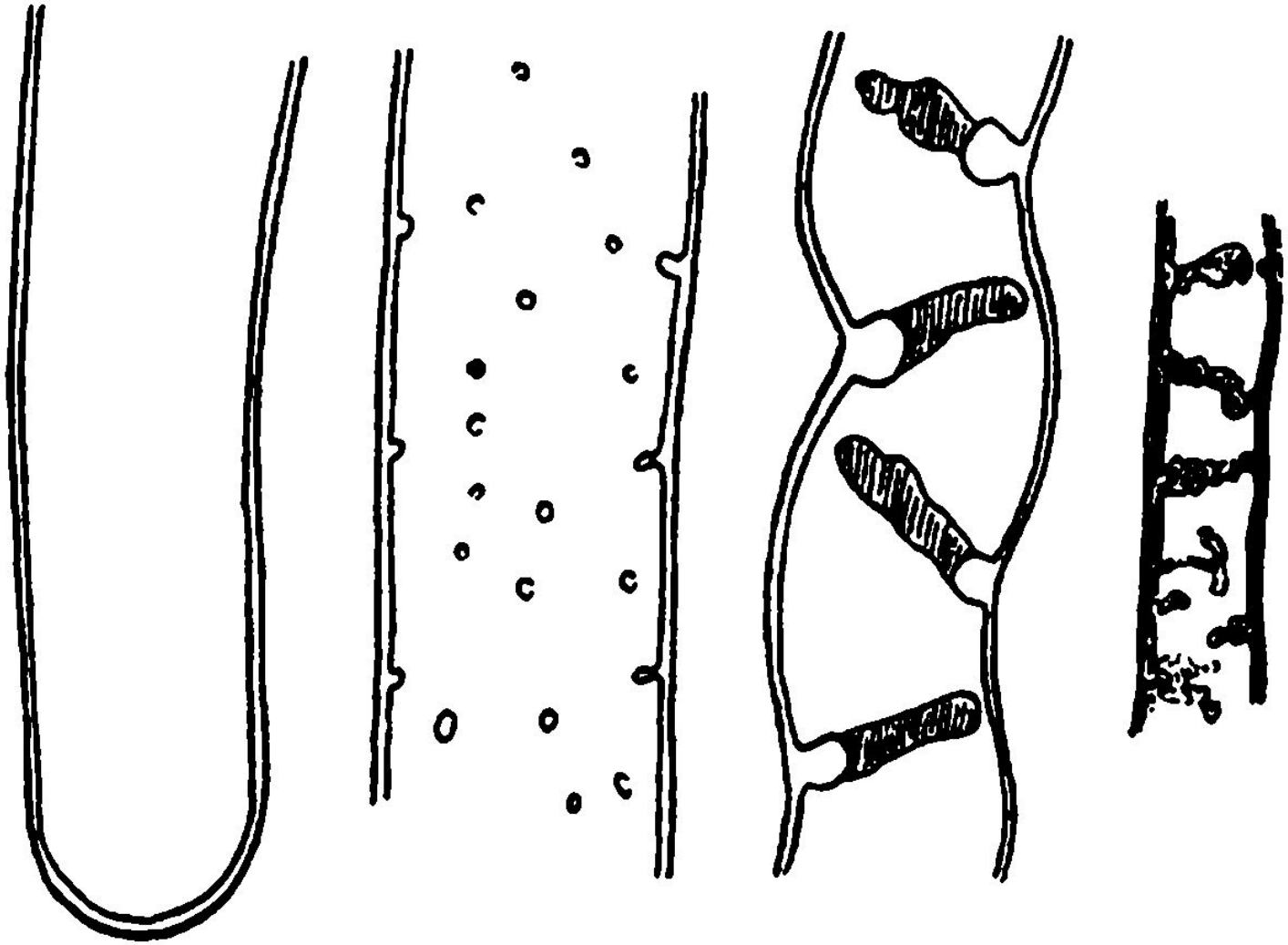
Маршанциевые – класс Marchantiopsida

- Слоевищные со сложным гистологическим строением
- клиновидная инициальная клетка
- диморфные ризоиды
- брюшные чешуйки (амфигастрии), обычно с особыми придатками
- масляные тела, если есть, в особых клетках (идиобластах) без хлоропластов
- Могут быть специальные вместилища для многоклеточных выводковых тел
- Экологическая связь с климатом средиземноморского типа, часто – адаптации к условиям переменного увлажнения.

Marchantia

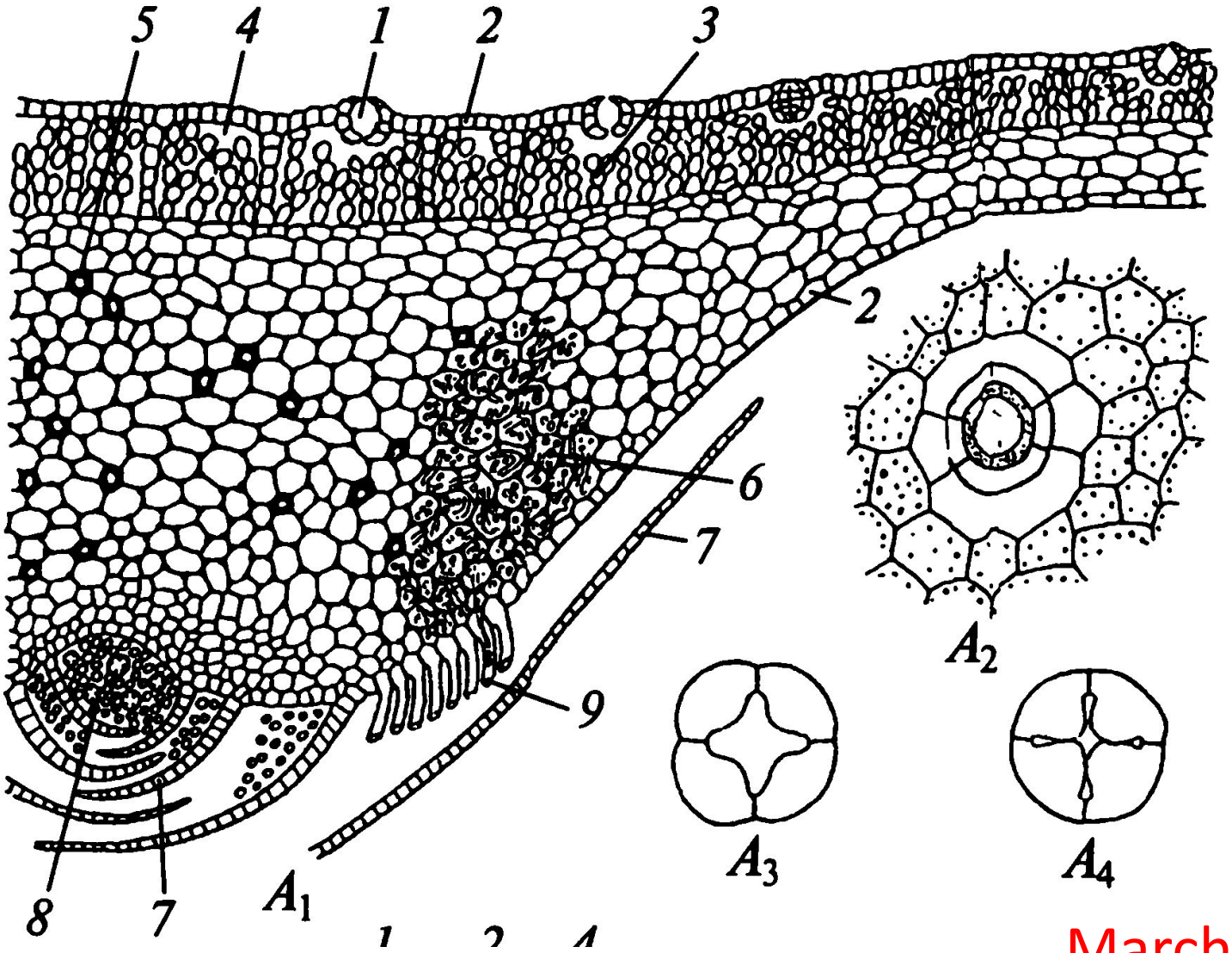






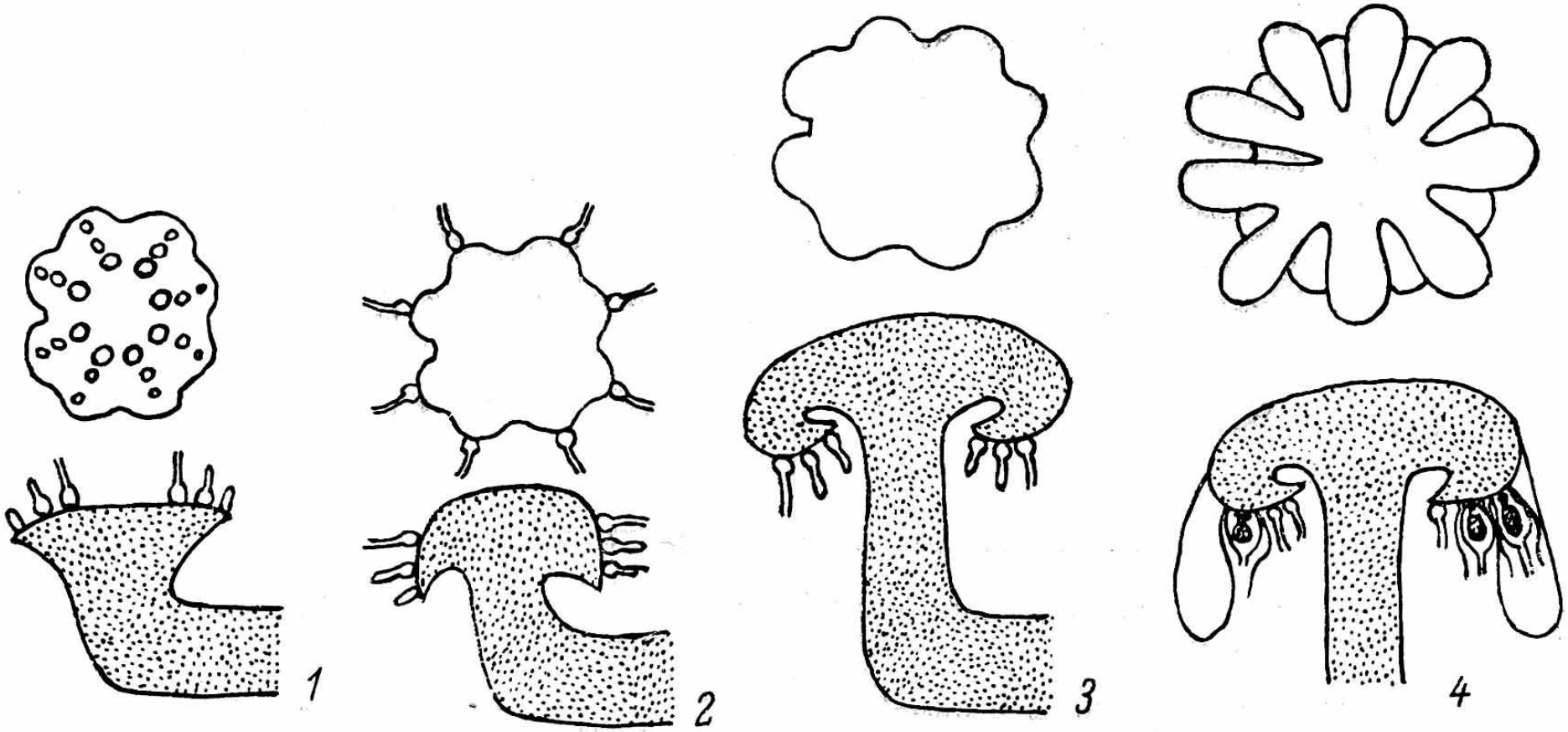
гладкостенн
ый
(простой)
ризоид

язычковые
ризоиды

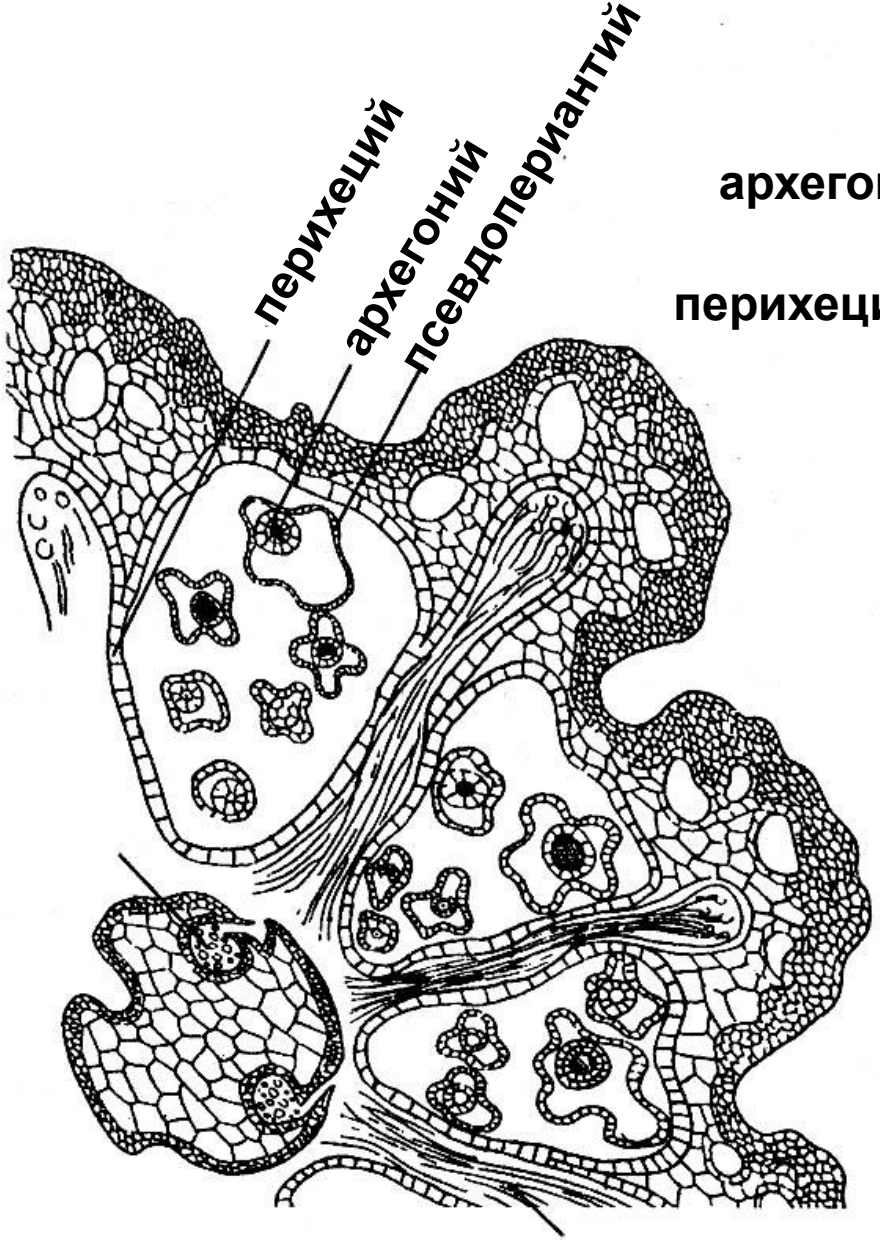


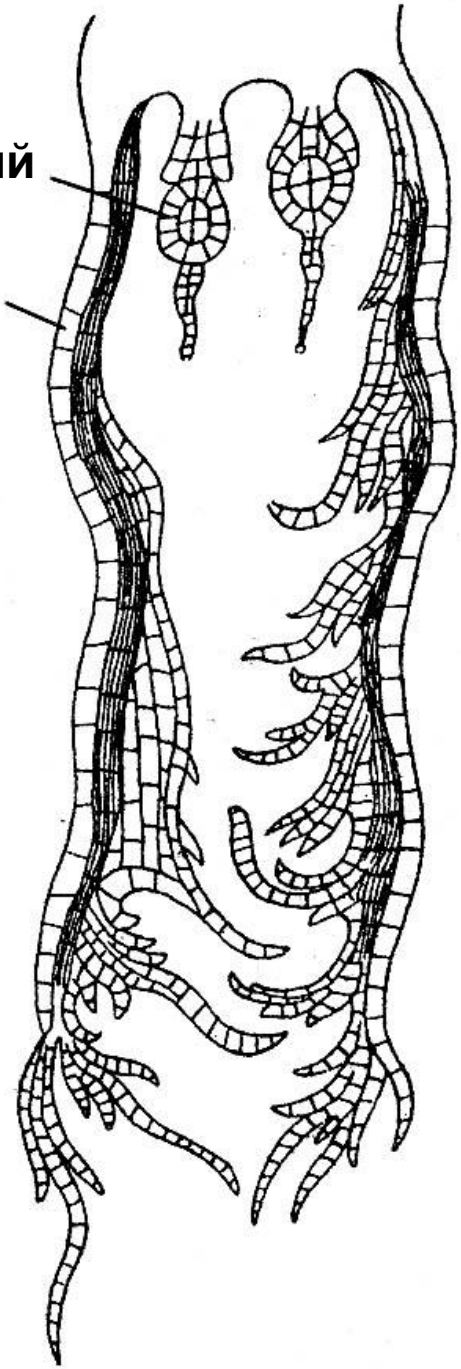
Marchantiopsida

A_{1-4} — поперечный срез (A_1) и верхняя эпидерма таллома (A_2), нижний ярус клеток открытого (A_3) и закрытого (A_4) устьица *Preissia quadráta*;



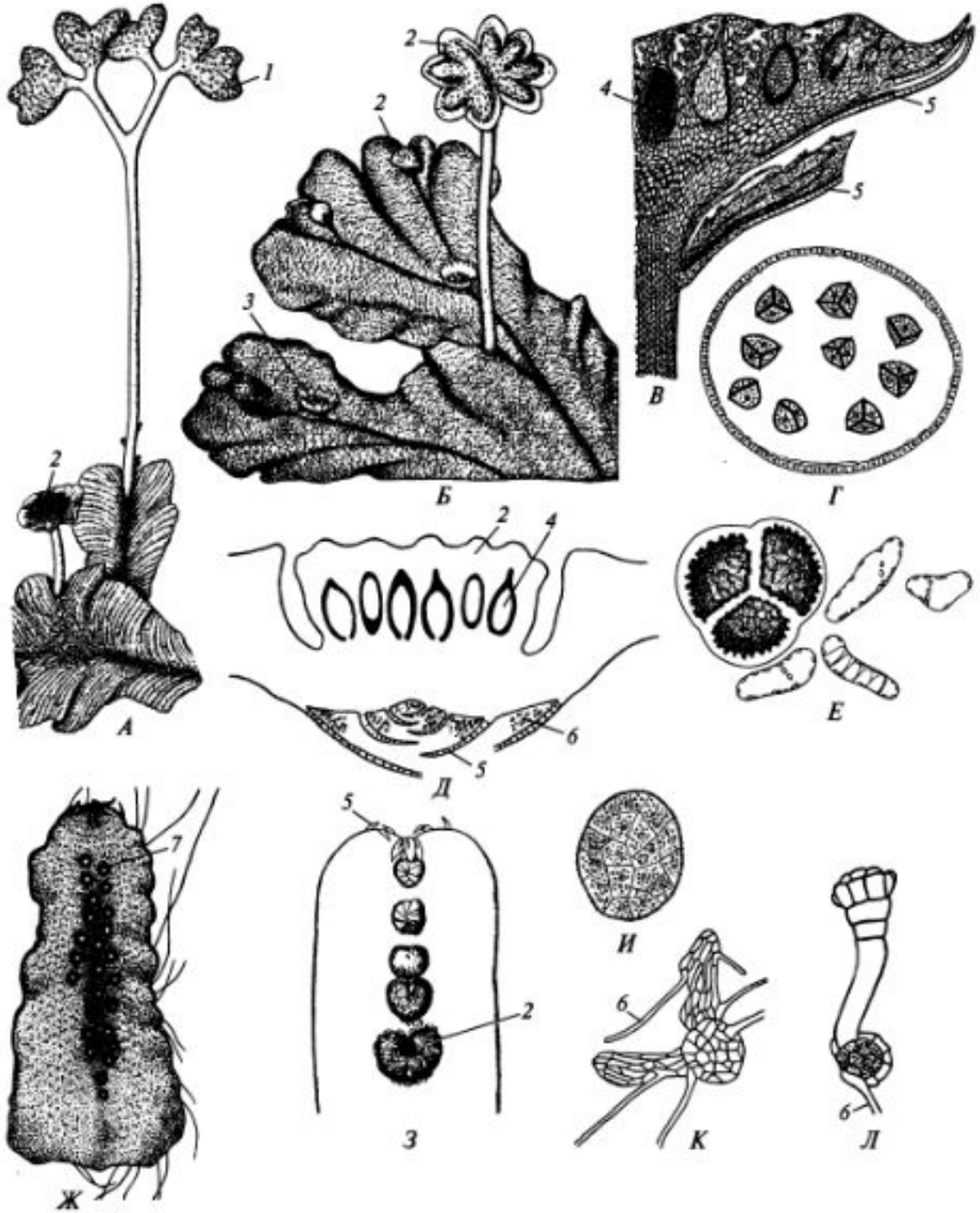
Развитие архегониофора *Marchantia*


перихеций
архегоний
псевдопериантий


архегоний
перихеций

4
2
3
5
Б

Marchantia

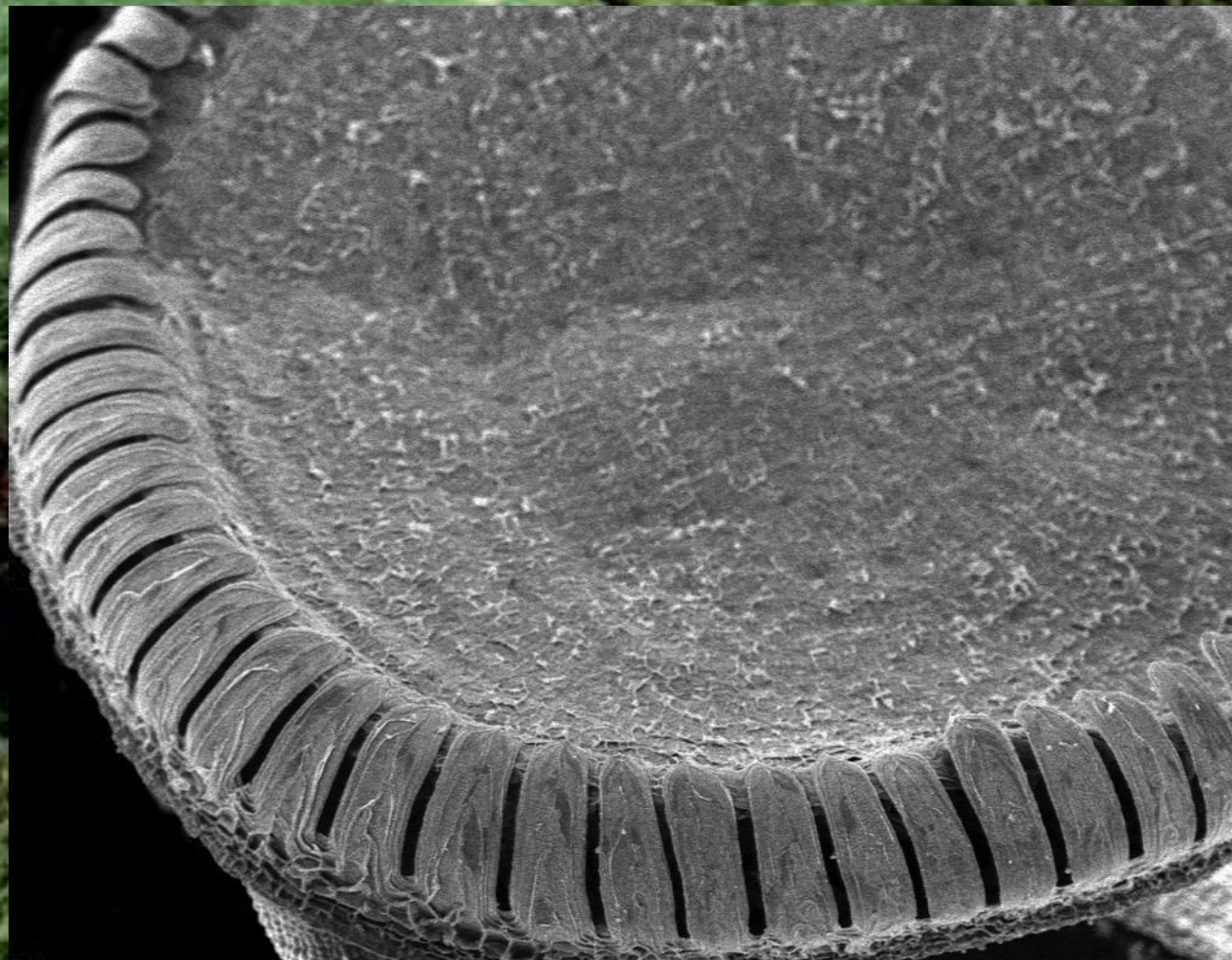

1
2
2
3
А
Б
4
5
5
В
Г
2
4
6
5
Д
Е
7
Ж
5
2
З
И
6
К
6
Л

Отдел Bryophyta – мхи

(10-12 тысяч видов)

- Побеговая организация гаметофита (хотя развита протонема). Листорасположение обычно не 2- или 3-рядное, нет дифференциации листьев на брюшные и спинные.
- Листья из одноклеточного зачатка, часто (не всегда!) с жилкой
- Нет масляных тел (таких, как у печеночников)
- При развитии спорофита обычно сначала удлиняется ножка, потом образуется коробочка
- Нет стерильных клеток в коробочке
- Коробочка с колонкой
- Стенка коробочки обычно (не всегда) с устьицами

Polytrichum (Polytrichopsida) 20/200



(М.С.Игнатов)

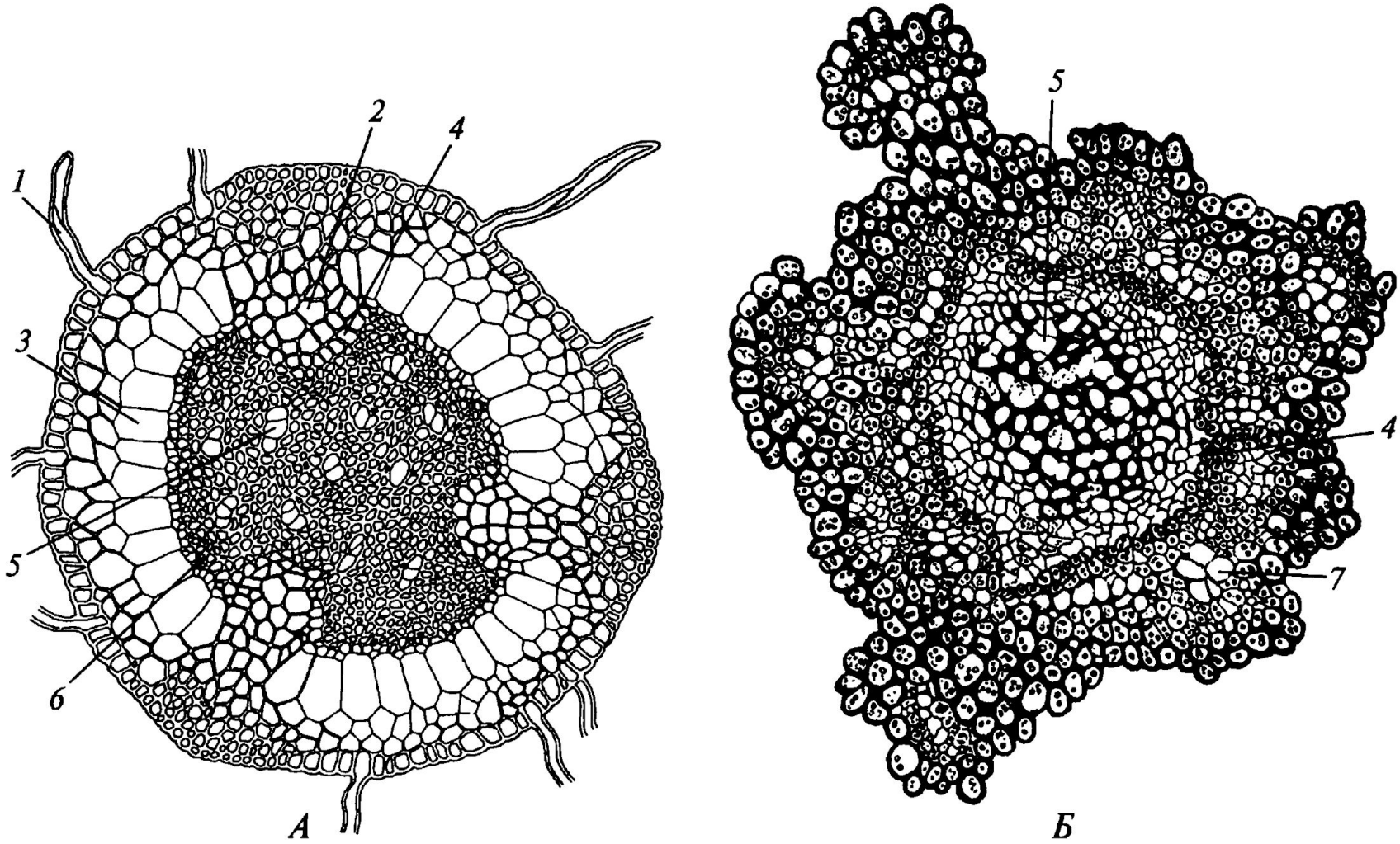


Рис. 78. Стебель *Polytrichum*:

А — поперечный срез корневища *P. formósum*; *Б* — поперечный срез надземного побега *P. commune*; *1* — ризоид; *2* — листовой след; *3* — «эндодерма»; *4* — крахмалоносное влагалище (амилом); *5* — гидроид; *6* — стереиды; *7* — лептоид

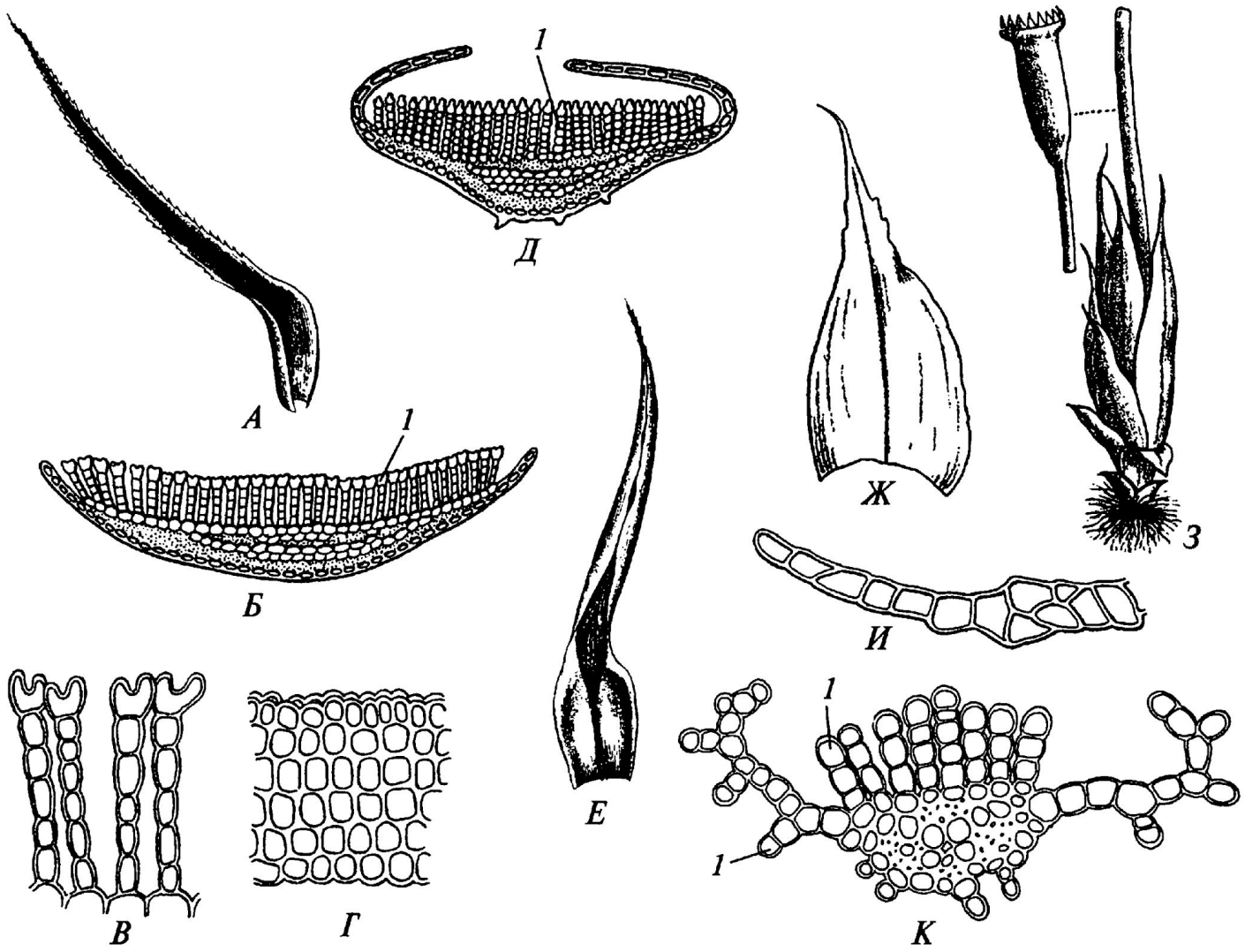
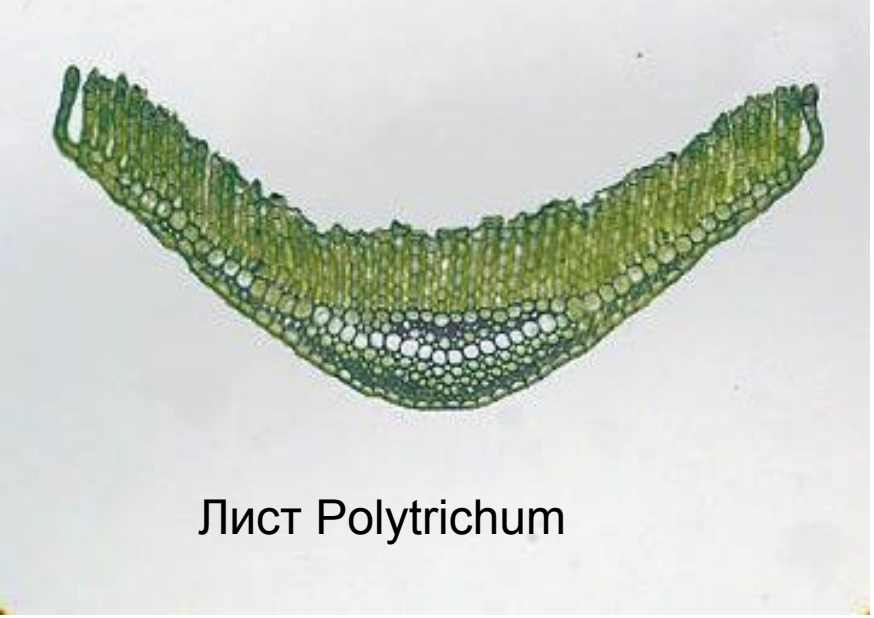
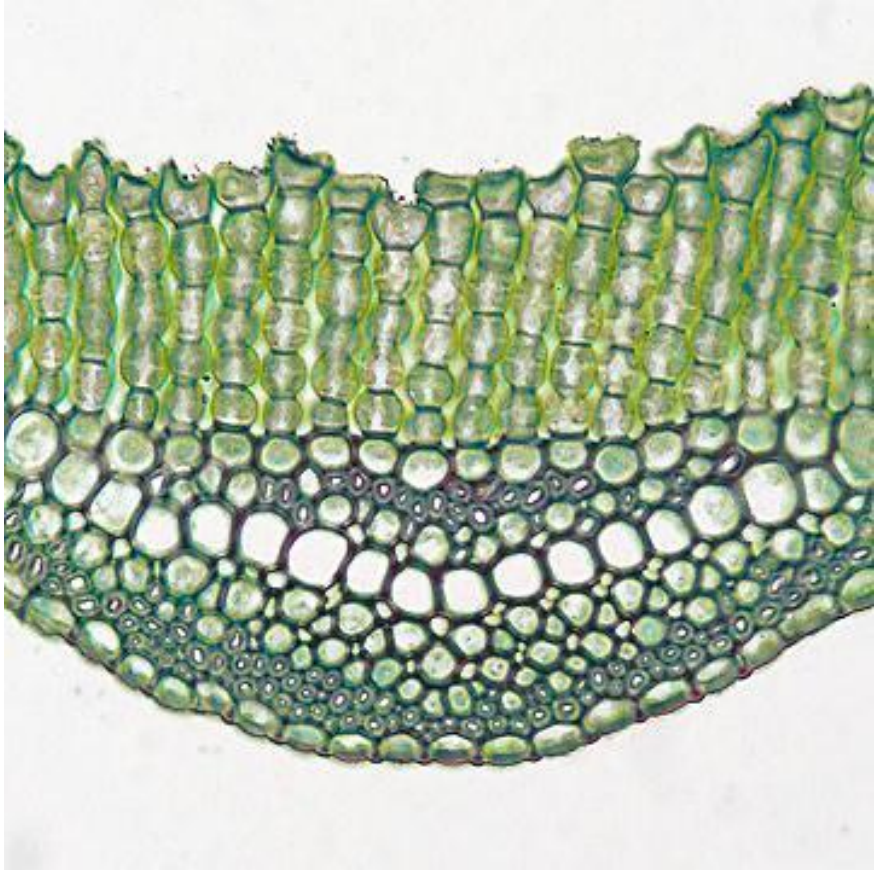
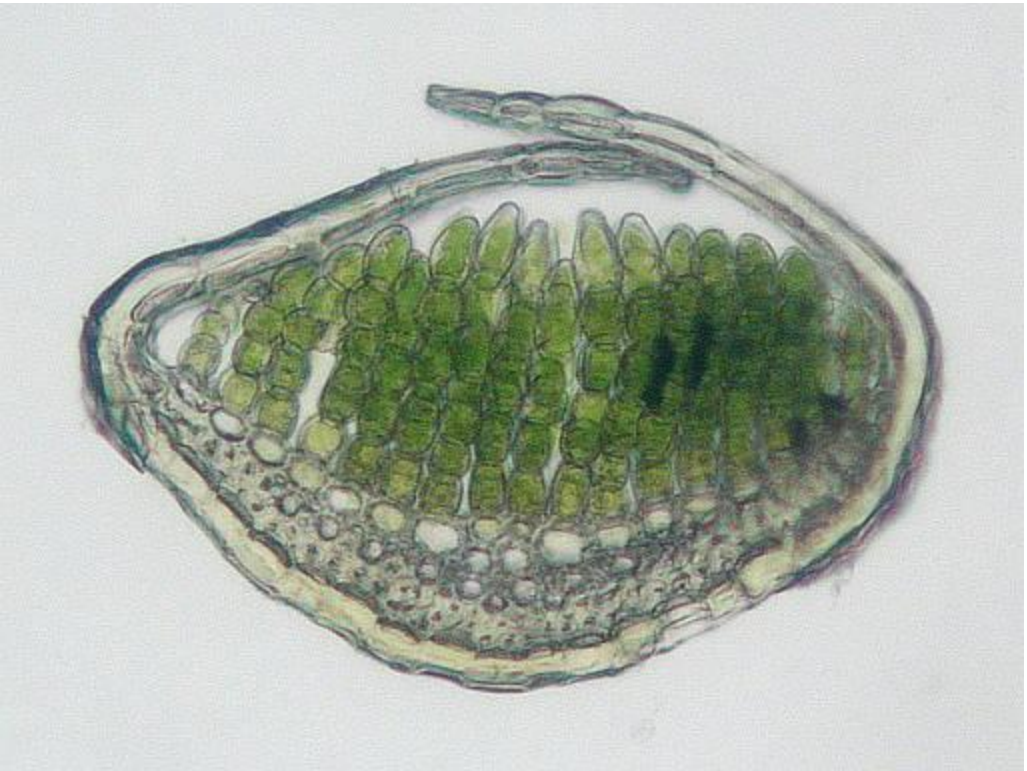


Рис. 79. Листья Polytrichaceae:

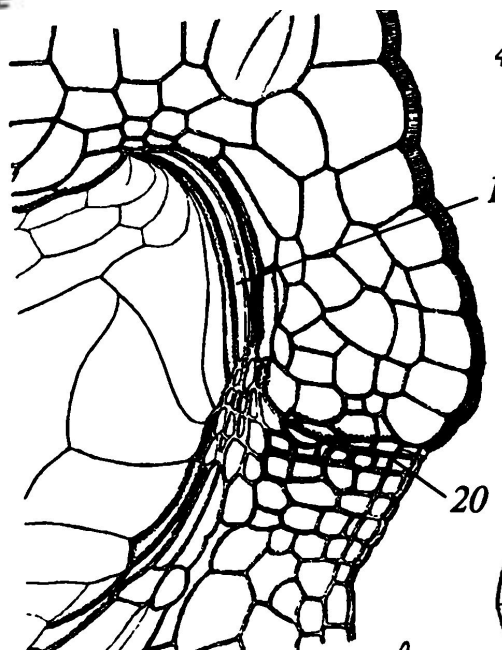
А—Г — срединный лист (*А*), поперечный срез пластинки срединного листа (*Б*) и пластиночки-ассимиляторы *Polytrichum commune* на поперечном срезе (*В*) и в боковом положении (*Г*); *Д*, *Е* — поперечный срез пластинки срединного листа (*Д*) и срединный лист (*Е*) *P. juniperinum*; *Ж—И* — срединный лист (*Ж*), побег со спорогонием (*З*) и поперечный срез срединного листа (*И*) *Rhacelopodopsis camúsi*; *К* — поперечный срез пластинки срединного листа *Oligótrichum aligerum*; *1* — пластиночка-ассимилятор







Polytrichum hyperboreum



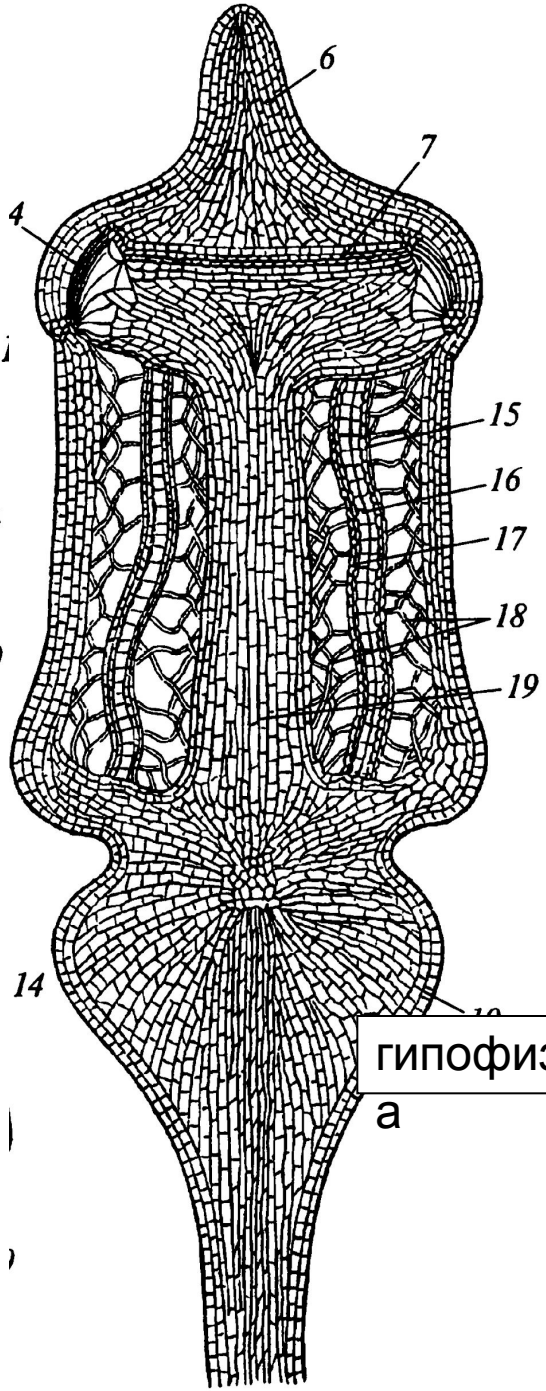
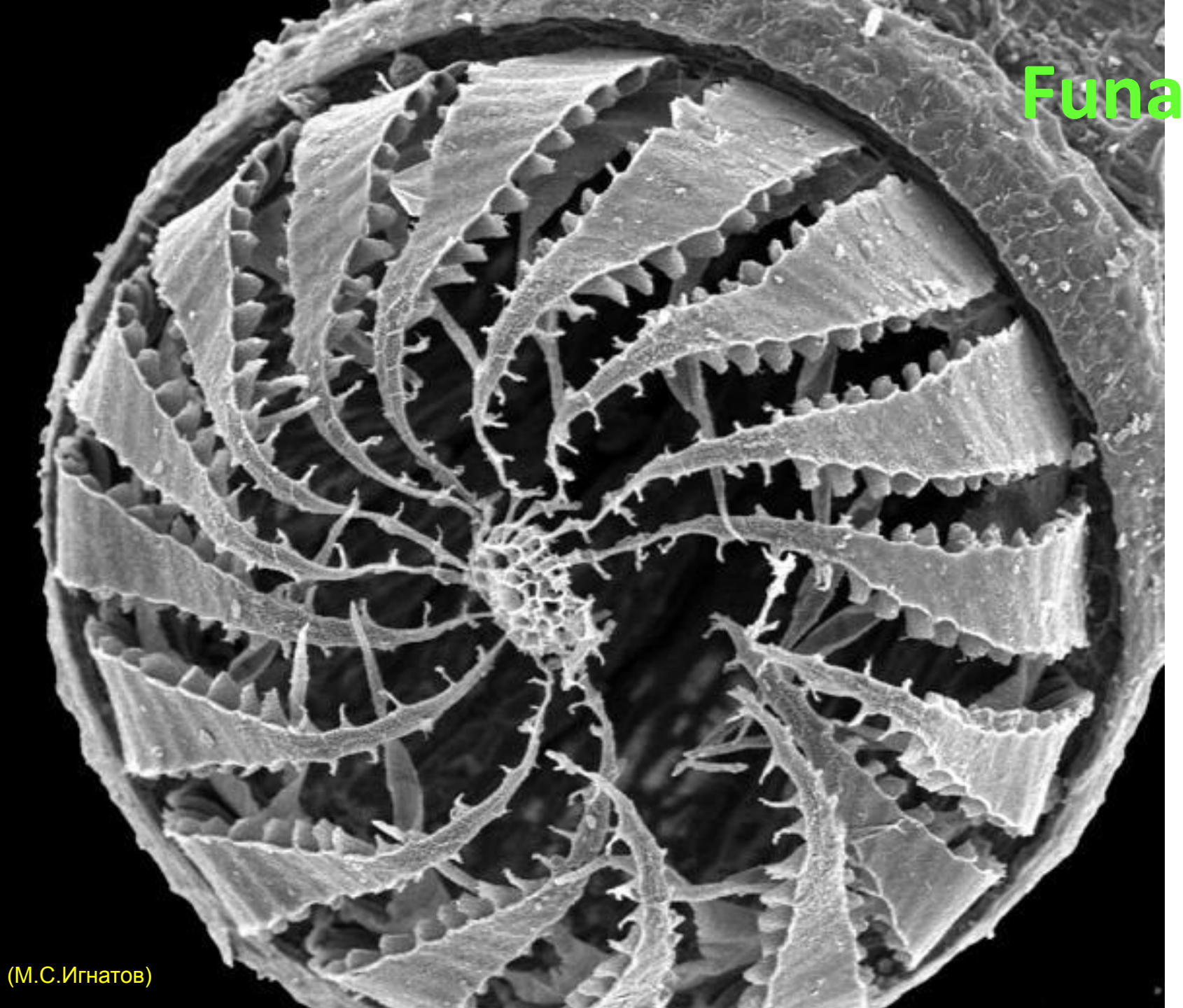


Рис. 77. Побеги и спорогонии Polytrichaceae:

А — побеги и спорогонии *Polytrichum commune*; *Б* — ризоиды с почками гаметофоров; *В*, *Г* — верхушка побега с перигонием (*В*) и пролиферировавший мужской «цветок» (*Г*) *P. alpinum*; *Д*, *Е* — антеридий (*Д*) и архегонии (*Е*) *P. juniperinum* с парафизами; *Ж* — мужское растение *Dendroligotrichum dendroides* с перигониями; *1* — почка гаметофора; *2* — пластинчатая парафиза; *3* — нитчатая парафиза



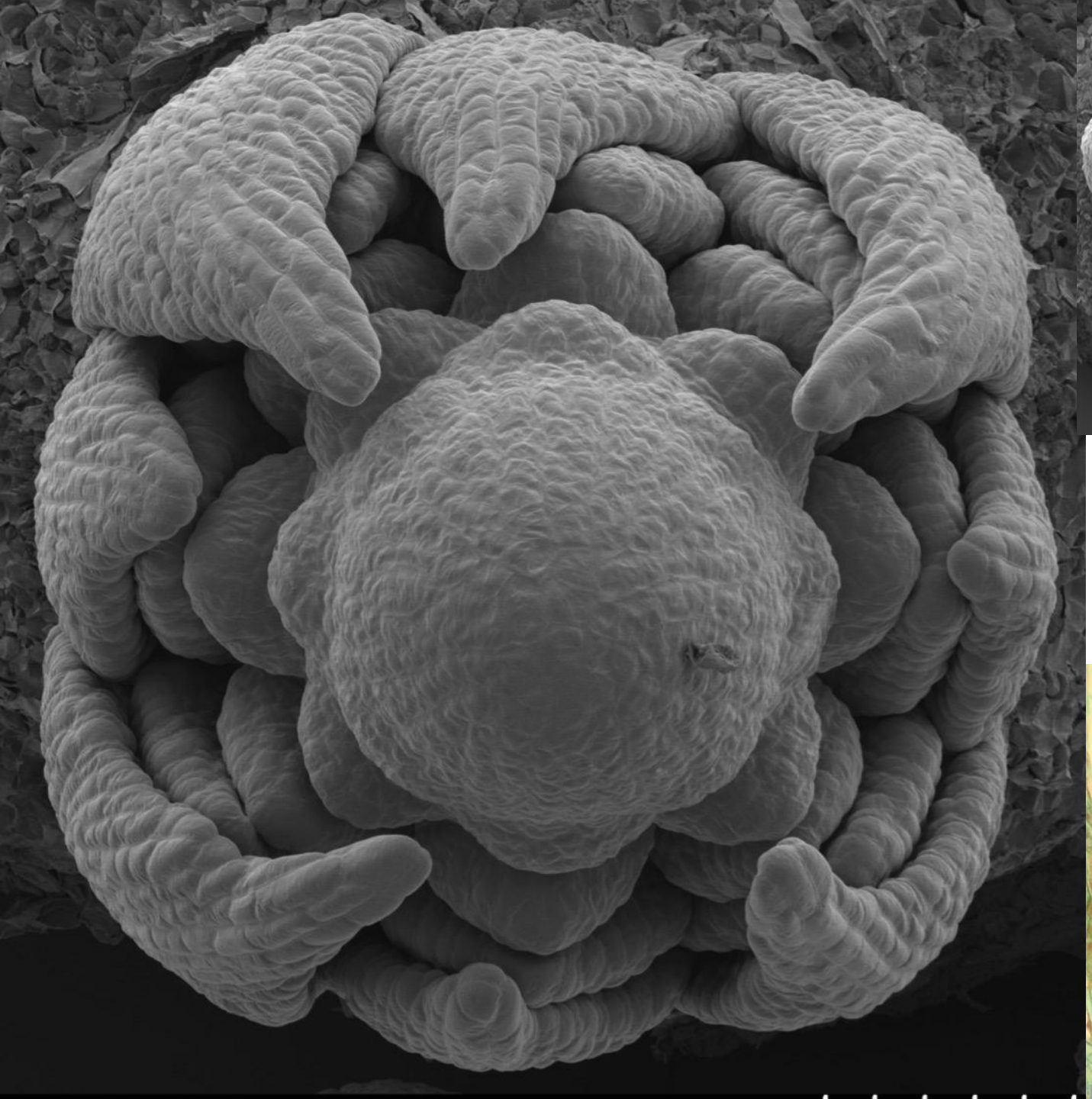
(М.С.Игнатов)

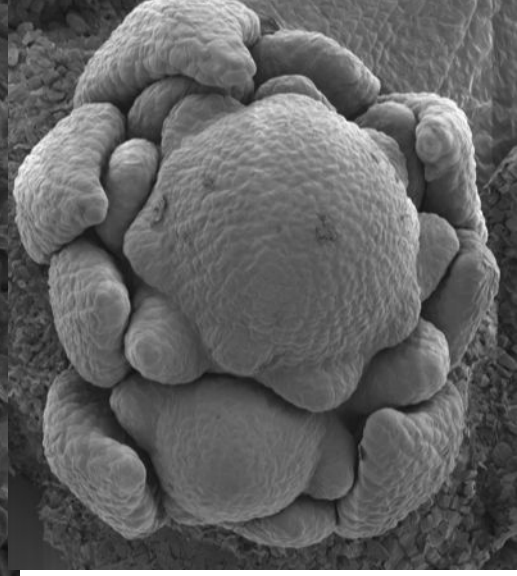
Класс плауновидные, Lycopodiopsida

Порядок Lycopodiales

-Первично гоморизные травы
-Корни анатомически похожи на стебли
-Листья без лигулы, цельные
-Спорангии на ножках
-Гаметофиты обоеполые

-*Lycopodium* (200-500 видов)
-*Phylloglossum* (1 вид)





Lycopodium
Апикальная меристема побега

Lycopodium - стебель

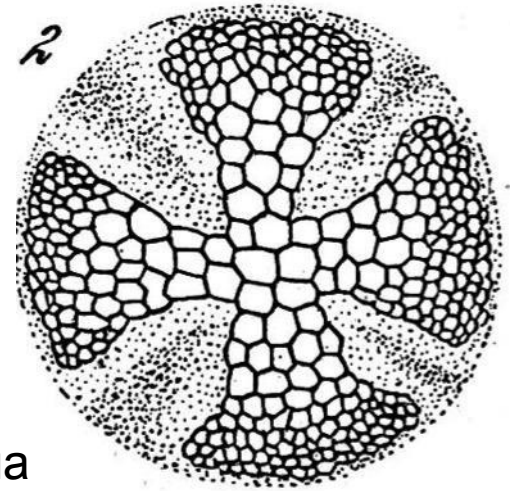
склерифицированная ткань кортекса

корень

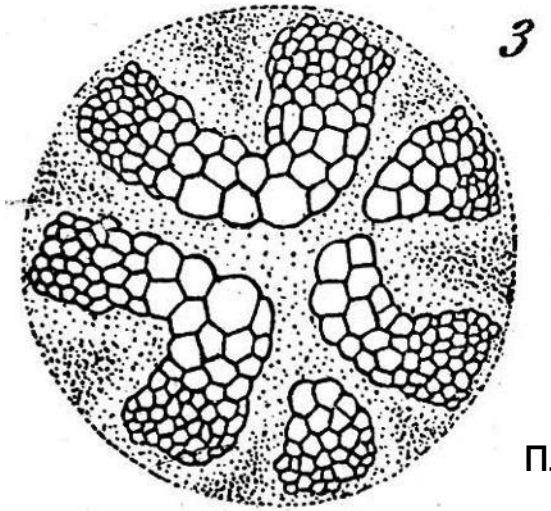
перицикл

Разнообразие строения стелы в стебле Lycopodium

актиностела



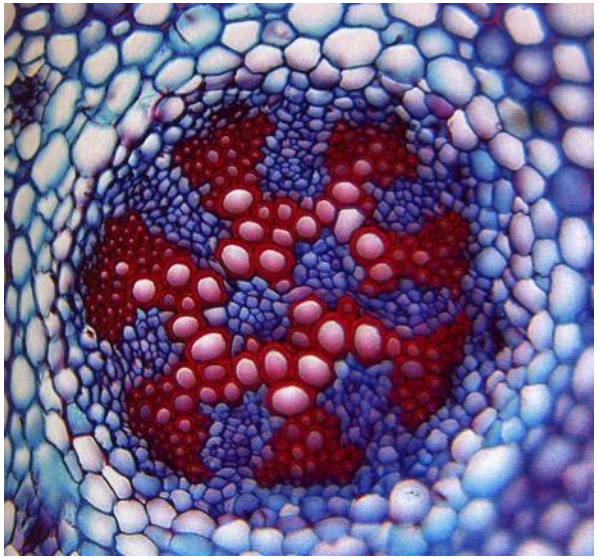
L. serratum

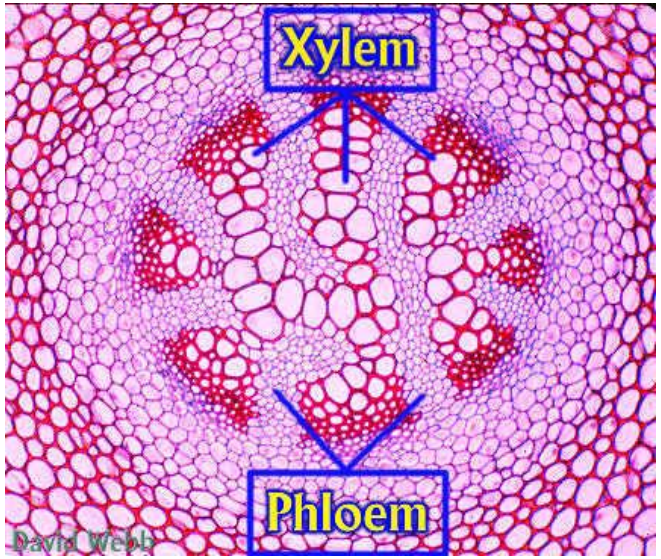


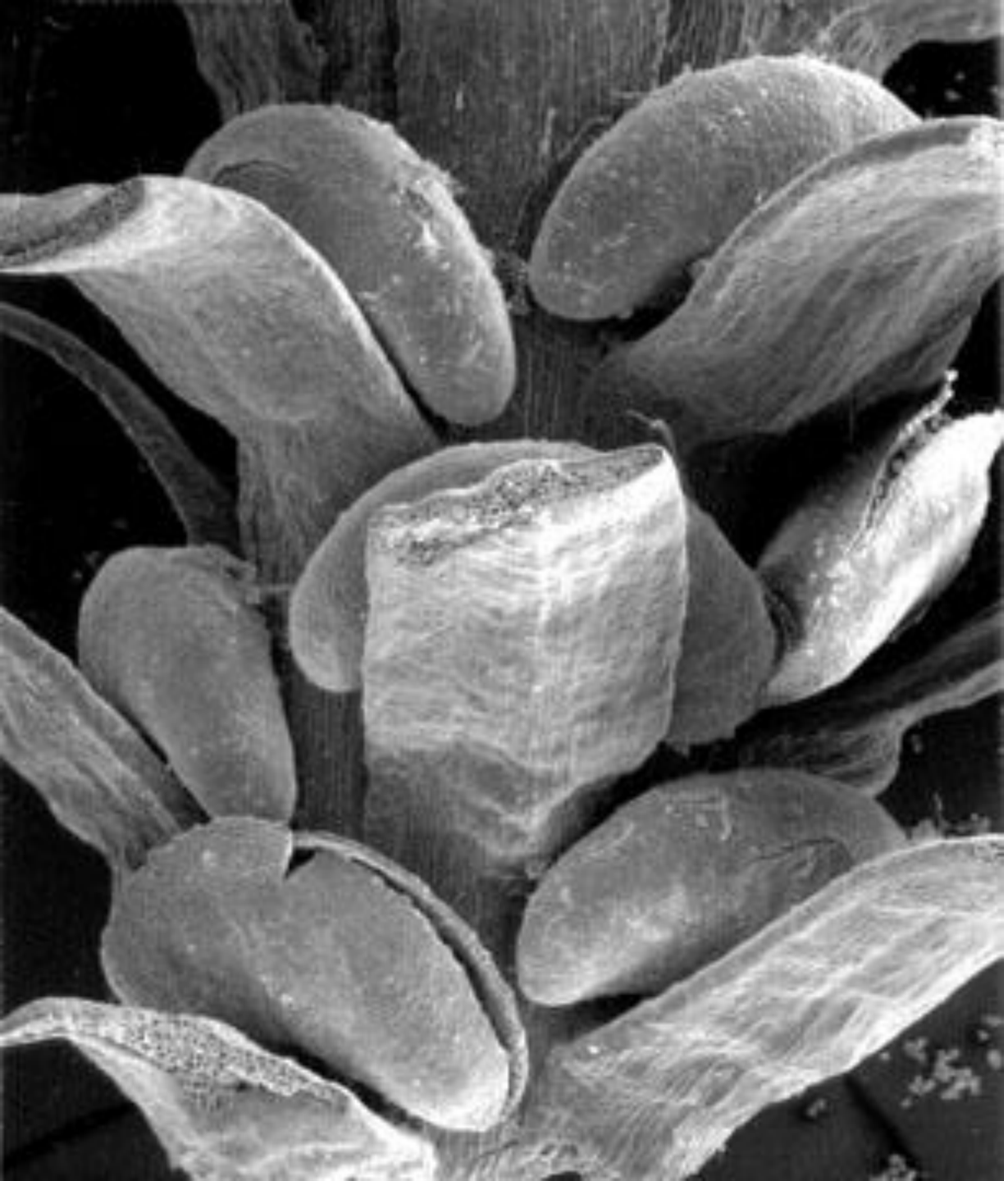
L. annotinum

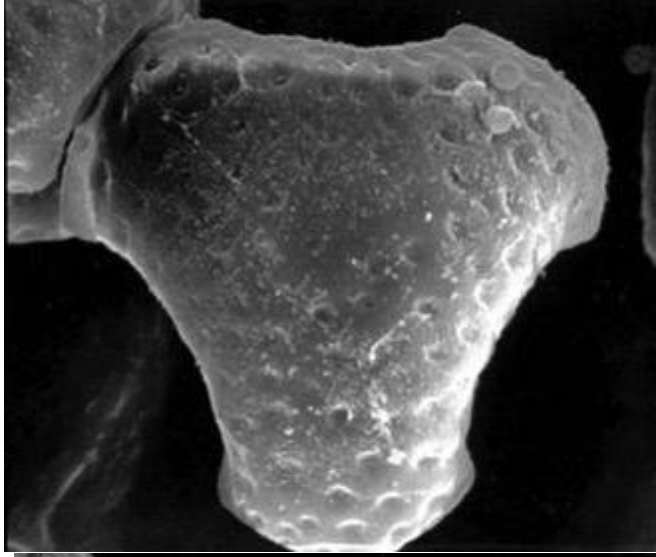
плектостела

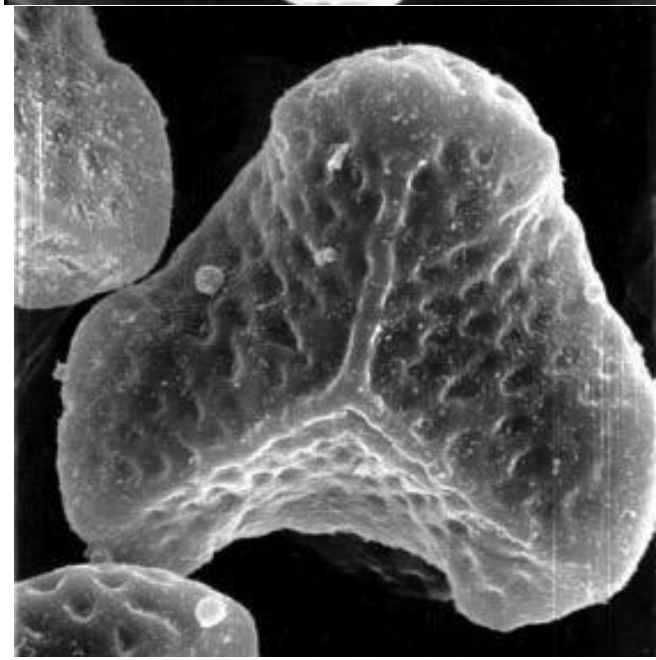
L. cernuum





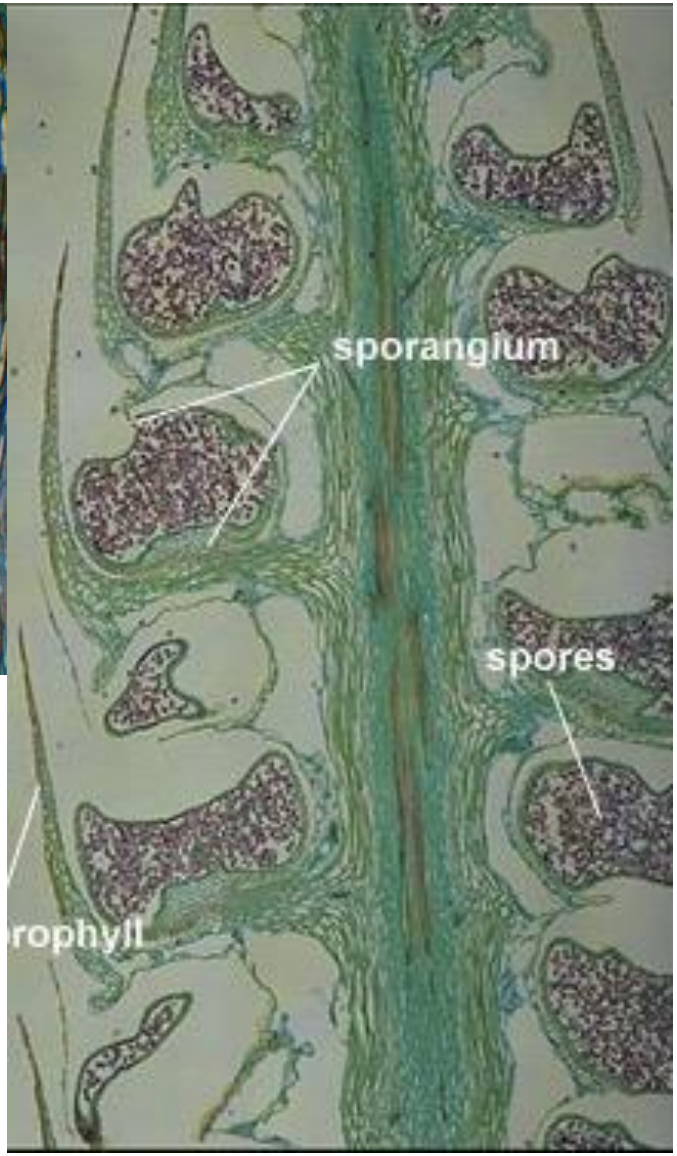






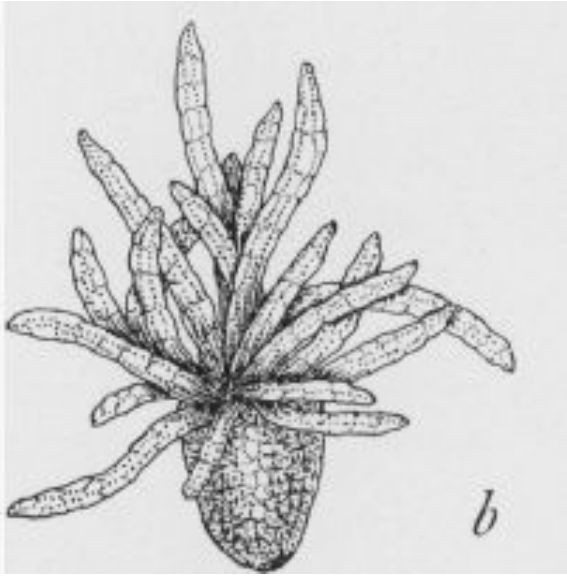
Lycopodium
(*Huperzia*) sp.

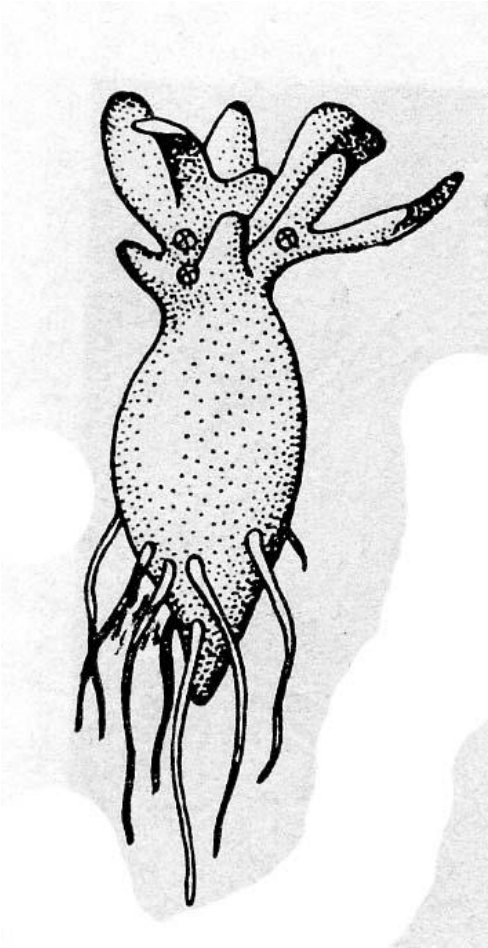
спорангии в стробилах



Lycopodium (*Lycopodiella*) *alopecuroides*: зеленый гаметофит

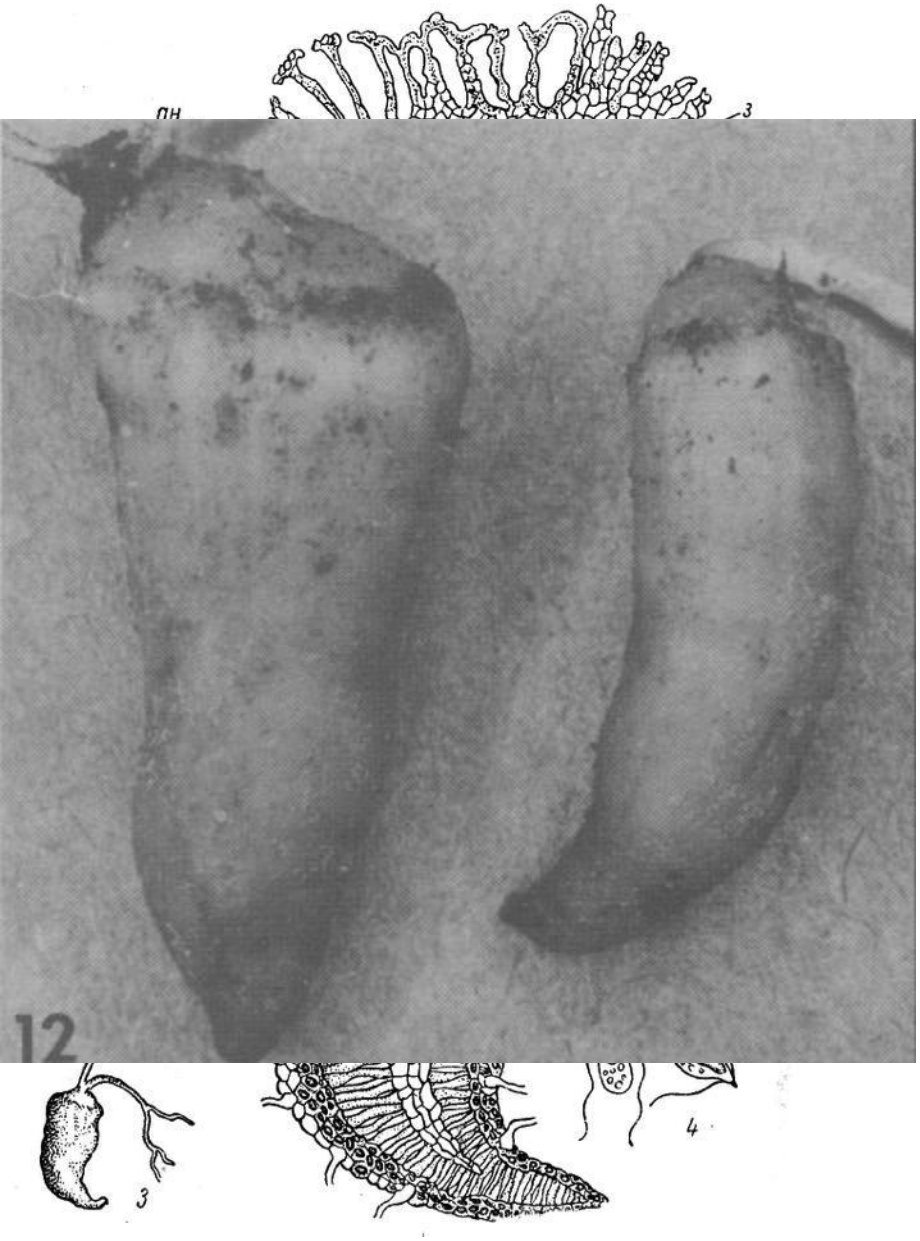
гаметофит с молодым спорофитом



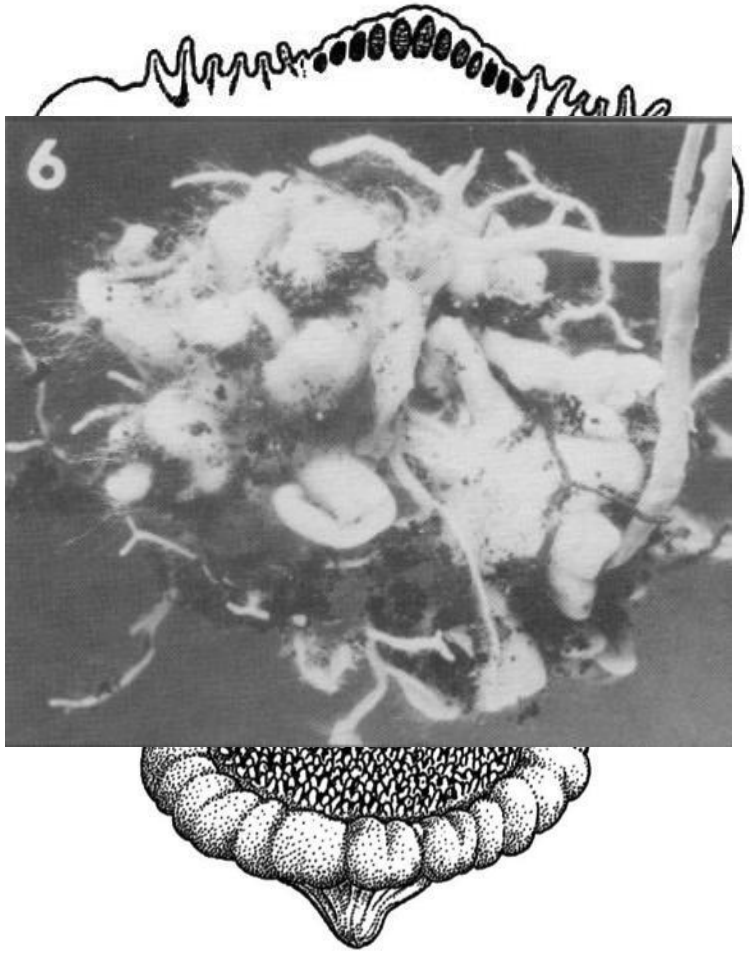


Lycopodium (*Lycopodiella*) *inundatum*

подземные гаметофиты



L. complanatum



L. clavatum

clavatum тип

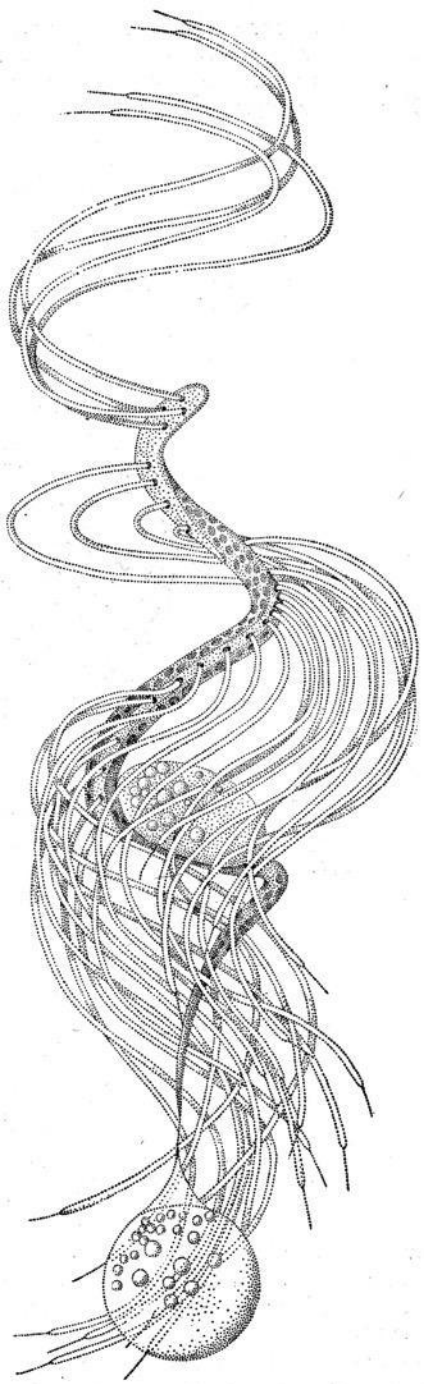


Рис. 83. Сперматозоид *Isoetes lacustris* L. (По Dracinschi).

Разноспоровые лигульные формы

класс
Selaginellopsida
1/700

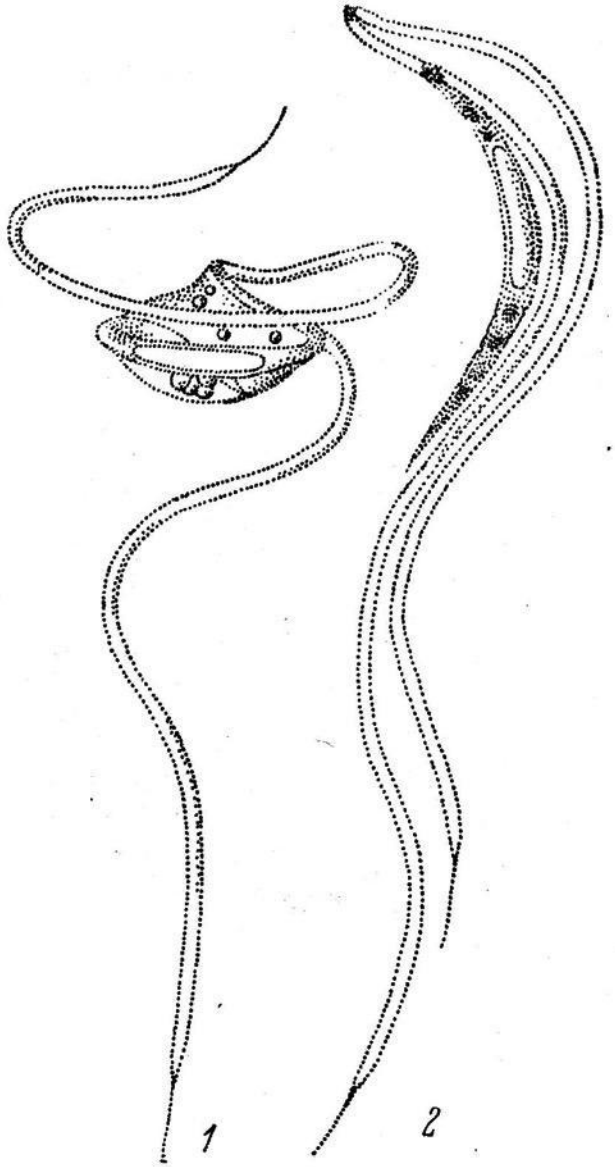


Рис. 67. *Selaginella* sp. Сперматозоиды.

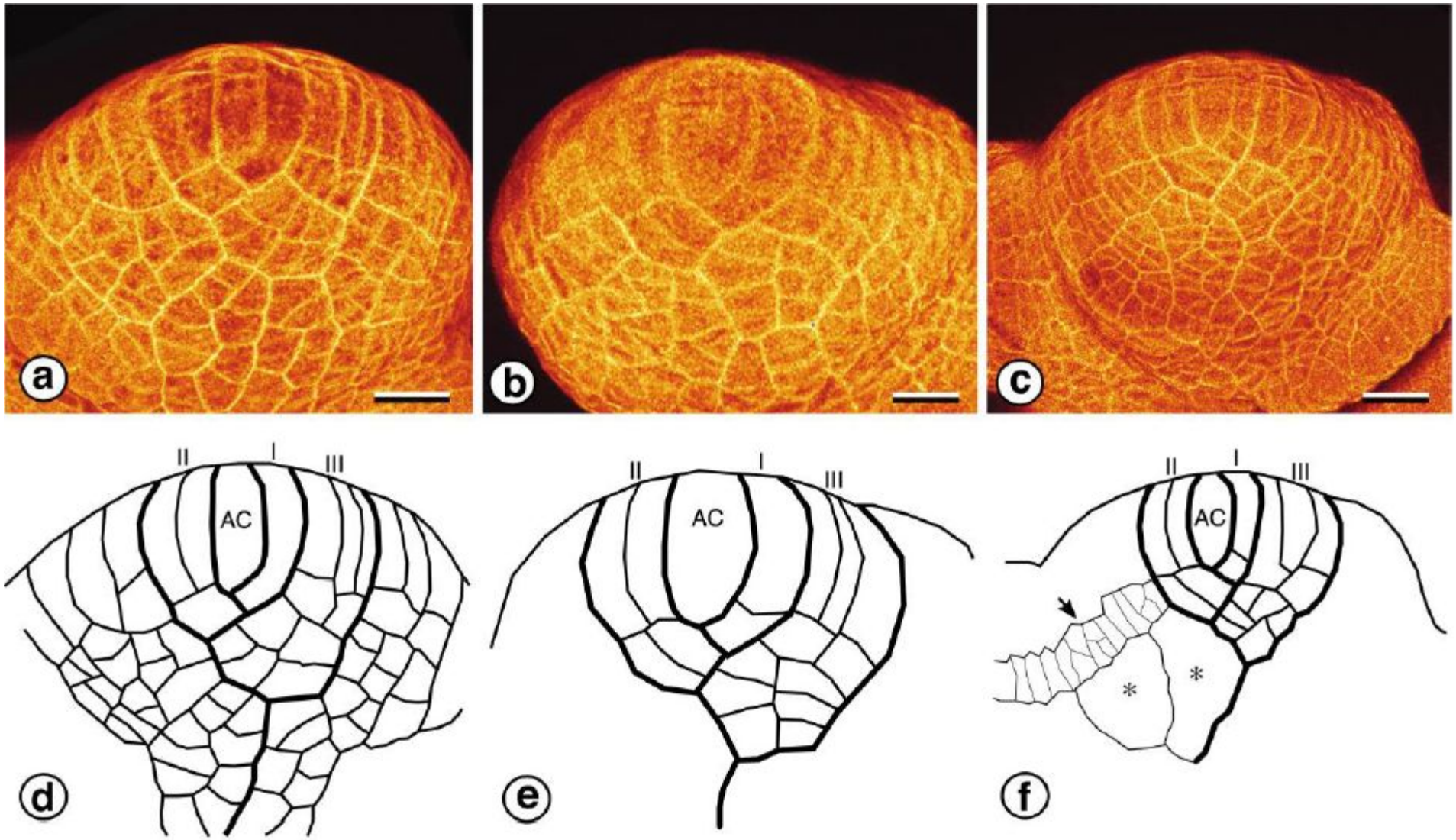
1 — сперматозоид, только что освободившийся из материнской клетки; *2* — зрелый сперматозоид. (По Dracinschi).

листорасположение

S. wallacei

S. delicatula

Selaginella (около 700 видов)



S. kraussiana - апекс побега

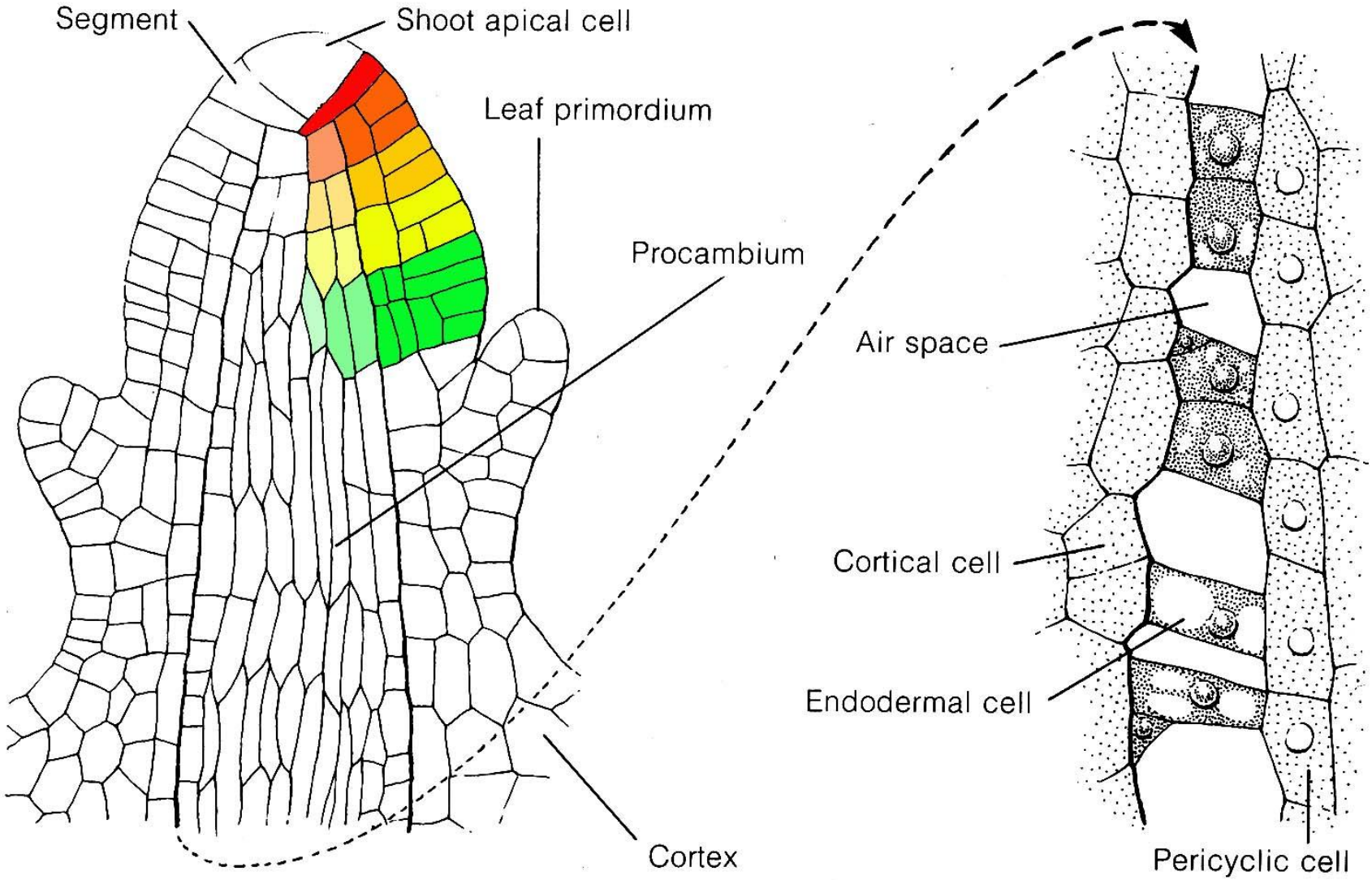
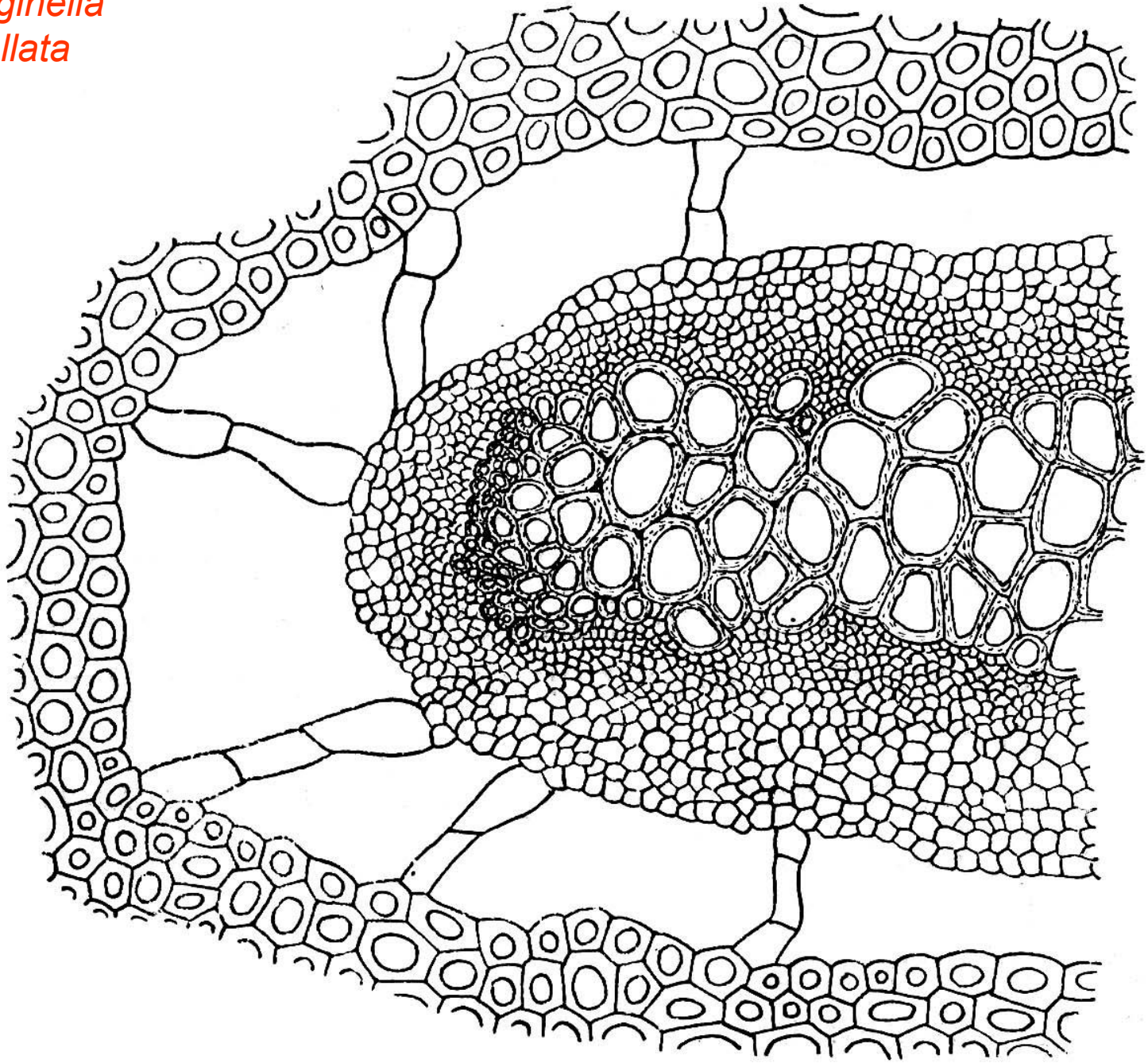
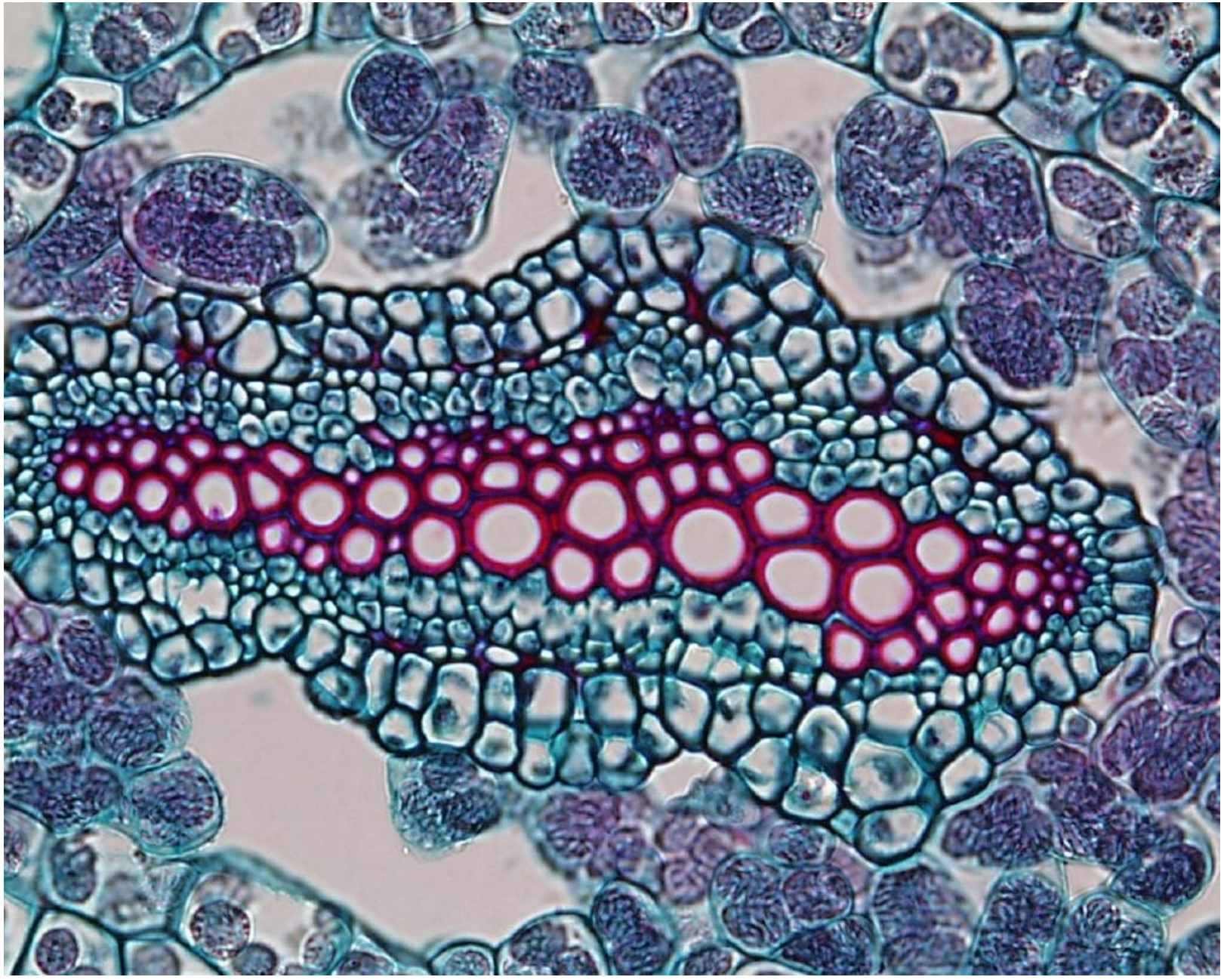


FIGURE 9-24 Stem development in *Selaginella sinensis*. Longisection of the shoot tip (left), and early development of trabeculae (endodermal cells) and of the air-space system surrounding the vascular cylinder (right); endodermal cells become separated from one another and undergo radial extension. [Redrawn from Hsü, *Bull. Chinese Bot. Soc.* 3:75, 1937.]

Selaginella flabellata



гаплостела



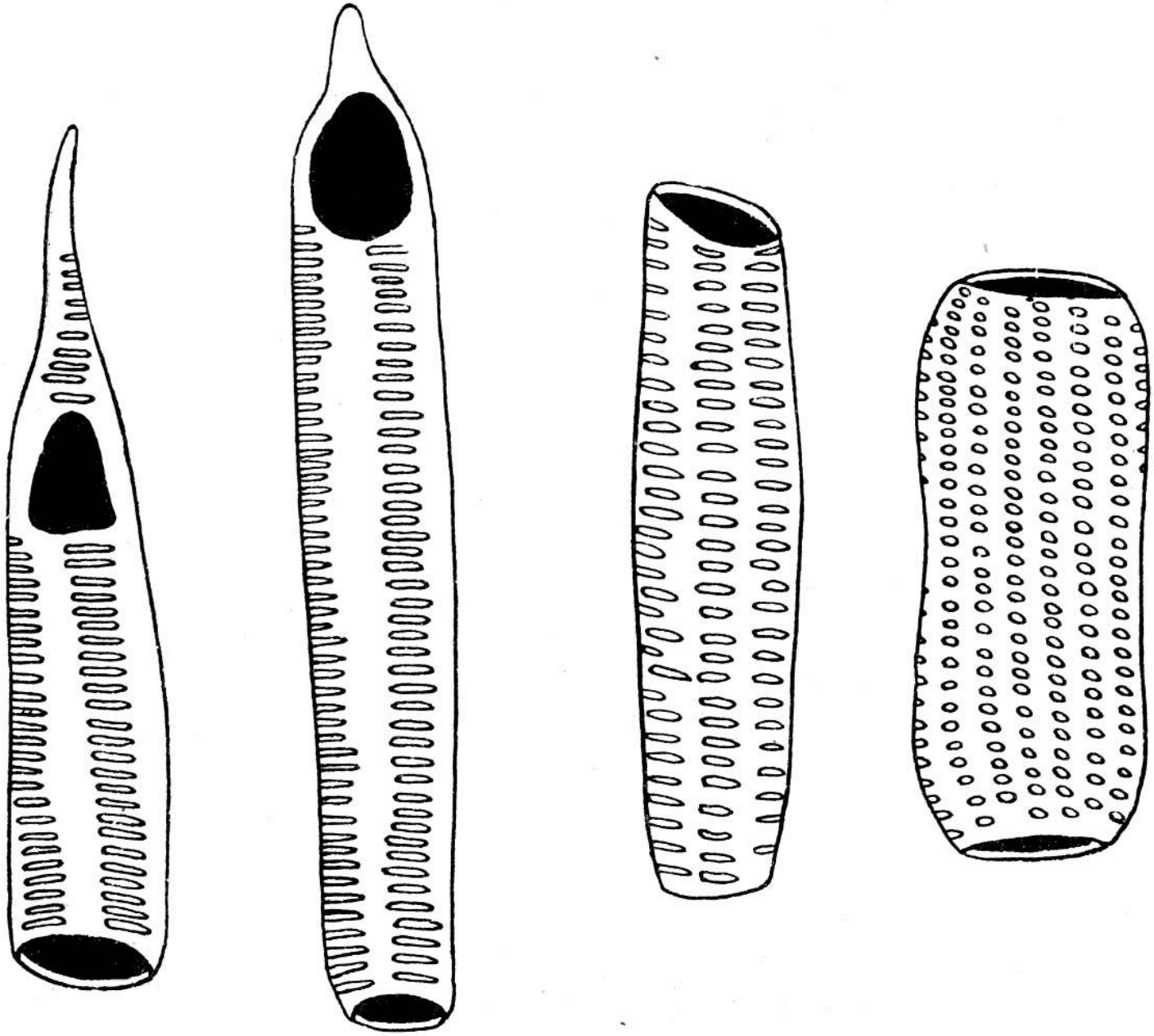
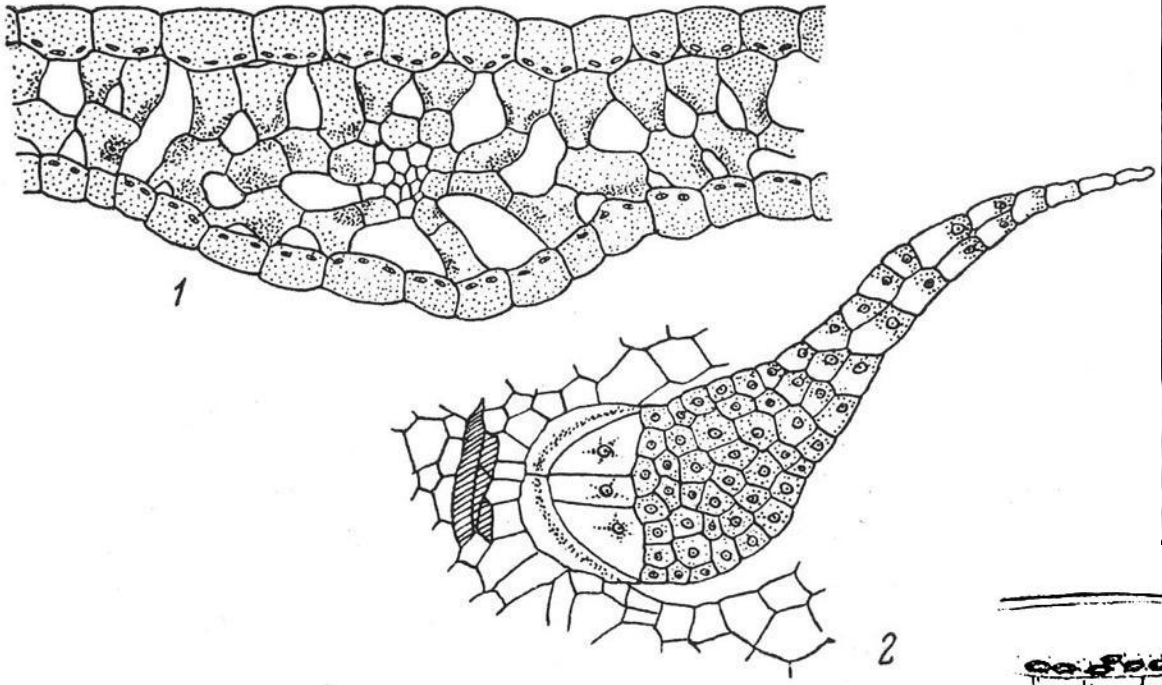


Рис. 62. Сосуды *Selaginella arenaria* Underw.



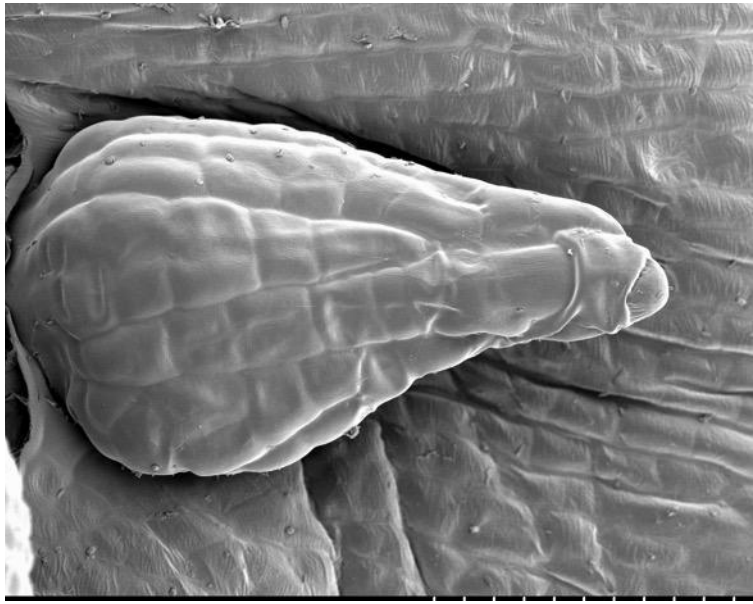
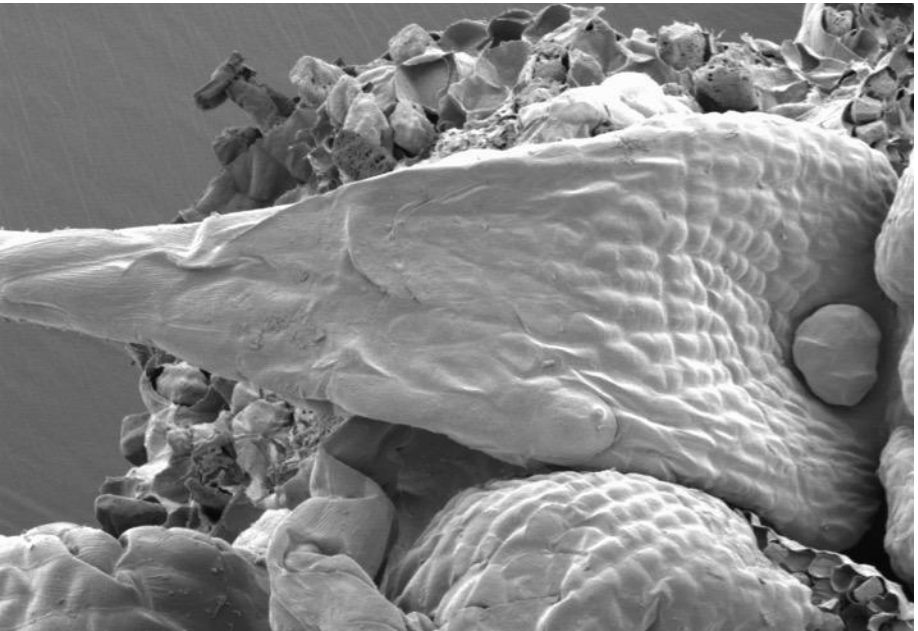
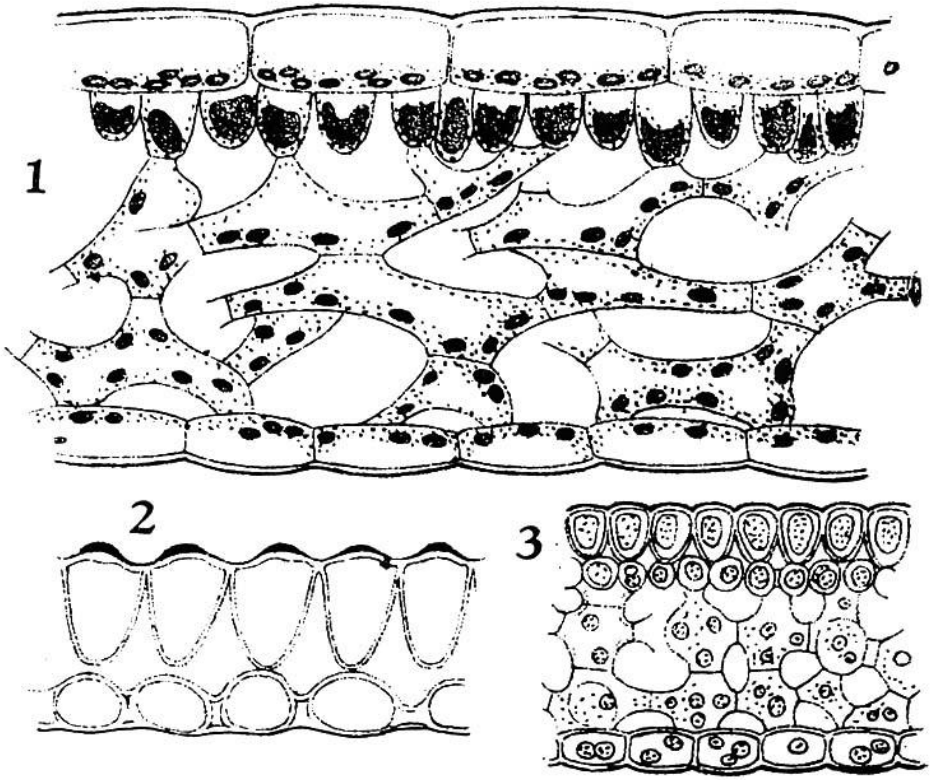
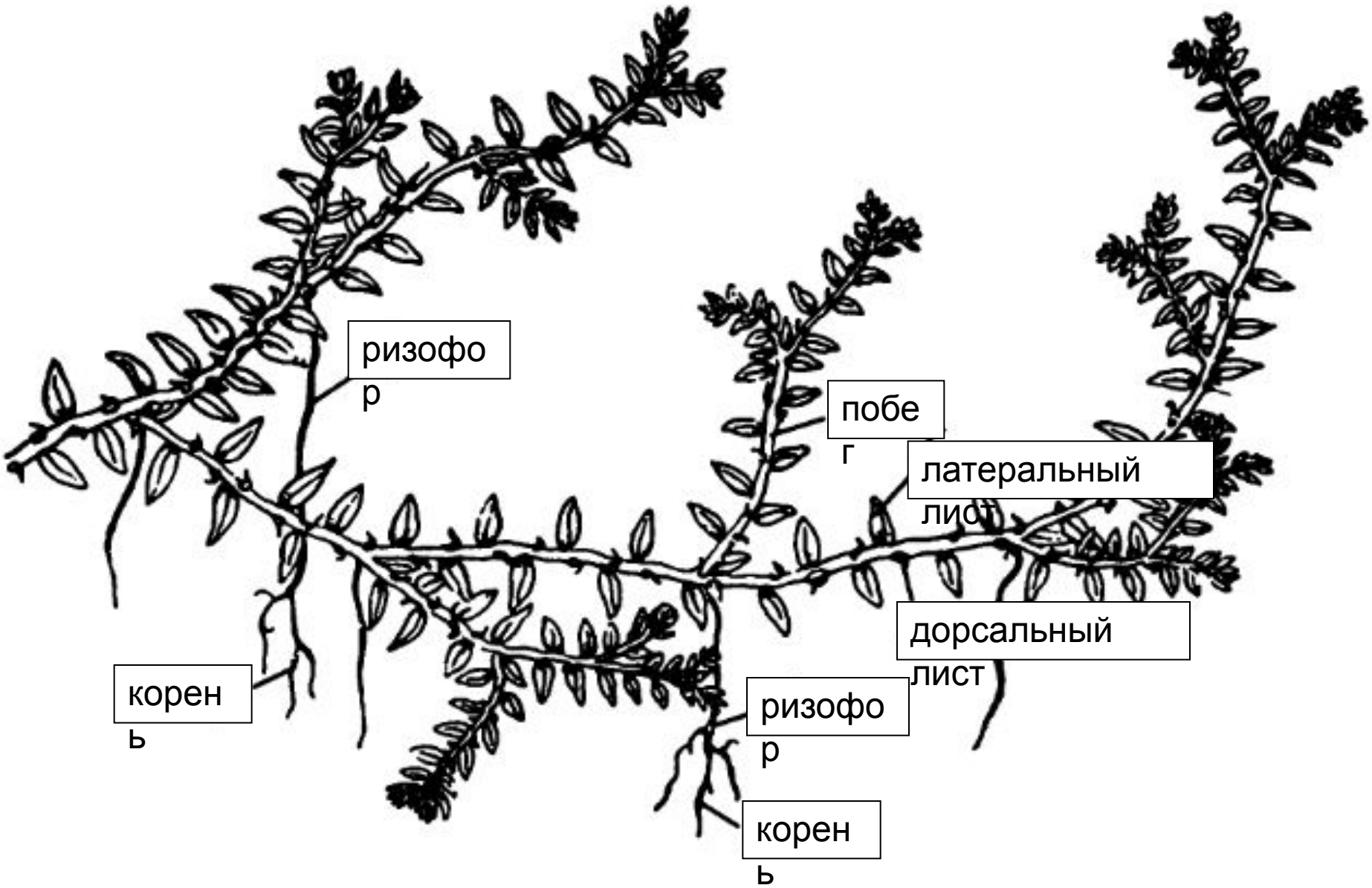


Рис. 63. *Selaginella kraussiana* A. Br.

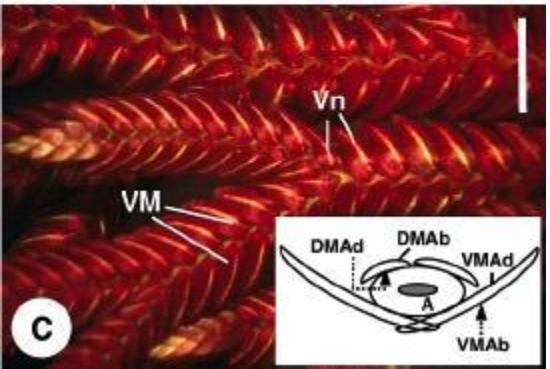





ризофор
побег
латеральный лист
дорсальный лист
корень
ризофор
корень

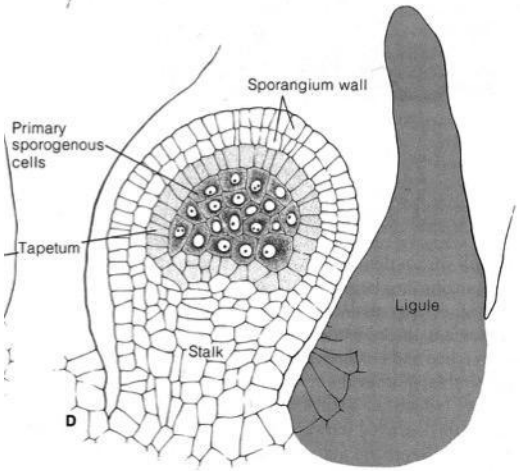
www.asiaticgreen.com

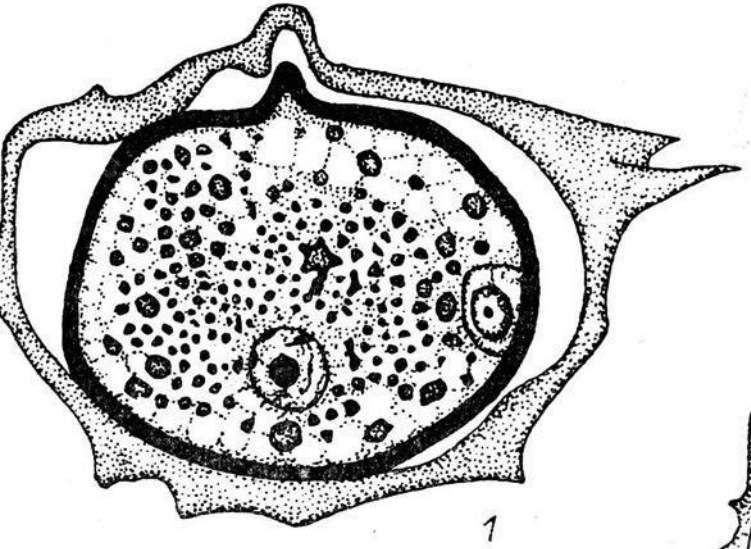
DM
VM

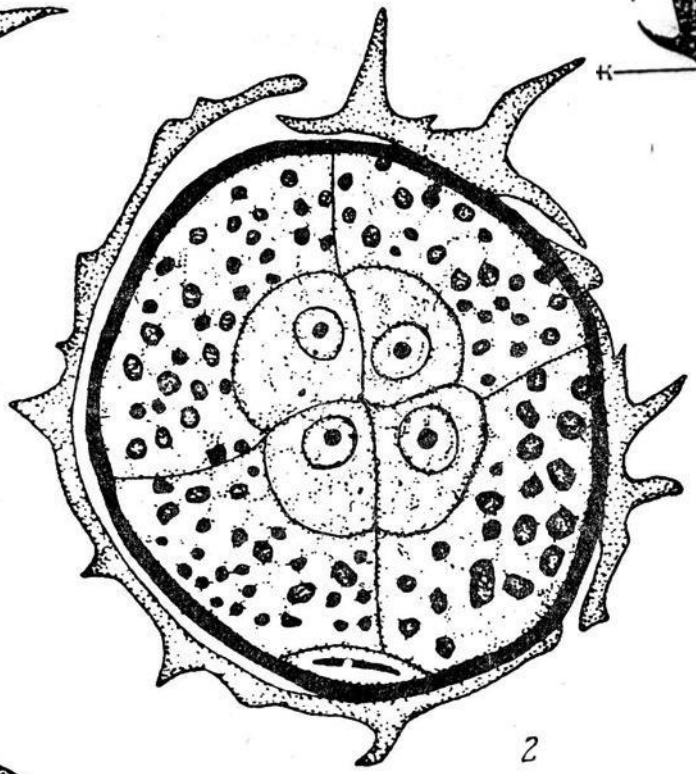

Vn
VM
DMAd
DMAb
VMAd
A
VMAb
c

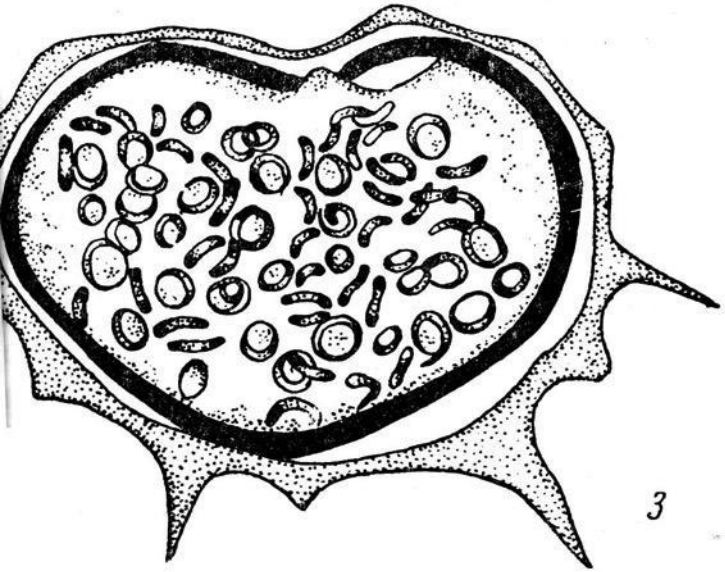
Scott Russell
Botanical Society of America

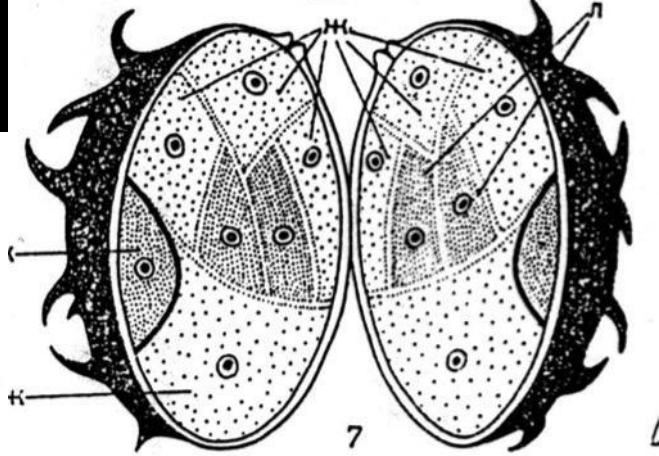
Scott Russell
Botanical Society of America

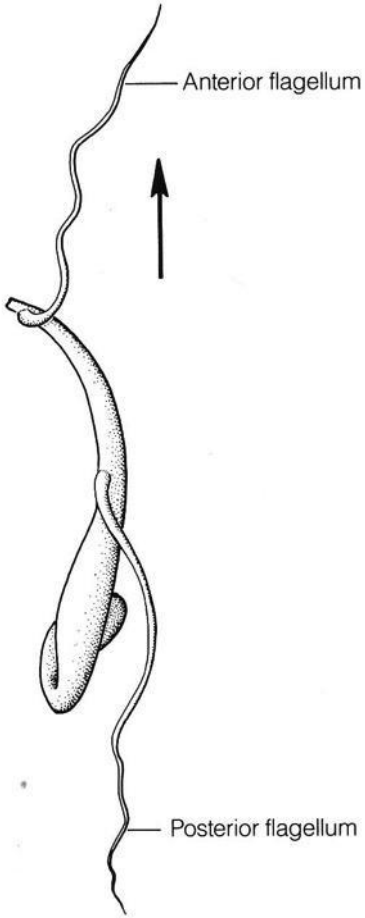

Sporangium wall
Primary sporogenous cells
Tapetum
Ligule
Stalk
D





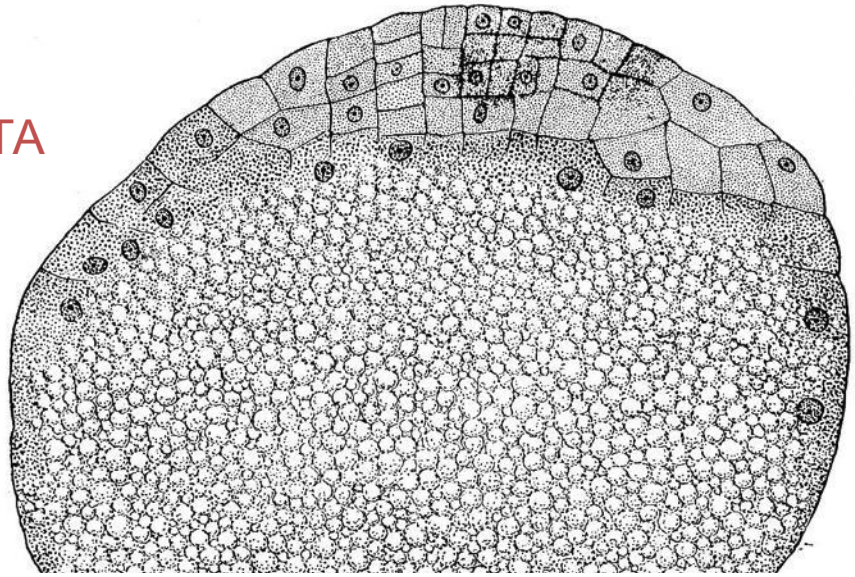


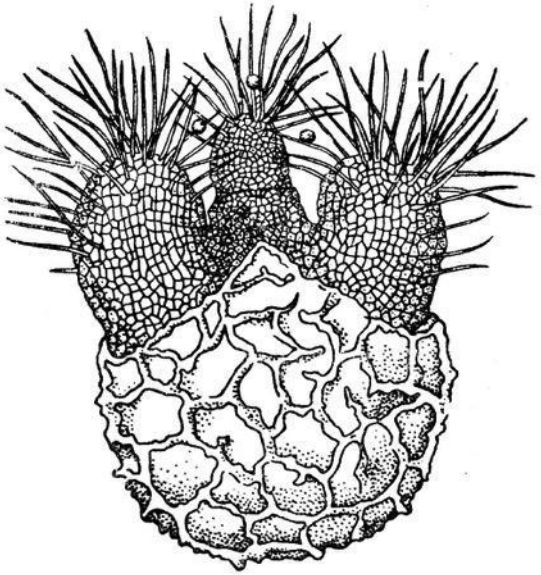


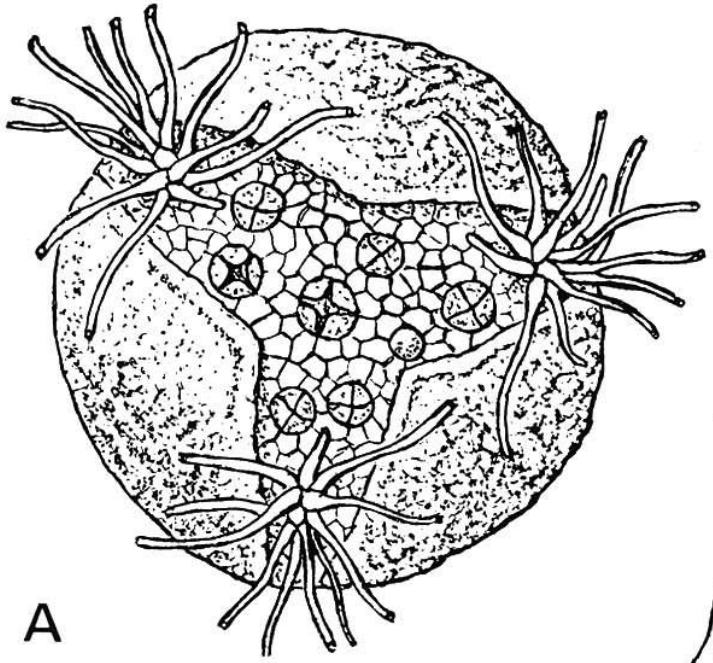


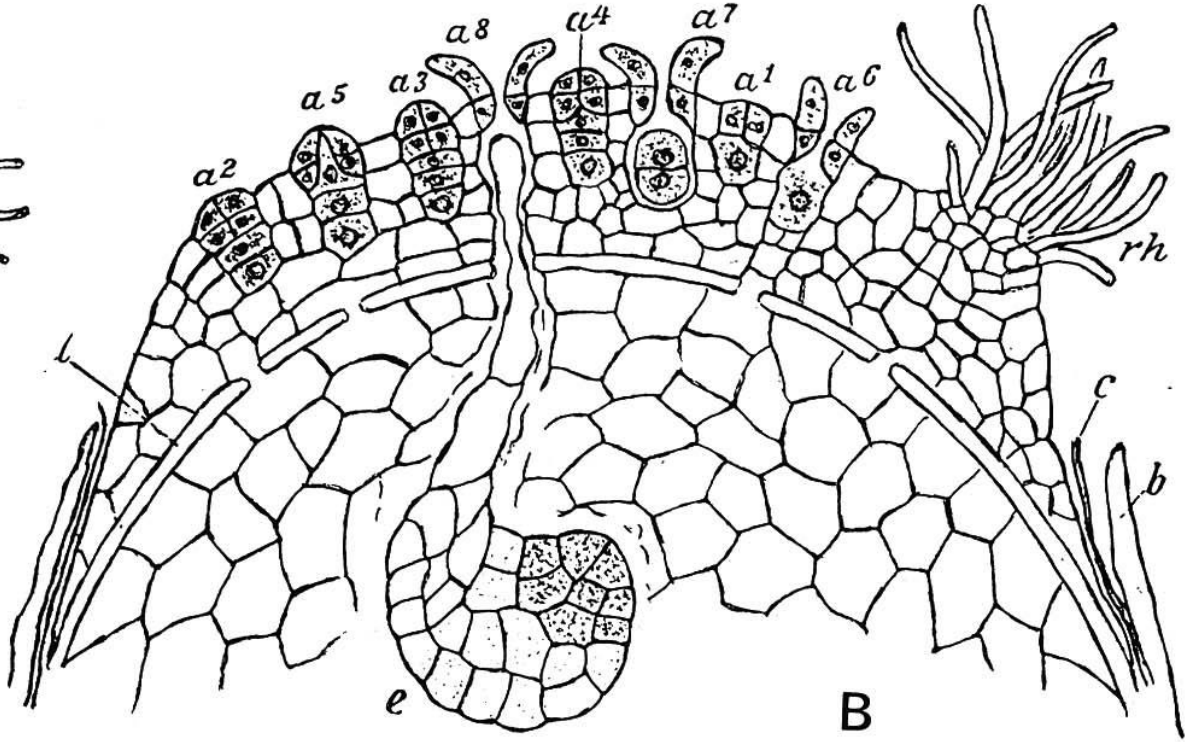
Стадии развития мужского гаметофита *Selaginella kraussiana* A. Br.

РАЗВИТИЕ ЖЕНСКОГО ГАМЕТОФИТА *Selaginella*









Classis Equisetopsida

Класс хвощовые

1/20-30

E. myriochaetum (стебель до 9 м длиной)

E. giganteum (2-5 м)

© Peter Green

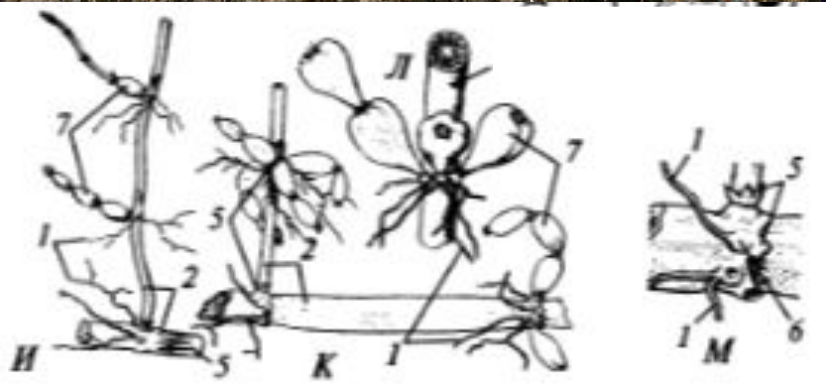
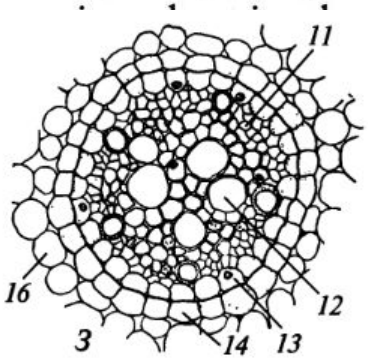

Л
7
7
5
1
2
2
И
5
К
1
1
5
1
6
М

FIGURE 10-5 *Equisetum scirpoides*. Stem longitudinal
d and root primordia at a node.
rd top of figure.



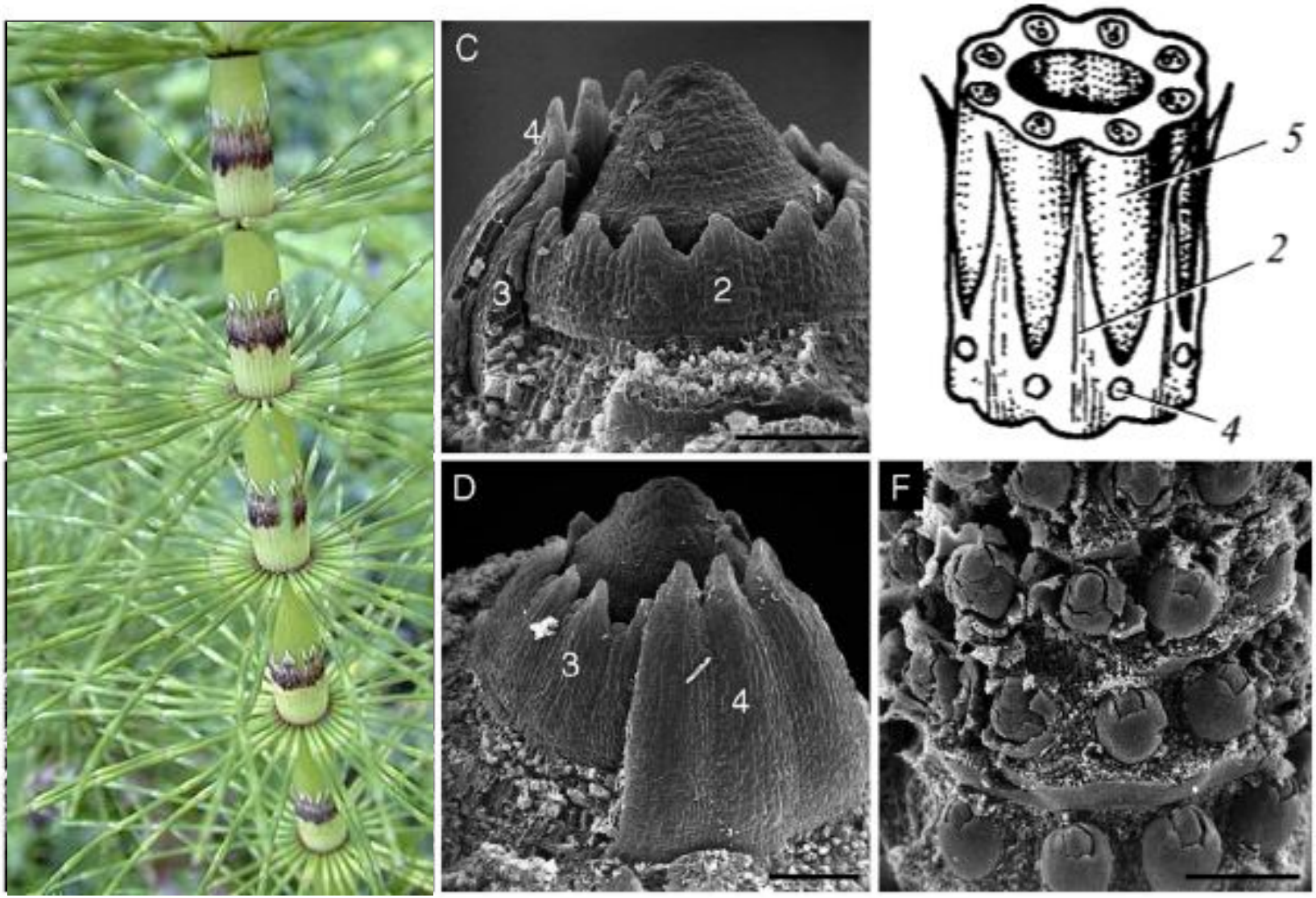
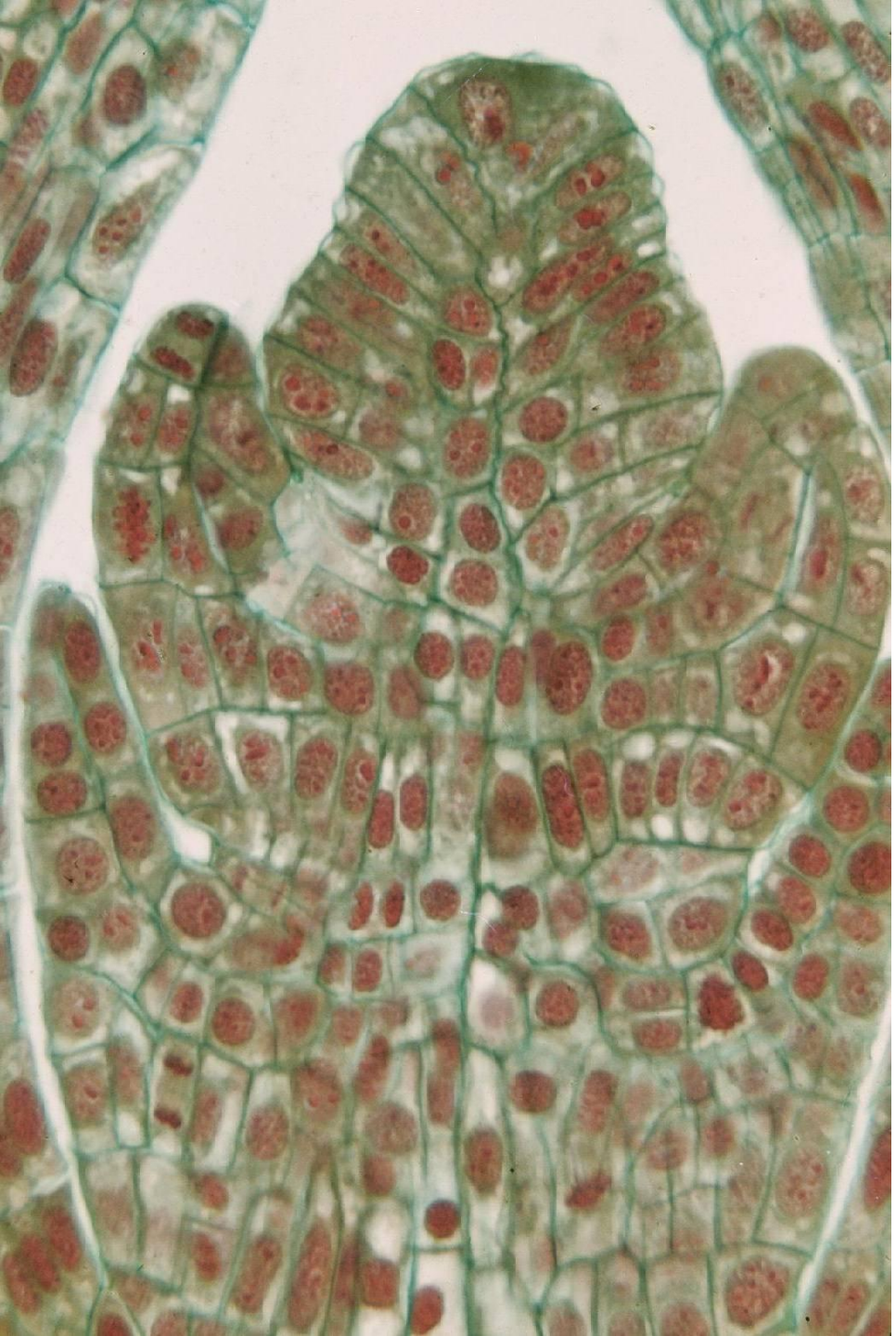
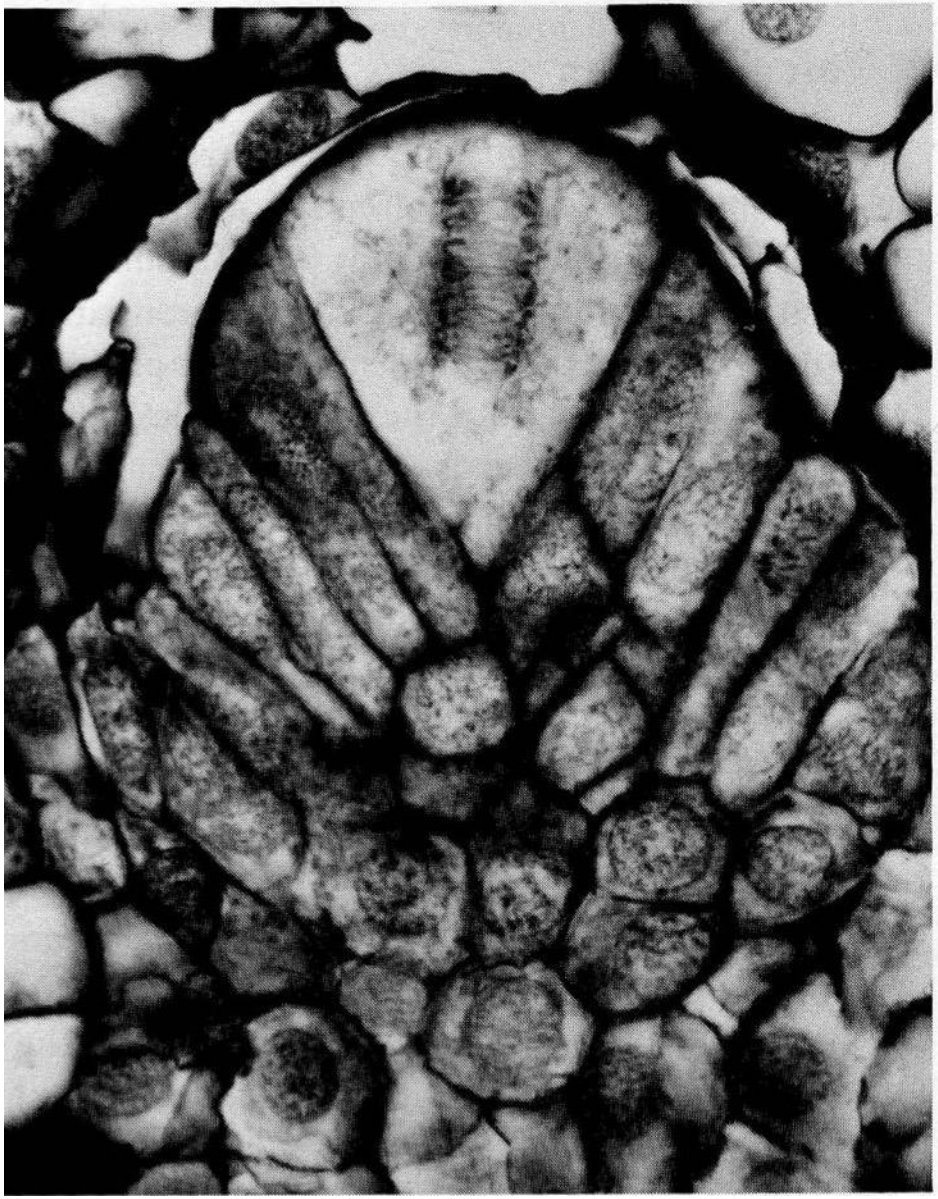


Fig. 1 Developmental morphology of *Equisetum* (Equisetaceae) leaf whorls. *A*, *B*, *Equisetum hyemale*. *C*, *D*, *Equisetum fluviatile*. *E*, *F*, *Equisetum telmateia*. *A–D*, Apical meristems of two vigorous aerial shoots. Apical dome surrounded by the youngest whorls (partially removed). Whorl formation starts with an annular bulge (*1*) that later forms the tubular sheath with an apical ring of teeth (*2–4*). Bars = 100 μm. *E*, Apical meristem of aerial shoot toward cessation of growth, with hexamerous alternating whorls (*2–3*). Youngest whorl (*1*) as annular bulge. Bar = 100 μm. *F*, More proximal region of vigorous aerial shoot. Leaf sheaths of four successive whorls totally removed. Lateral shoot buds arranged in alternating whorls. Bar = 400 mm. Arabic numerals represent the order of appearance of leaves; the lowest number represents the most recent leaf or whorl formed.





E. sylvaticum

E. hyemale

Артростела

- эктофлойная сифоностела в области узла
- листовые лакуны отсутствуют
- в междоузлии крупные лакуны, не связанные ни с какими следами

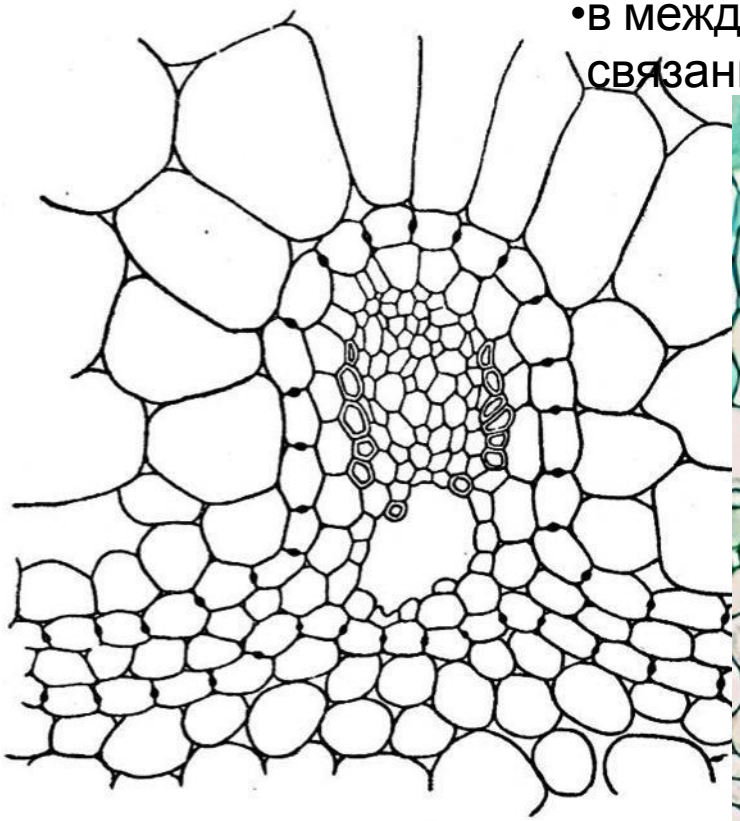
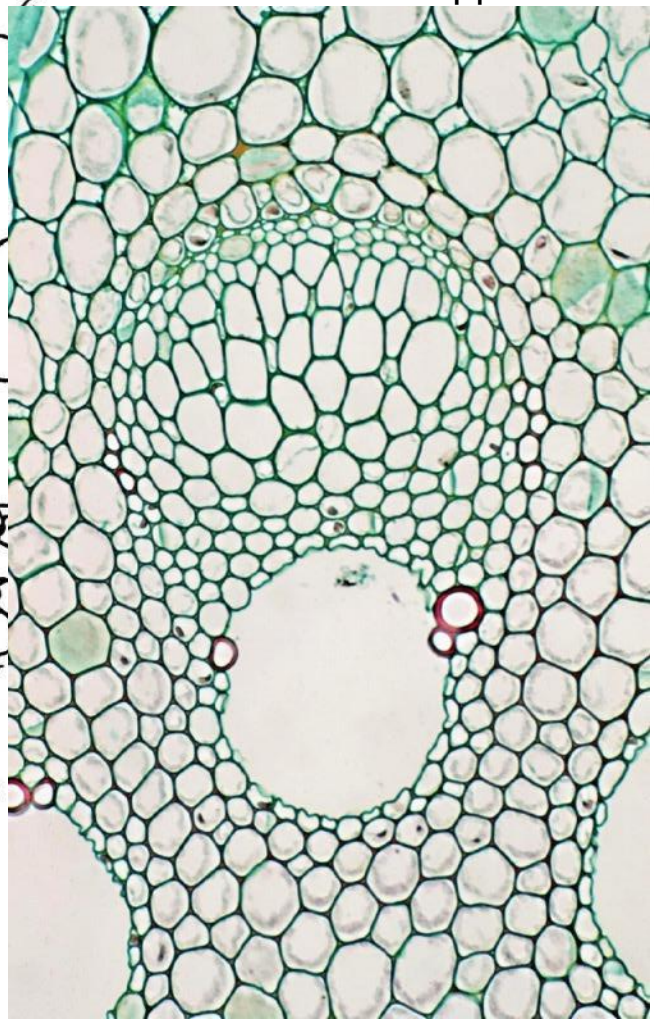
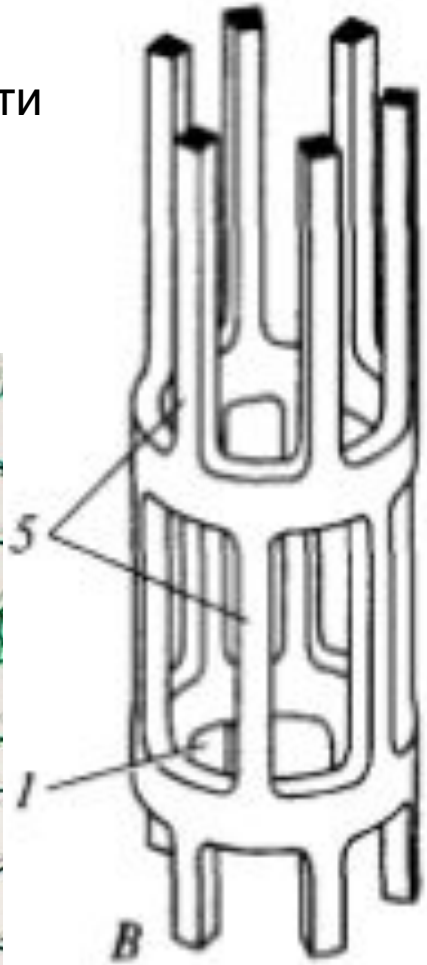
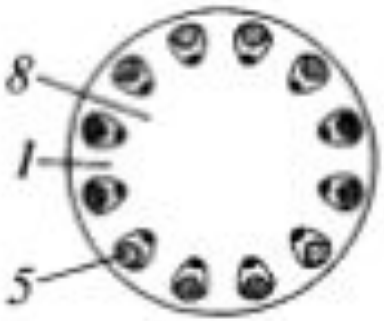
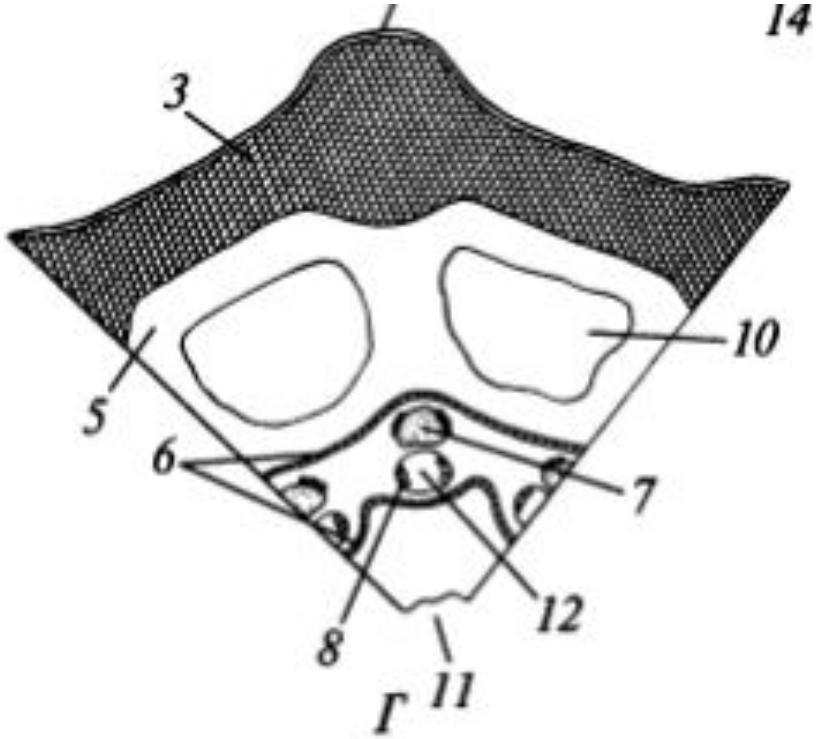


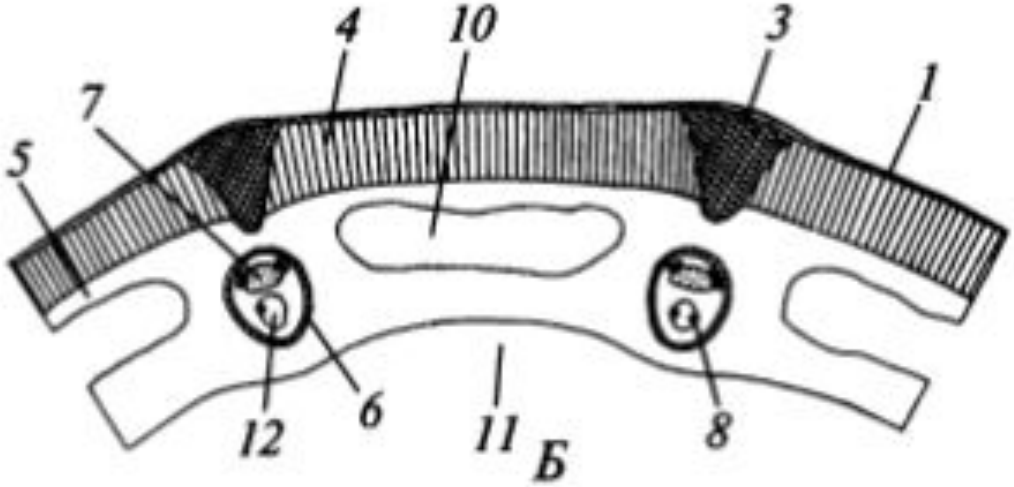
Рис. 107. *Equisetum hyemale*

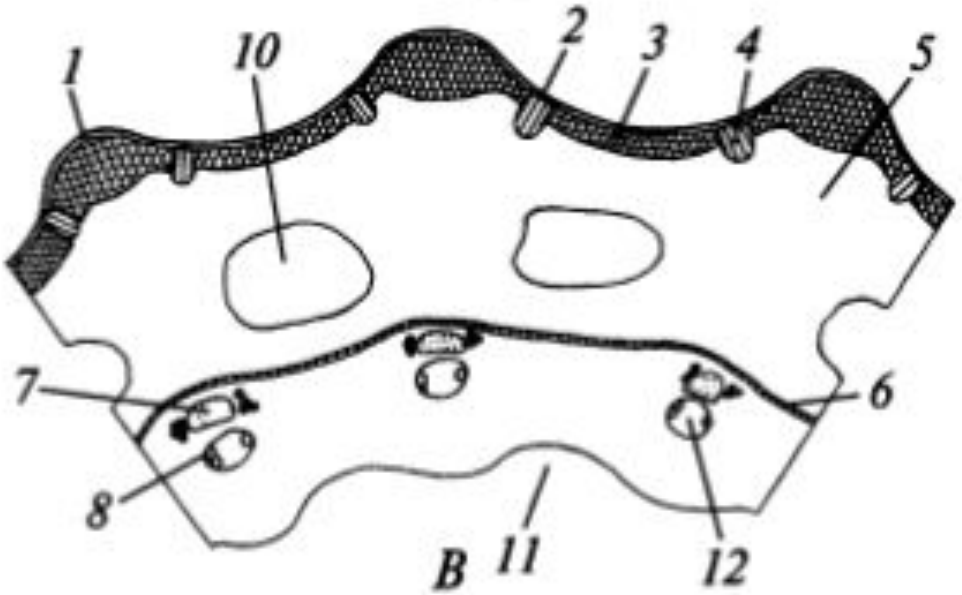


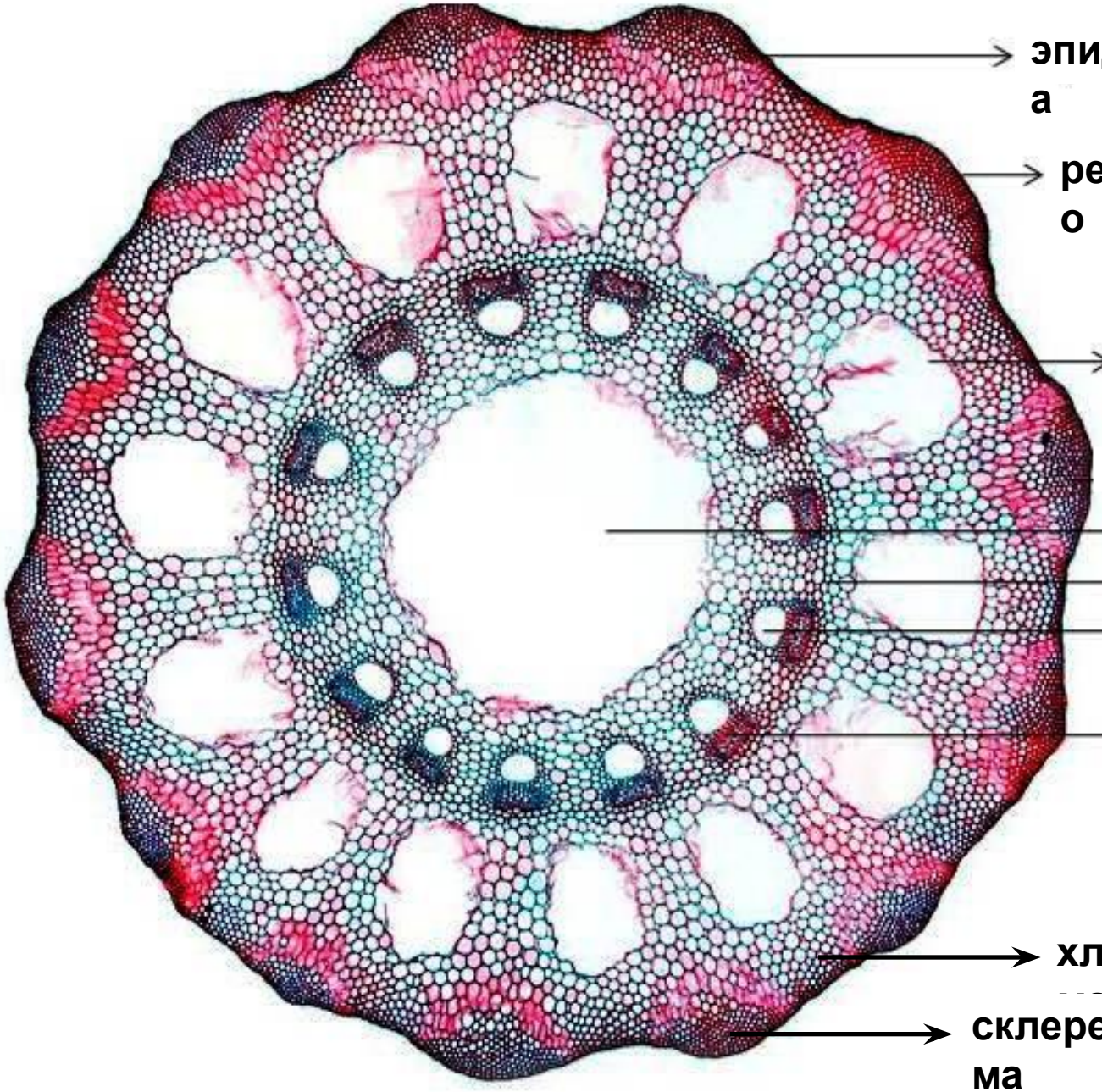


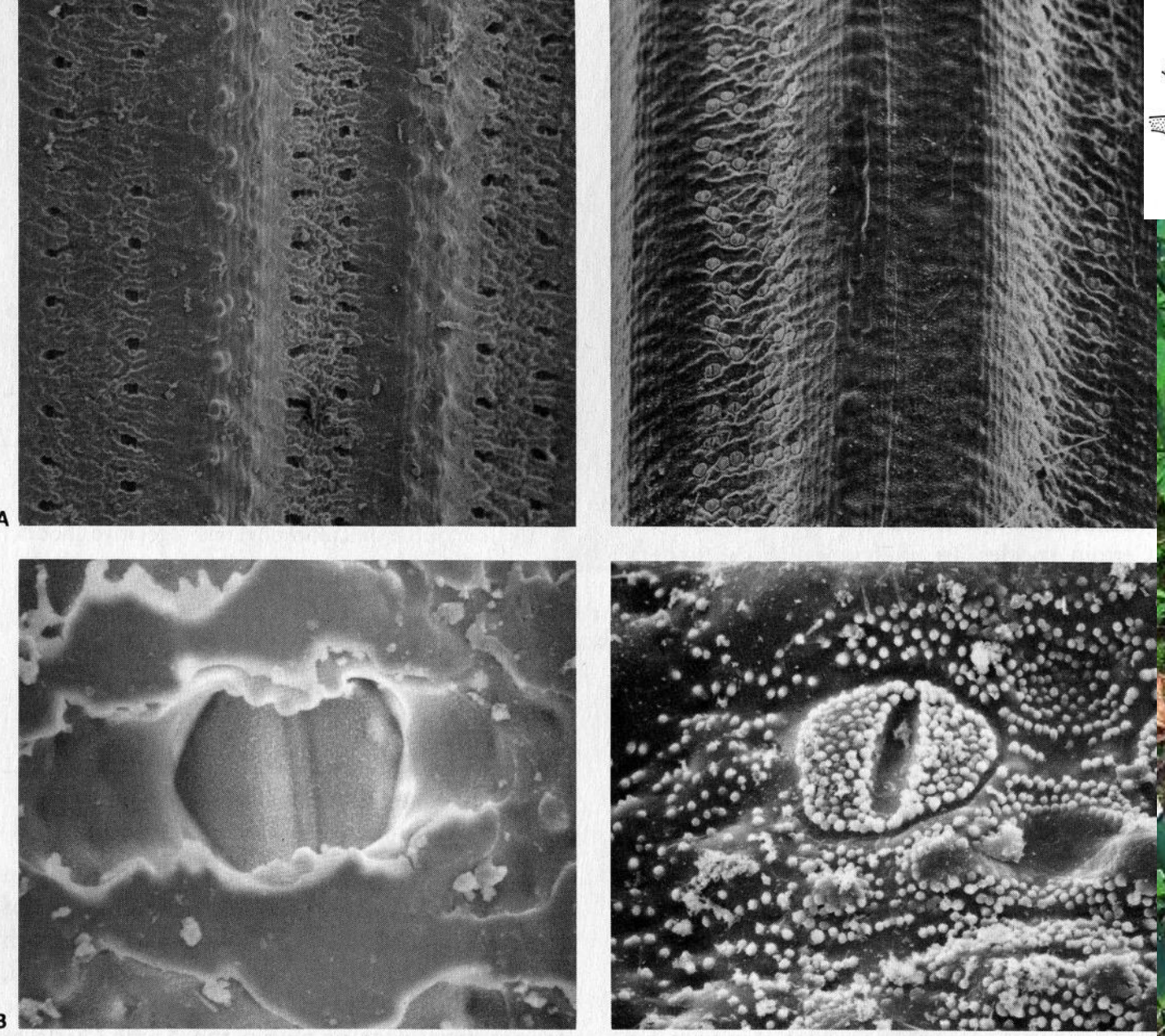



1
3
10
5
6
7
8
12
11
Г


14
4
10
3
1
7
5
12
6
11
8
Б


1
10
2
3
4
5
7
6
8
11
12
В


эпидерм
а
ребр
о
валлекулярная
полость
сердцевинная
полость
эндодерм
а
карринальная
полость
проводящий
пучок
хлоренхи
ма
склеренхи
ма



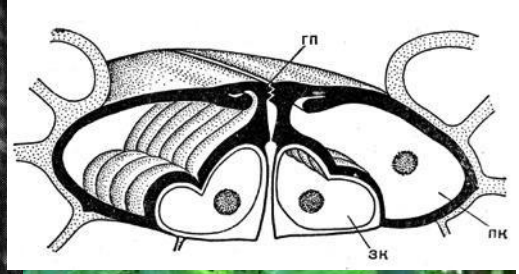
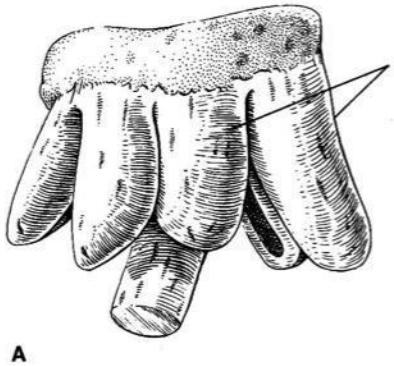


FIGURE 10-4 Scanning electron micrographs of stem surfaces. **A, B,** *Equisetum hyemale,* showing two rows of stomata in the valleys between the ribs (**A**), and one sunken stoma (**B**). **C, D,** *Equisetum telmateia* subsp. *braunii,* showing bands of stomata (**C**), and one stoma (**D**). (**A, C** × 50; **B, D** × 700)

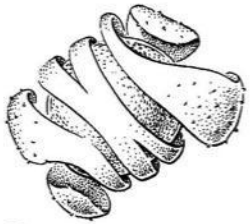
E. fluviatile

E. fluviatile

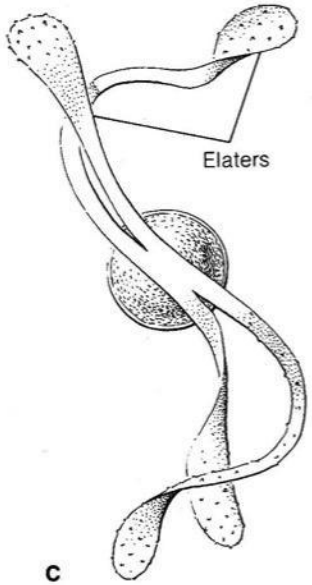
E. palustre



A



B



C

E. arvense

E. arvense

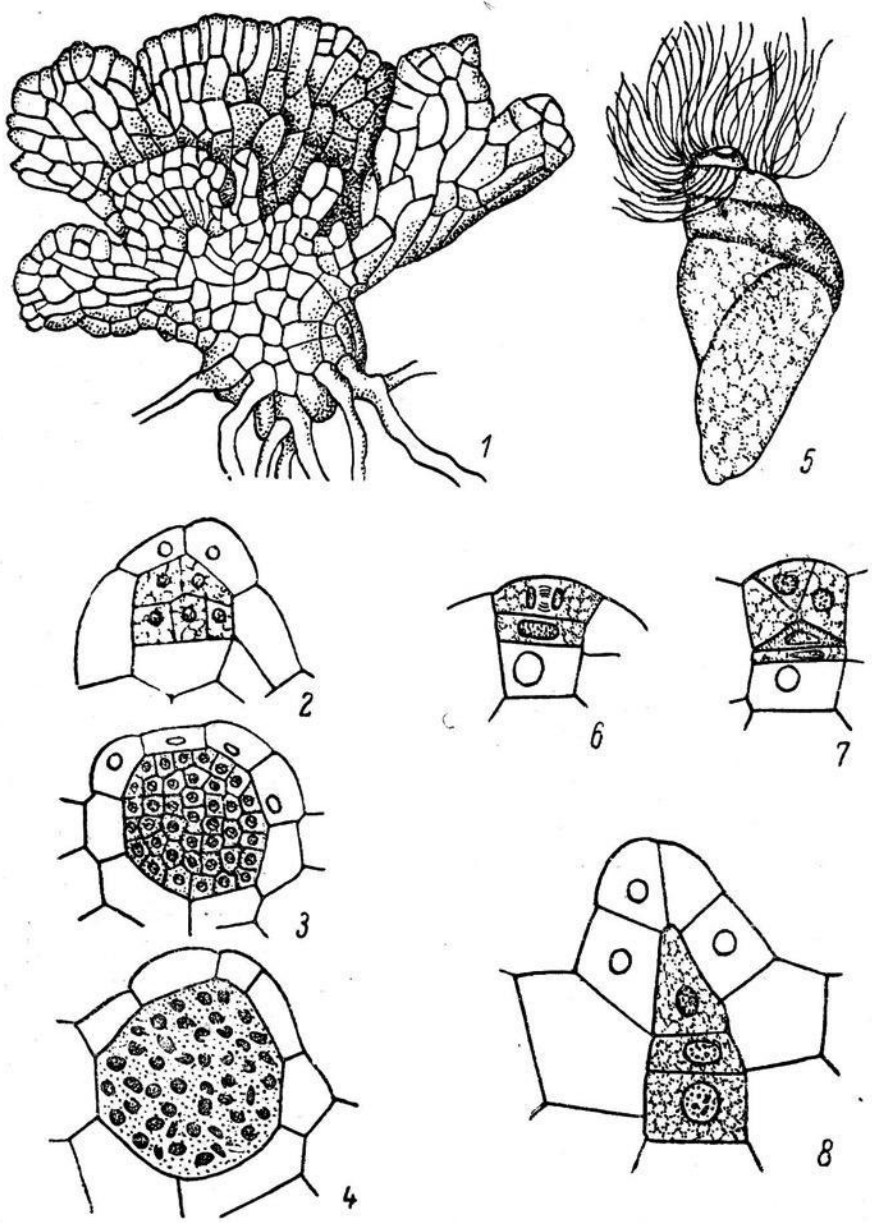


Рис. 110. *Equisetum telmateja* Ehrh.

1 — зрелый гаметофит (×38); *2—4* — стадии развития антеридия; *5* — сперматозоид *E. arvense* L.; *6—8* — стадии развития архегония. *2, 3, 4* — ×210; *6, 7, 8* — ×325. (*1* — по Walker; *5* — по Sharp; *2, 3, 4* и *6, 7, 8* — по G. Smith).

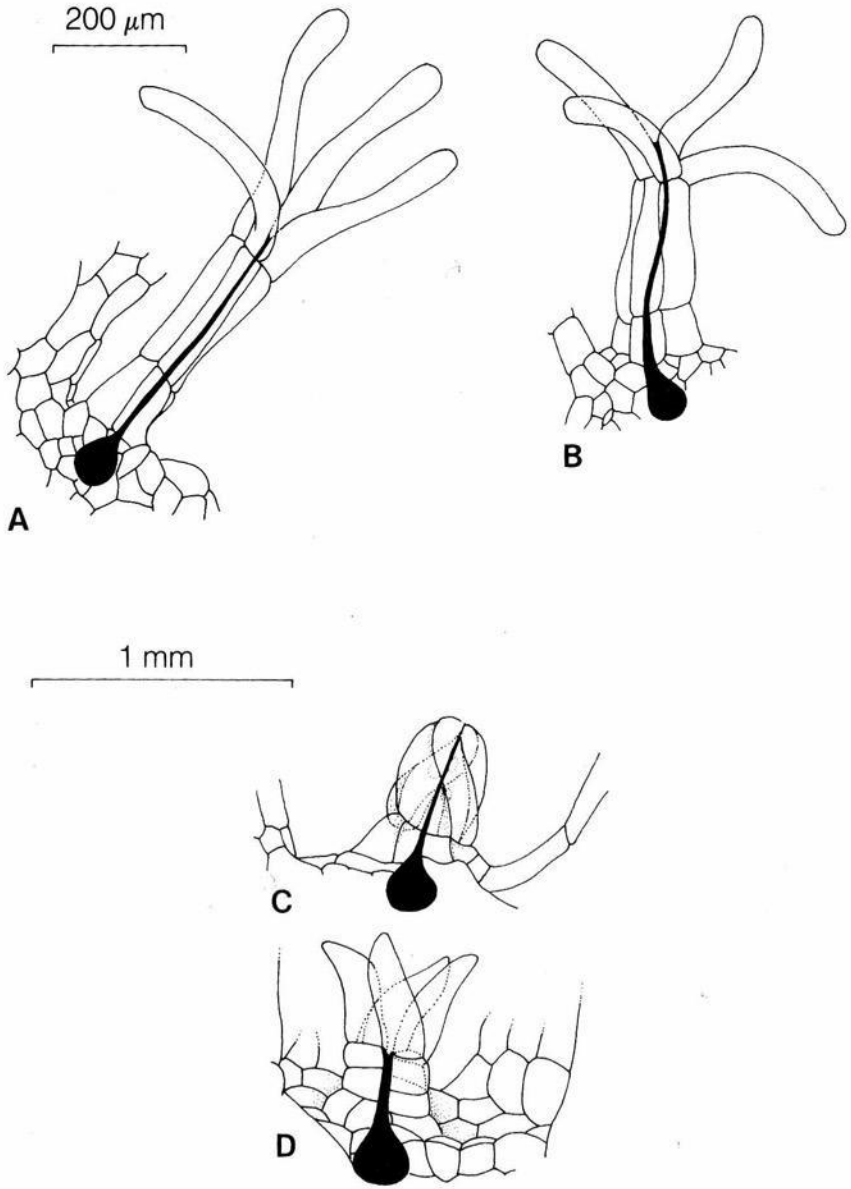


FIGURE 10-18 **A, B,** archegonia of *Equisetum fluviatile* showing greatly elongated terminal tier of neck cells. **C, D,** archegonia, *E. scirpoides,* illustrating the twisted form of the terminal tier of neck cells (**C**), and their spreading apart at archegonial maturity (**D**). [**A, B**