

**Метаморфозы,
обеспечивающие
дополнительное
питание**

Мирмекодомации (растения-муравейники)



Dischidia platyphylla



Листовые мирмекодомации *Dischidia rafflesiana*



Корневищные мирмекодомации *Lecanopteris* spp.



Hydnophytum borneanum



Стеблевой мирмекодомацией *Hydnophytum borneanum*

Myrmecodia tuberosa





Squamellaria wilsonii

Шесть близкородственных видов фиджийских *Squamellaria* (*S. grayi*, *S. huxleyana*, *S. imberbis*, *S. major*, *S. thekii*, *S. wilsonii*) находятся в облигатных мутуалистических отношениях с одним видом муравьев — *Philidris nagasau*.

P. nagasau образует полидомные колонии, заселяющие более 25 домациев.

Муравьи выковыривают семена недозревших плодов и целенаправленно запихивают их в трещины коры, а затем систематически посещают места посадок.

Установлено, что как только в молодом домацие образуется первая полость, там систематически испражняются рабочие особи, снабжая растение соединениями азота. Это наблюдение было подтверждено с использованием метки ^{15}N .

Возраст коэволюции *P. nagasau* и фиджийских *Squamellaria* оценен в 3 млн лет.



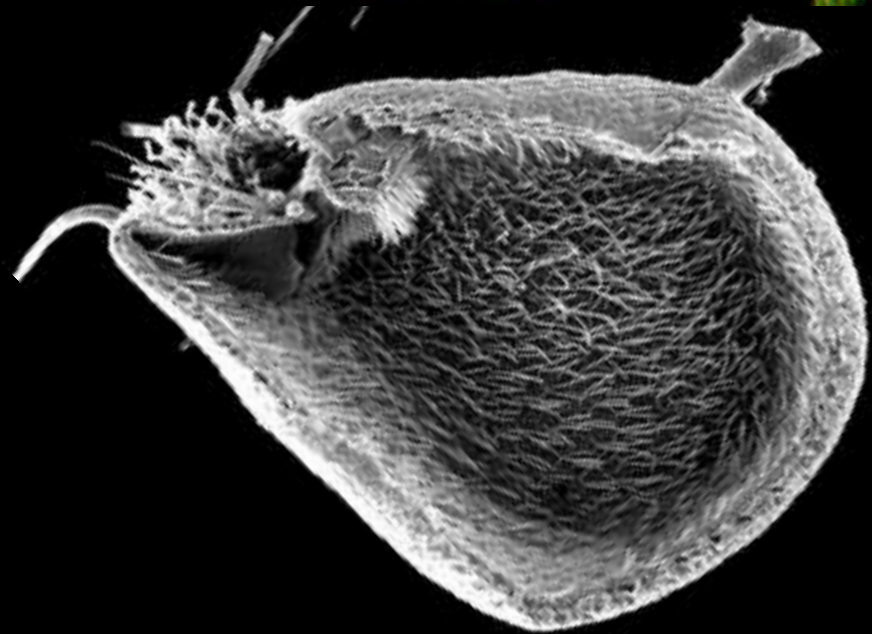
Побеги хищных растений

Активная ловля добычи

Dionea muscipula







Utricularia vulgaris



Пассивная ловля добычи



*Pinguicula
vulgaris*



Drosera spathulata





*Darlingtonia
californica*



Heliamphora minor



Sarracenia minor



Nepenthes stenophylla



Nepenthes albomarginata



Nepenthes truncata

«Хищники-пацифисты»



Nepenthes rajah







Nepenthes hardwickii



Nepenthes eymae



Nepenthes ampullaria

*Воспроизведение
высших растений*

Половая репродукция
Беспололая репродукция
споровая
вегетативная

*При половой репродукции
имеет место половой процесс*

Хологамия

Изогамия

Гетерогамия

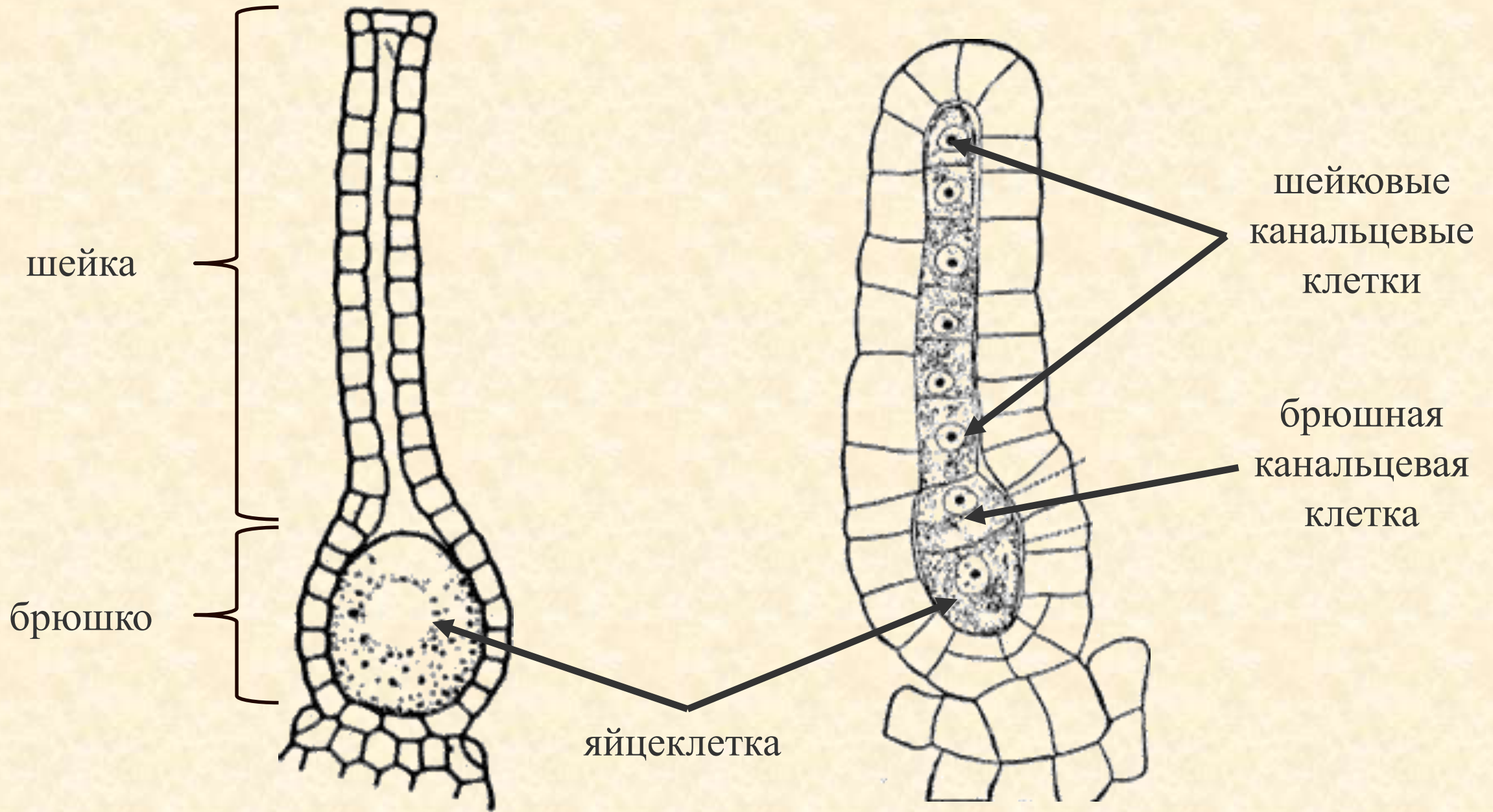
Овогамия

*У всех высших
растений половой
процесс – овогамия*

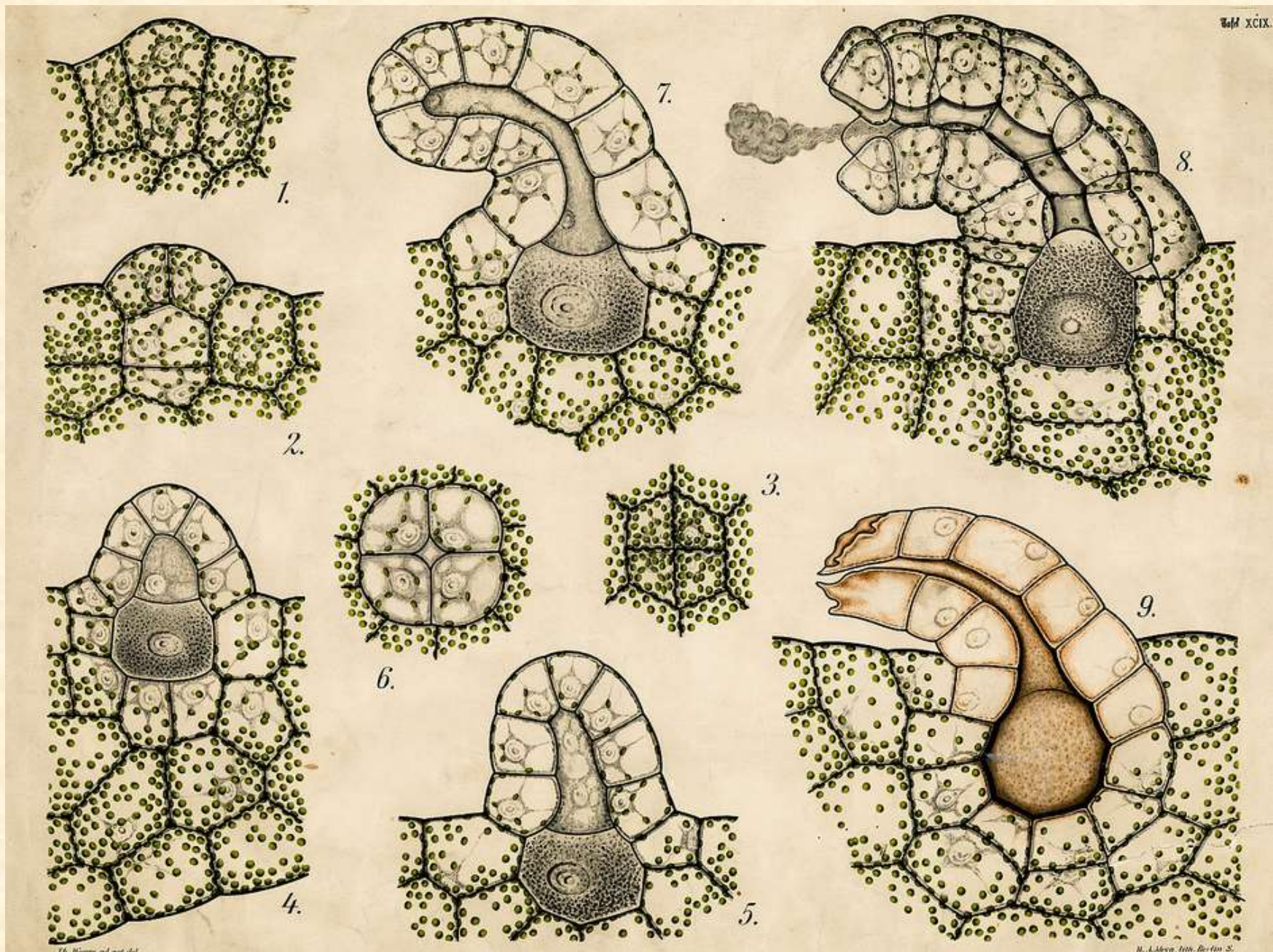
Гаметангии – половые органы растений

♀ *архегоний*

♂ *антеридий*

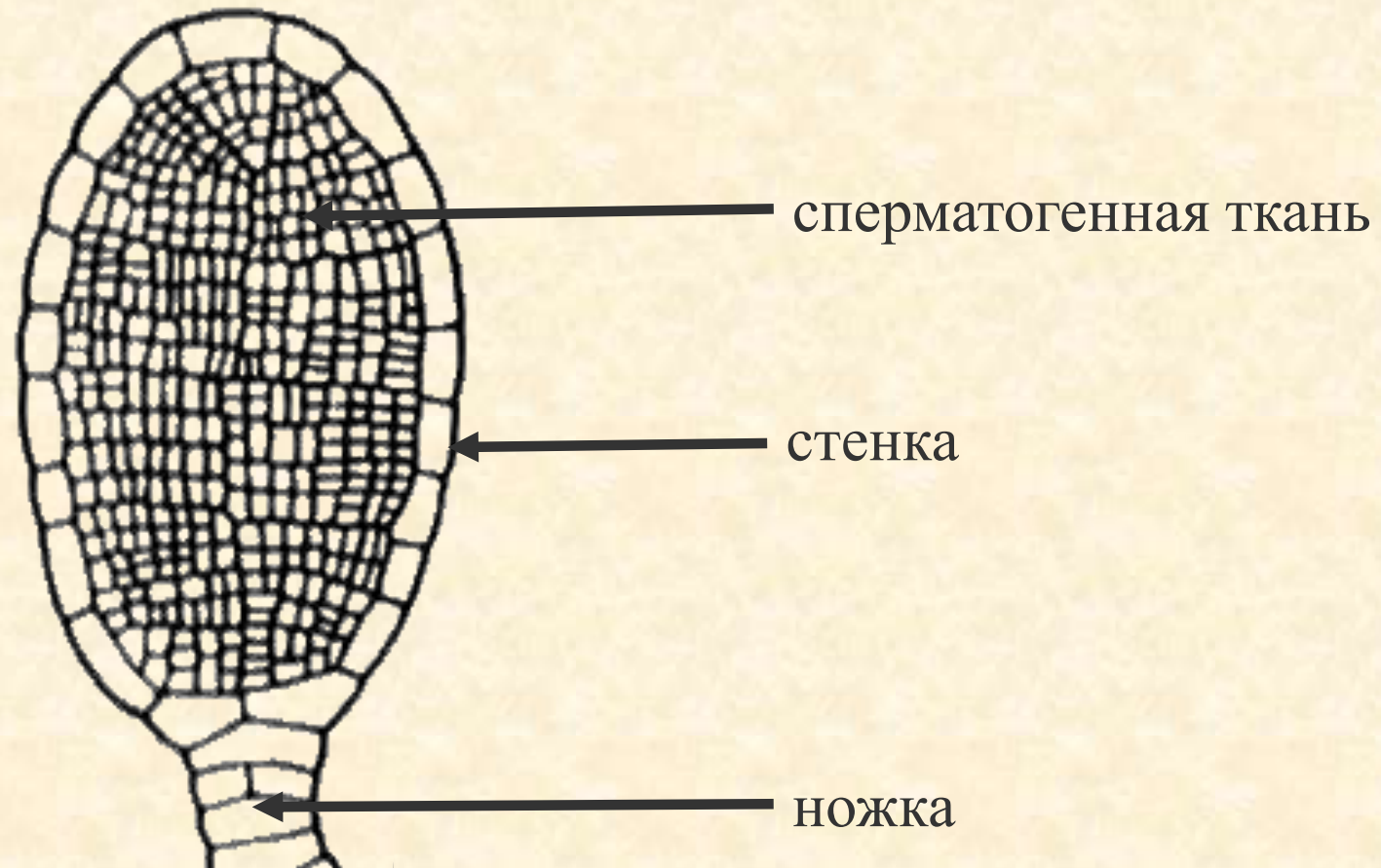


Архегоний *Marchantia polymorpha*



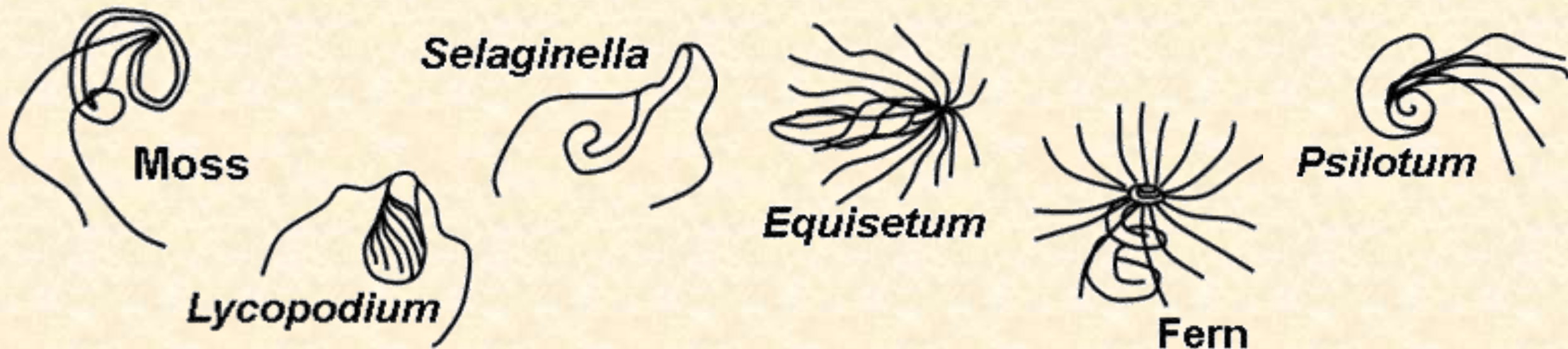
Развитие архегония папоротника

*У голосеменных архегонии
сильно редуцированы,
у цветковых они отсутствуют.*



Антеридий *Marchantia polymorpha*

Сперматозоиды высших растений

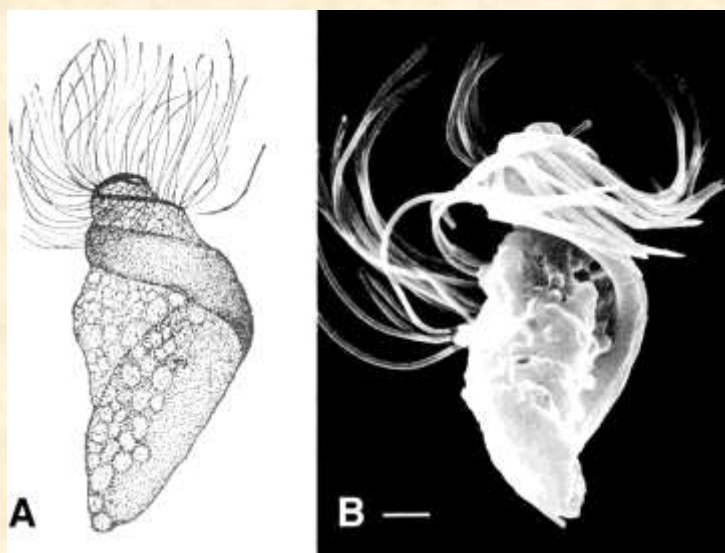


Lycopodium sp.



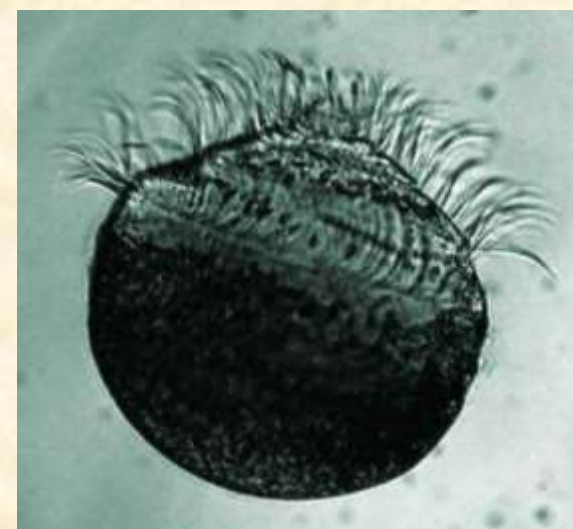
DOI: 10.1080/20013591099209

Equisetum sp.



DOI: 10.1080/20013591099209

Ginkgo biloba



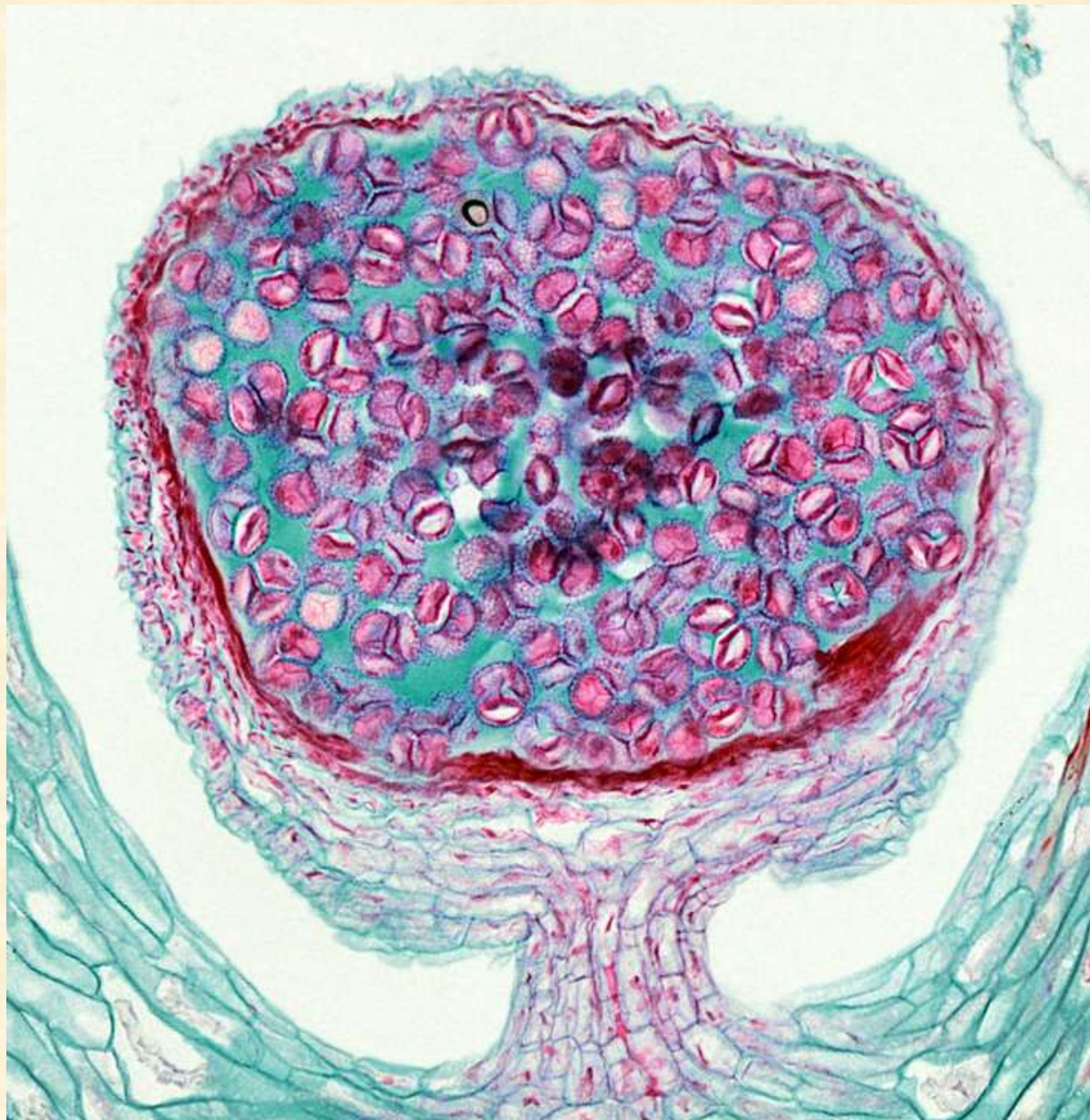
<https://twitter.com/hstspoisonivy/status/1380248755656663043/photo/2>

*У голосеменных и цветковых
антеридии отсутствуют.*

*У цветковых и большинства
голосеменных зоидогамия
заменена на сифоногамиию*

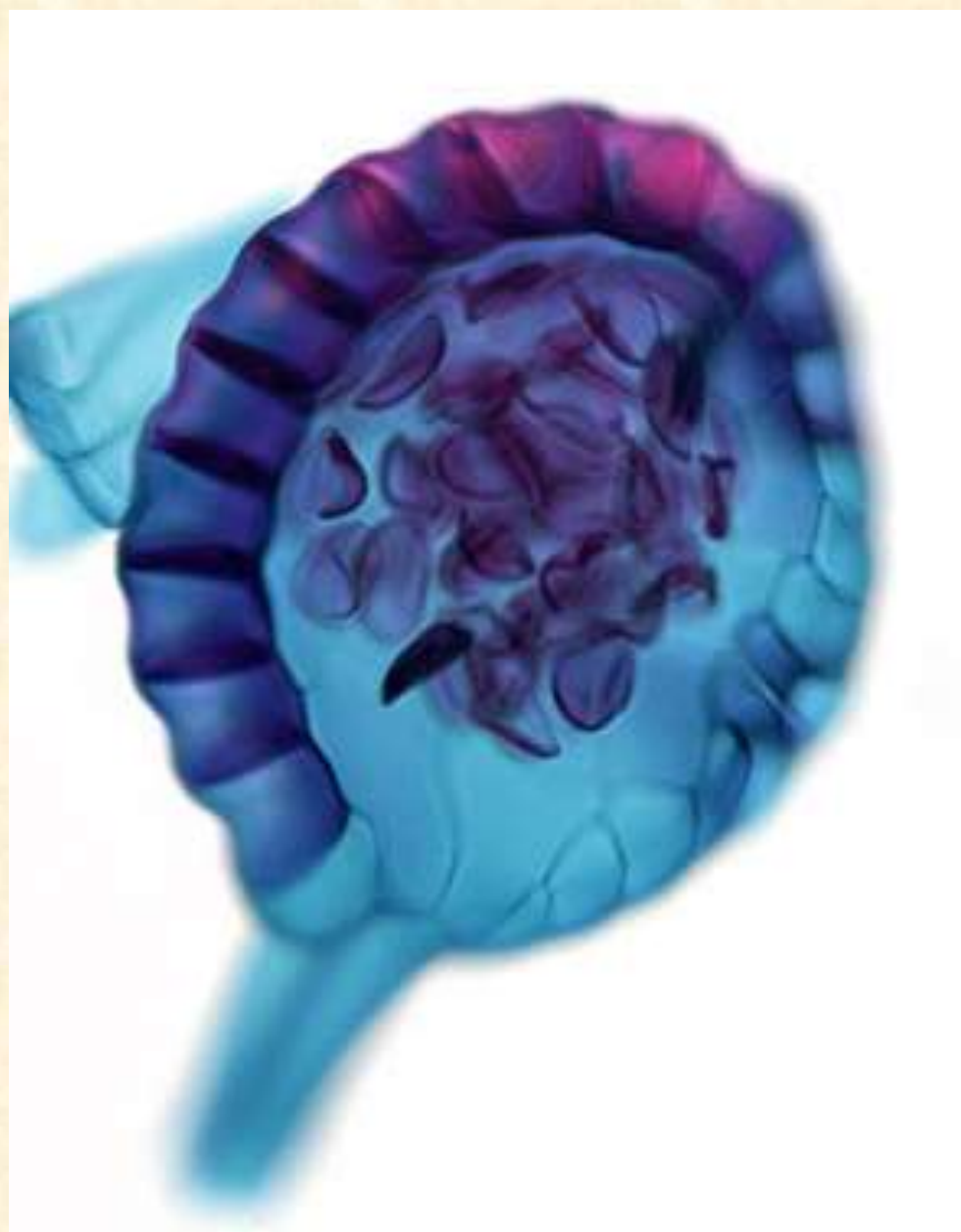
*Споровая
репродукция*

*Спорангий – орган споровой
репродукции*



<https://www.vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/lycophyta/>

Эвспорангий *Lycopodium* sp.



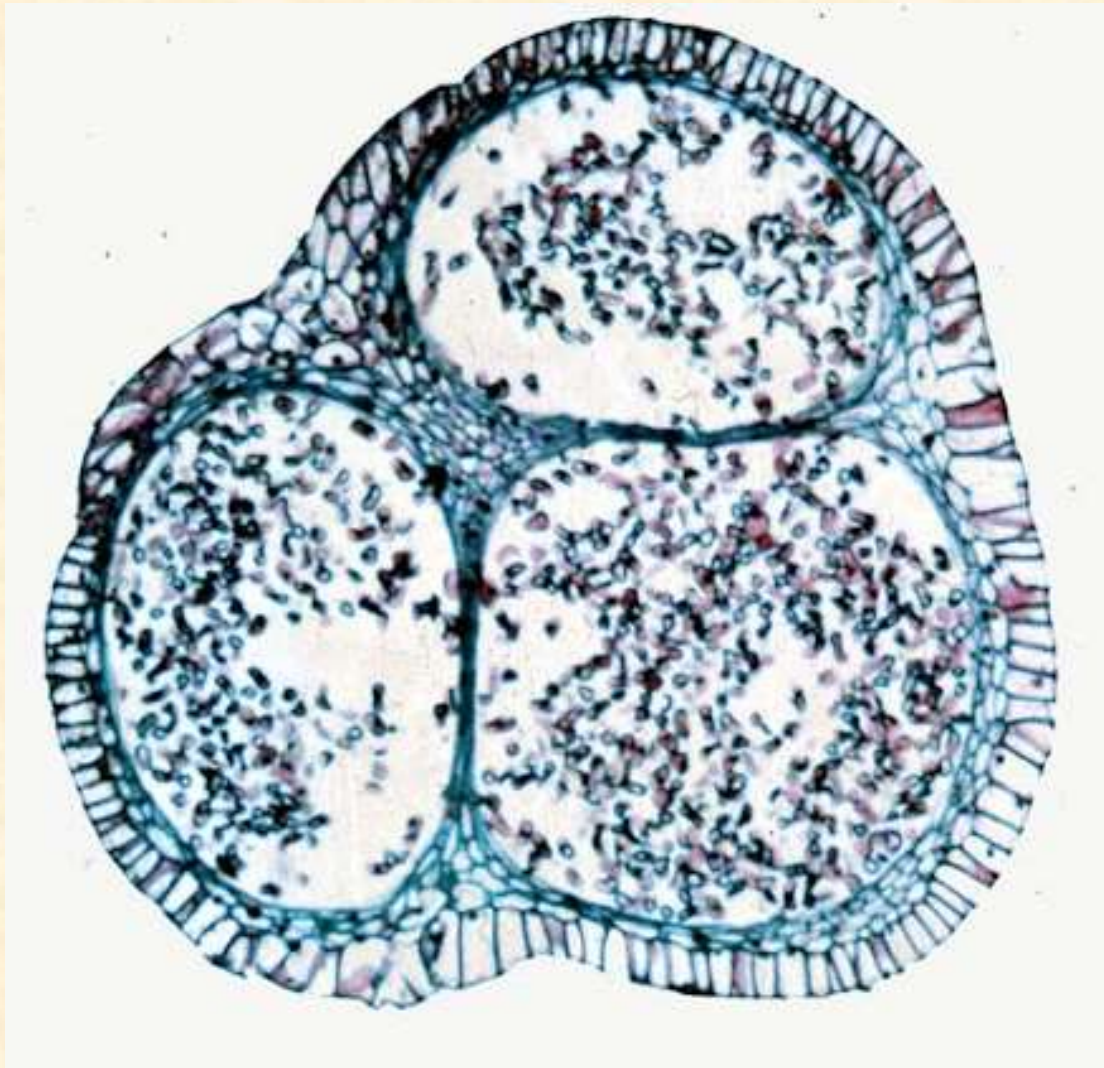
<https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/anatomy/brightfieldgallery/fernsporeslarge/>

Лептоспорангий *Dryopteris sp.*

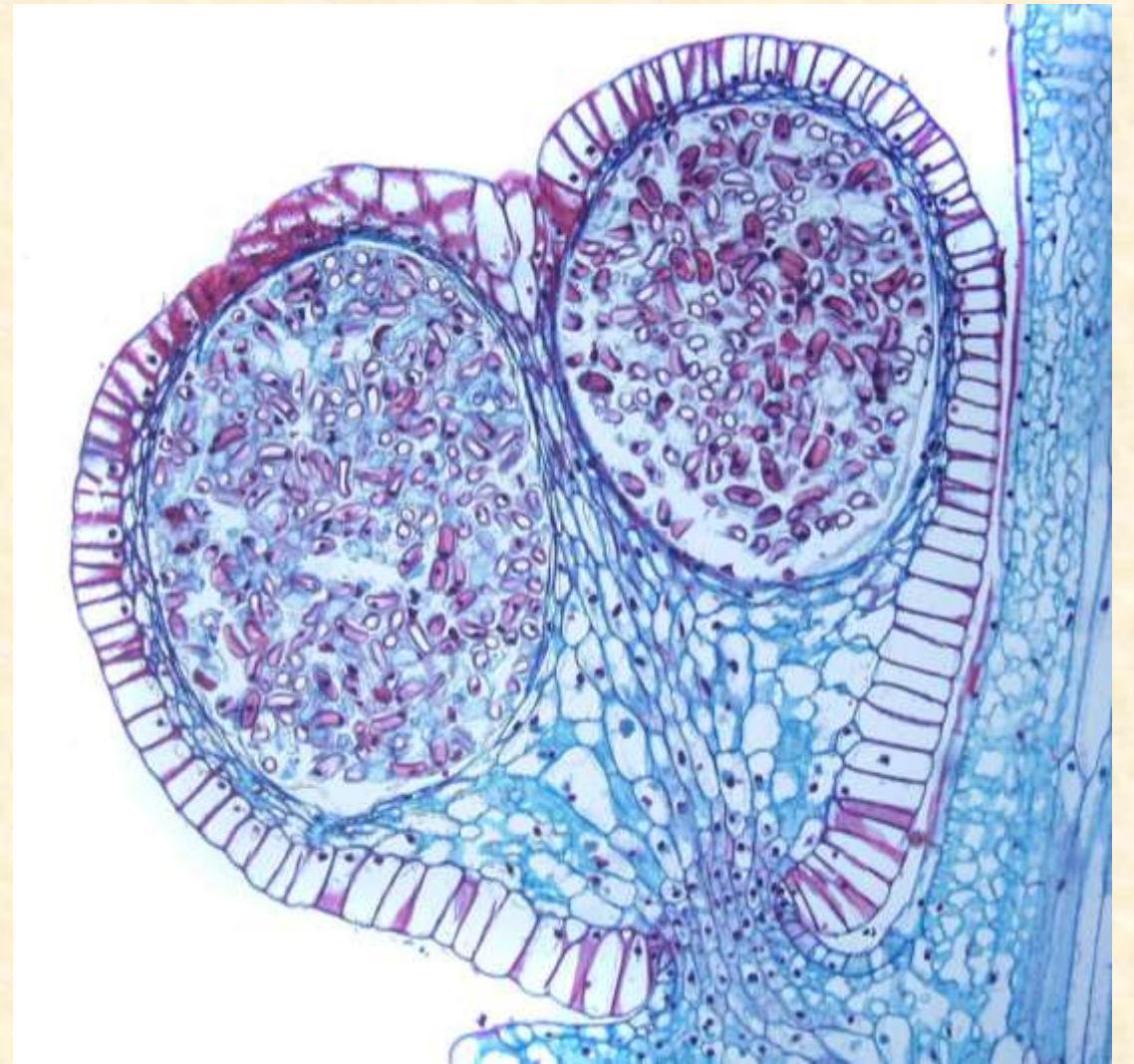


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polypodium_sorus.jpg

Копыт *Polypodium sp.*



http://www.phytoimages.siu.edu/imgs/paraman1/r/Psilotaceae_Psilotum_nudum_10712.html



<https://search.library.wisc.edu/digital/AQ7QFAEVADB4XY85>

Синангий *Psilotum* sp.

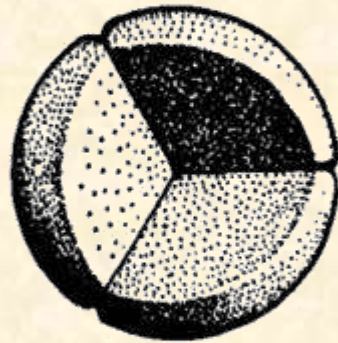
*У всех высших растений
мейоспоры, лишенные
кинетосом (апланоспоры)*

Спорогенез

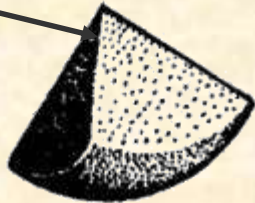
Сукцессивный – при делении спороцита после каждого мейотического кариокинеза проходит цитокинез с образованием двух, а затем четырёх клеток.

Симультанный – в спороците сначала проходят два кариокинеза, а затем два цитокинеза с образованием четырёх клеток.

тетраэдрическая тетрада

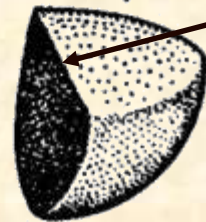
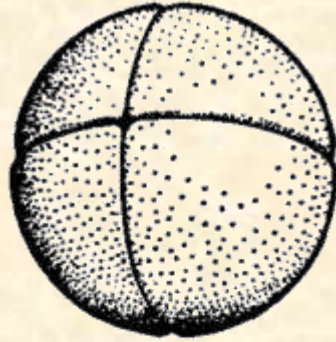


трёхлучевой
тетрадный рубец



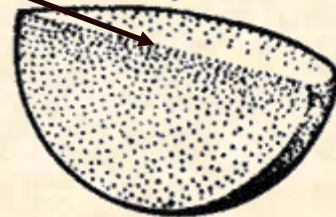
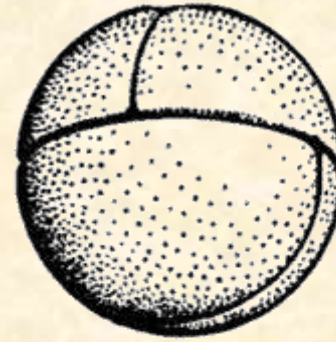
трилетные споры

изобилатеральная тетрада



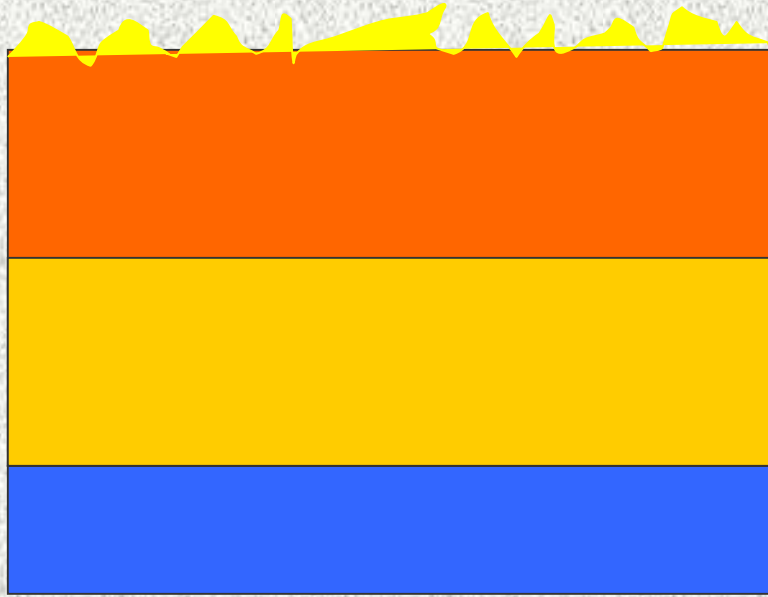
монолетные споры

крестообразная тетрада



однолучевой
тетрадный рубец

Схема строения оболочки споры (спородермы)



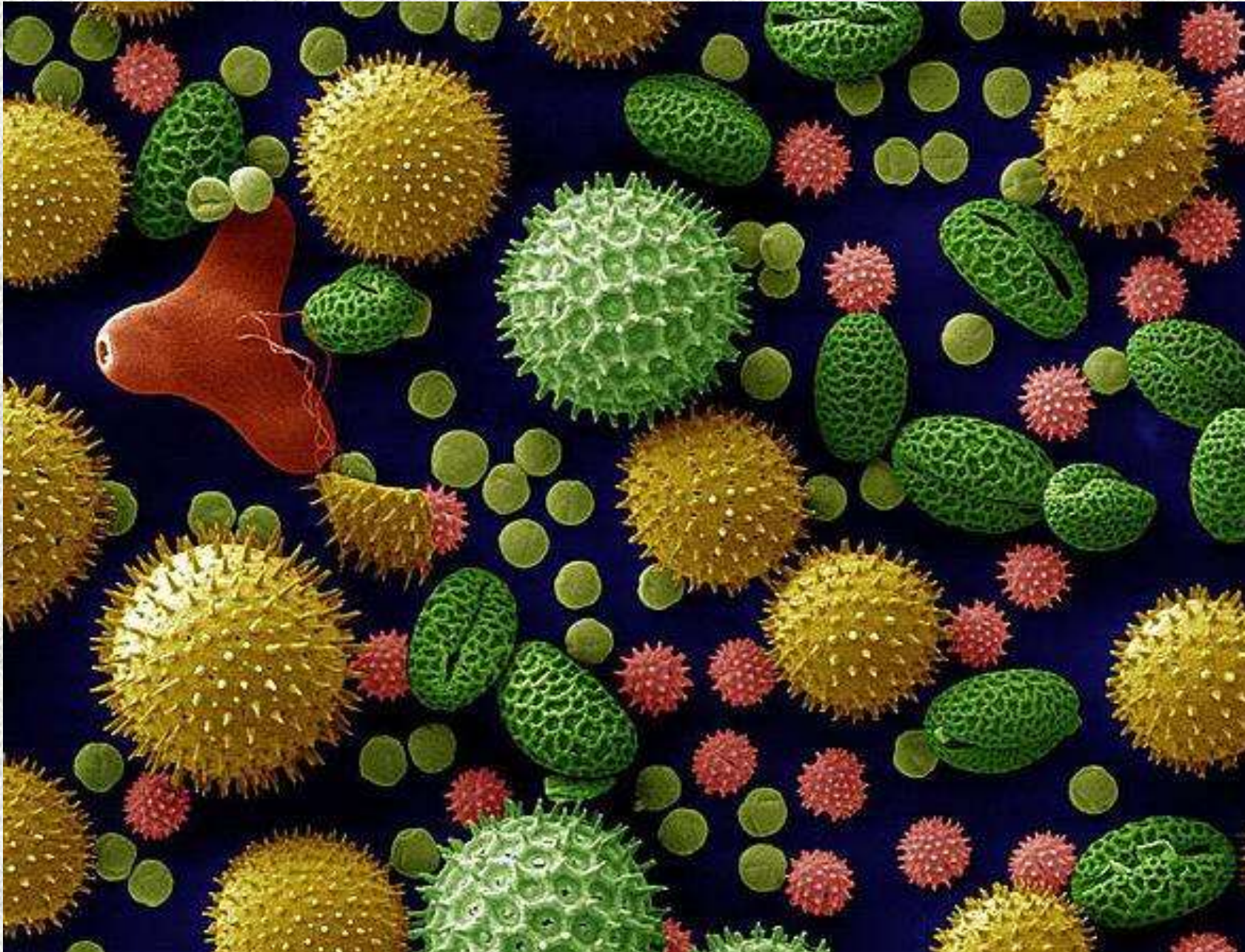
экзоспорий / экзина (состоит из спорополленина* — продукт секреторной деятельности протопласта споры и клеток тапетума)

эндоспорий / интина (гомолог клеточной стенки, состоит из целлюлозы и матрикса)

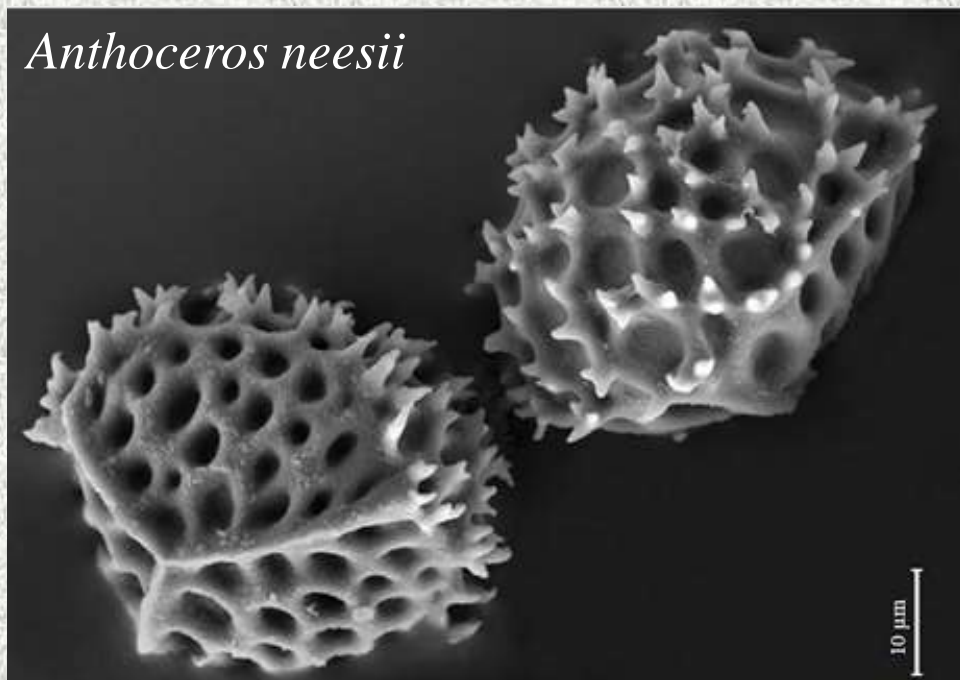
Снаружи спора может быть покрыта дополнительной оболочкой — **периспорием / периной**, образованной веществами, секретированными клетками тапетума.

* Спорополленин — сложный полимер, недостаточно изученного строения, содержащий в основном длинноцепочечные жирные кислоты, фенилпропаноиды, фенольные соединения и следы каротиноидов. Сложная и неоднородная химическая структура защищает от биоразлагающих ферментов бактерий, грибов и животных.

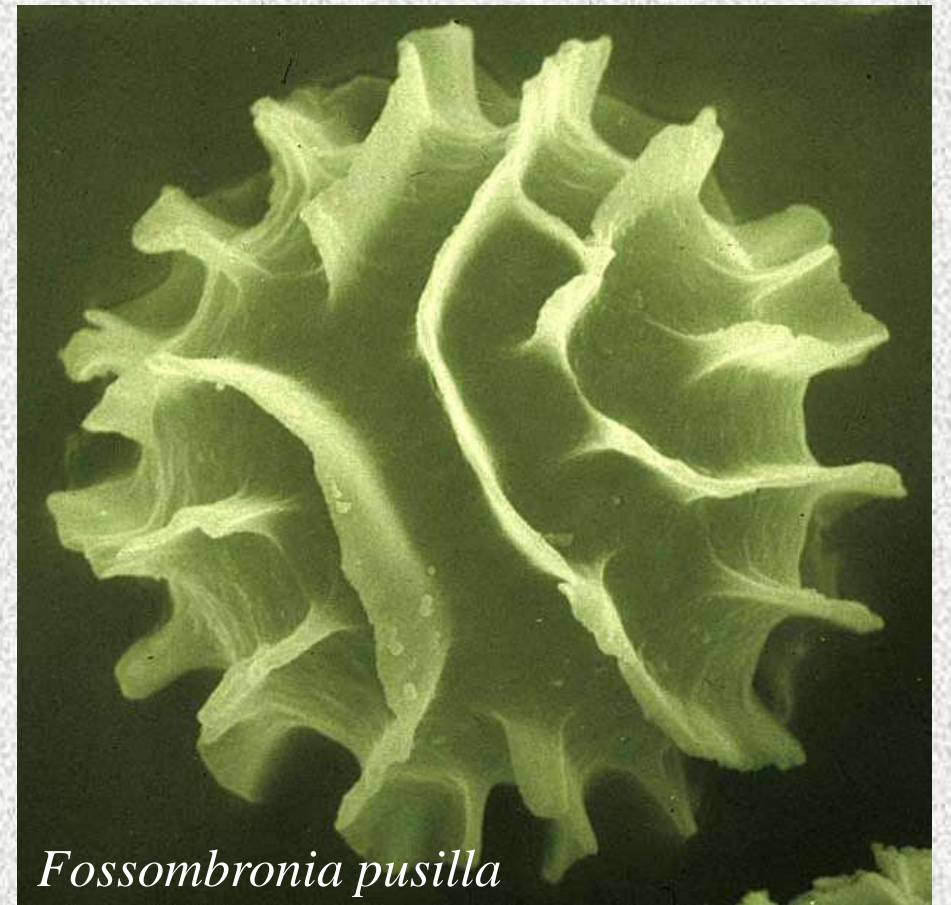
Скульптура (орнаментация) экзоспория (на примере пыльцы цветковых)



Тетрада распадается после формирования экзоспоря, спора сохраняет форму, приобретённую в тетраде. Такие споры называют *полярными* и различают у них *дистальный полюс* (середина наружной стороны споры в тетраде) и *проксимальный полюс* (противоположный дистальному), а область споры между полюсами называют *экваториальной зоной*.



https://elementy.ru/kartinka_dnya/329/Iz_zhizni_antotserosa



<https://www.anbg.gov.au/bryophyte/photos-captions/fossombronia-pusilla-127.html>

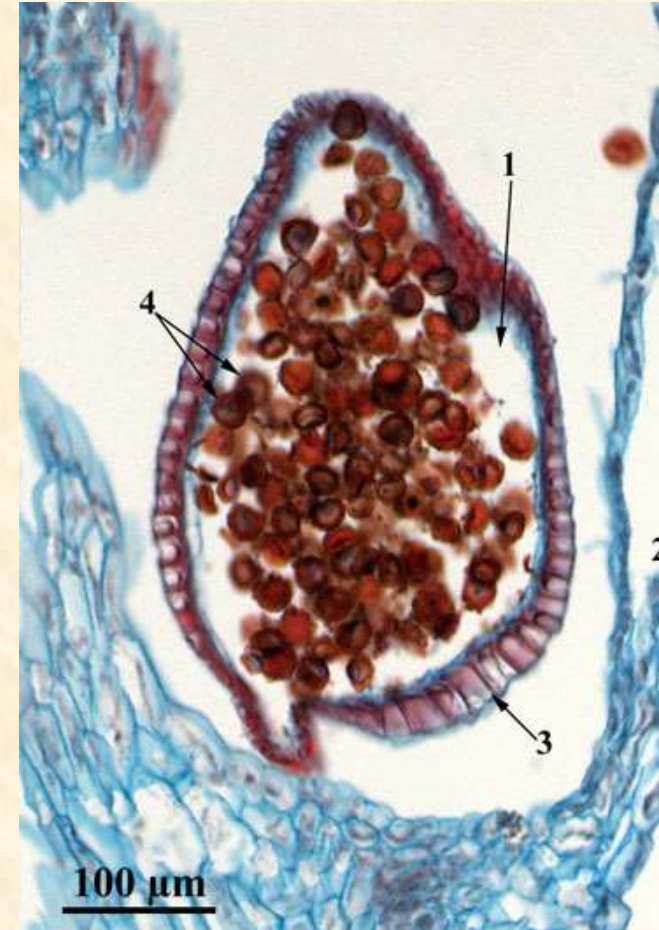
Тетрада распадается до формирования экзоспоря, спора приобретает близкую сферическую форму. Такие споры называют *аполярными*, т. к. полюсов у них различить нельзя.

Микроспоры

Мегаспоры



<http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/vascular/selaginell.htm>

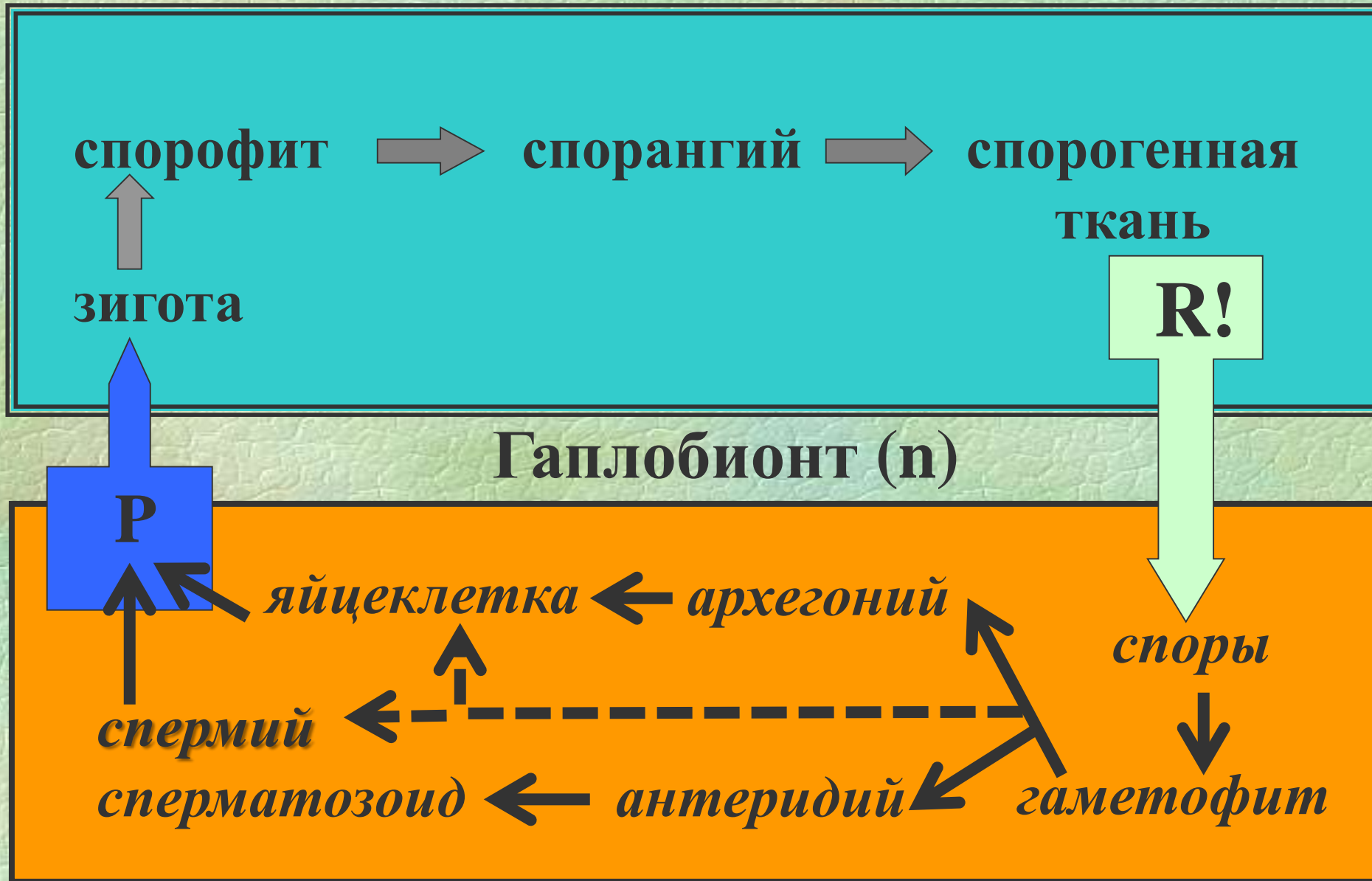


<https://www.vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/lycophyta/>

Мега- и микроспорангии *Selaginella* sp.

*Для всех высших
растений характерно
чередование ядерных
фаз в жизненном цикле.*

Диплобионт (2n)



***Вегетативное
размножение
растений***

Естественное вегетативное размножение

Сарментация

Партикуляция

Вивипария

вегетативная гемморизогения

вегетативная эмбриоидогения

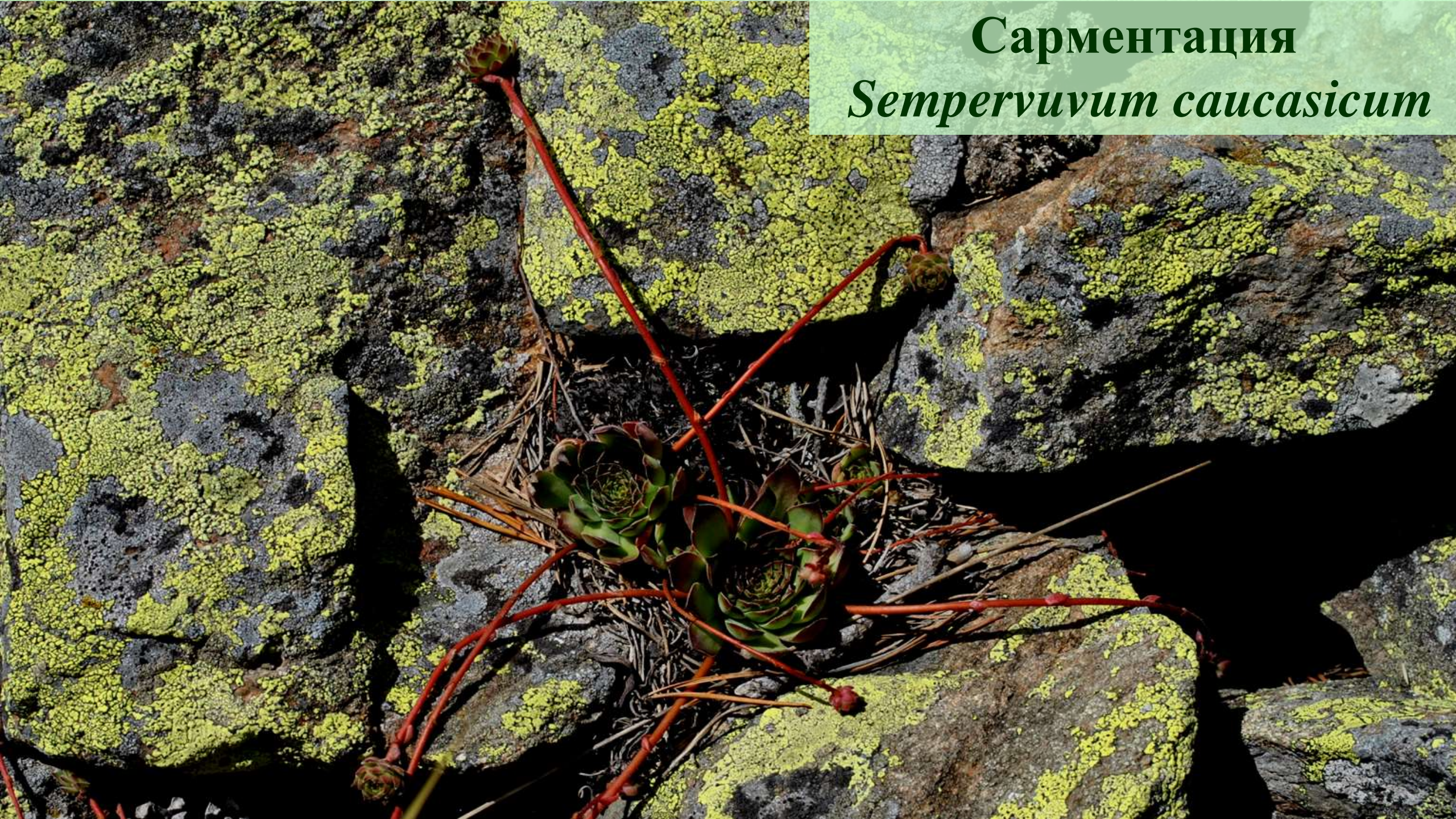


Carex sp.



Сарментация –
образование отпрысков
из почек на столонах,
корневищах, корнях,
после укоренения
отделяются от
материнской особи

Сарментация
Sempervivum caucasicum





Придаточные почки на корнях
Linaria vulgaris

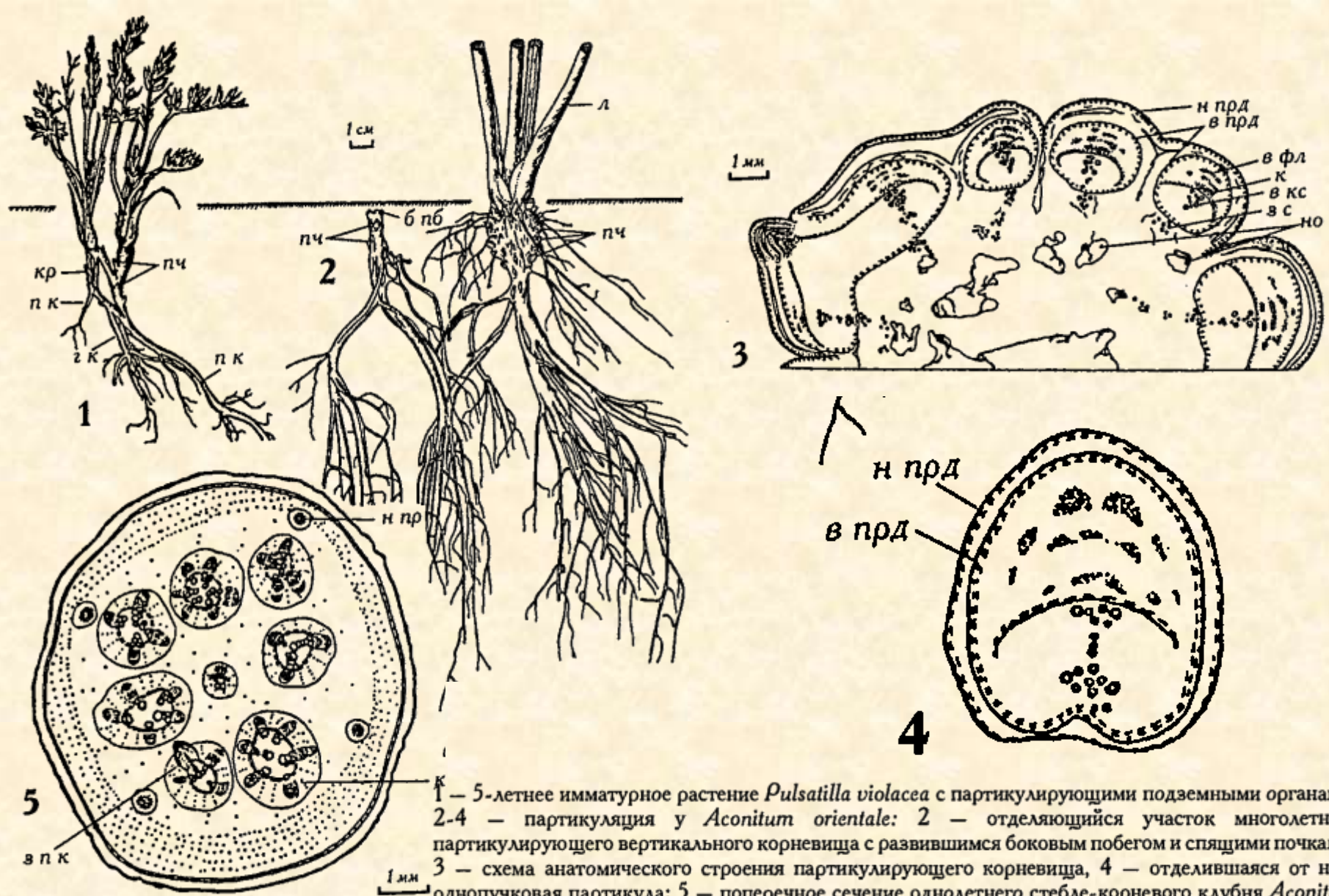
Партикуляция – продольное расчленение растения, преимущественно его подземных органов (каудекса, вертикального корневища, главного корня, стеблекорневых клубней) на партикулы (структурные модули или их системы, перешедшие к автономному существованию)

Партикуляция

- *нормальная*
- *травматическая*
- *сенильная (старческий распад)*



Carum caucasicum



1 — 5-летнее имматурное растение *Pulsatilla violacea* с партикулирующими подземными органами; 2-4 — партикуляция у *Aconitum orientale*: 2 — отделяющийся участок многолетнего партикулирующего вертикального корневища с развившимся боковым побегом и спящими почками, 3 — схема анатомического строения партикулирующего корневища, 4 — отделившаяся от него однопучковая партикула; 5 — поперечное сечение однолетнего стебле-корневого клубня *Aconitum confertiflorum*, обладающего скрытой партикуляцией и атипичным утолщением; б п б — боковой побег, в кс — вторичная ксилема, в прд — внутренняя перидерма, в фл — вторичная флоэма, з к — главный корень, з п к — зачаток придаточного корня, з с — закупоренные сосуды, к — камбий, к пр — концентрический проводящий пучок, кр — корневище, л — лист, н о — некротические очаги, н пр — неполный проводящий пучок, н прд — наружная перидерма, п к — придаточный корень, п ч — почка. (Барыкина, 2000)

Сенильная партикуляция

Вивипария

1 mm

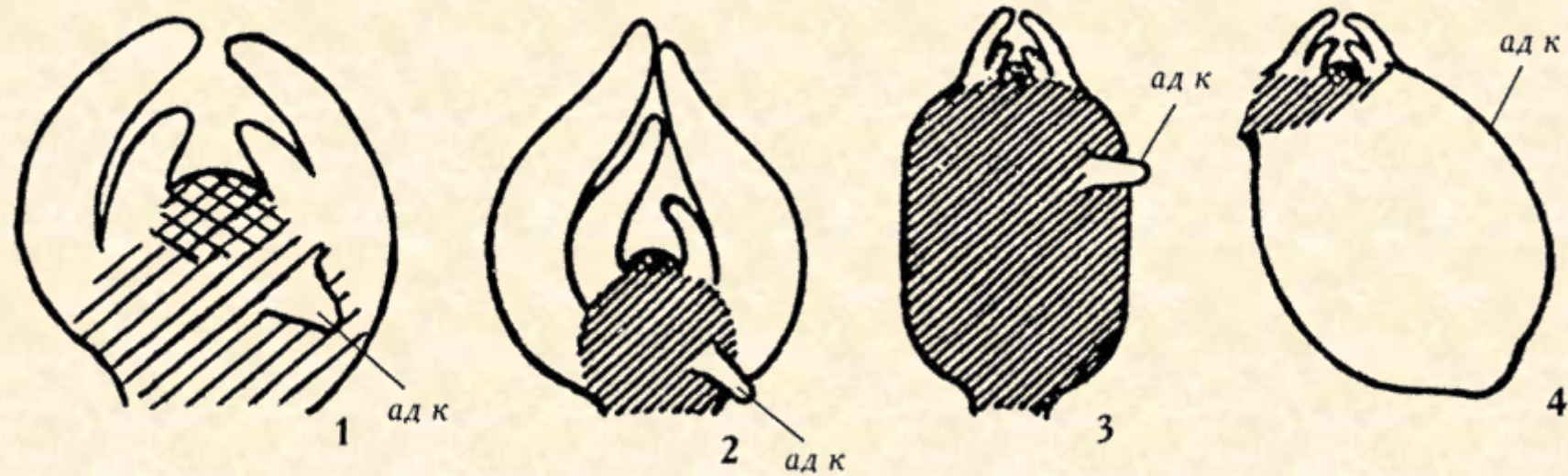
Lunularia cruciata





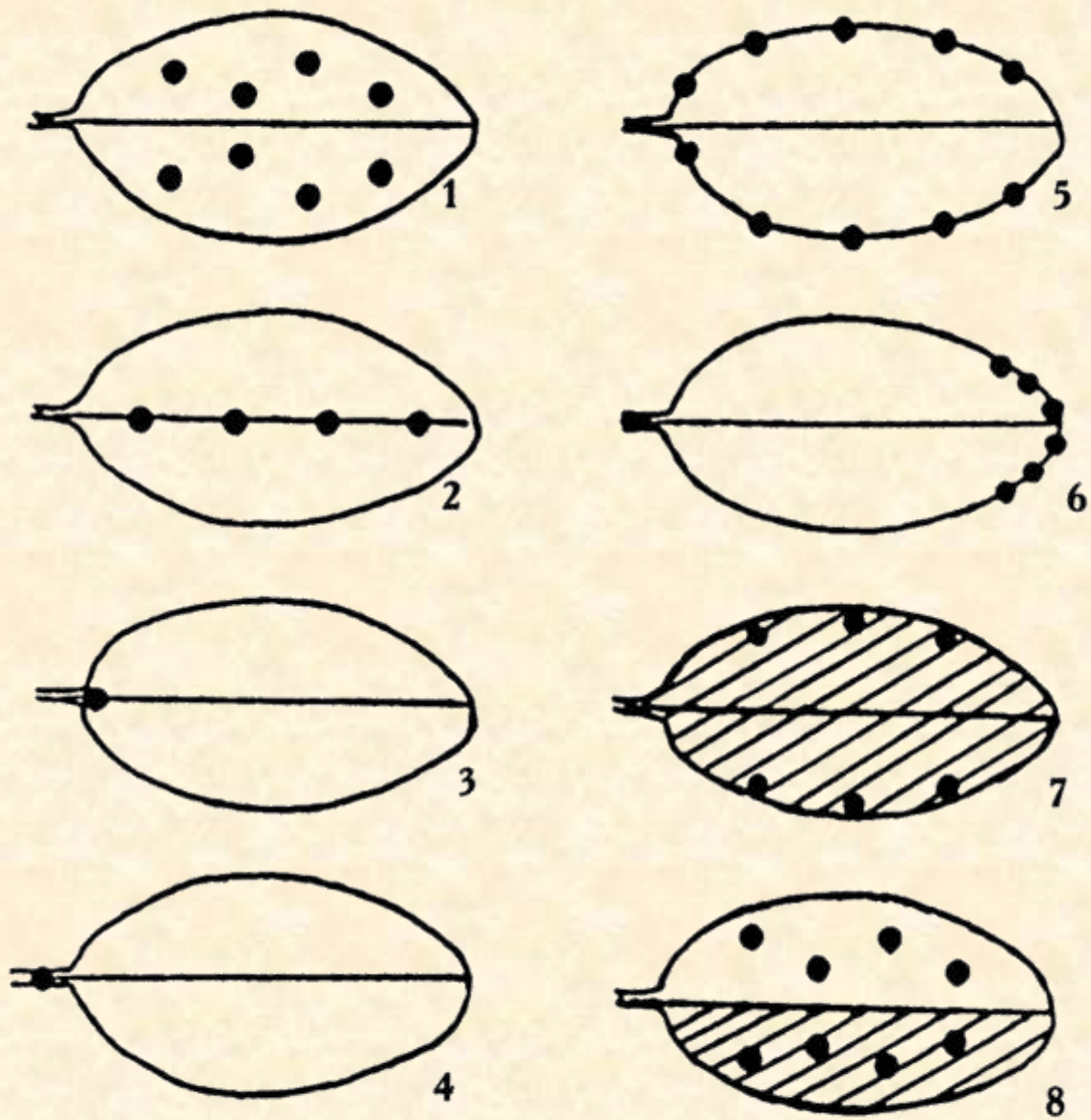
Huperzia selago

Типы выводковых почек



1 — неметаморфизированная пазушная или придаточная почка с адвентивным корнем, 2 — выводковая луковичка, 3 — клубенок стеблевого происхождения, 4 — клубенок корневого происхождения; ад к — адвентивный корень, ось побега дана штриховкой, апекс побега — клеточкой.

Расположение выводковых почек на листе



- - выводковая почка
- ▨ - нижняя сторона листовой пластинки

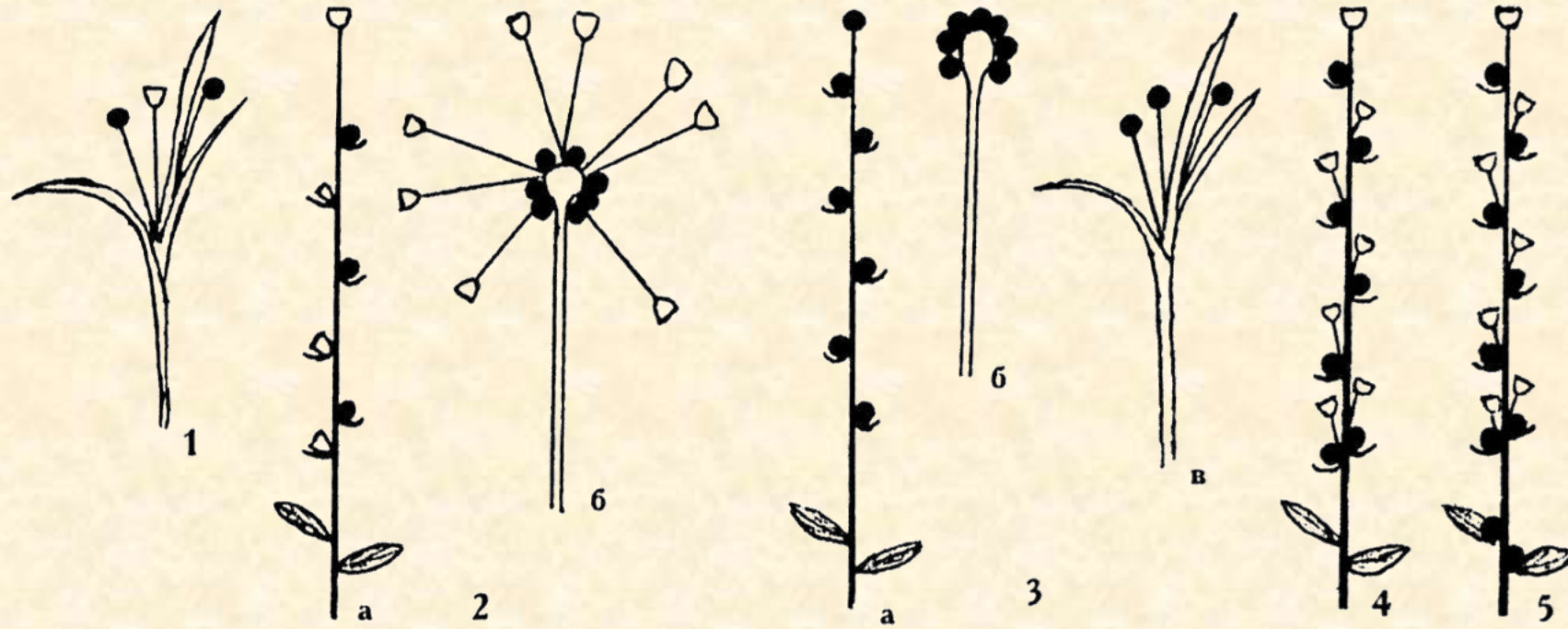


Asplenium viviparum



Amorphophallus variabilis

Выводковые почки на соцветии



● - выводковая почка

◊ - цветок



Выводковые почки на всем протяжении
соцветия (*Polygonum viviparum*)



Выводковые почки на всем протяжении
соцветия (*Allium vineale*)



Образование «деток» (укороченных боковых побегов)
на стерильных плодах *Austrocyllindropuntia salmiana*



Выводковые почки на всем
протяжении соцветия в пазухах
прицветников вместе с цветками
(*Dentaria bulbifera*)



Globba sp.



Выводковые почки на всем протяжении соцветия в пазухах прицветников вместе с цветками (*Lilium lancifolium*)





Saxifraga bulbifera



Выводковые почки на всем протяжении соцветия в пазухах прицветников вместе с цветками



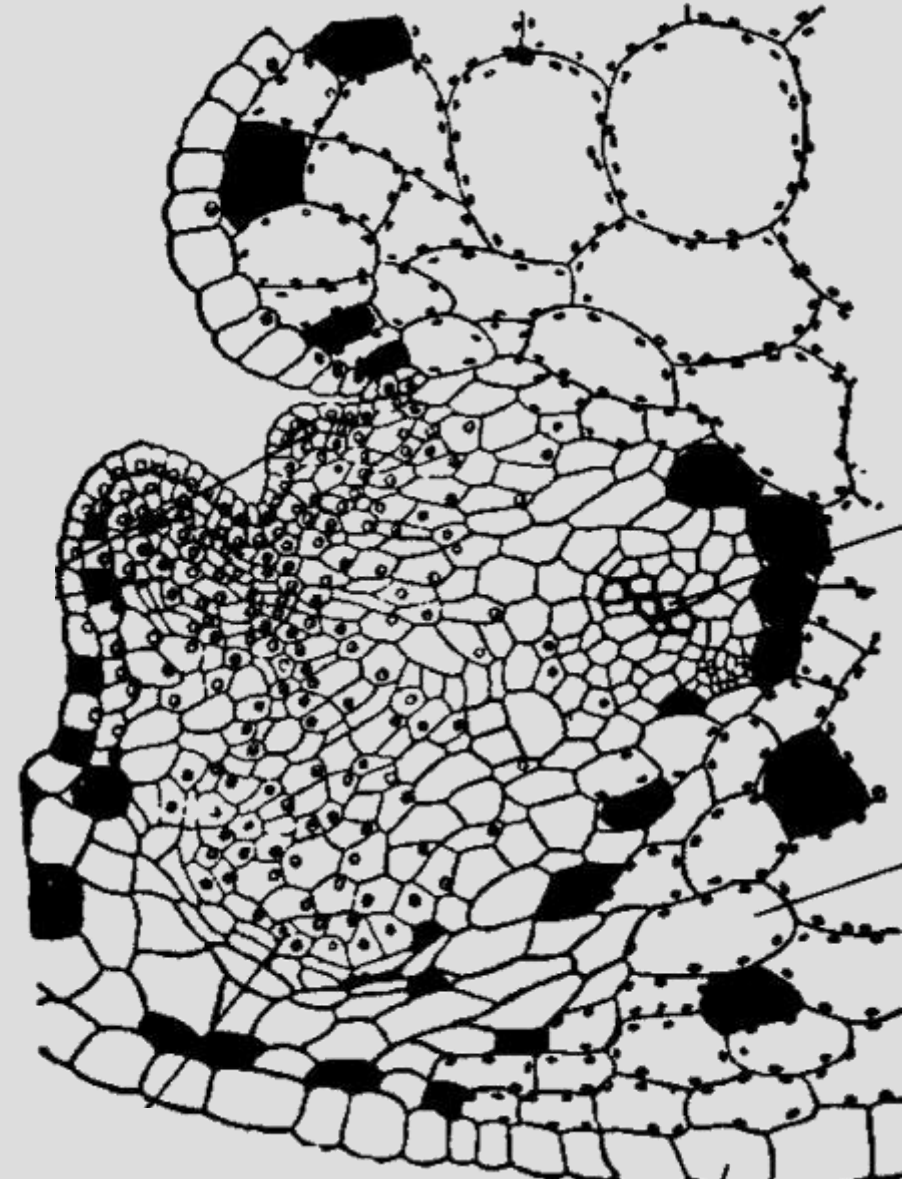
Выводковые почки на всем протяжении соцветия в пазухах прицветников вместе с цветками и пазухах листьев (*Dioscorea batatas*)



Dioscorea bulbifera



Эмбриогения
Kalanchoë daigremontiana





Эмбриодогения в апикальной
части листовой пластинки
(*Kalanchoë tubiflora*)



Эмбриодогения в основании листовой пластинки
(*Nymphaea micrantha*)

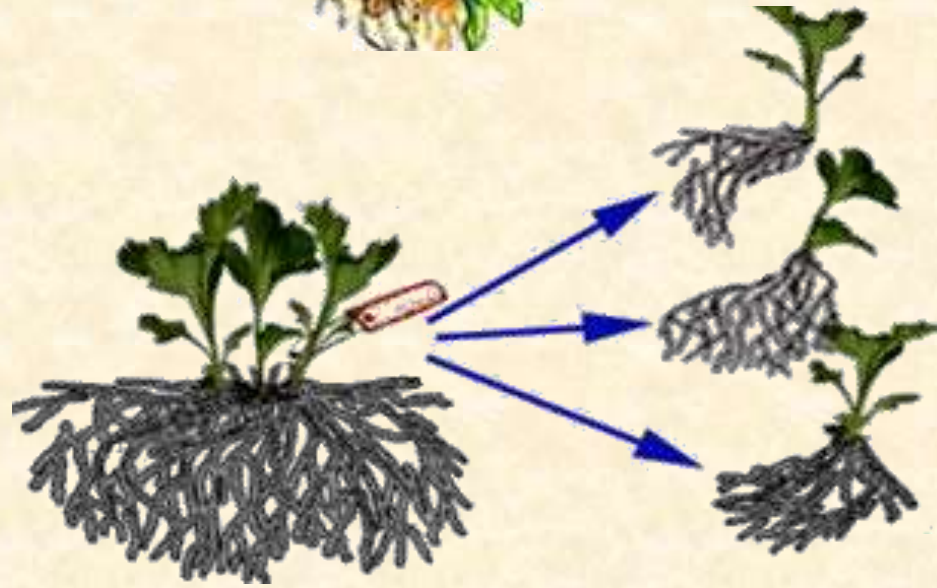
Искусственное вегетативное размножение

Деление «куста»

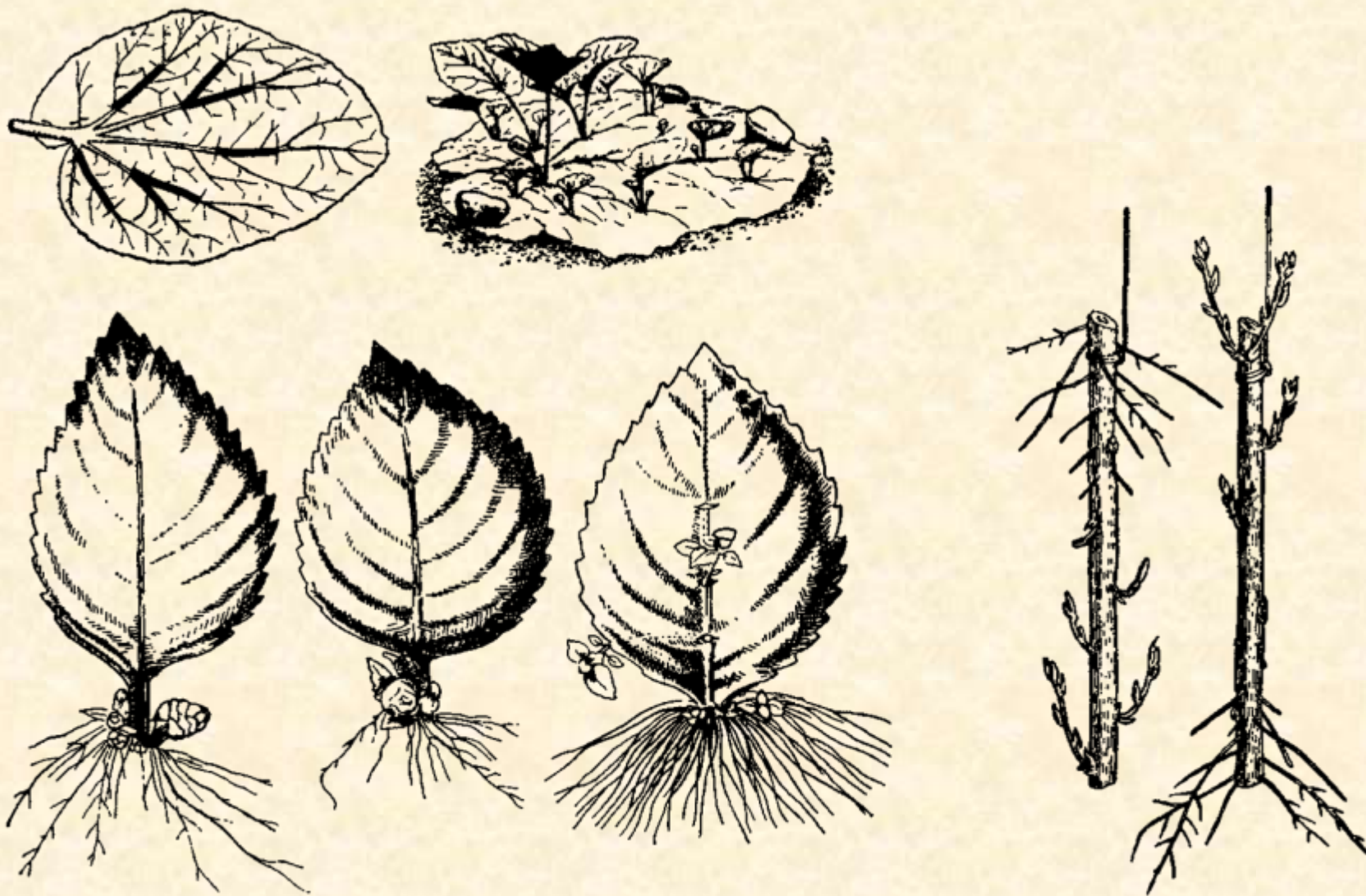
Черенкование

Прививка

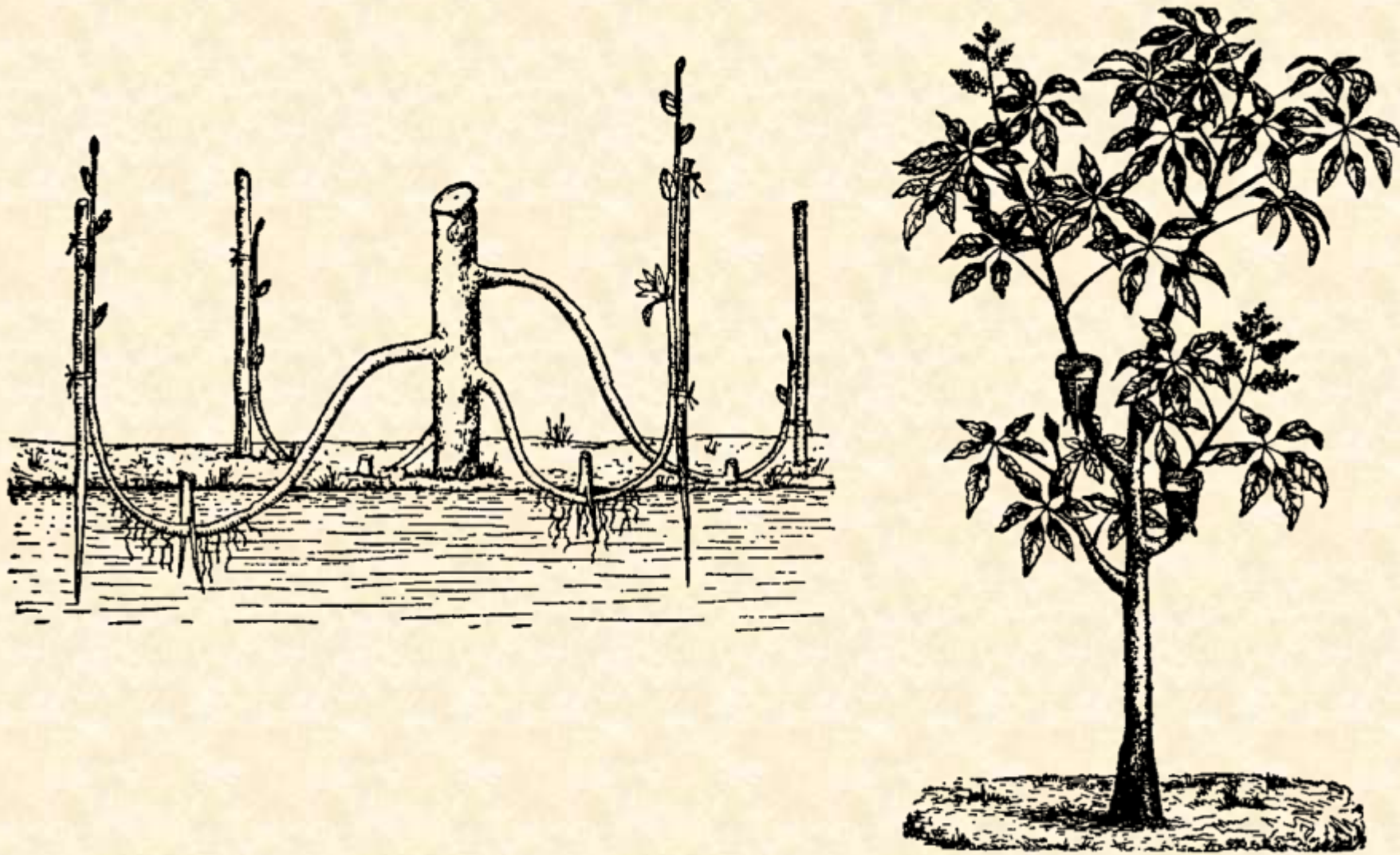
Микроклональное размножение



Деление «куста»

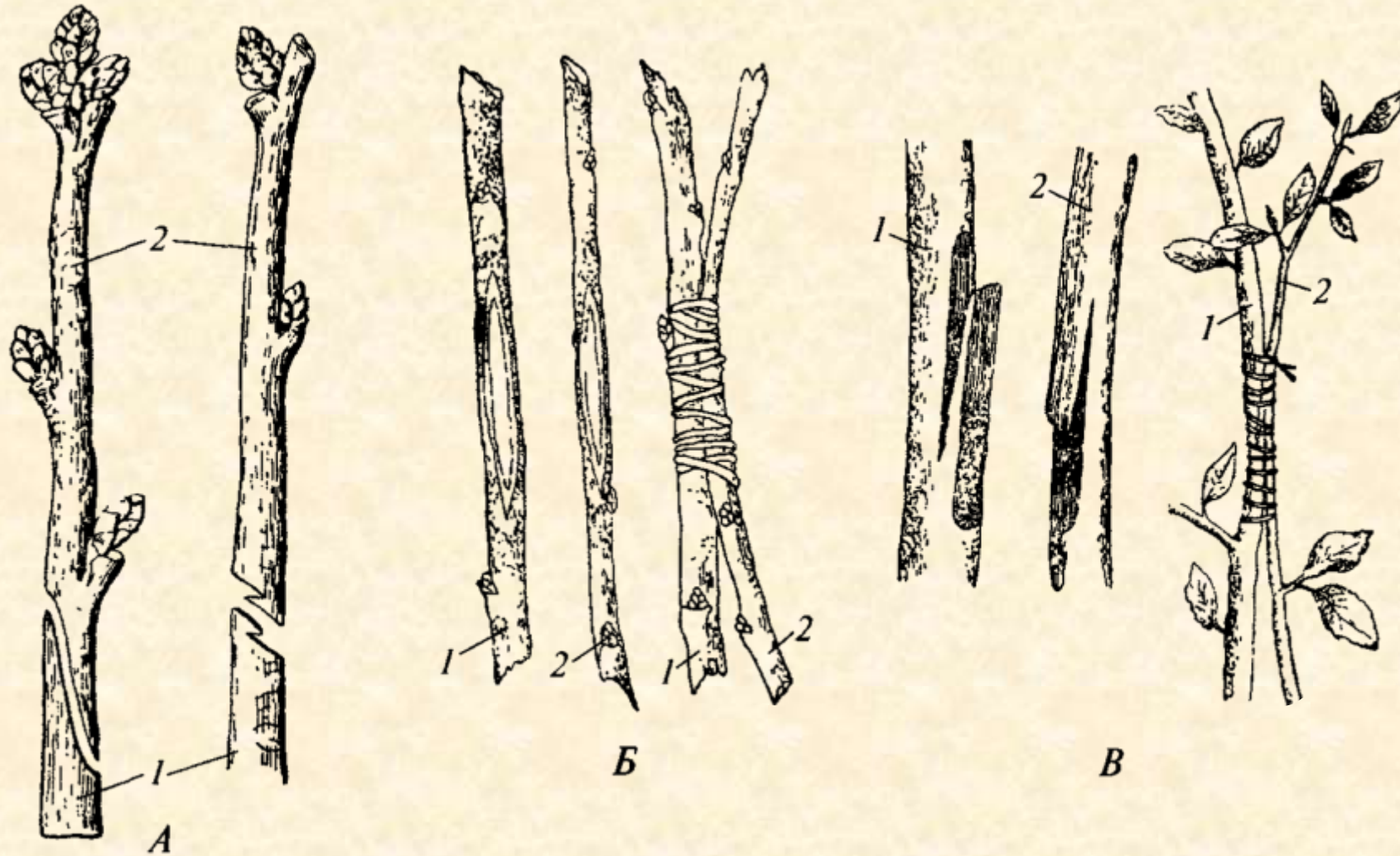


Черенкование

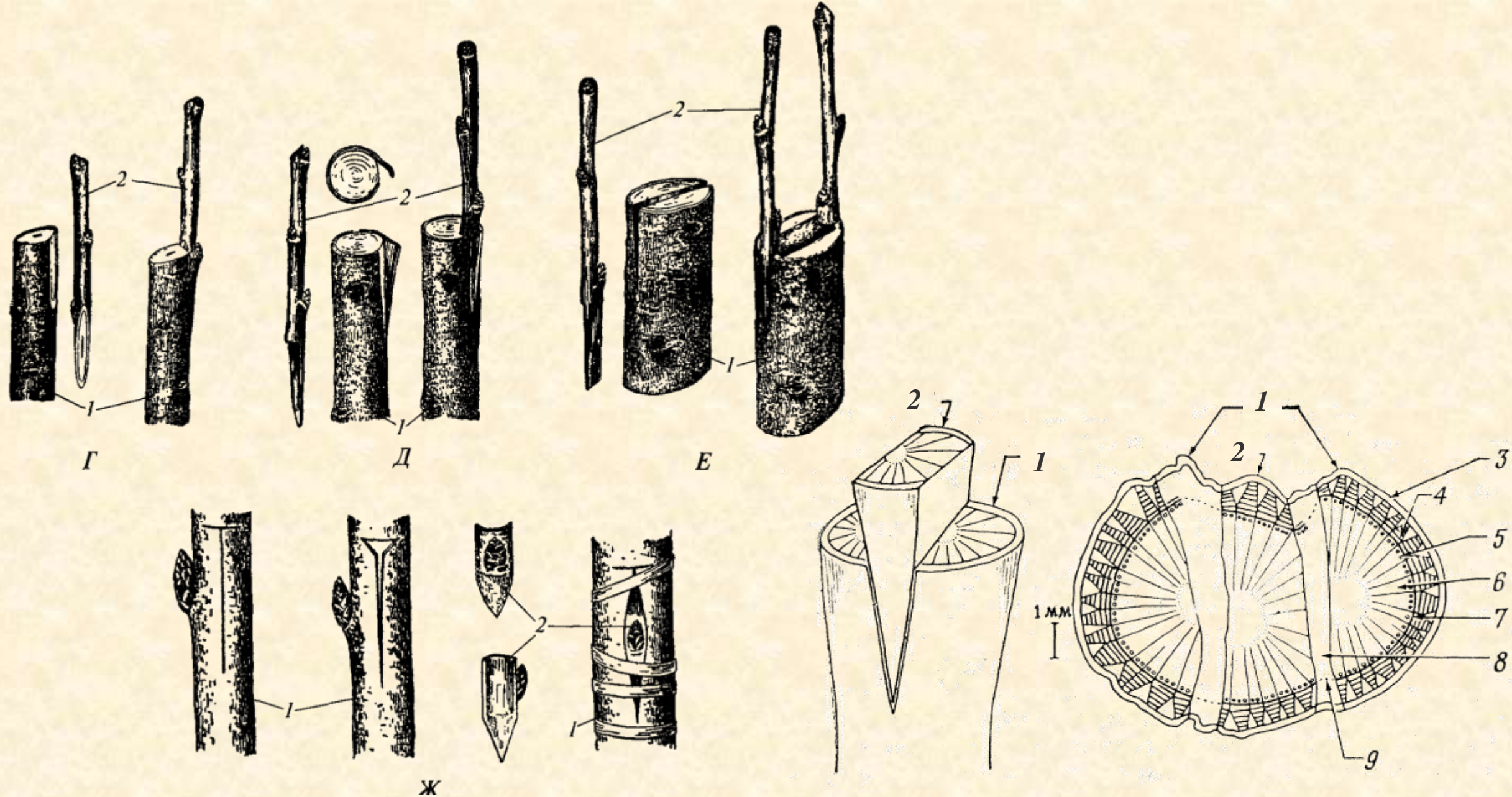


Черенкование методом отводков

Прививка



A — копулировка на подвой той же толщины, что и привой; *Б* — прививка сближением вприкладку; *В* — прививка сближением «язычком»;



Г — прививка черенком вприкладку; *Д* — прививка черенком за кору; *Е* — прививка черенком в расщеп; *Ж* — окулировка пазушной почкой с кусочком стебля в Т-образный разрез за кору; *1* — подвой; *2* — привой



Дерево дружбы

Микроклональное размножение

