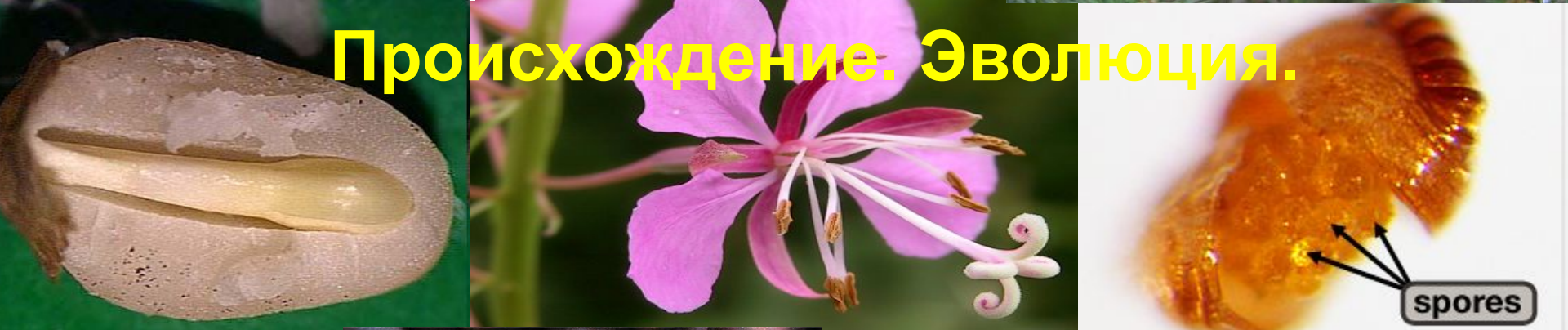


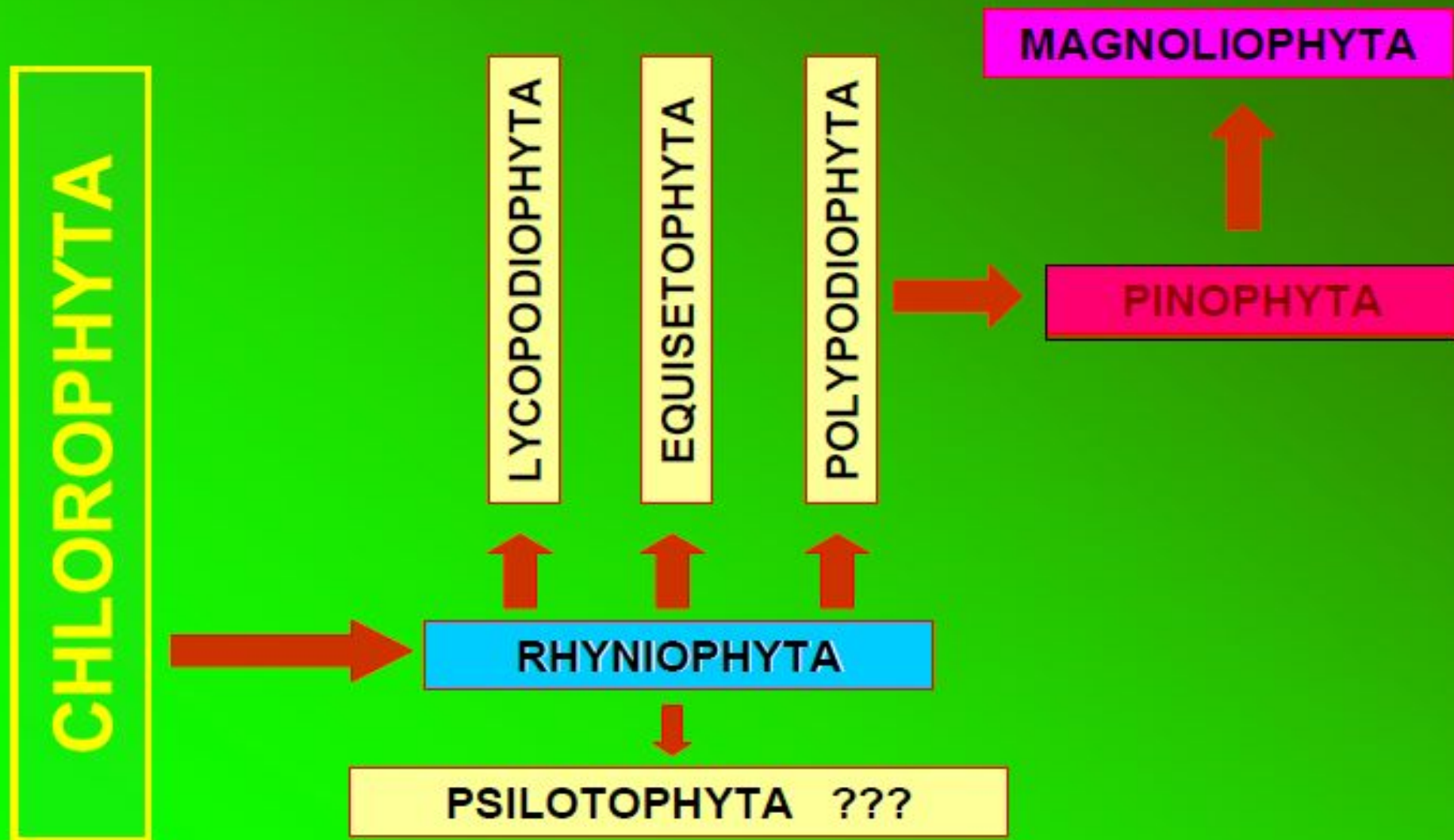
СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ



Происхождение. Эволюция.



Современная система растений спорофитной линии эволюции



Одним из важнейших приобретений в эволюции растений стало семя.

В отличие от споры - семя обладает рядом особенностей, возникших в результате прогрессивной эволюции.

Спора содержит все необходимое для развития будущего растения-гаметофита в единственной клетке.

Семя представляет собой многоклеточную структуру, объединяющую запасную ткань, зачаточное дочернее растение (зародыш) и специальный защитный покров.



**СПОРА
ПЛАУНА**



**ПРОРАСТАЮЩЕЕ
СЕМЯ МАКА**



В среднедевонских пластах, появились крупные растения с листьями и стволами папоротников, но на листьях у них не было спор.

Вместо спор на краях листовых долей помещались семена, в которых и происходило заложение и развитие зародыша.

Такое сочетание признаков семенных растений и папоротников, впервые установленное в 1904 г. выдающимися английскими палеоботаниками Ф. Оливером и Д. Скоттом, и дало повод назвать эту группу растений семенными папоротниками (Pteridospermae).

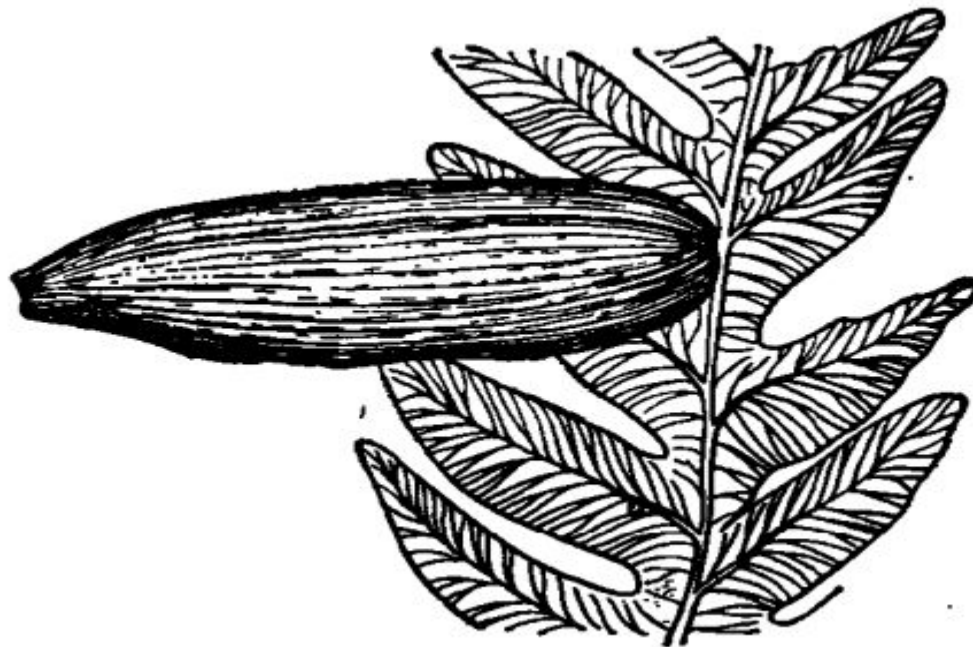
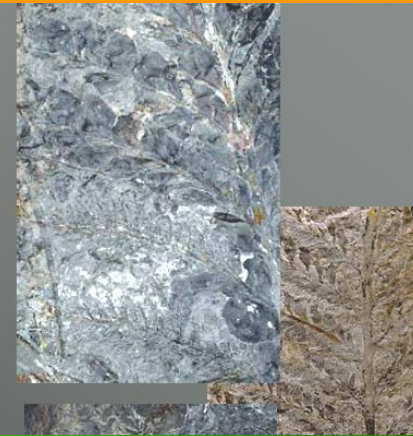


Рис. 160. Семенной папоротник алетоптерис Норина (*Alethopteris norinii*). Семязачаток, сидящий на листе папоротникового типа.

Это была обширная группа растений, из которой к настоящему времени описано несколько сот видов, объединяемых в четыре основных порядка — лигиноптерисовые (Lyginopteridales), медулловые (Medullosales), кейтониевые (Caytoniales) и глоссоптерисовые (Glossopteridales) и около 10 семейств.

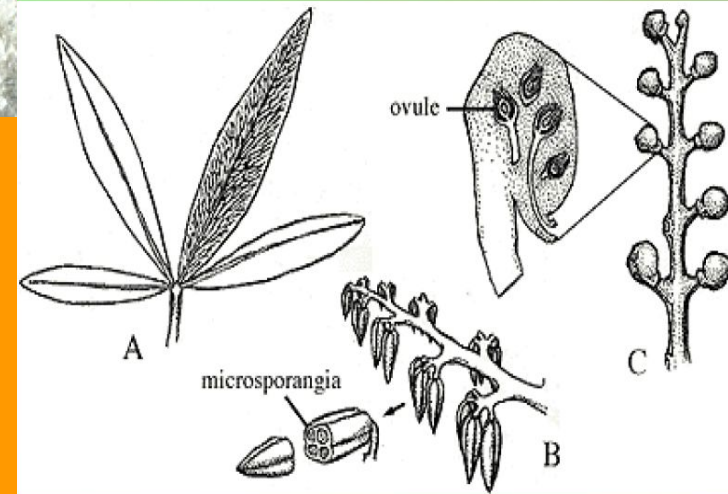
Класс
Lyginopteridopsida



Medullosa



Caytonia sp.

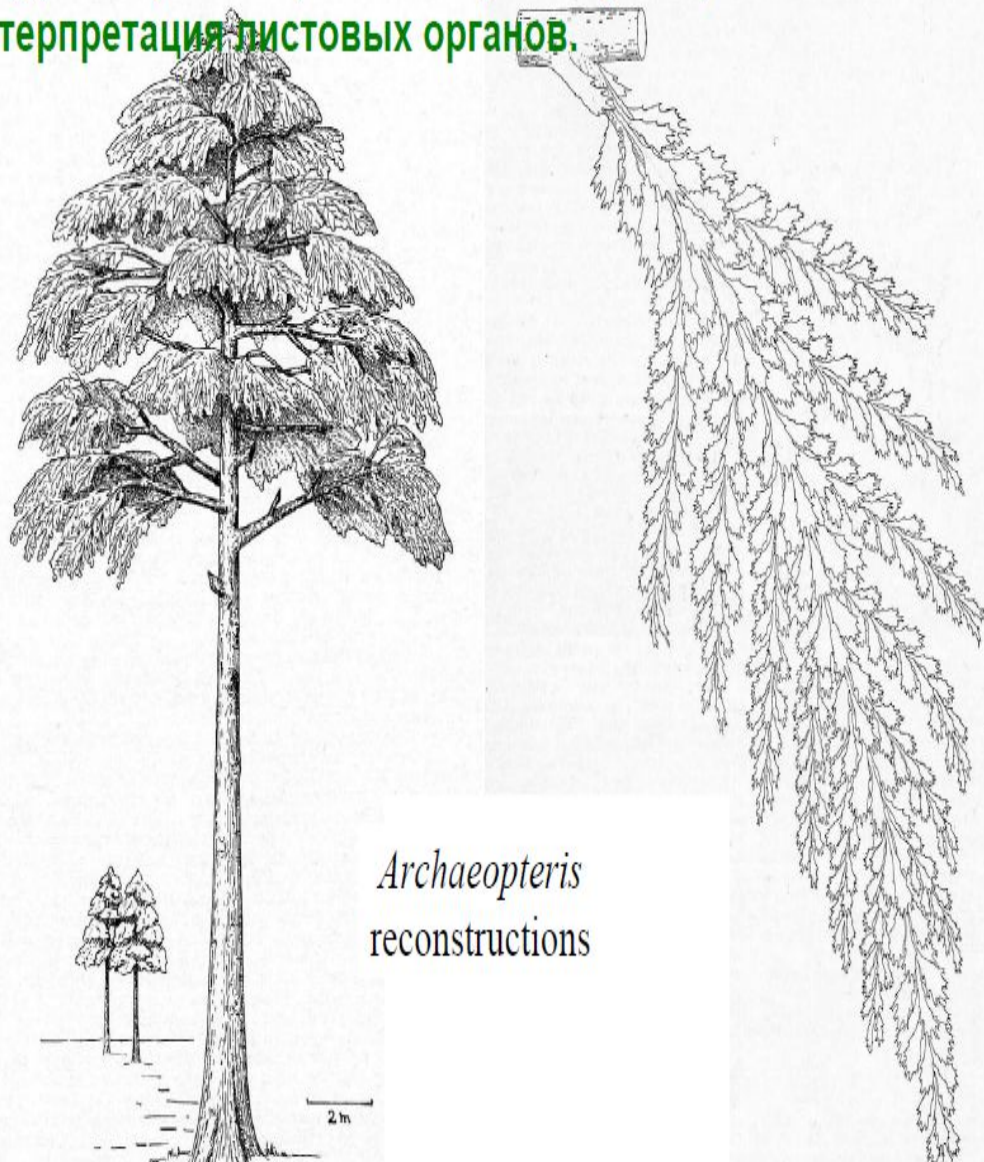


Семенные папоротники были похожи на настоящие папоротники не только по строению перистых листьев, но и по внешнему облику растений: древовидных, лиановидных и травянистых.



Семенные папоротники — реконструкция семенного папоротника из группы медуллозовых (род *Medullosa*).

Progymnospermae (ex-Archeopteridopsida) -
интерпретация листовых органов.



Археоптеридопсиды
(*Archaeopteridopsida*) –
ВОЗМОЖНЫЕ ПРЕДКИ

Известны из отложений конца среднего девона (390-360 млн. лет назад). Имели настоящие листья с цельной, вильчато, пальчато или перисторассеченной пластинкой. Спорангии крупные, расположены одно- или двурядно на отдельных перисторассеченных спорофиллах, чередующихся со стерильными листьями. Известна разносторовость.

Продержались эти первые на Земле семенные растения вплоть до **юрского периода**, но наиболее многочисленными были они в **каменноугольное время**.

Одни из них были распространены по всему земному шару, другие, как, например, **ангароптеридиум (Angaropteridium)**, были свойственны только ангарским флорам, а **глоссоптерисовые и користоспермовые**, напротив, приурочены главным образом к районам, соответствующим древнему материку **Гондване**, который существовал с **середины карбона до конца триаса**.

Районы обнаружения **Glossopteris**



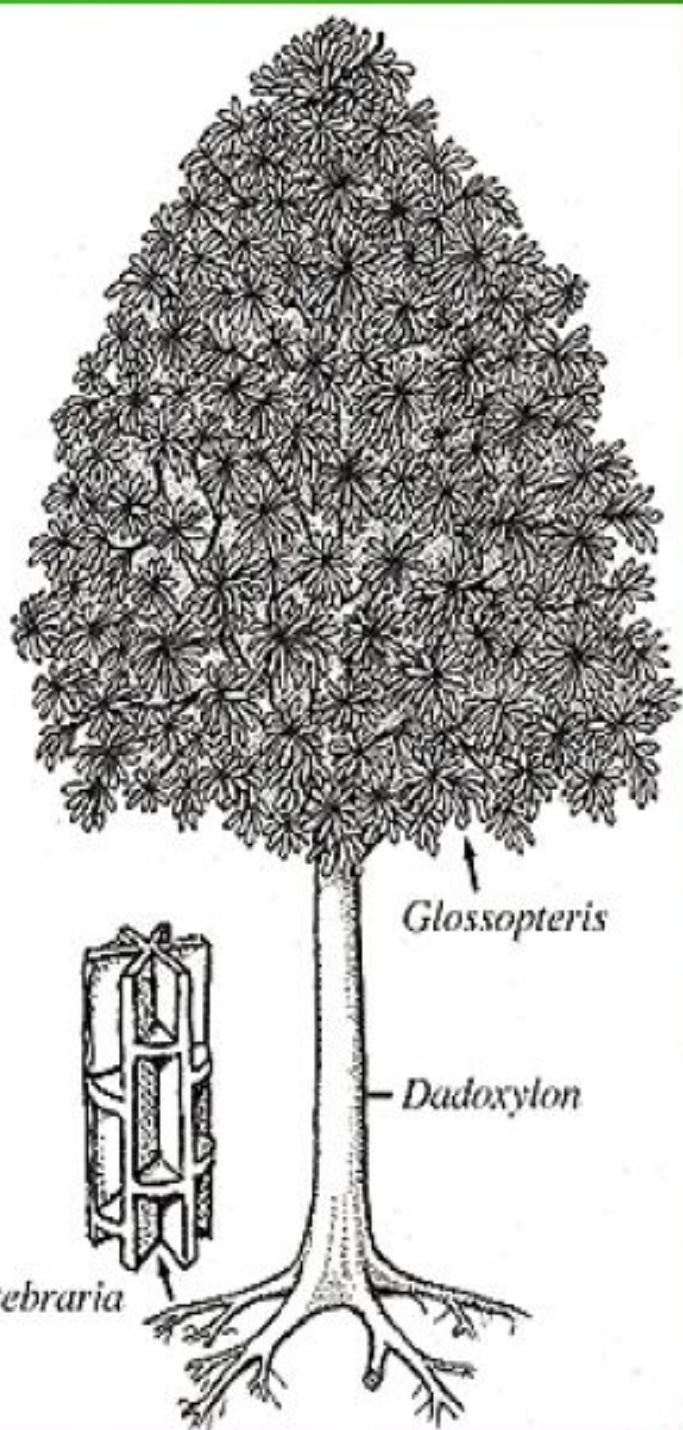
The distribution of glacial features can be best explained if the continents were part of Pangaea.

Районы обнаружения **Glossopteris**



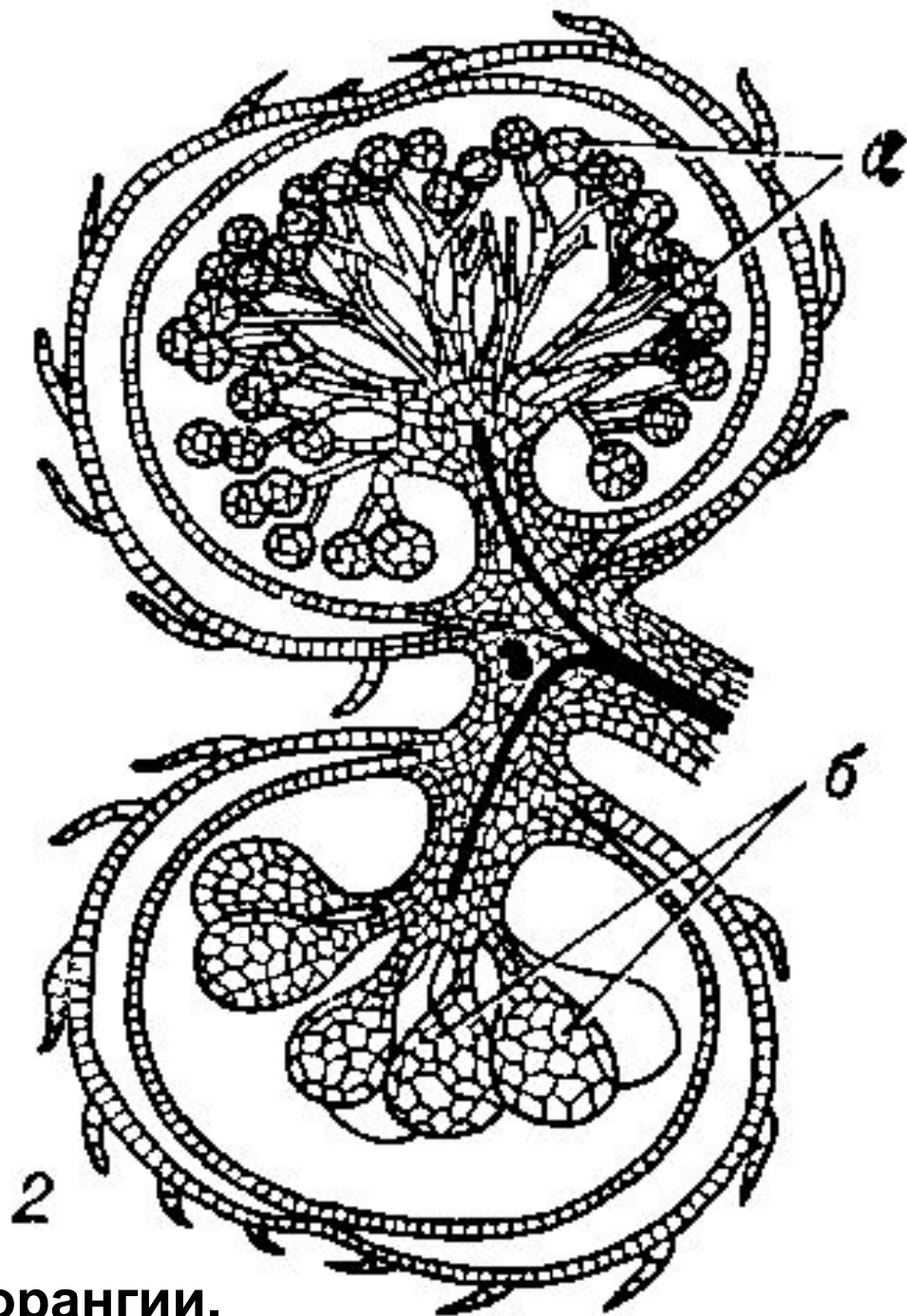
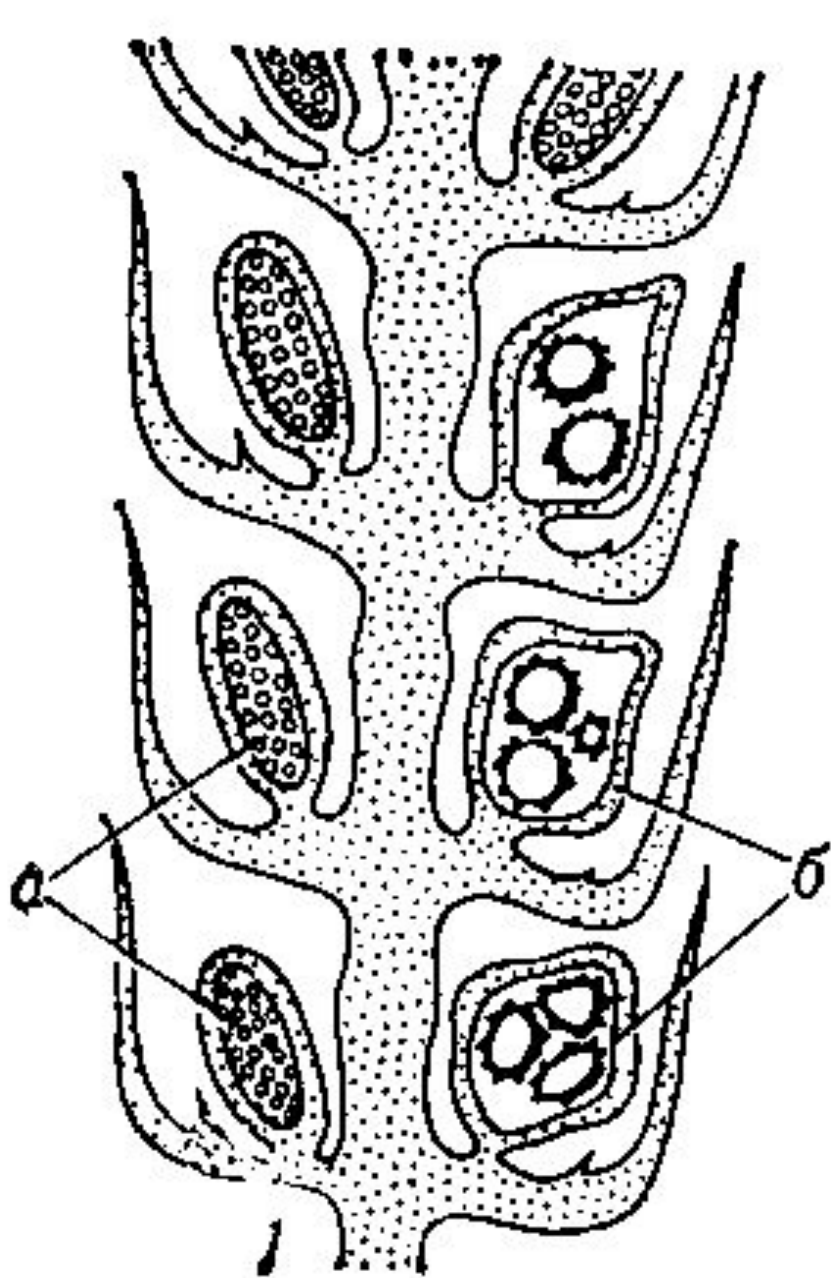
Grooves carved by glaciers (shown by arrows) provided evidence for continental drift. This diagram assumes the continents were in their present-day locations.

Glossopteris



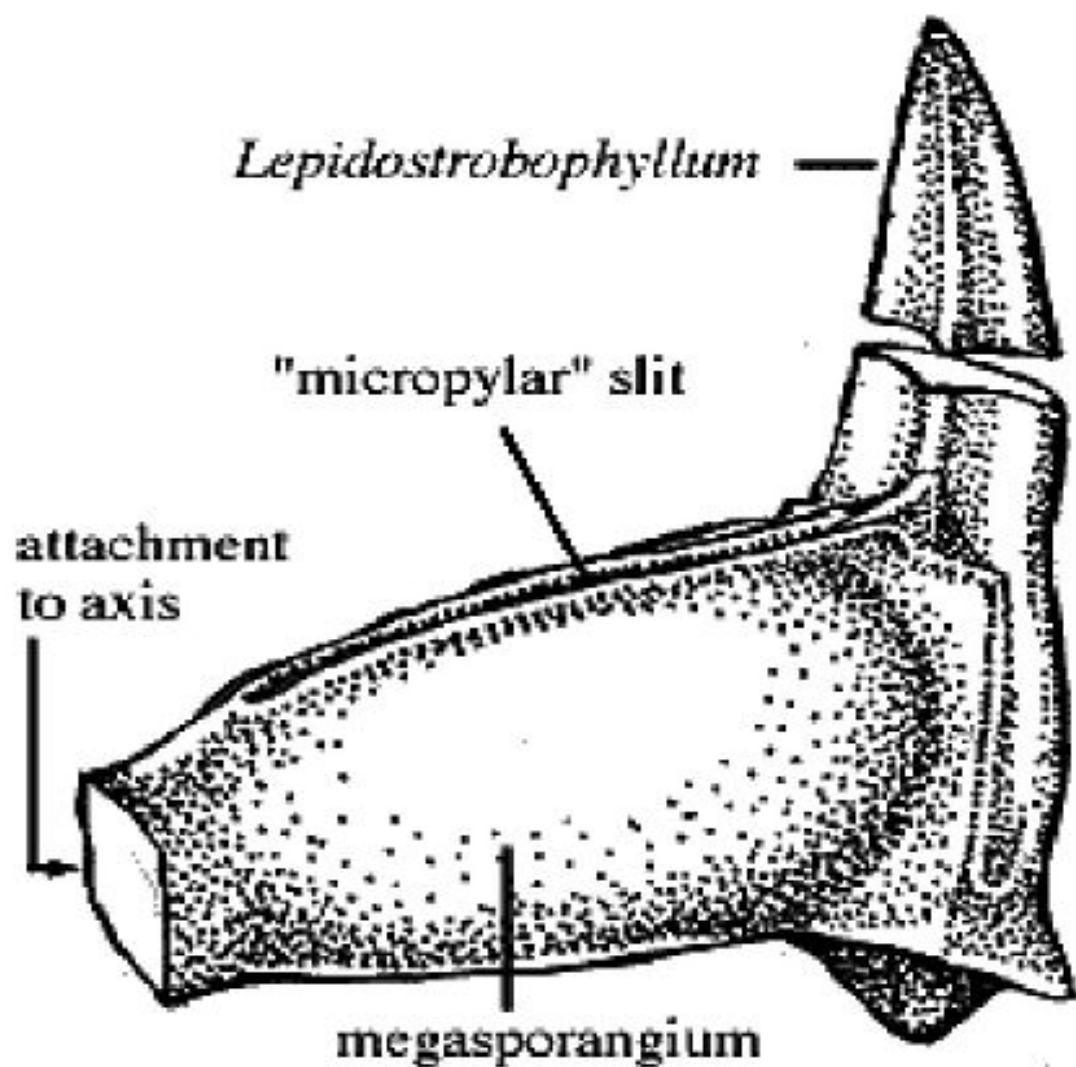
ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕМЕЗАЧАТКА

- 1. Разноспоровость**
- 2. Сокращение числа мегаспор в мегаспорангии до одной**
- 3. Задержка мегаспоры в мегаспорангии**
- 4. Образование дополнительных защитных структур**



а - микроспорангии, б - мегаспорангии.

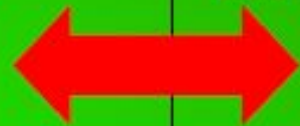
Один из вариантов семезачаткоподобных структур



«двойная терминология»

нуцеллус

мегаспорангий



первичный

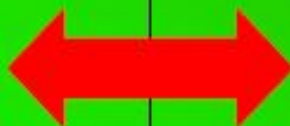
женский

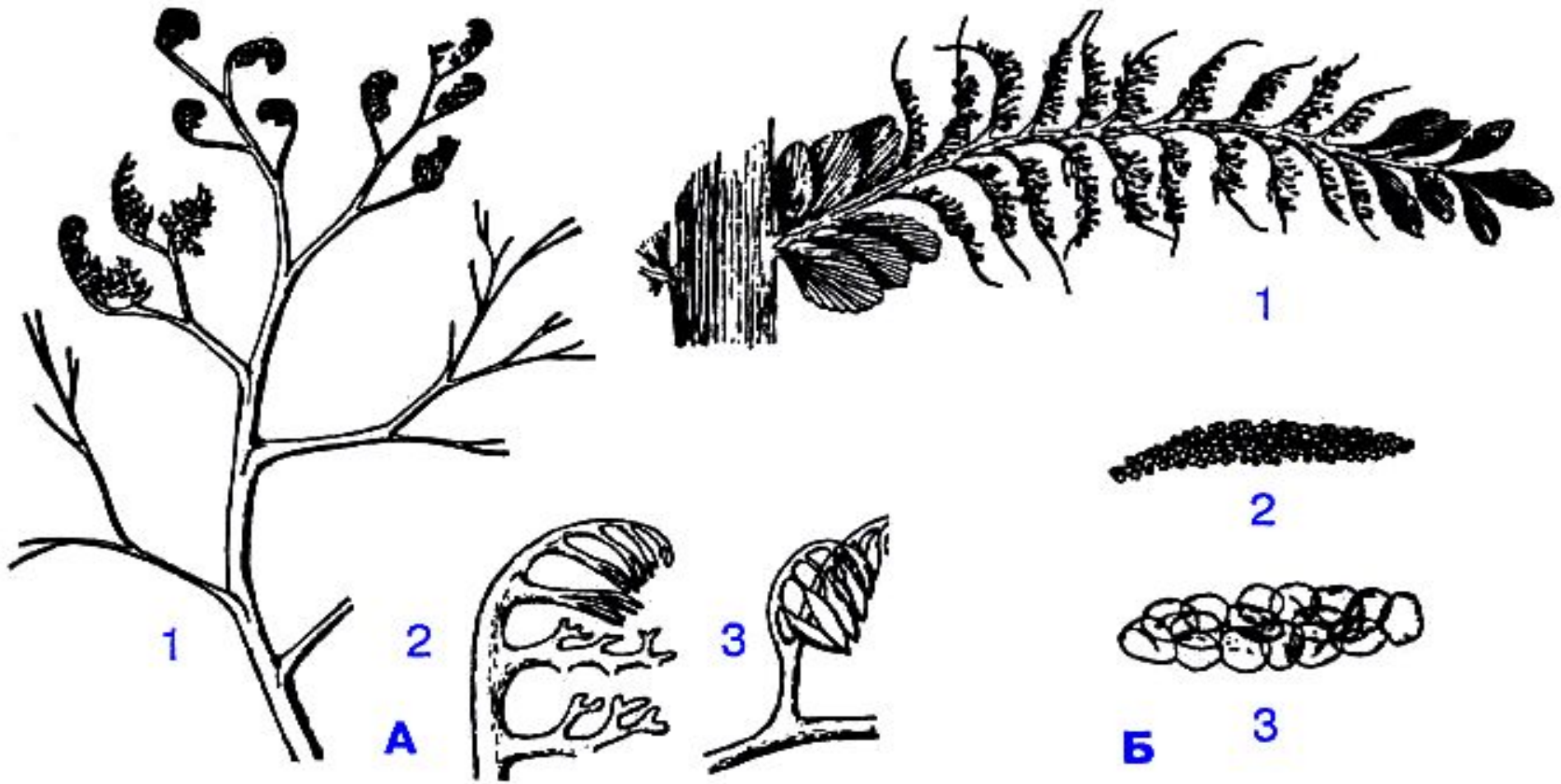
эндосперм

гаметофит

или

мегагаметофит

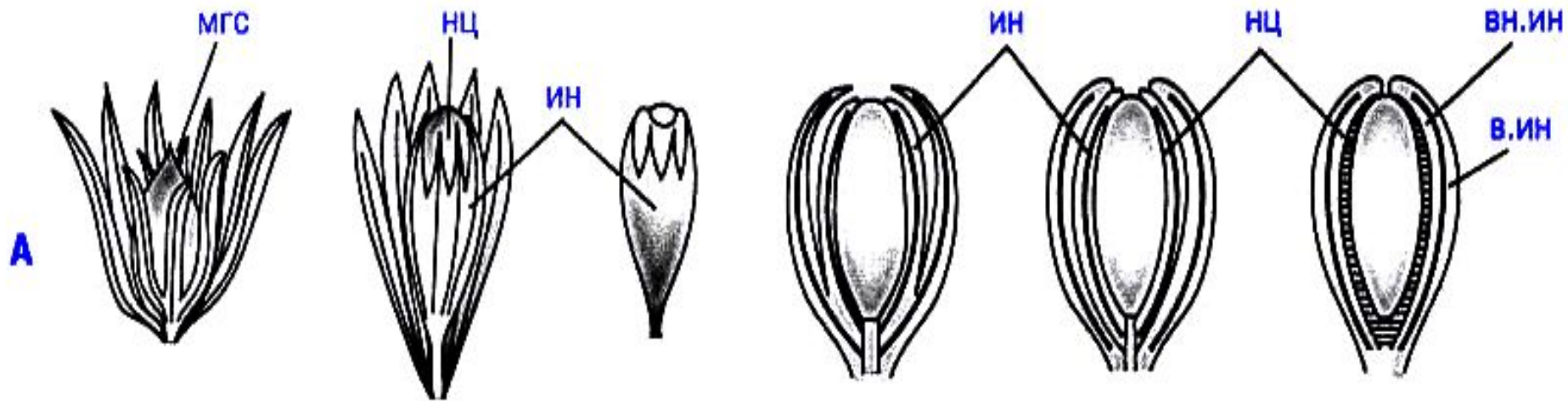




Праголосоменные:

А - протоптеридиум (Protopteridium) : 1 - общий вид вай; 2 - стерильная веточка; 3 - спороносная веточка;

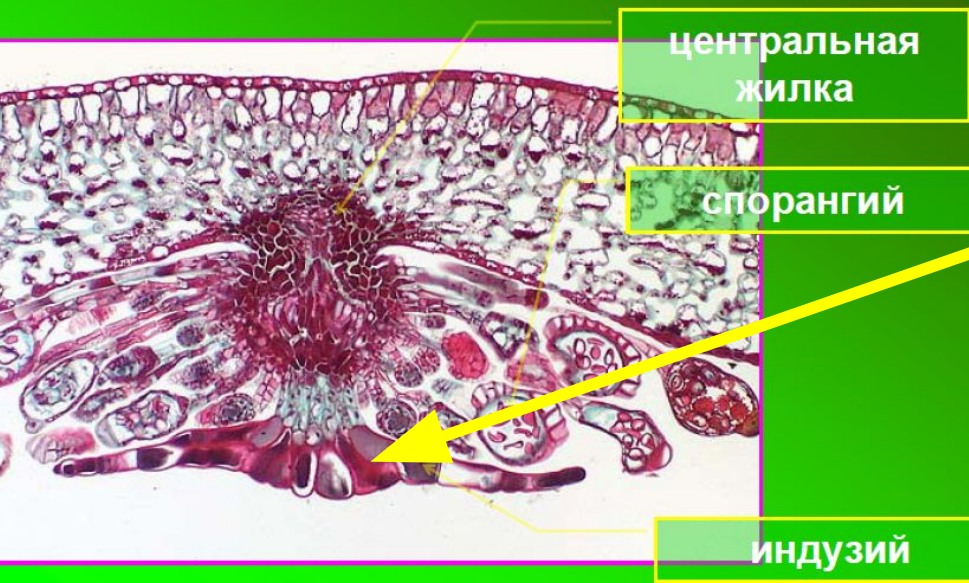
Б - археоптерисовые (Archaeopteridales) : 1 - вайя со спороносными участками; 2 - собрание микроспорангиев; 3 - собрание мегаспорангиев.



А - вариант формирования двойного интегумента и строения семязачатка голосеменных:

ин - интегумент; нц - нуцеллус; мгс - мегаспорангий; вн.ин -
внутренний интегумент; в.ин - внешний интегумент.

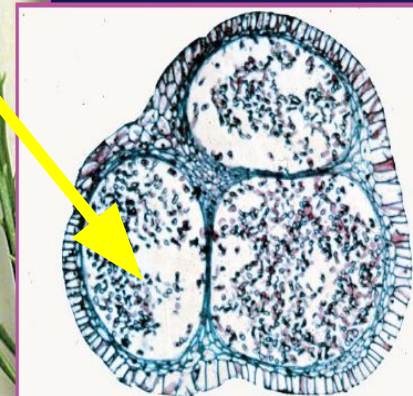
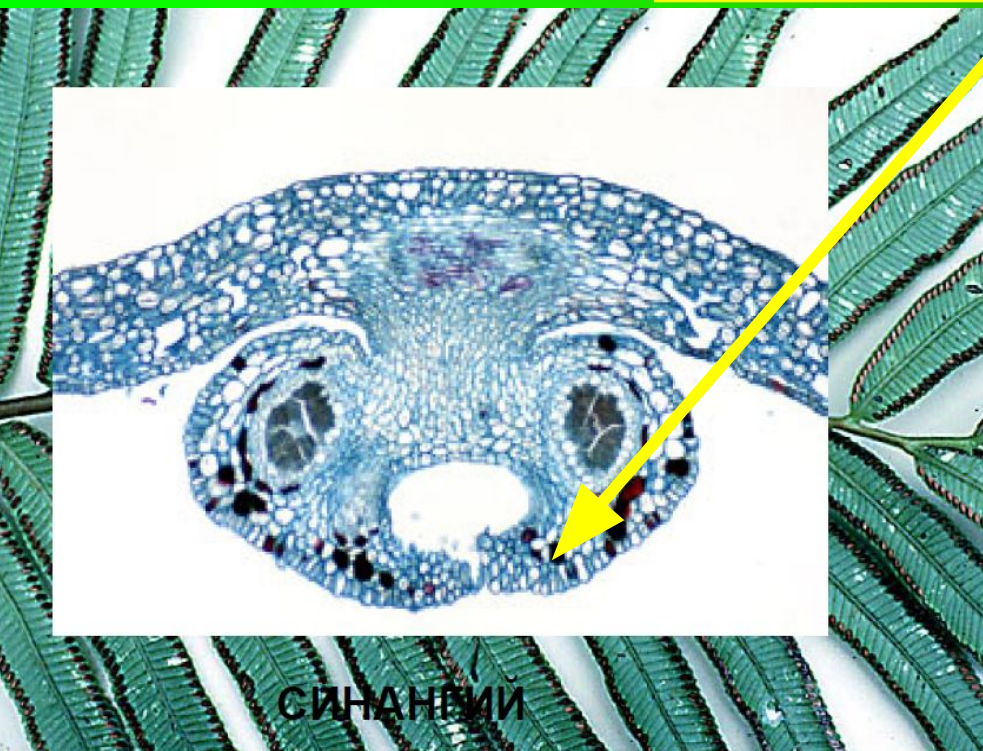
Сорус спорангиев



ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИНТЕГУМЕНТА

1. Индузиальное
2. Теломное
3. Синангиальное

Psilotum nudum - спорангии



Мегаспорангий *Lepidocarpon lomaxi*

микропиле

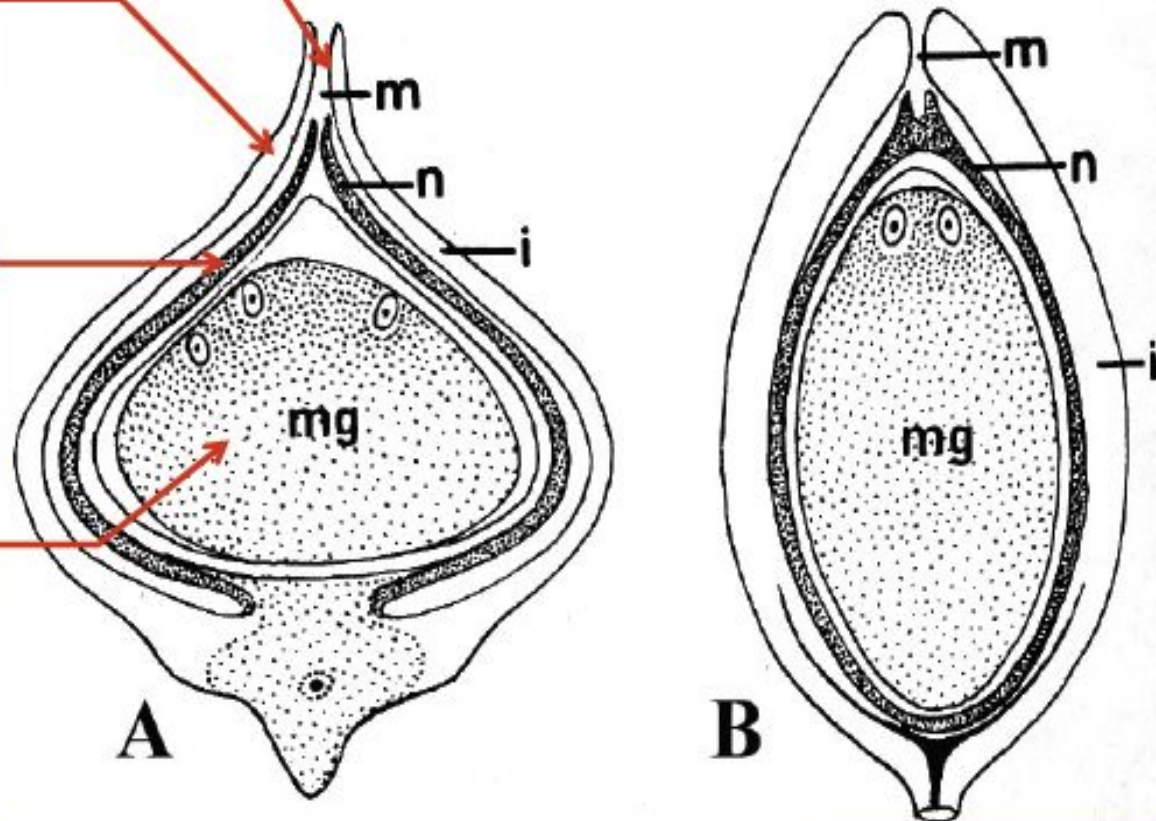
интегумент

нуцеллус
(мегаспорангий)

женский
гаметофит

A. *Lepidocarpon lomaxi*, diagram, transverse section of megasporophyll. "Micropyle" (m); nucellus (n); integument (i); megagametophyte (mg).

B. Diagram longitudinal section of a gymnosperm ovule. Compare with *Lepidocarpon* (Fig. 11.20C). Micropyle (m); nucellus (n); integument (i);



Lagenostoma



купула

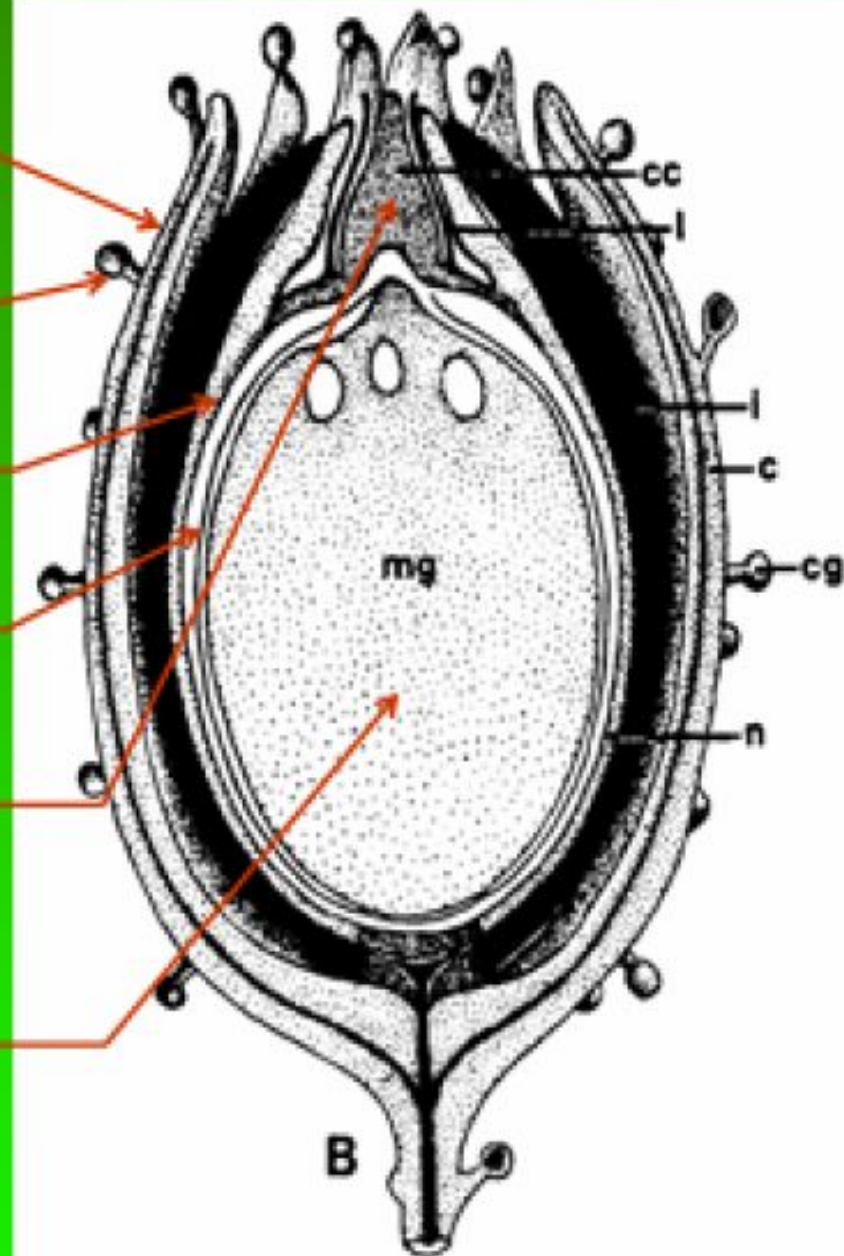
головчатые железы

интегумент

нуцеллус

центральная
колонка

женский гаметофит



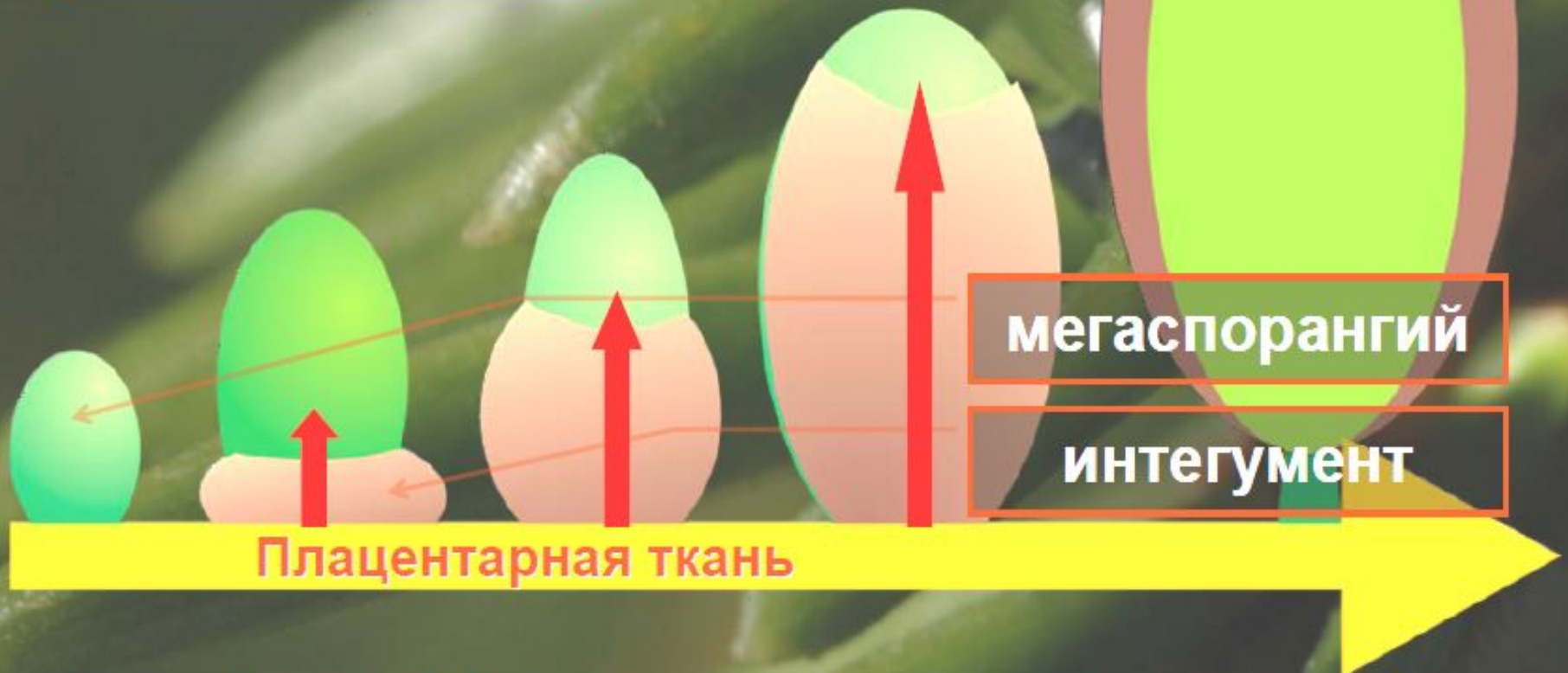
Развитие семезачатка в онтогенезе

микропиле

пыльцевая
камера

интегумент

мегаспорангий



Развитие семезачатка в онтогенезе

микропиле

пыльцевая
камера

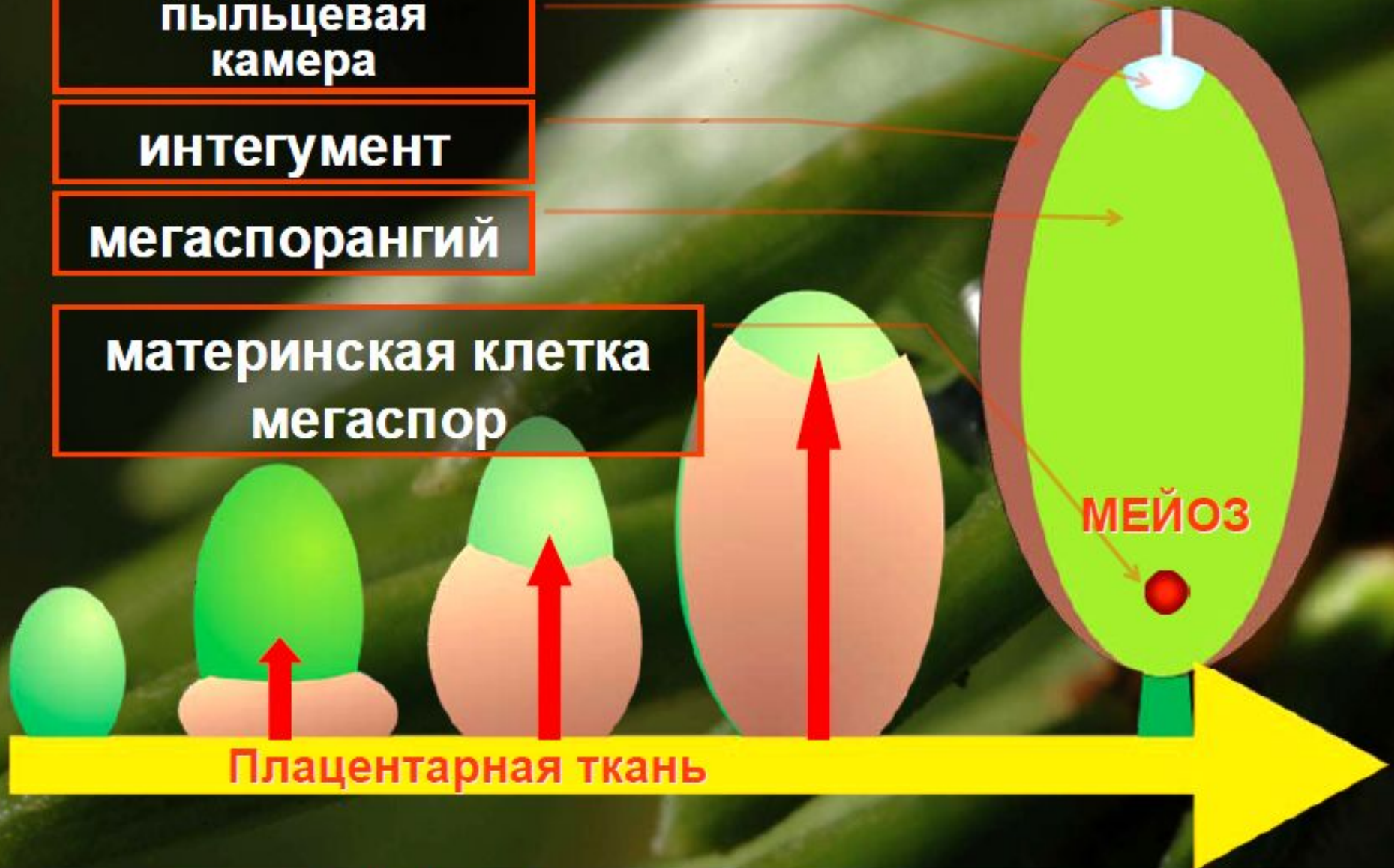
интегумент

мегаспорангий

материнская клетка
мегаспор

МЕЙОЗ

Плацентарная ткань



Развитие семезачатка в онтогенезе

микропиле

пыльцевая
камера

интегумент

мегаспорангий

4 гаплоидные
мегаспоры

Плацентарная ткань



Развитие семезачатка в онтогенезе

микропиле

пыльцевая
камера

интегумент

мегаспорангий

архегоний

женский
гаметофит

Плацентарная ткань



Семезачаток цикадовых и гинкговых

микропиле

интегумент

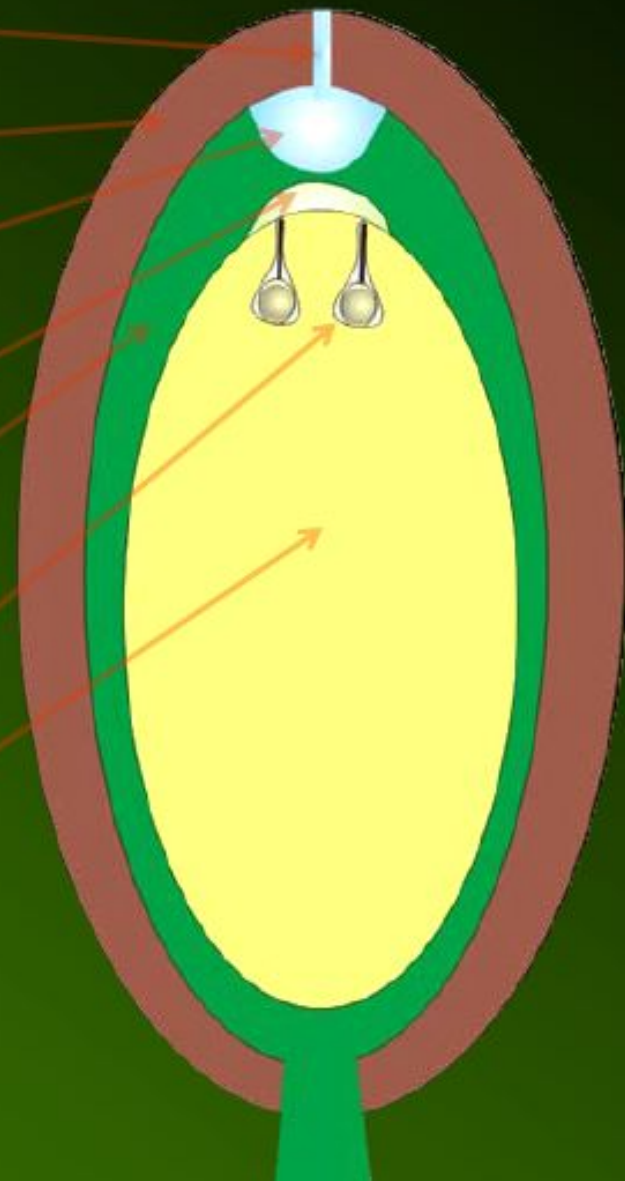
пыльцевая
камера

архегионная
камера

мегаспорангий

архегоний

женский
гаметофит



пыльца

опылит. капля

микропиле

интегумент

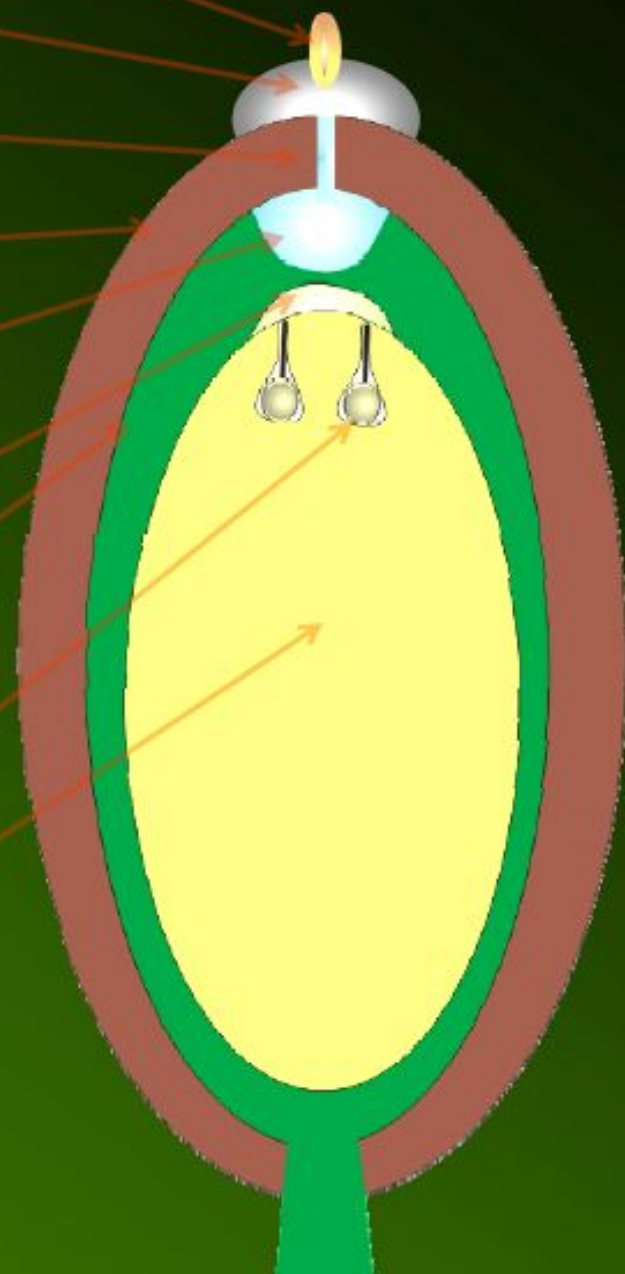
**пыльцевая
камера**

**архегиональная
камера**

мегаспорангий

архегоний

**женский
гаметофит**



Семезачаток цикадовых и гинкговых

микропиле

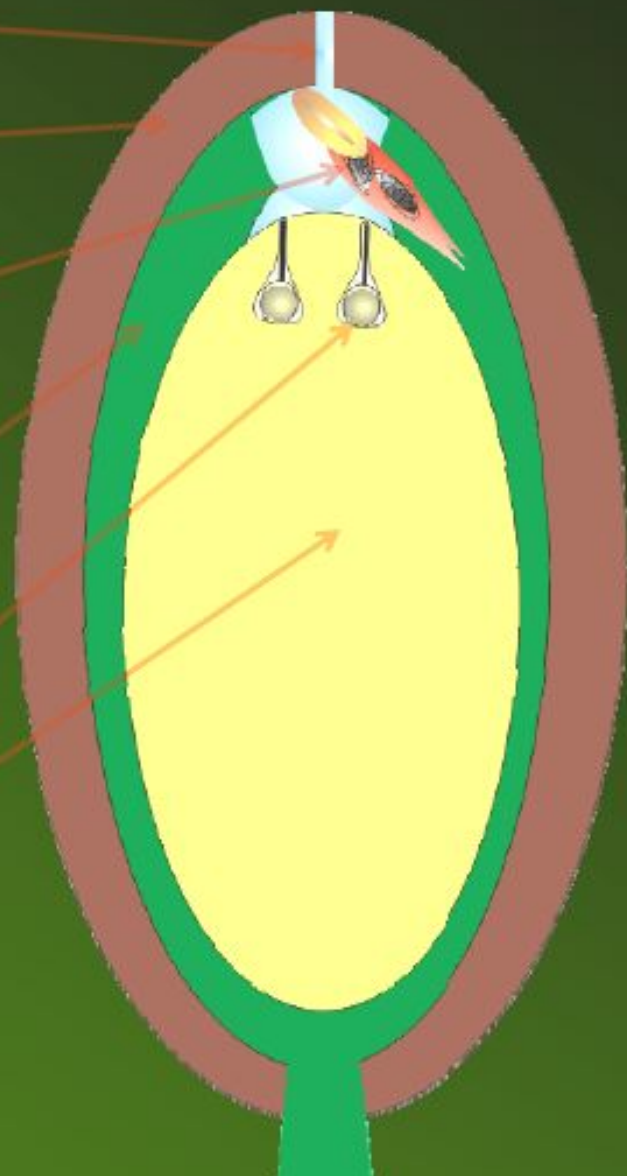
интегумент

гаустория

мегаспорангий

архегоний

женский
гаметофит



Семезачаток цикадовых и гинкговых

микропиле

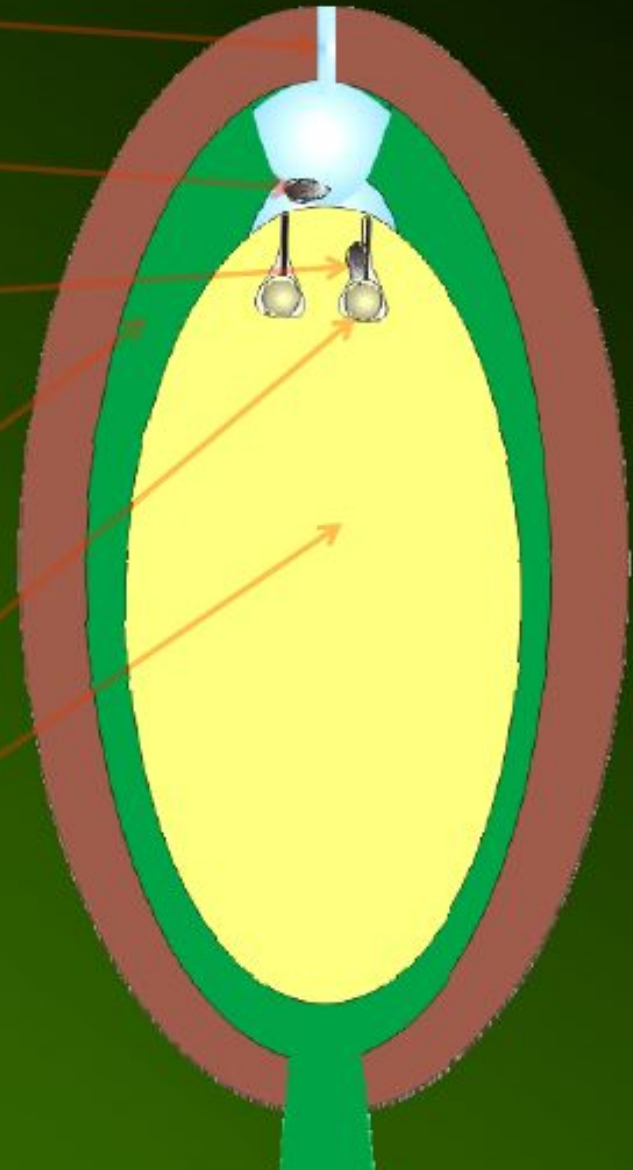
сперматозоид

сперматозоид

мегаспорангий

архегоний

женский
гаметофит



Семезачаток цикадовых и гинкговых

микропиле

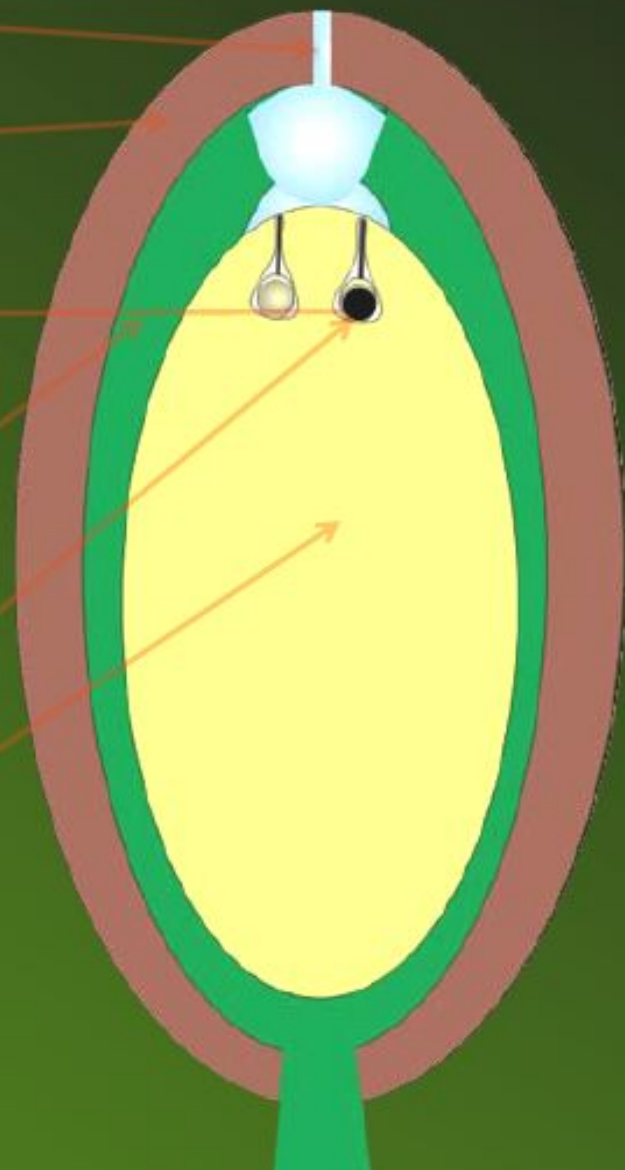
интегумент

зигота

мегаспорангий

архегоний

женский
гаметофит



Семезачаток цикадовых и гинкговых

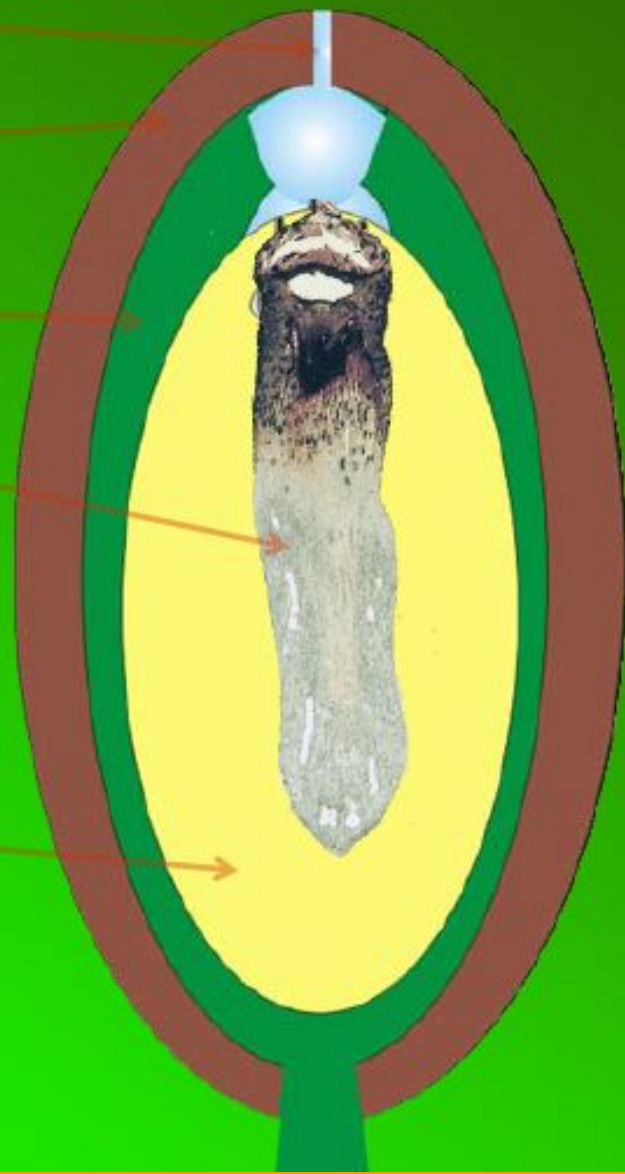
микропиле

интегумент

мегаспорангий

зародыш

женский
гаметофит



Отдел Голосеменные (*Pinophyta*, или *Gymnospermae*)

Класс Семенные папоротники (*Pteridospermopsida*, или *Lyginopteridopsida*)

Класс Саговниковые (*Cycadopsida*)

Порядок Цикадовые (*Cycadales*)

Класс Беннеттитовые (*Bennettitopsida*)

Порядок Беннеттитовые (*Bennettitales*)

Класс Оболочкосеменные (*Chlamydospermatopsida*)

Порядок Эфедровые (*Ephedrales*)

Порядок Вельвичиевые (*Welwitschiales*)

Порядок Гнетовые (*Gnetales*)

Класс Гинкговые (*Ginkgoopsida*)

Класс Хвойные (*Pinopsida*, или *Coniferopsida*)

Подкласс Кордаитовые (*Cordaitidae*)

Подкласс Хвойные (*Pinidae*)

Порядок Хвойные (*Pinales*, или *Coniferales*)

Порядок Тиссовые (*Taxales*)

Саговниковые (Cycadopsida).

Ныне живущая группа голосеменных растений известная еще до позднего карбона, расцвела был в юрском периоде.

Происхождение - от семенных папоротников.

Листья широкие и перистые похожие на папоротниковидные.

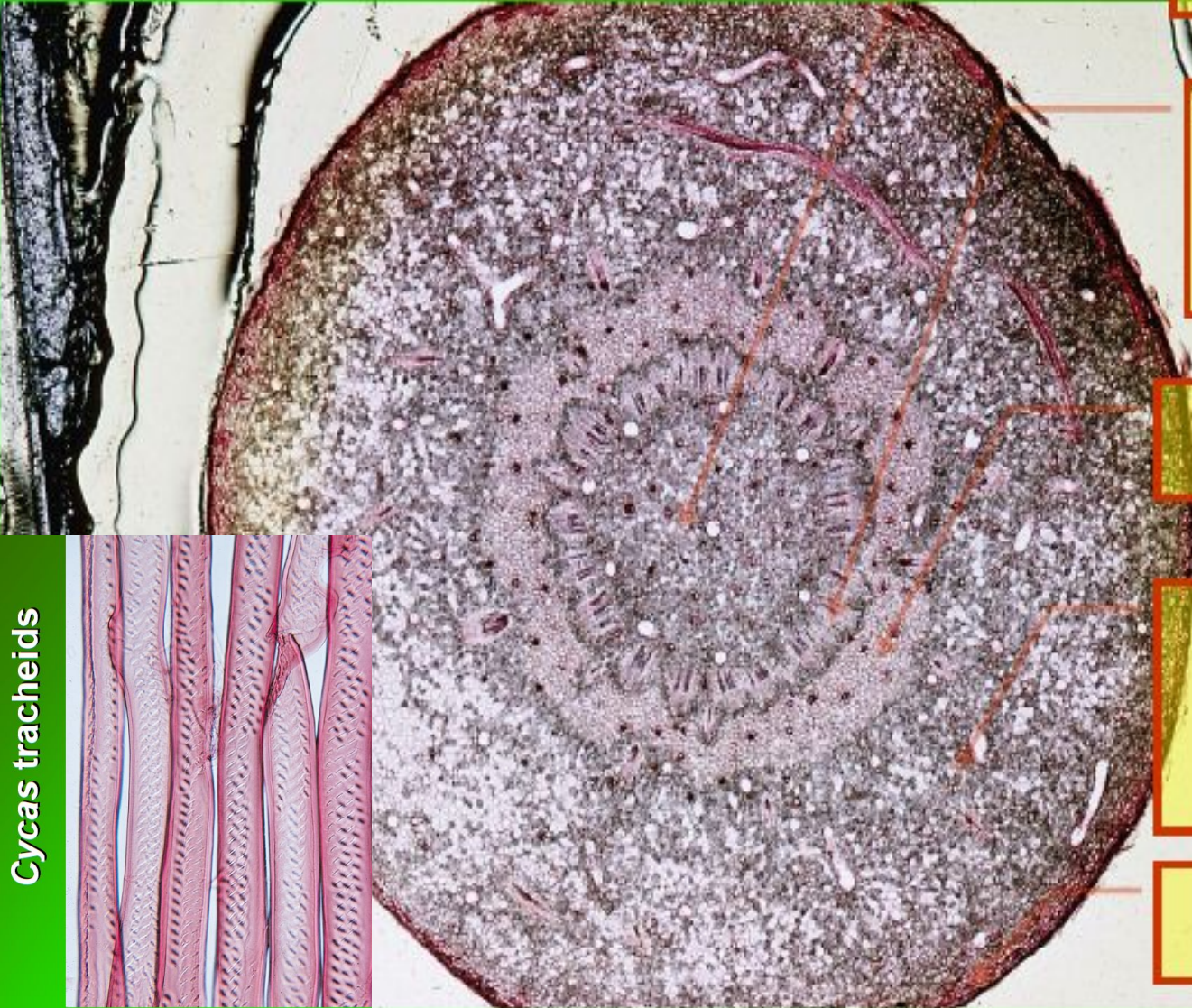
Стебли с толстой сердцевинной, слабо развитой и рыхлой вторичной древесиной (маноксильная) и толстую кору.

Спорофиллы собраны в однополые стробилы. Семязачатки с пыльцевой камерой.

Сперматозоиды с многочисленными жгутиками. Архегонии развиты.



Стебель *Cycas* sp.



сердцевина

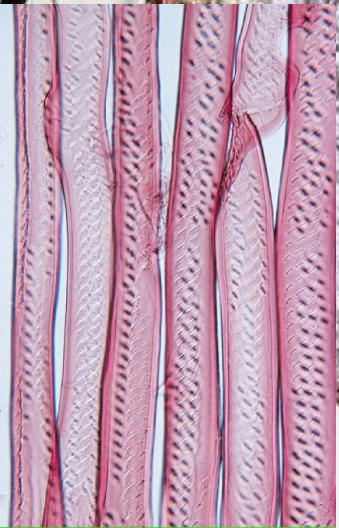
вторичная
ксилема

флоэма

коровая
паренхима

перидерма

Cycas tracheids



Sycas revoluta микростробилы и мегаспорофиллы



Свободные мегаспорофиллы Сусас sp.

Семезачаток

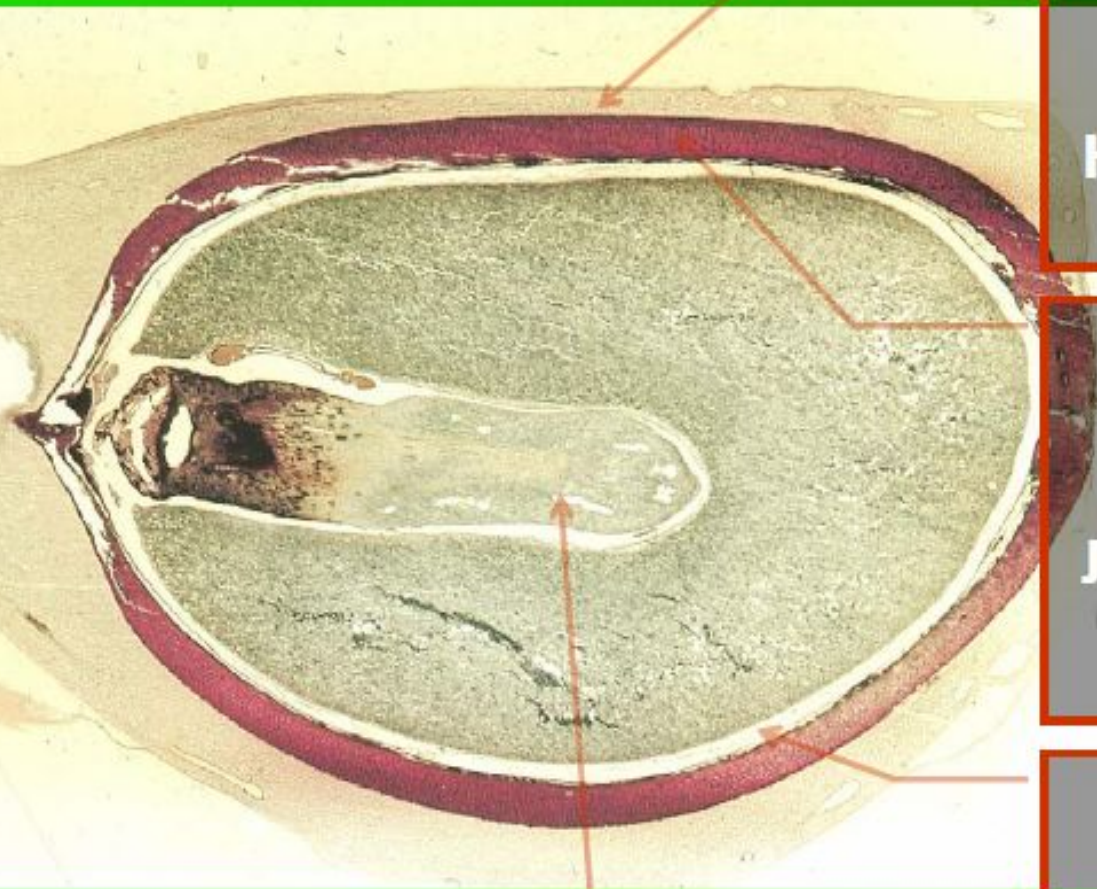


Свободные мегаспорофиллы *Sucas* sp.



Семя

Семя *Zamia* sp.



Спермодерма
наружный сочный
кутикулизованный
слой

Спермодерма
средний
лигнифицированный
слой

Спермодерма
внутренний слой

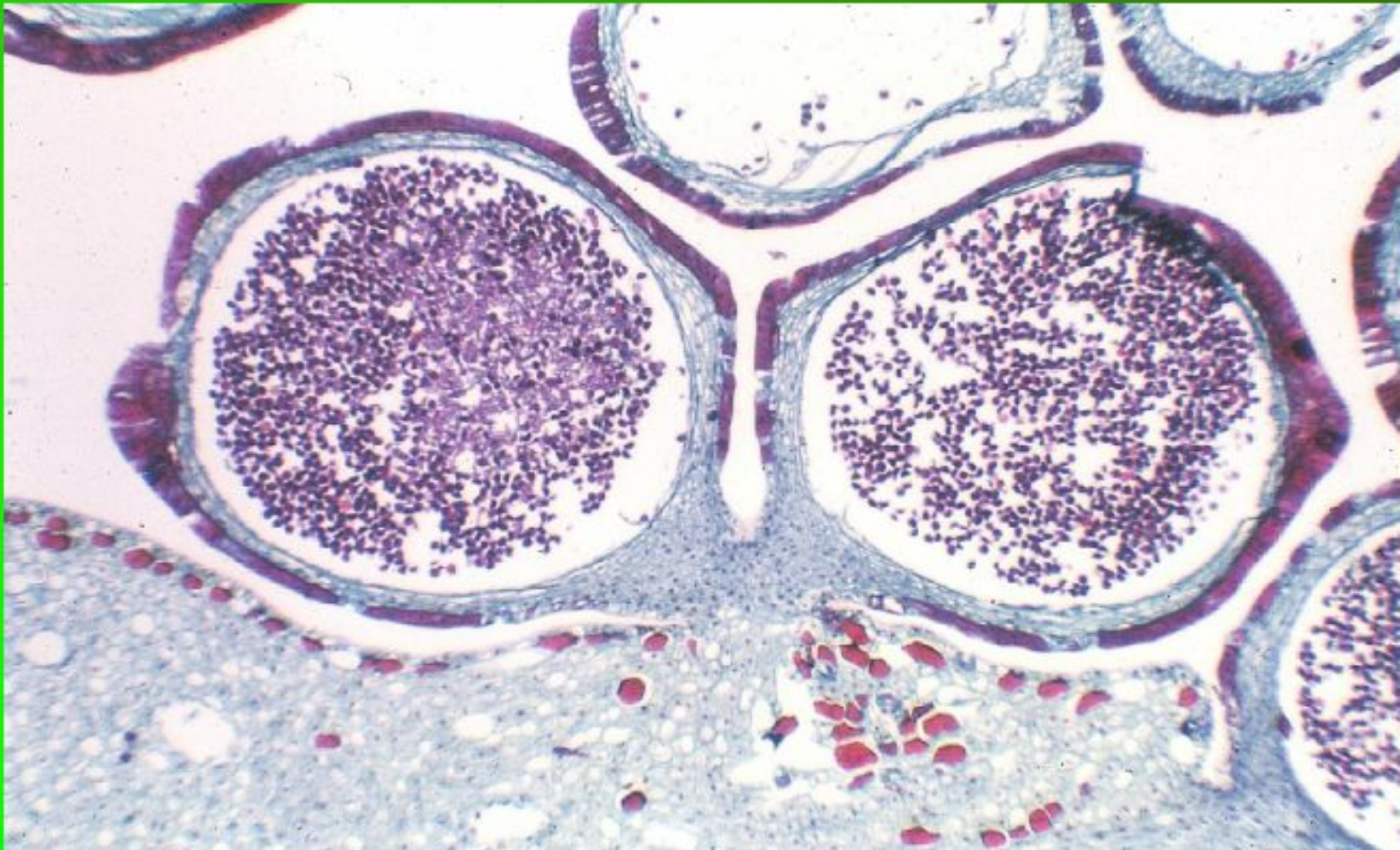
зародыш



микроспорангий

Микроспорофилл *Zamia* sp.

Микроспорангий *Zamia* sp.



Cycas ruminiana



Encephalartos laurentianus



**Encephalartos
senticosus**



Dioon edule

Cycas revoluta

**Zamia
skinneri**

Dioon spinulosum



Основные черты сходства с *Polypodiophyta*

- Улиткообразное закручивание листа
- Расположение микроспорангиев группами на нижней стороне микроспорофилла
- Эвспорангиатный тип развития микроспорангия
- Покров и аппарат вскрывания микроспорангия
- Развитие мегаспоры

Класс Ginkgoopsida



- 1 род
- 1 вид - *Ginkgo biloba* L.

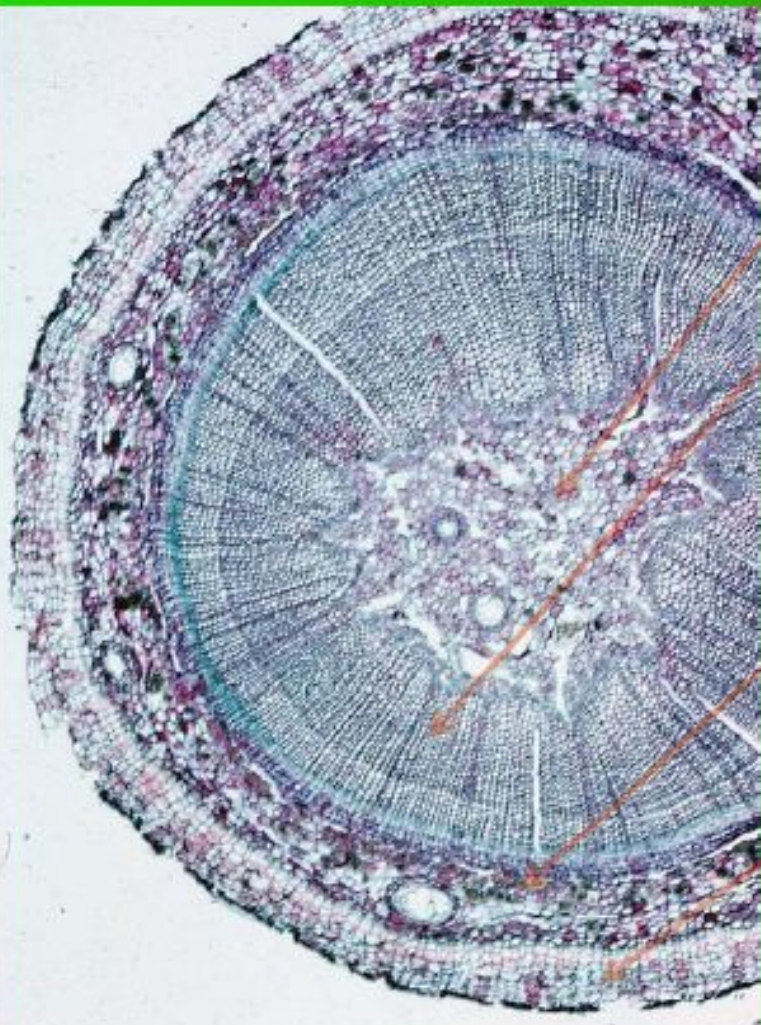


A close-up photograph of a Ginkgo biloba branch. The image shows several fan-shaped, green leaves with distinct venation. A terminal shoot is visible at the end of the branch. Two labels in Russian are overlaid on the image: 'ауксибласт' (auxiliary shoot) and 'брахибласт' (brachyshoot). Red lines connect these labels to the corresponding parts of the plant. The background is dark, making the green leaves stand out.

ауксибласт

брахибласт

Поперечный срез стебля *Ginkgo biloba*



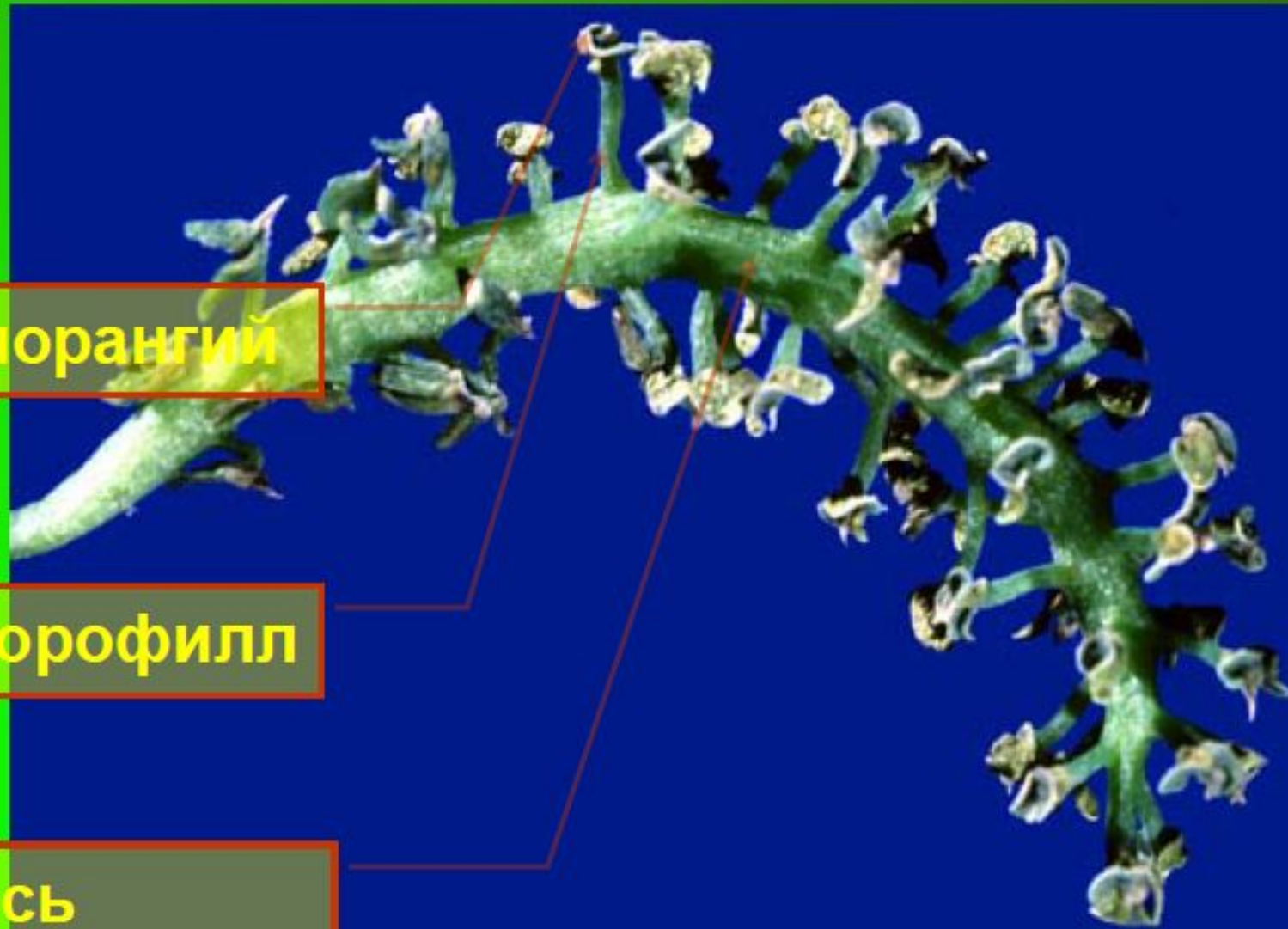
сердцевина

вторичная
ксилема

флоэма

перидерма

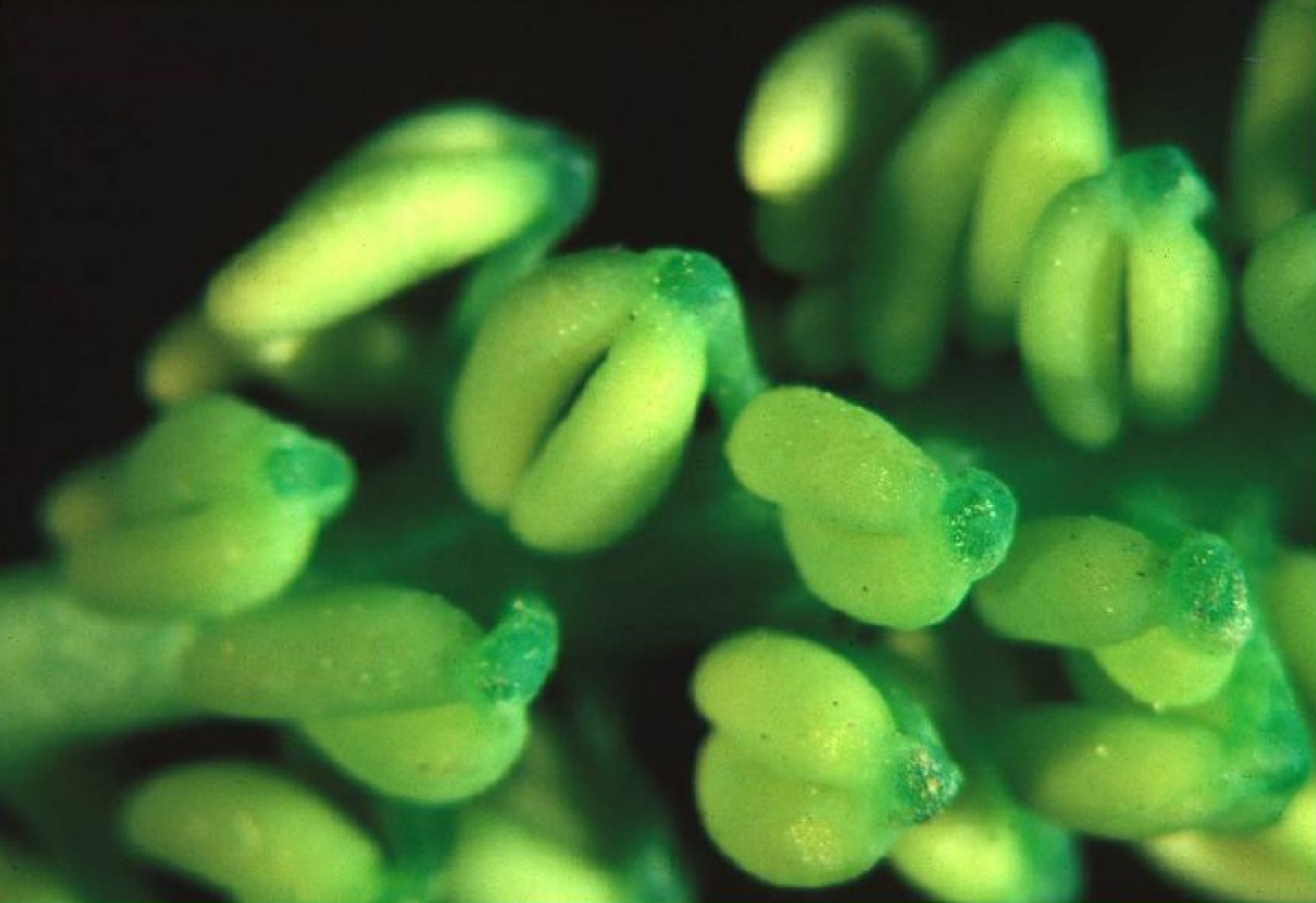
Микростробил *Ginkgo biloba*



микроспорангий

микроспорофилл

ось
микростробила



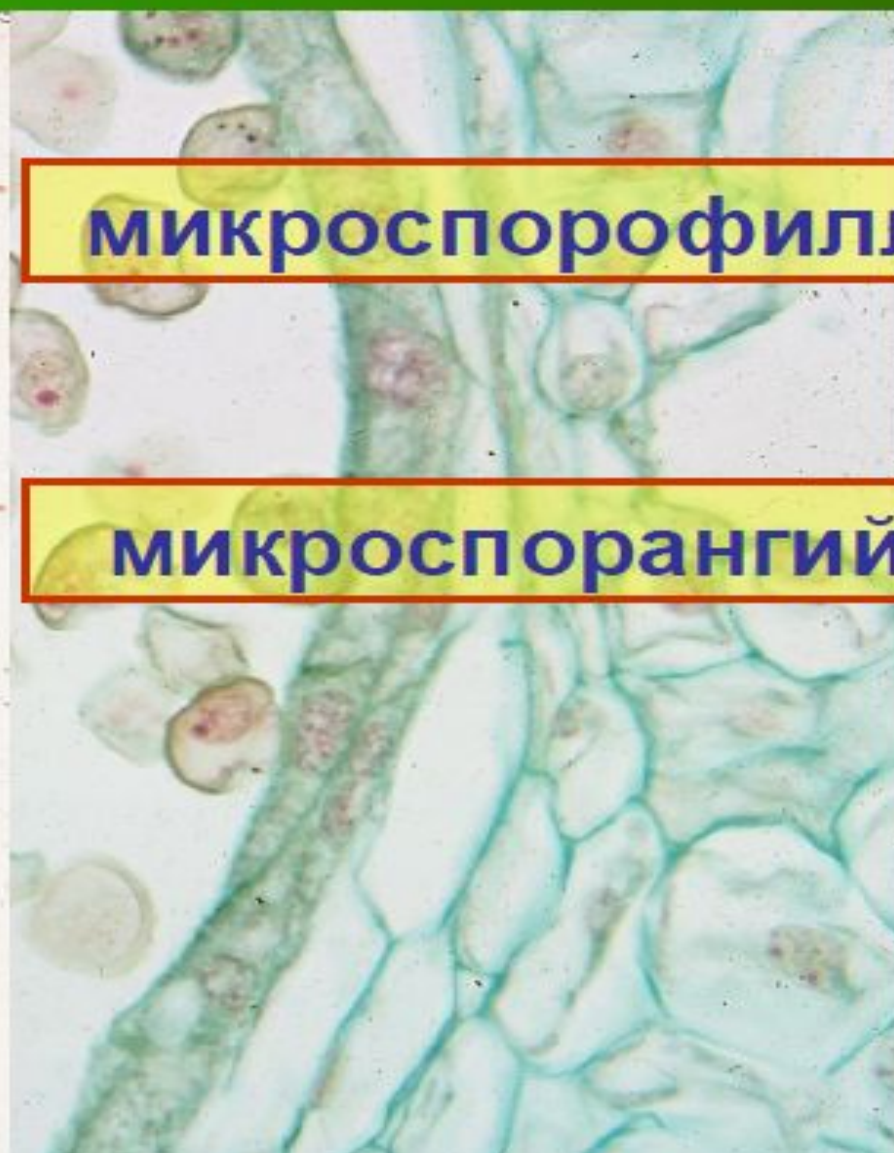
■ микроспорангии *Ginkgo*

Развитие пыльцы *Ginkgo biloba*



микроспорофилл

микроспорангий



Развивающийся семезачаток *Ginkgo biloba*

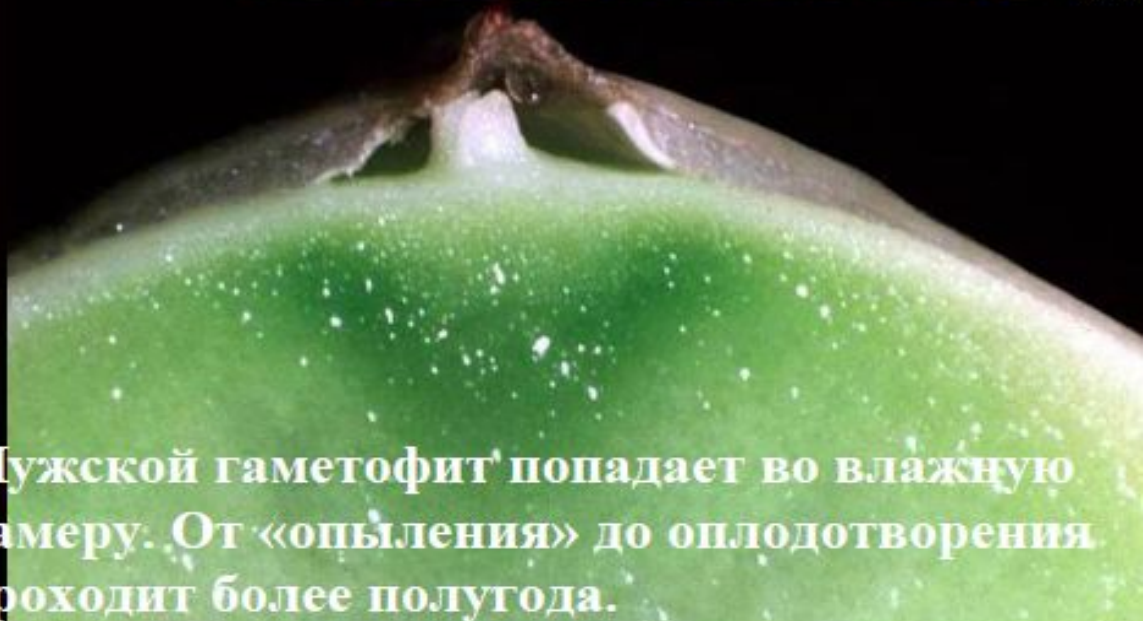
интегумент

нуцеллус



Мегастробилы *Ginkgo biloba* из ДВУХ мегаспорангиев.

- *Ginkgo* семезачаток выделяет капельку сахаристой «опылительной жидкости»



Мужской гаметофит попадает во влажную камеру. От «опыления» до оплодотворения проходит более полугода.

Семена *Ginkgo biloba*

семя

редуцированный
семезачаток





Зародыш в семени Гинкго, окруженный тканями гаметофита

Класс Pinopsida

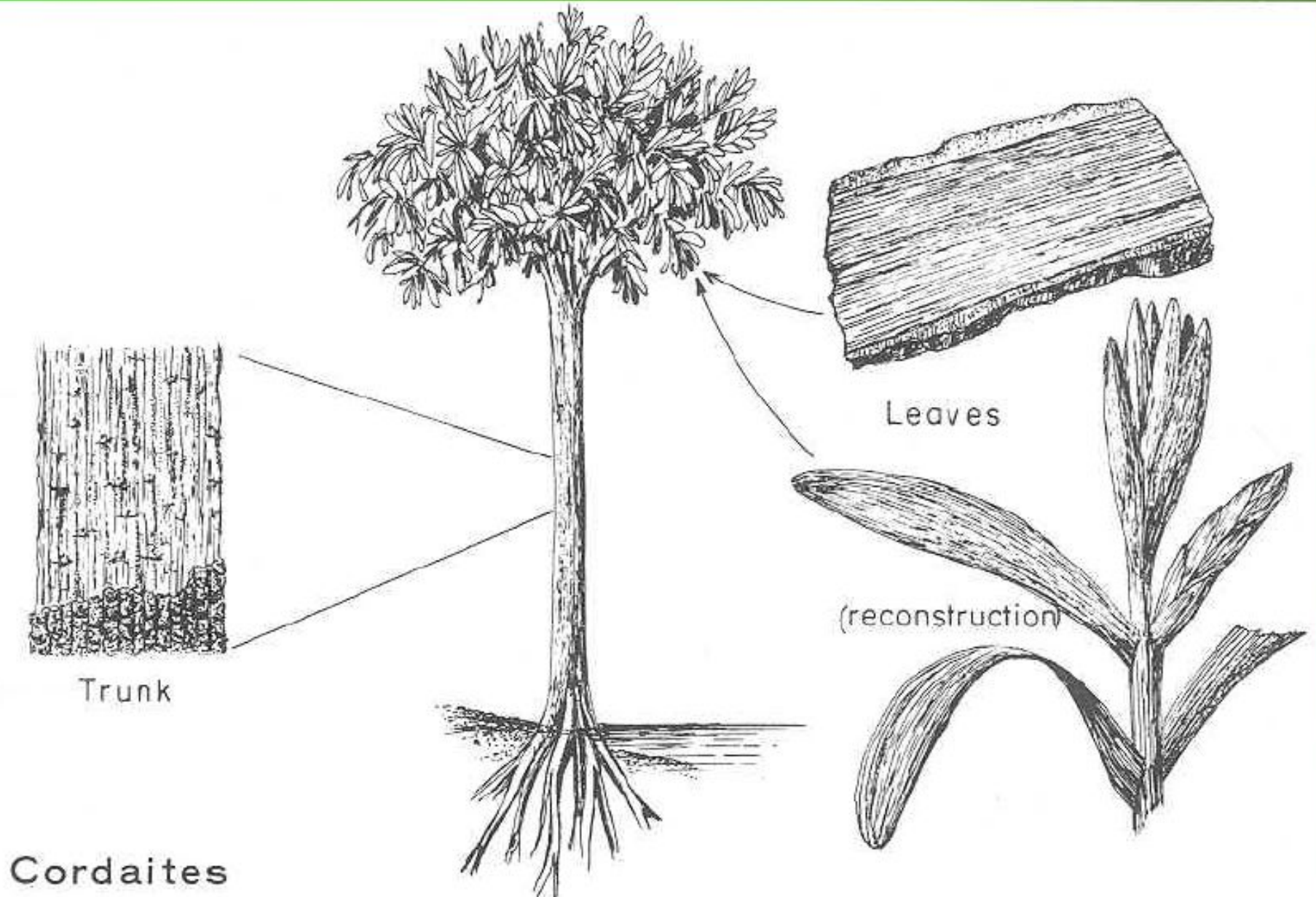
A close-up photograph of a pine branch. The branch is brown and woody, with several clusters of green, needle-like leaves. A single, brown, textured pine cone is attached to the branch. The background is a soft, out-of-focus greyish-blue, suggesting a sky or a distant landscape.

- 7 семейств
- 55 родов
- 560 ВИДОВ

Подкласс Cordaitidae
Порядок Cordaitales
Сем. Cordaitaceae

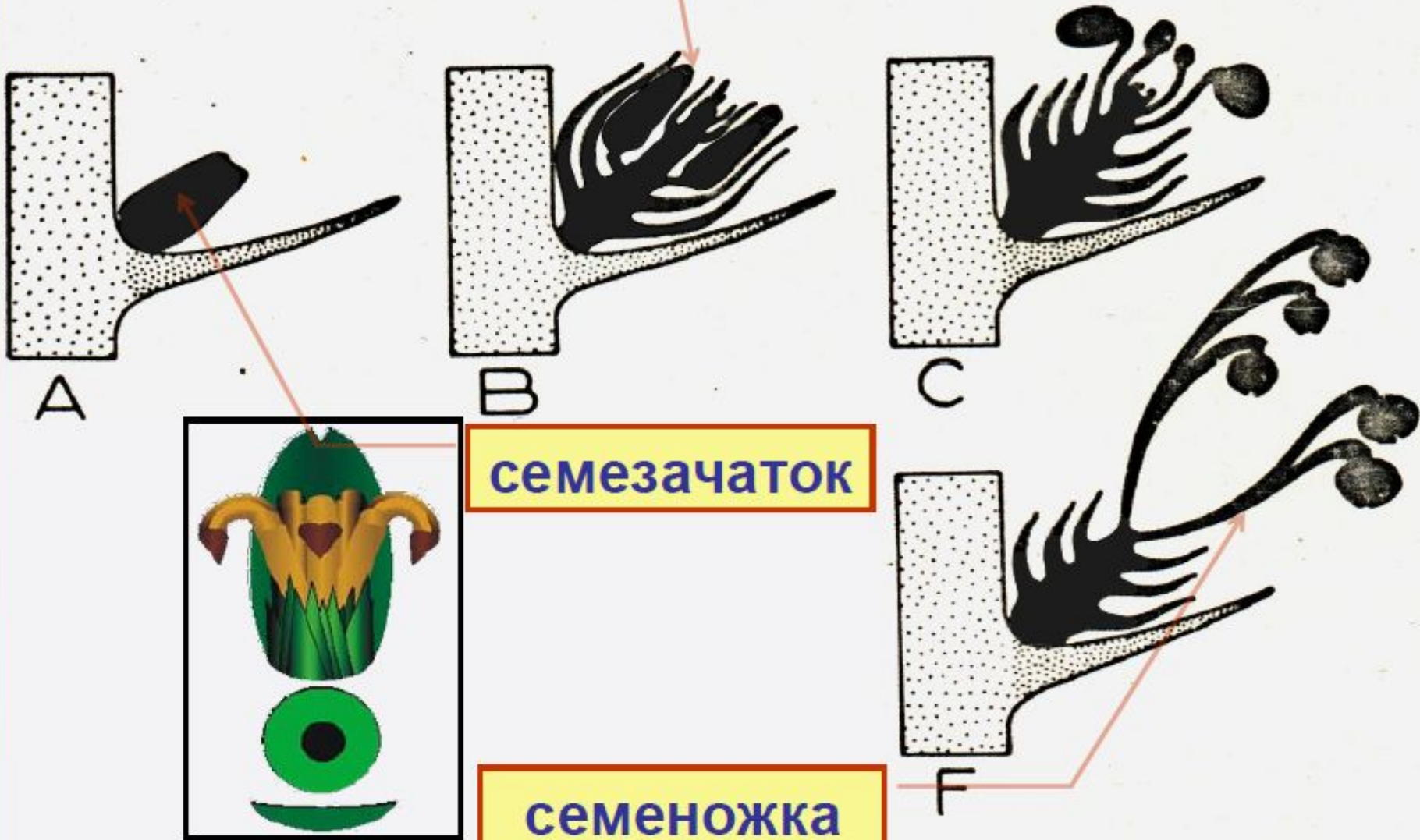


Известны с конца карбона. Занимали обширные площади, принимали участие в образовании каменного угля. Деревья с листьями от 3-4 см до 1 м. Трахеиды с окаймленными порами.



Разнообразие мегастробилов

Пазушный комплекс
(мегастробил)



Стробилы кордаитовых

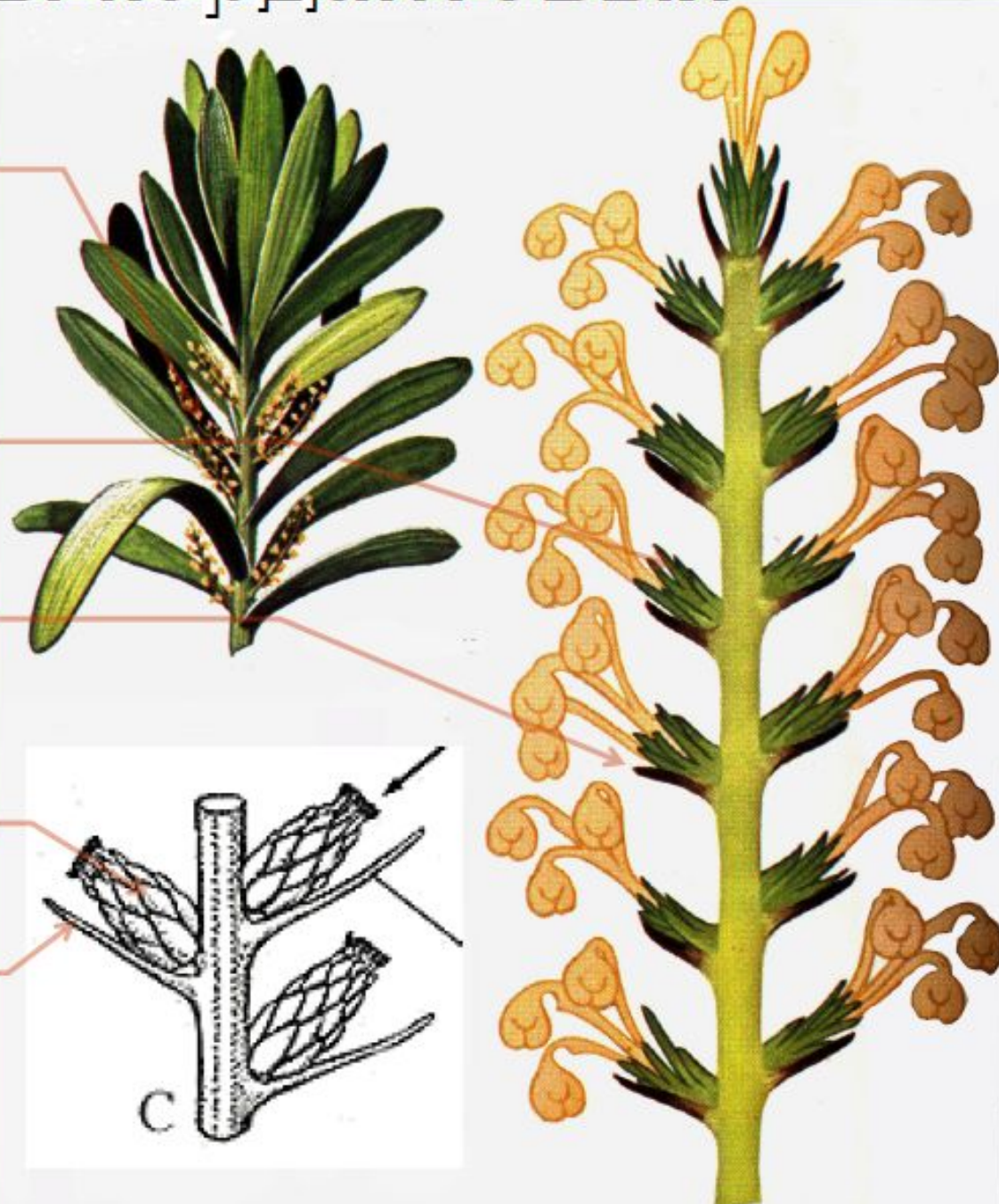
собрание
мегастробилов

мегастробил

кроющая чешуя

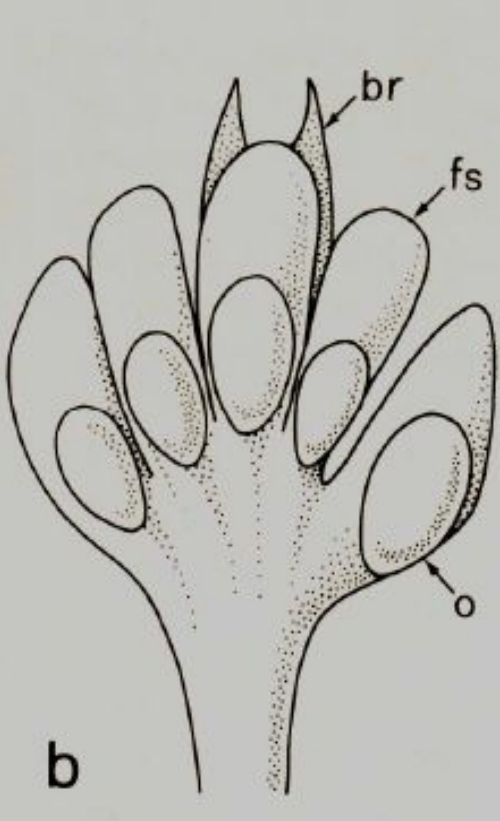
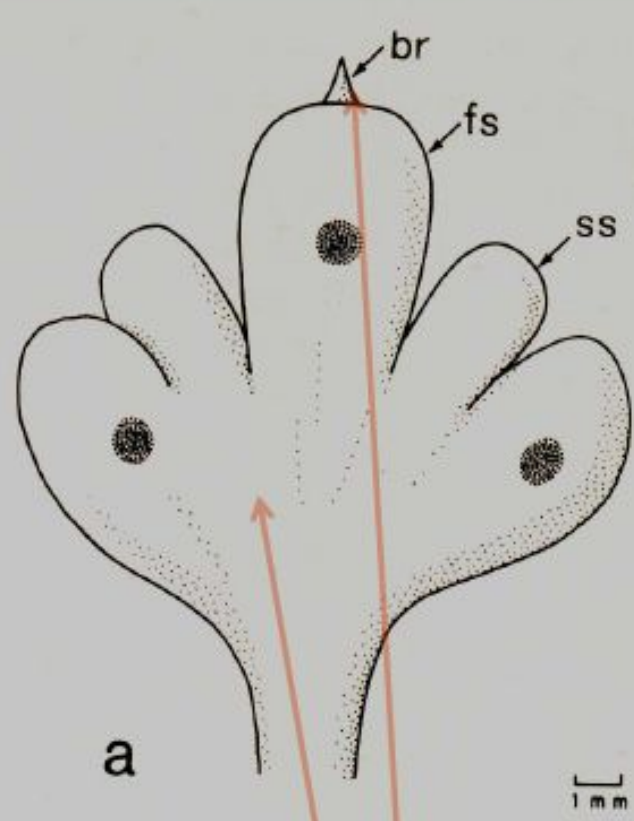
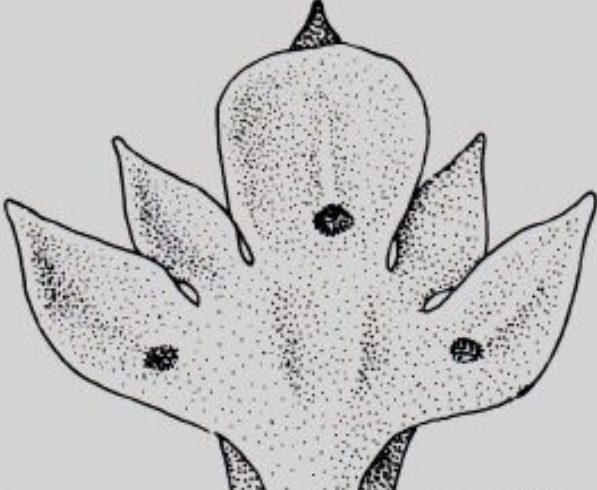
микростробил

кроющая чешуя



Подкласс Pinidae
Порядок VOLTZIALES





Voltzia

Voltziopsis

Кроющая чешуя

Семенная чешуя

Пермь, триас

Порядок ARAUCARIALES

семейство Araucariaceae



- 3 рода
- 40 видов

Araucaria araucana



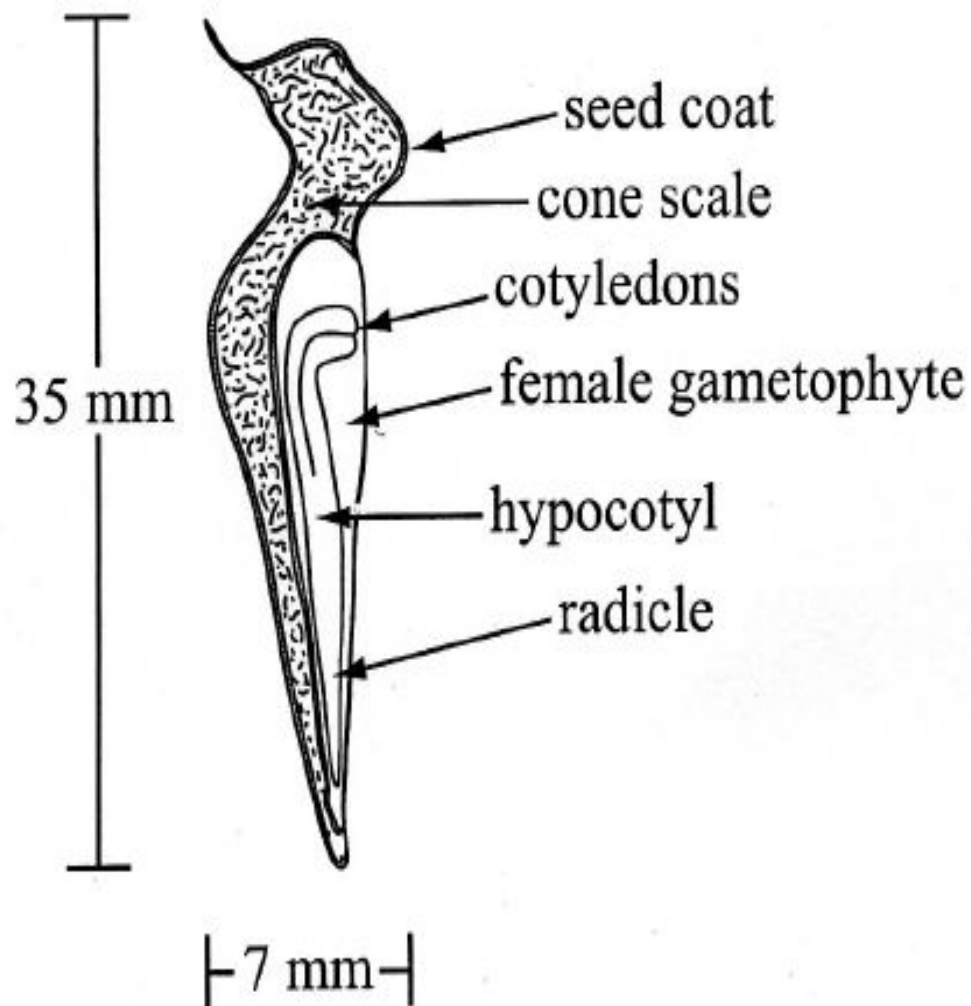
Микростробилы



Araucaria angustifolia

Araucaria семя

Araucaria heterophylla



Araucaria bidwilli



Araucaria bidwilli



Araucaria heterophylla



Agathis australis



Wollemia nobilis

Родовое название – соответствует названию национального парка в Австралии, где в **1994** году была обнаружена, а видовое – в честь ученого Tony Noble, который совершил это открытие. Сейчас произрастает на ограниченном пространстве национального парка в 200 км от Сиднея в количестве 40 взрослых и около 200 молодых экземпляров.



Воллемия – представитель одного из трех видов сохранившихся до сегодняшнего дня семейства араукариевых – реликтовых хвойных. Их долго считали вымершими.

Эти деревья существовали на земле задолго до того, как появились на ней люди.

Самым древним найденным остаткам реликтового дерева 90 миллионов лет, но предположительно оно существовало и раньше.

Нашел дерево в 1994 году работник Национального парка Дэвид Нобл. в одном из захолустных уголков парка площадью в 500 000 гектаров.

Кора ярко-коричневого цвета, с пузырящейся губчатой поверхностью.

Листья длинные, похожие на папоротниковые, слегка завиты у основания.

Высокое дерево, около метра в обхвате и 35 метров высотой.

Wollemia nobilis



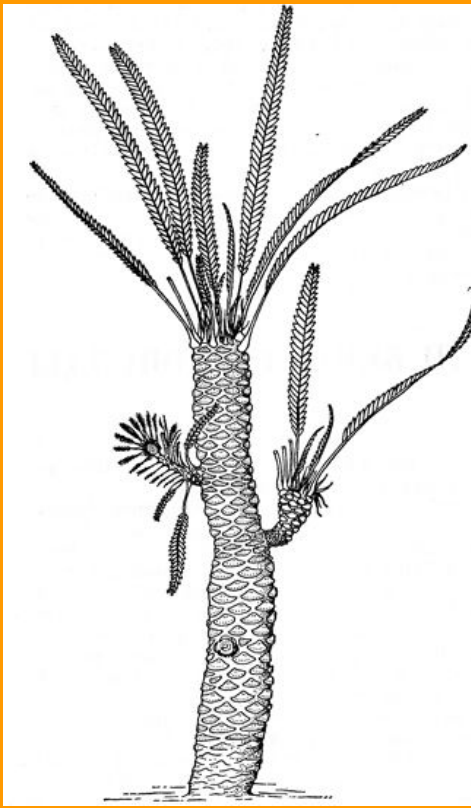
Беннеттитовые (Bennettitopsida).

Вымершая группа, существовавшая от пермского периода до позднего мела, но наибольшую роль игравшая в юрском периоде и в раннем меле. Происхождение, вероятно, от семенных папоротников.

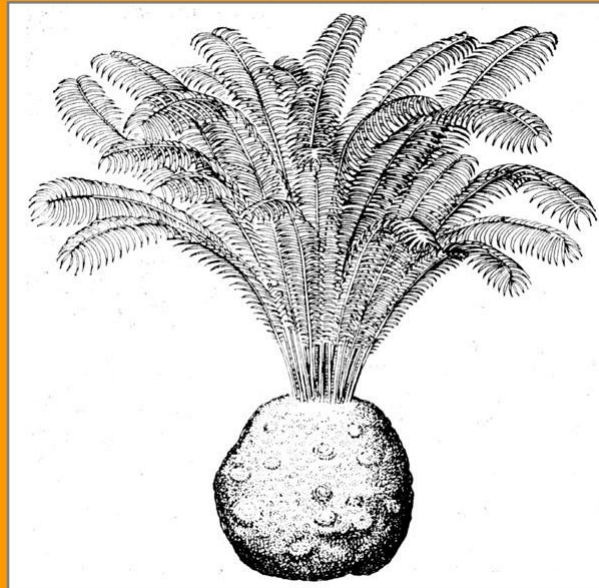
Наиболее известны роды вильямсония и цикадеоидея. Внешним обликом напоминали пальмы.

Листья перистые или реже цельные. Стебли маноксилные, как у саговниковых.

Спорофиллы были собраны в стробилы, обоеполые или реже однополые.



Вильямсония. Внешний вид (реконструкция)



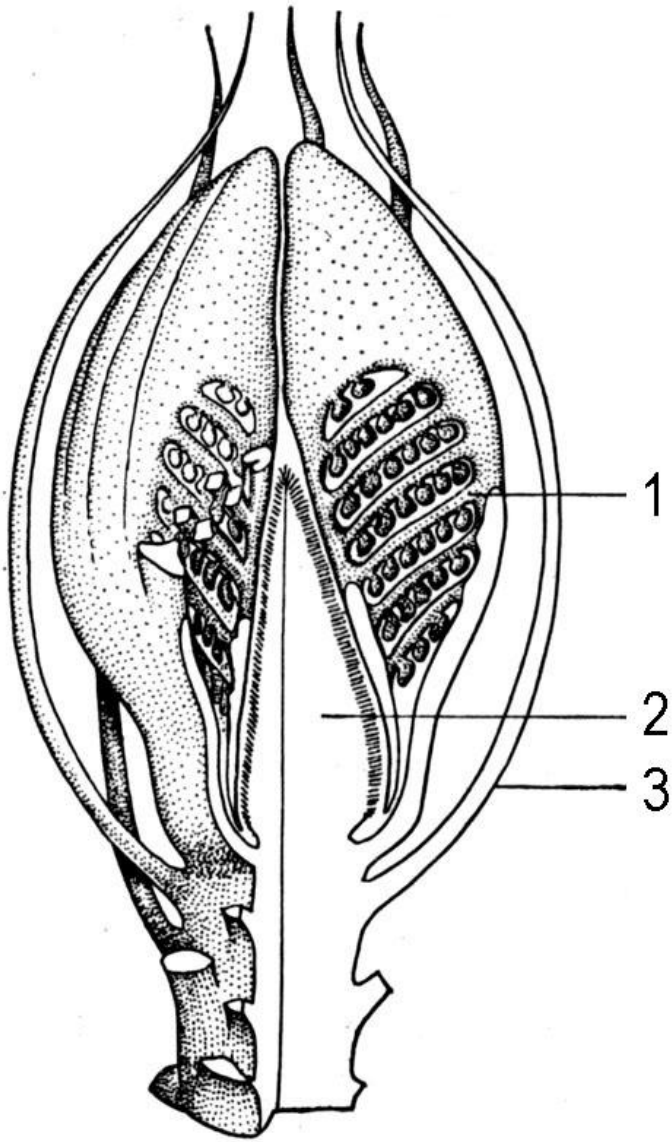
Цикадеоидея. Внешний вид

Отдел Голосеменные: Беннеттитовые

Имели обоеполые стробилы, напоминающие по типу строения цветок магнолиевых – наиболее примитивных из современных покрытосеменных.

Микроспорофиллы с большим числом микроспорангиев располагались на периферии стробилов (1), а редуцированные мегаспорофиллы – в их центральной части (2). Каждый из них имел по одному семязачатку.

Спорофиллы были окружены покроволистиками (3), функционально сходными с околоцветником цветковых растений.



**Обоеполый стробил
цикадеоидеи**

Bennettitopsida

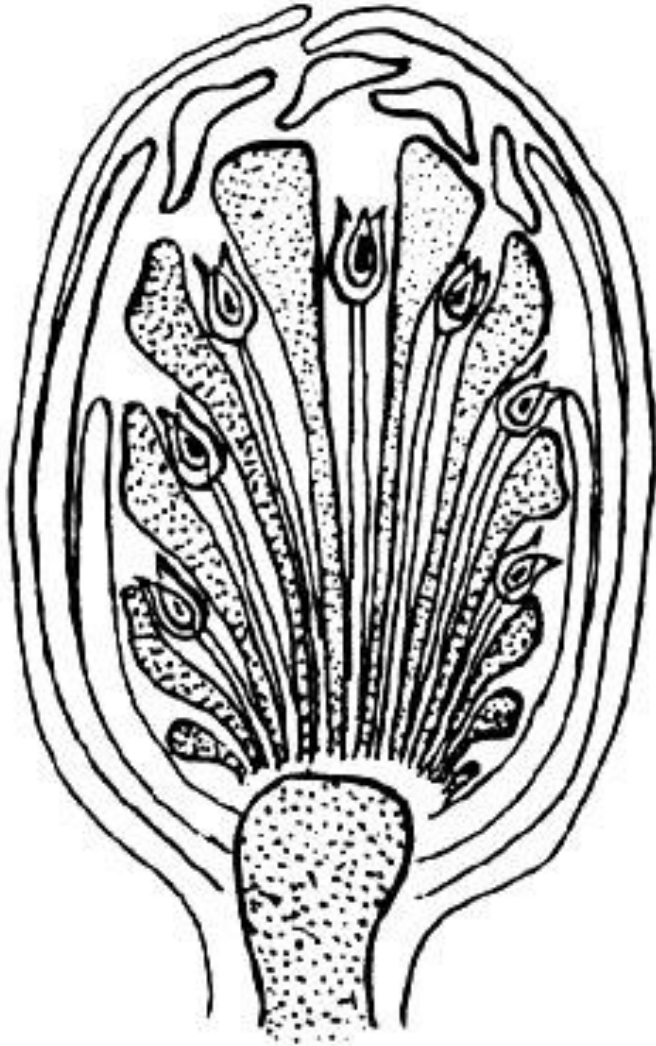
Отдел Голосеменные: Беннеттитовые

Опыление осуществлялось при помощи ветра и насекомых.

Зародыш в семенах вполне развитый, заполнял все семя.

Семена имели две хорошо развитые семядоли, в которых находились запасные питательные вещества.

Произошли от семенных папоротников.



**Женская часть
стробила
беннеттитовых**

Гнетовые (Gnetopsida).

Три порядка (Ephedrales, Welwitschiales и Gnetales), каждый из которых содержит по одному семейству.

Современные растения. Происхождение, вероятно, от беннеттитовых. Листья цельные.

Стебли у вельвичии маноксильные, а у хвойника и гнетума пикноксильные (от греч. *pykno* — плотный), т. е. кора и сердцевина относительно тонкие, а вторичная древесина относительно сильно развитая и компактная. Характерно наличие сосудов.

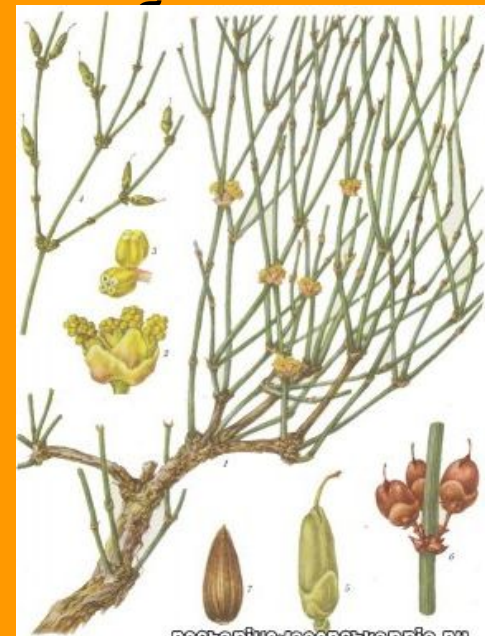
Спорофиллы собрапы в однополые стробилы.

Наличие рудиментарного семязачатка в мужских стробилах вельвичии и некоторые другие данные позволяют предполагать, что однополые стробилы гнетовых произошли из обоеполых беннеттитовых.

Семязачатки с рудиментарной пыльцевой камерой.

Мужские гаметы лишены жгутиков.

Архегонии развиты (хвойник) или отсутствуют.



Gnetopsida Гнетовые

Отличительные черты строения:

- 1) дихазальное ветвление собраний стробилов, совершенно нехарактерное для остальных современных голосеменных;
- 2) наличие похожего на околоцветник покрова (оболочки) вокруг стробилов, что также необычно для современных голосеменных;
- 3) признаки прошлой обоеполости стробилов, особенно хорошо выраженные у вельвичии;
- 4) длинные микропиллярные трубки, образованные вытянутым интегументом;
- 5) наличие сосудов во вторичной ксилеме, резко отличающее их от всех остальных голосеменных.

Порядок 1. Гнетовые (*Gnetales*)



Порядок гнетовые включает одноименное семейство гнетовые с единственным родом гнетум (*Gnetum*). К нему относится около 30 видов.

Жизненные формы. Крупные древесные лианы, деревья и кустарники, обитающие во влажных тропических лесах Южной Америки, Африки и Южной Азии.

Листья крупные, цельные, кожистые, с короткими черешками, напоминают листья некоторых покрытосеменных.

Двудомные растения. **Стробилы** однополые, мелкие. Мужские стробилы собраны в плотные сережки, микроспорофиллы расположены мутовчато.

Женские стробилы собраны в рыхлую кисть. Мегастробил состоит из одного семязачатка и двух покровов.

Наружный покров при созревании семени становится сочным и ярко окрашенным, а внутренний – отвердевает. Из семян гнетума получают пищевое масло.

Гнетум (*Gnetum gnemon*)
Мужское растение

Порядок 2. Вельвичиевые Welwitschiales



Порядок вельвичиевые включает одноименное семейство вельвичиевые с одним родом и единственным видом – вельвичией удивительной (*Welwitschia mirabilis*).

Жизненная форма. Поразительное по своему облику растение – дерево-карлик с длинным стержневым корнем, толстым коротким стволом и двумя листьями, растущими всю жизнь (до 2000 лет).

Резко выраженный ксерофит, приспособленный к условиям пустынного климата. Произрастает в каменистых пустынях Юго-Западной Африки.

Листья достигают 2–3 м в длину и постоянно нарастают у основания. На верхушке расщепляются и отмирают. Влагу поглощают из густого тумана через многочисленные устьица на обеих сторонах листьев.

Порядок 2. Вельвичиевые



Вельвичия – двудомное растение.

Стробилы однополые, разветвленные.
Архегониев нет.

Формируется несколько женских половых клеток, одна из которых после оплодотворения дает семя.

**Вельвичия
удивительная**

