



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Nahosemenné – 1. část

Petr Bureš



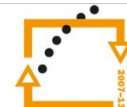
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nahosemenné rostliny



<https://www.youtube.com/watch?v=WqGhmKYXcdM>

Společné znaky semenných rostlin, (nahosemenných i krytosemenných)

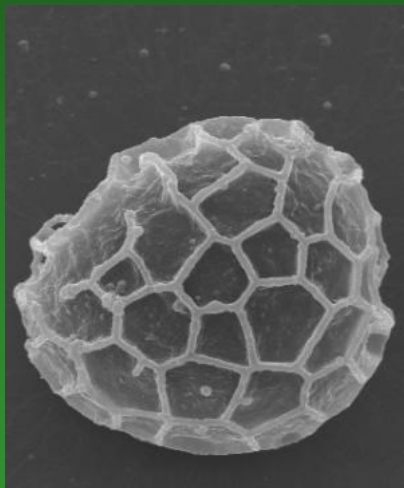
odlišující je od

výtrusných vyšších rostlin (jätrovek, mechů, hlevíků, plavuní, kapradin a jejich příbuzných)

1. Spora vers. semeno

Spora čili výtrus

- rozmnožovací buňka,
- vzniká meiózou v zárodečné vrstvě sporangia
- krytá rezistentním obalem ze sporopoleninu



spóra *Lycopodium clavatum*

Semeno

- mnohobuněčný rozmnožovací orgán
- vzniká z oplozeného vajíčka,
- krytý osemením (testou) = přeměněným integumentem



uvnitř: zárodek (embryo) + živné pletivo

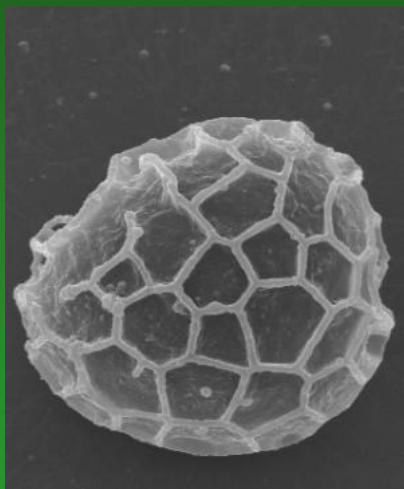
– **primární** ž.p. (perisperm) = zbytek megaprothalia **u nahosemenných**

+ **sekundární** ž.p. (endosperm) **u krytosemenných**

1. Spora vers. semeno

Spora čili výtrus

- rozmnožovací buňka,
- vzniká meiózou v zárodečné vrstvě sporangia
- krytá rezistentním obalem ze sporopoleninu



spóra *Lycopodium clavatum*

Semeno

- mnohobuněčný rozmnožovací orgán
- vzniká z oplozeného vajíčka,
- krytý osemením (testou) = přeměněným integumentem



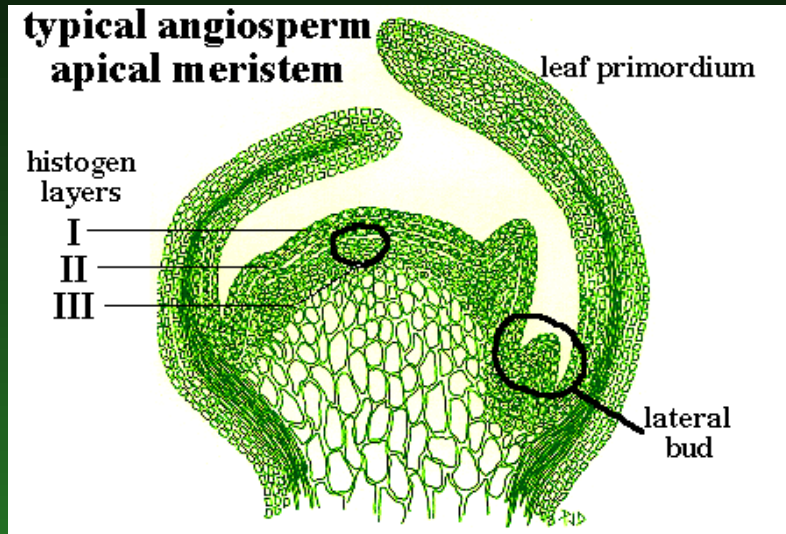
uvnitř: zárodek (embryo) + živné pletivo

– **primární** ž.p. (perisperm) = zbytek megaprothalia **u nahosemenných**

+ **sekundární** ž.p. (endosperm) **u krytosemenných**

Geny zodpovědné za tvorbu semen vznikly z genů pro tvorbu sporangií kapradin

2. Vzrostný vrchol stonku



semenné: mnohobuněčný

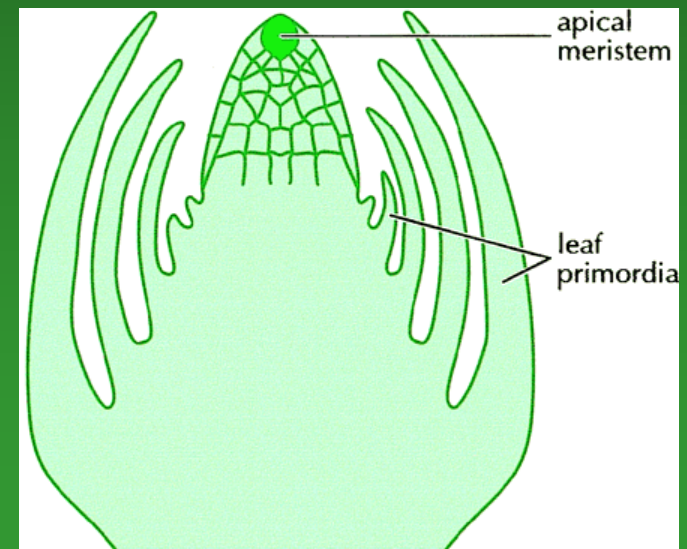
Vícevrstevný u krytosemenných

- vnější vrstvy = tunika dělí buňky antiklinálně (kolmo k povrchu)
- vnitřní vrstvy – korpus jeho buňky se dělí jak antiklinálně tak periklinálně

U nahosemenných zpravidla jednovrstevný jeho buňky se dělí jak anti- tak periklinálně

výtrusné (mechorosty, plavuně a monilofyty)

– zpravidla jediná buňka



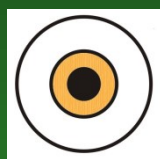
3. Vodivé elementy stonku = eustélé nebo ataktostélé



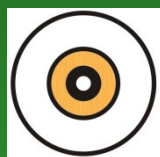
Plektostélé – plavuně



Aktinostélé – plavuně,
eusporangiální kapradiny



Protostélé – nejpůvodnější typ
ryniofyty, plavuně,
vz. kapradiny



Sifonostélé – ve středu stélé dutina
nebo dřeň (sifon), (*Osmunda*)



Solenostélé – dutina, lýko, dřevo,
lýko, *Adiantum*, *Dicksonia*,
Marsilea



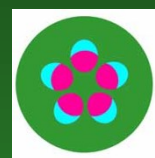
Diktyostélé – síť dřevostředných
cévních svazků v oddencích
kapradin



Arthrostélé – do kruhu uspořádané uzavřené
cévní svazky ve stoncích přesliček

Semenné rostliny

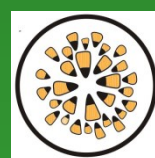
Eustélé – souvislé válce lýka a dřeva



rozdělené radiálně procházejícími
dřeňovými paprsky na větší počet
cévních svazků kolaterálních, které jsou
kruhovitě uspořádány

**nahosemenné, bazální
krytosemenné a
dvouděložné**

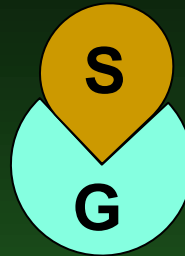
Ataktostélé – cévní svazky se nepravidelně



rozložily v parenchymu, není zde
kambium a tyto rostliny nemohou proto
druhotně tloustnout klasickým způsobem
**(jednoděložné, *Piperaceae*, některé
Amaranthaceae)**

4. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)

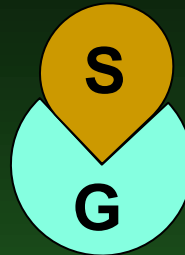


Sporofyt závislý na gametofytu,
jen gametofyt se může množit
vegetativně.

Oplození přestane být závislé na vodě

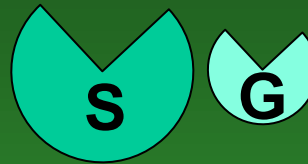
4. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)



Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

Výtrusné cévnaté rostliny
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)

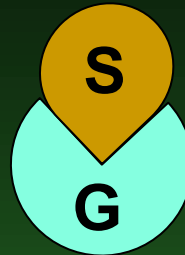


Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

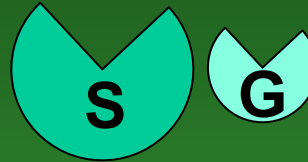
4. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)



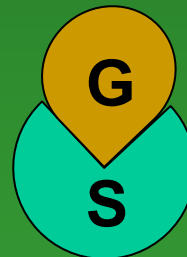
Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

Výtrusné cévnaté rostliny
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

Semenné rostliny
(nahosemenné, krytosemenné)

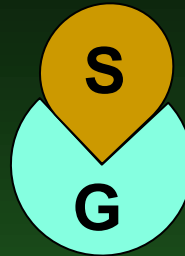


Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

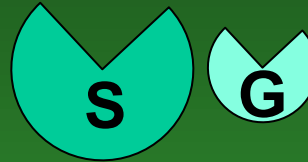
4. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)



Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

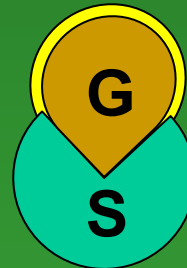
Výtrusné cévnaté rostliny
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

vajíčko → semeno

Semenné rostliny
(nahosemenné, krytosemenné)

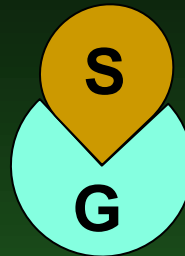


Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

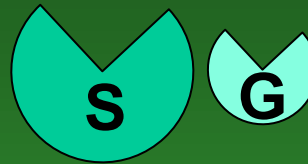
4. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)



Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

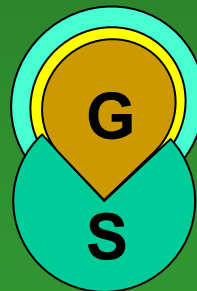
Výtrusné cévnaté rostliny
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

pestík → plod

Semenné rostliny
(nahosemenné, krytosemenné)



Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

5. Pohlavnost fází životního cyklu se „přepne“

Výtrusné

Gametofyt

hermafroditní nebo jednopohlavný

Oplození přestane být závislé na vodě

5. Pohlavnost fází životního cyklu se „přepne“

Výtrusné

Gametofyt
Sporofyt

hermafroditní nebo jednopohlavný
vždy bezpohlavní

Oplození přestane být závislé na vodě

5. Pohlavnost fází životního cyklu se „přepne“

Výtrusné	Gametofyt Sporofyt	hermafroditní nebo jednopohlavný vždy bezpohlavní
Semenné	Gametofyt	vždy jednopohlavný

Oplození přestane být závislé na vodě

5. Pohlavnost fází životního cyklu se „přepne“

Výtrusné	Gametofyt Sporofyt	hermafroditní nebo jednopohlavný vždy bezpohlavní
Semenné	Gametofyt Sporofyt	vždy jednopohlavný hermafroditní nebo jednopohlavný

Oplození přestane být závislé na vodě

6. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

Výtrusné Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu

6. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

Výtrusné Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu

Šance homologních chromosomů dostat se do další generace jsou stochastické = není o co soutěžit

6. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

Výtrusné **Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu**

Šance homologních chromosomů dostat se do další generace jsou stochastické = není o co soutěžit

Semenné **Totální homozygot nemůže vzniknout, selfing (jednopohlavného) gametofytu není možný a selfing sporofytu vede „jen“ ke zvýšení homozygosity (a příp. inbrední depresi), nikdy ne k homozygositě úplné.**

6. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

Výtrusné **Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu**

Šance homologních chromosomů dostat se do další generace jsou stochastické = není o co soutěžit

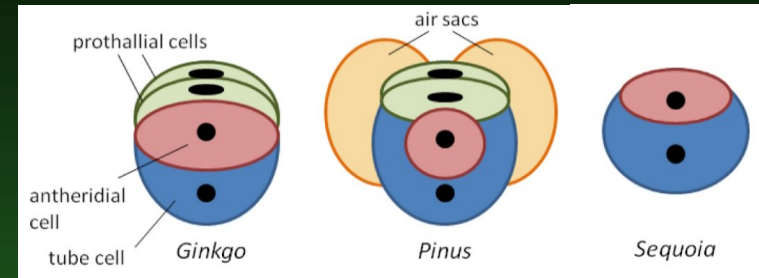
Semenné **Totální homozygot nemůže vzniknout, selfing (jednopohlavného) gametofytu není možný a selfing sporofytu vede „jen“ ke zvýšení homozygosity (a příp. inbrední depresi), nikdy ne k homozygositě úplné.**

Jen jeden produkt ze 4 přežívá v samičí meióze = jen jeden z homologních chromosomů každého páru se dostane do další generace – to může vyústit v „boj o přežití“ tehdy, když je polaritou a asymetrií meiotického mikrotubulárního vřeténka šance přežít nějak determinována = meiotický tah

7. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothalamium (desítky μm ; 5–3 buňky)

- (1) v mikrosporangiu \rightarrow mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky \rightarrow 2-4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium



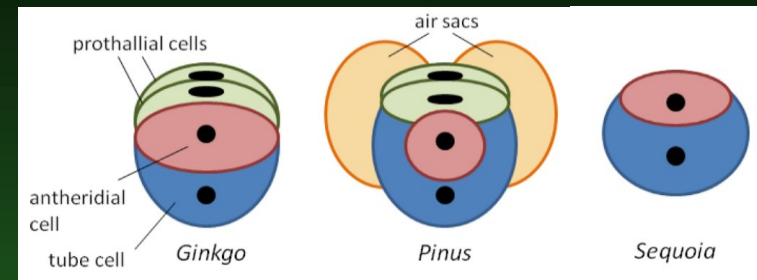
nahosemenné

krytosemenné

7. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothalamium (desítky μm ; 5–3 buňky)

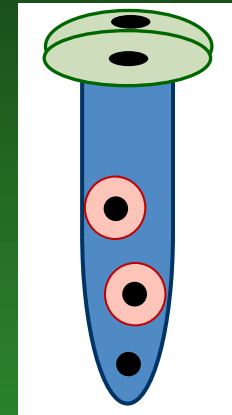
- (1) v mikrosporangiu \rightarrow mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky \rightarrow 2-4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium (jako 2-4 buněčné)



- (4) zachycení samičím orgánem (= polinační kapkou nebo bliznou)
- (5) blána mikrospory praská \rightarrow **pylová láčka** vyživovaná

u nahosemenných pletivem nucellu
u krytosemenných pletivy pestíku

na konci láčky \rightarrow 2 spermatozoidy
nebo 2 spermatické buňky



u nahosemenných má
zralé mikroprothalamium 3-
5 buněk

u krytosemenných jen 3

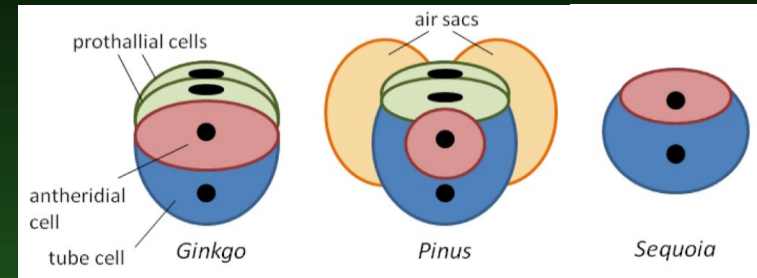
nahosemenné

krytosemenné

7. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothalamium (desítky μm ; 5–3 buňky)

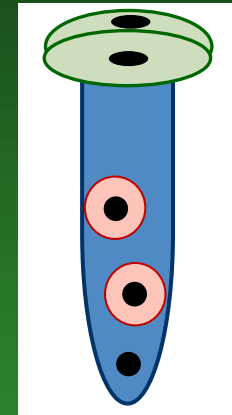
- (1) v mikrosporangiu \rightarrow mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky \rightarrow 2–4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium



- (4) zachycení samičím orgánem (= polinační kapkou nebo bliznou)
- (5) blána mikrospory praská \rightarrow **pylová láčka** vyživovaná

u nahosemenných pletivem nucellu
u krytosemenných pletivy pestíku

na konci láčky \rightarrow 2 spermatozoidy
nebo 2 spermatické buňky



u nahosemenných má
zralé mikroprothalamium 3-
5 buněk

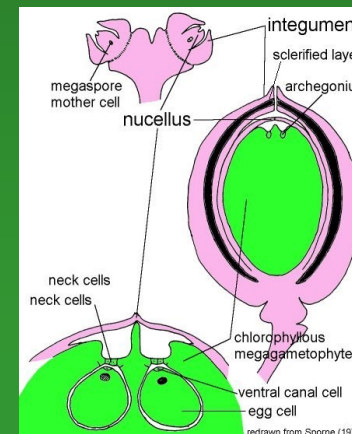
u krytosemenných jen 3

Megaprothalamium (mm– μm ; mnoho–8 buněk)

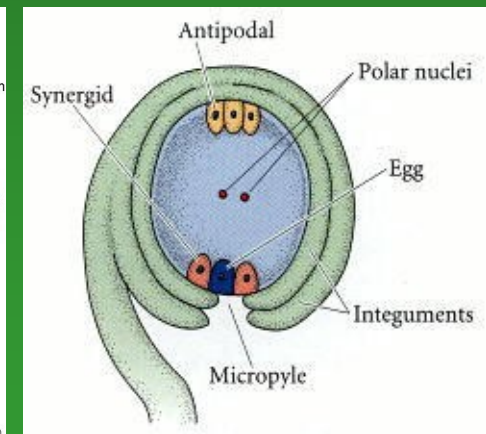
- (1) v megasporangiu \rightarrow jediná megaspóra (nikdy jej neopustí)
- (2) z megaspóry \rightarrow megaprothalamium obalené stěnou megasporangia a integumentem

u nahosemenných megaprothalamium mnohobuněčné zpravidla ještě s archegonií

u krytosemenných megaprothalamium = zárodečný vak, obsahující zpravidla jen osm jader/buněk



nahosemenné



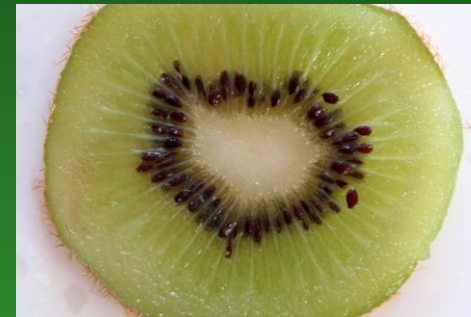
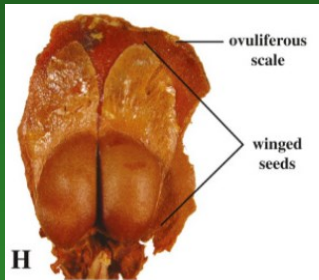
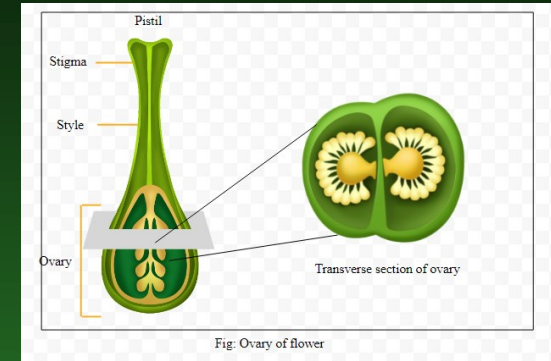
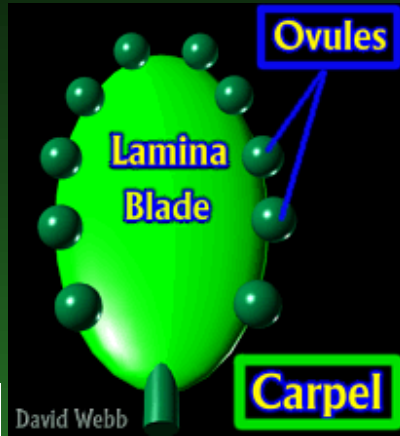
krytosemenné

Specifické znaky nahosemenných

odlišující je od

rostlin krytosemenných

1. Vajíčko - není ukryto v plodolistu (semeníku/pestíku) jako u krytosemenných = semeno není součástí plodu

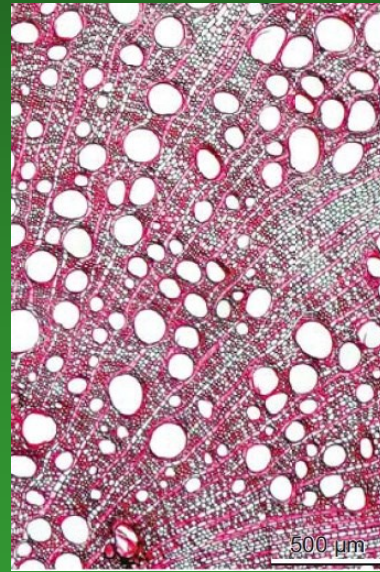


2. Buňky cévních svazků

Xylem nahosemenných – většinou tvoří **jen tracheidy a parenchym**; jen *Gnetopsida* mají i tracheje; krytosemenné mají navíc tracheje a libriformní fibrily



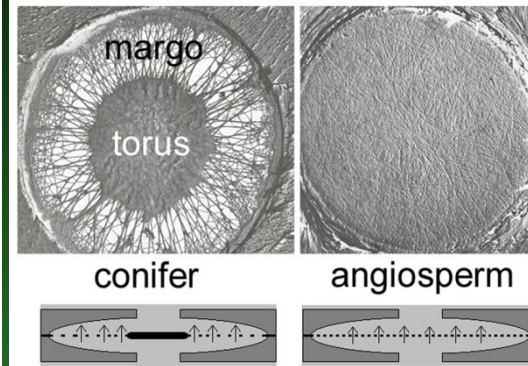
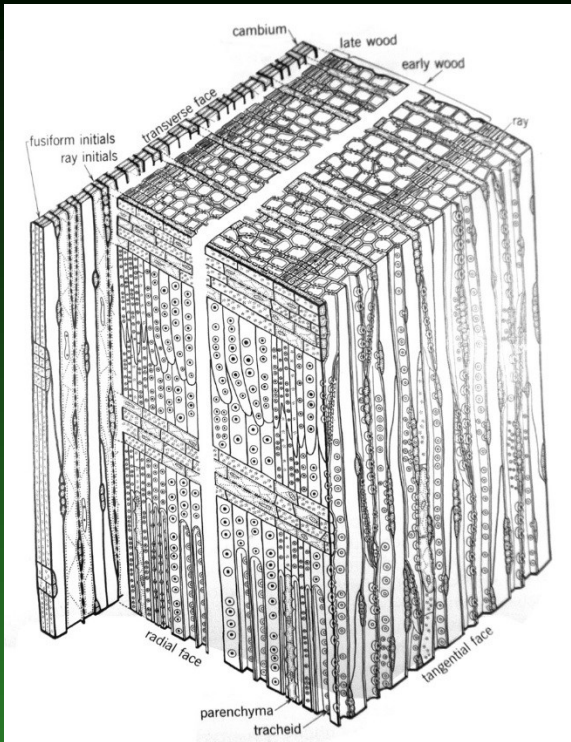
Picea abies



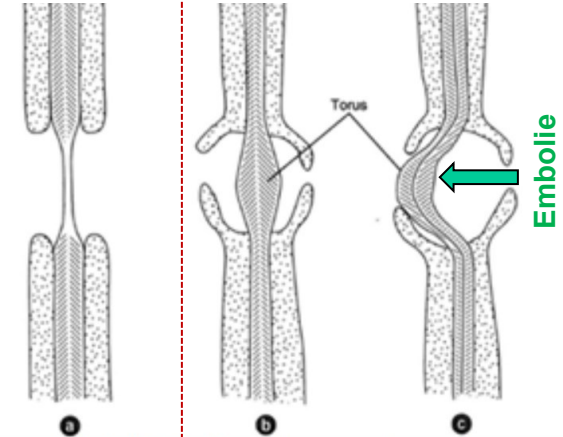
Quercus petraea

3. Dvůrkaté dvojtečky propojující tracheidy

(opačně orientované „děravé“ vyklenutí buněčných stěn sousedních buněk umožňuje zavírání a otvírání „ventilu“ pomocí pohybů „zátky“ ze střední lamely)
 Efektivní obrana proti kavitaci

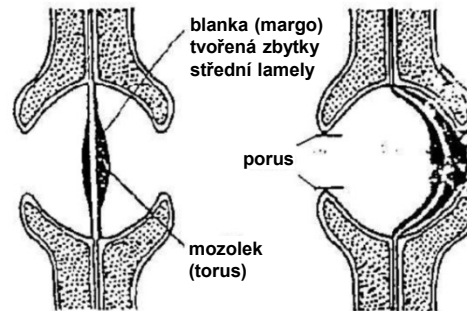
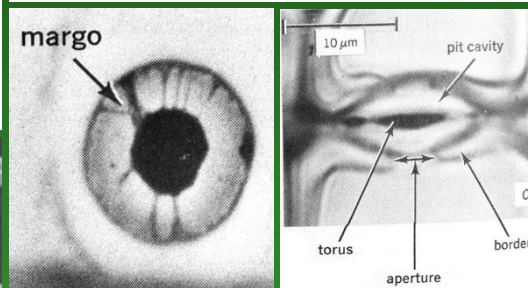
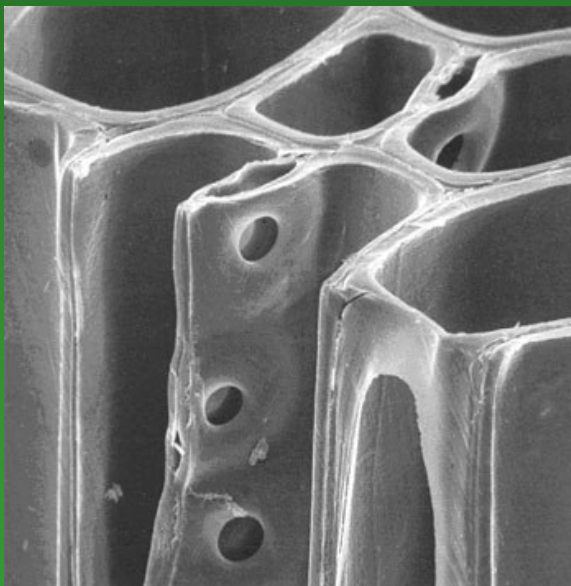


Ztenčiny na tracheidách



Krytosemenné

Nahosemenné



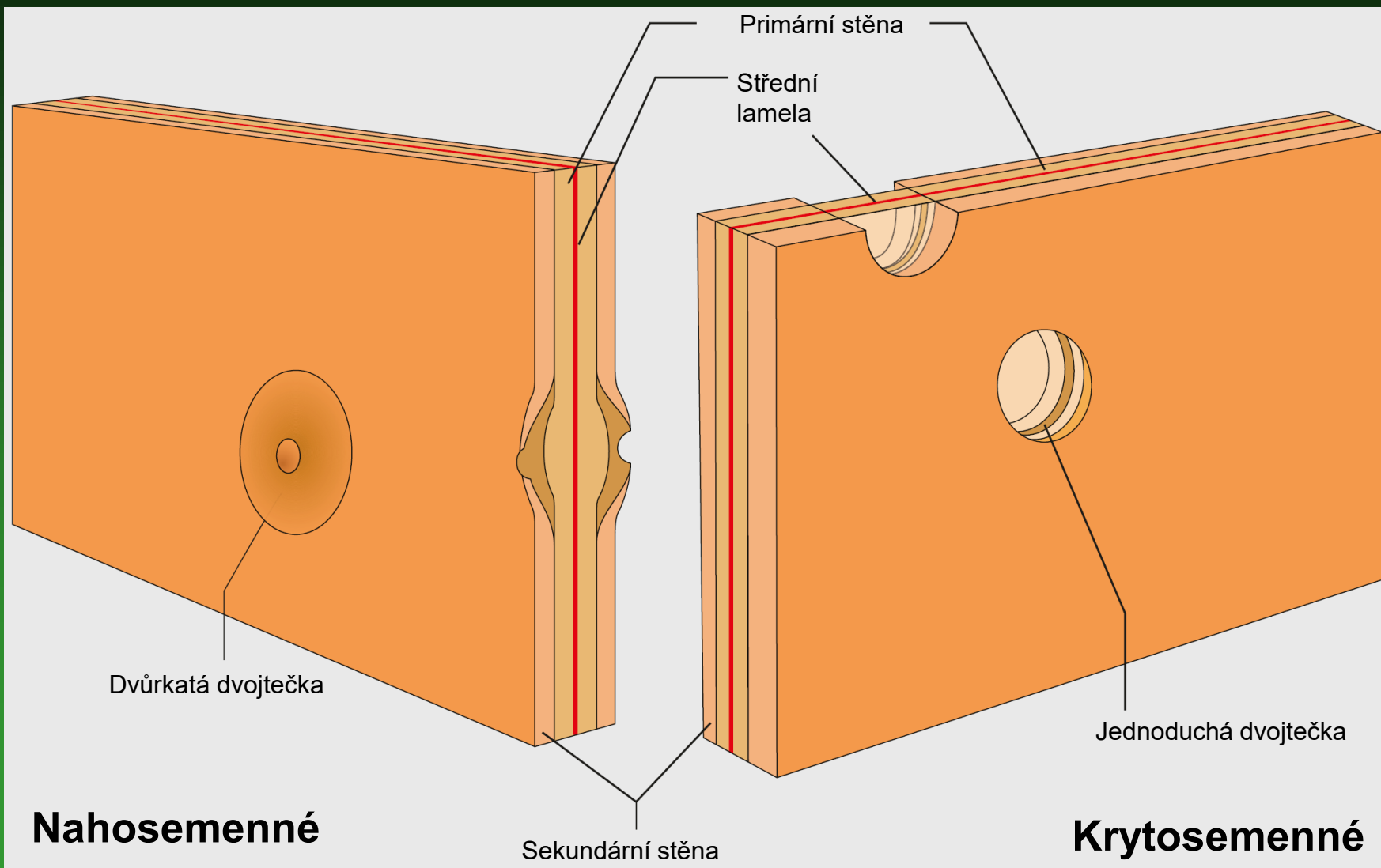
Dvůrkatá ztenčenina

Dvůrkatá ztenčenina, kdy otvor (porus) je uzavřen torusem



3. Dvůrkaté dvojtečky propojující tracheidy

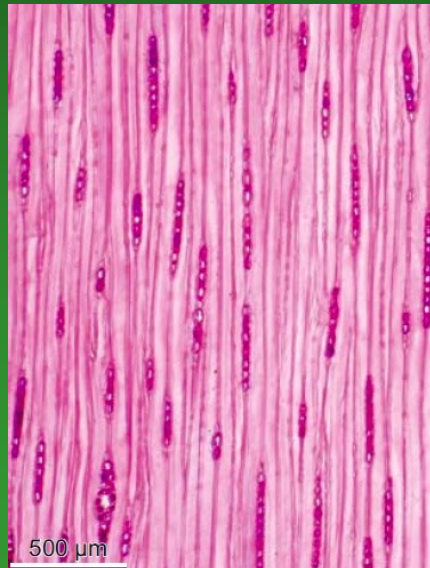
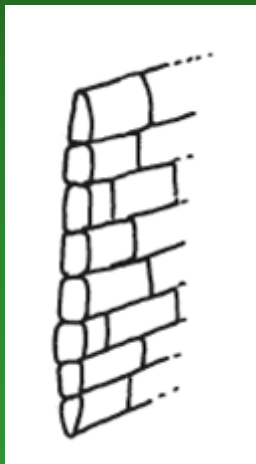
(opačně orientované „děravé“ vyklenutí buněčných stěn sousedních buněk umožňuje zavírání a otvírání „ventilu“ pomocí pohybů „zátky“ ze střední lamely)
Efektivní obrana proti kavitaci



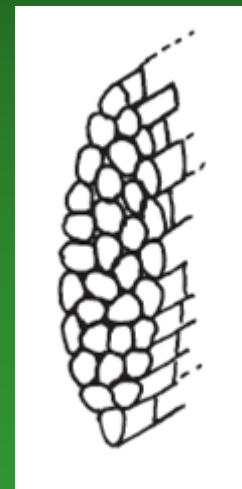
4. Parenchymatické paprsky

ve dřevě nahosemenných – většinou **uniseriátní**

krytosemenné mají multiseriátní



Juniperus communis

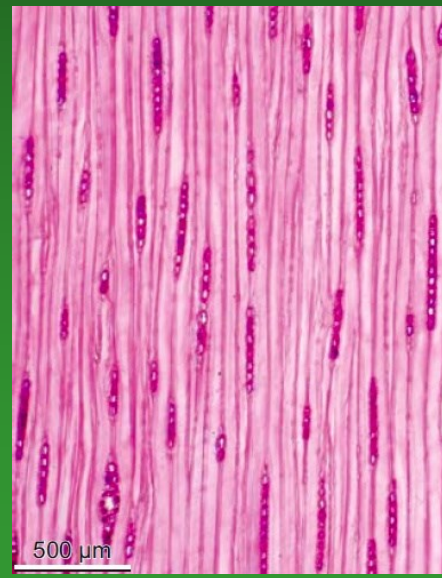
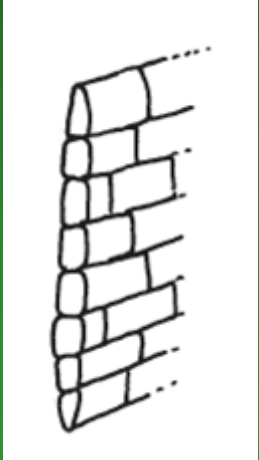
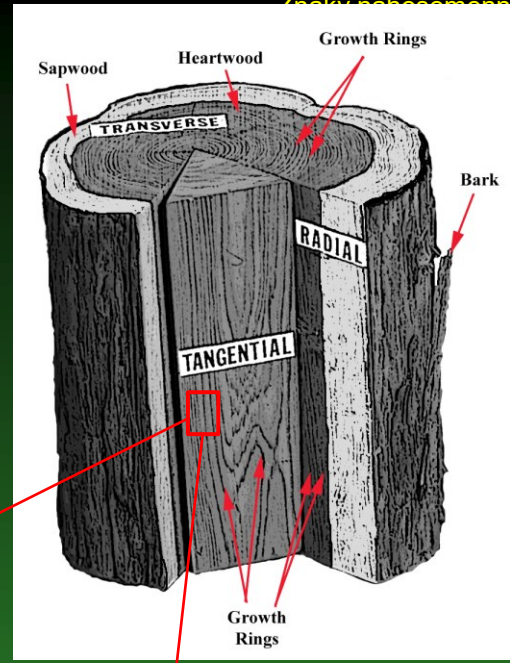


Robinia pseudacacia

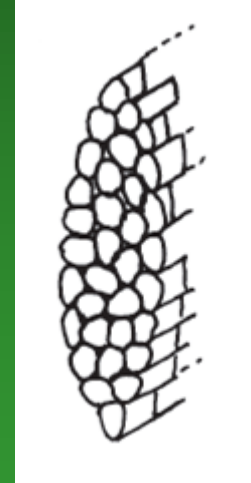
4. Parenchymatické paprsky

ve dřevě nahosemenných – většinou **uniseriální**

krytosemenné mají multiseriální



Juniperus communis

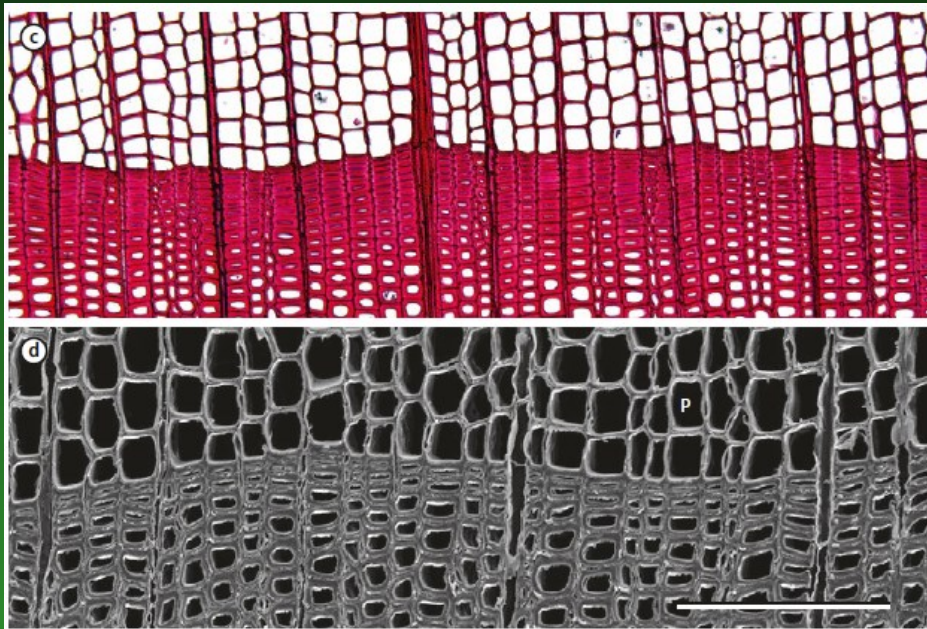


Robinia pseudacacia

Sekundární tloustnutí

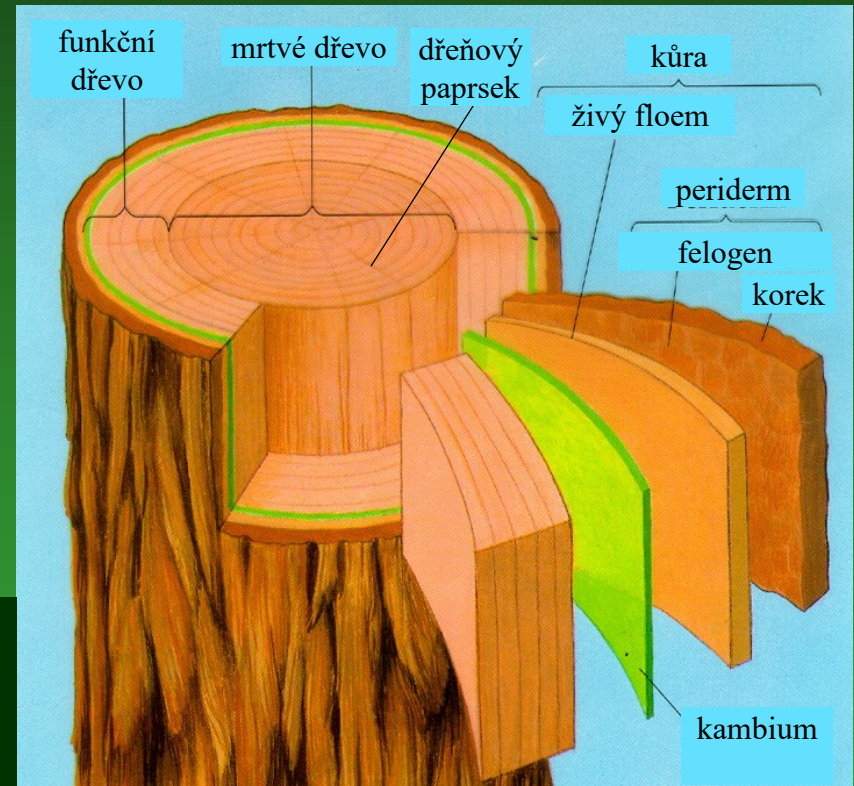
– trvalou aktivitou sekundárních meristémů:

kambium – růst objemu
felogen – zacelování povrchu
 rostoucího v závislosti na objemu



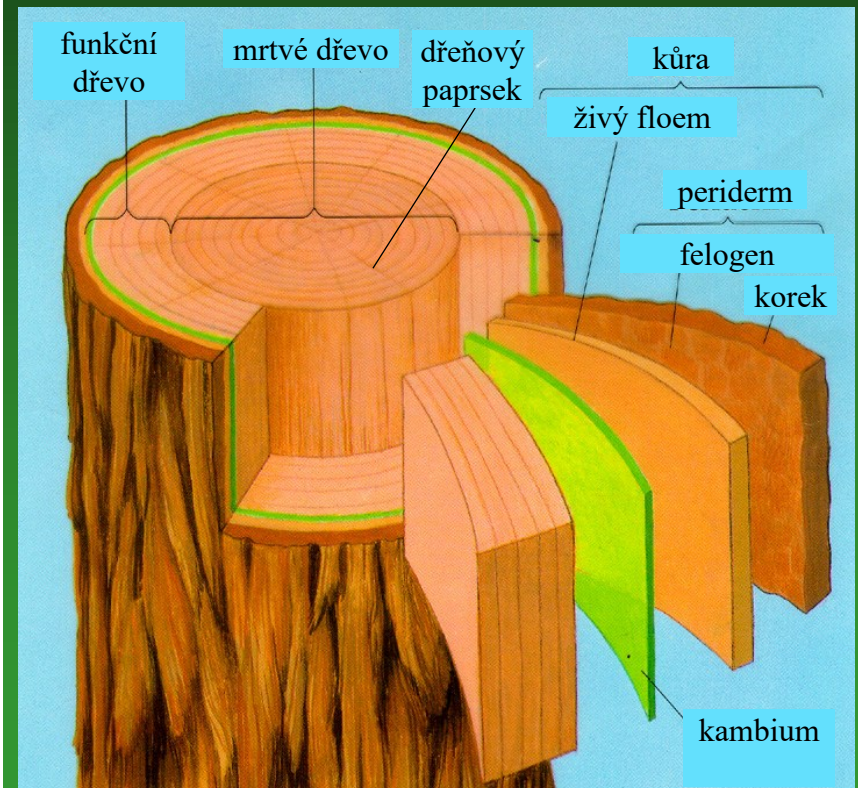
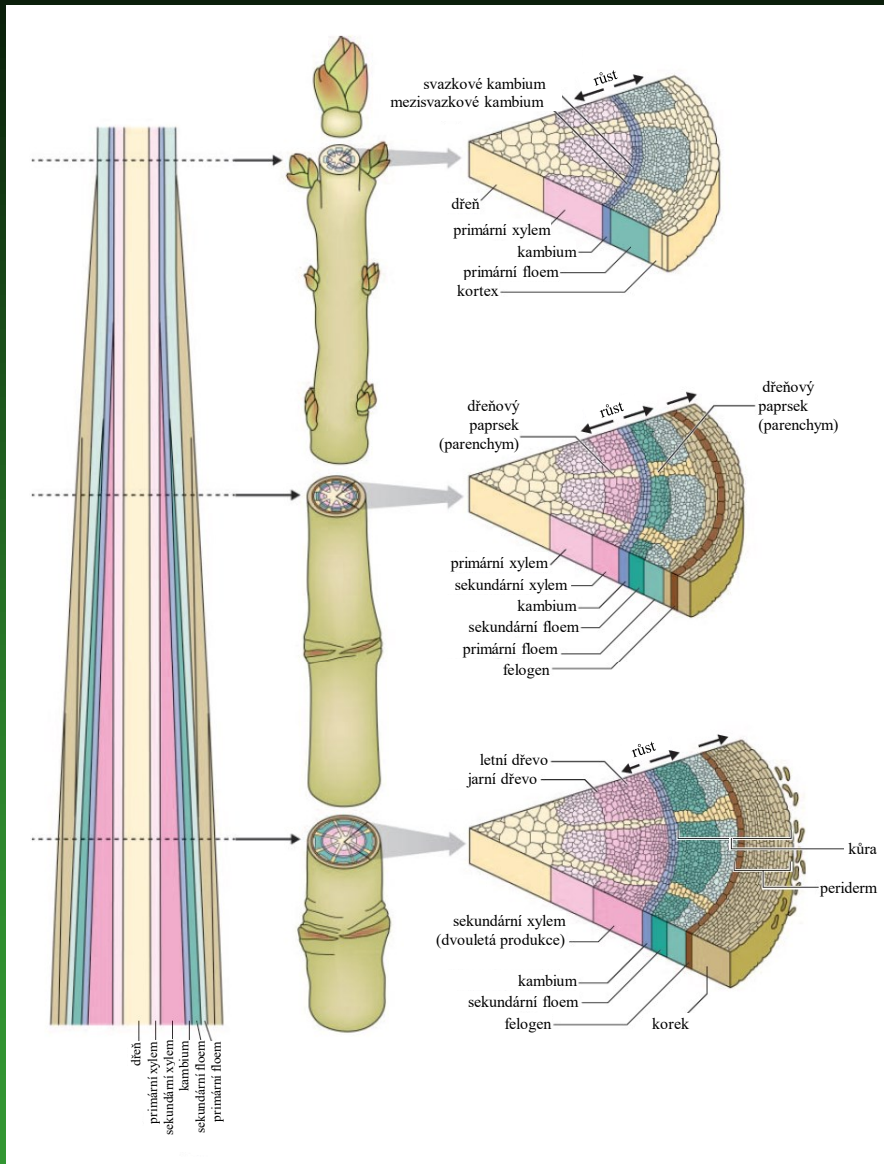
■ Fig. 7.3 c, d Seasonal growth ring boundaries in c Norway spruce (*Picea abies*) and d pine (*Pinus* sp.) stems in cross-section. Early wood tracheids (toward the top in each panel) have a large diameter and thin walls, while late wood tracheids (toward the bottom) are narrow with thick walls. Note several bordered pits surrounding the letter P in b. Scale bar in b = 200 μ m and applies to both panels. (c, d RR Wise)

Primární tloustnutí – zprostředkováno diferenciací buněk, zejména cévních svazků

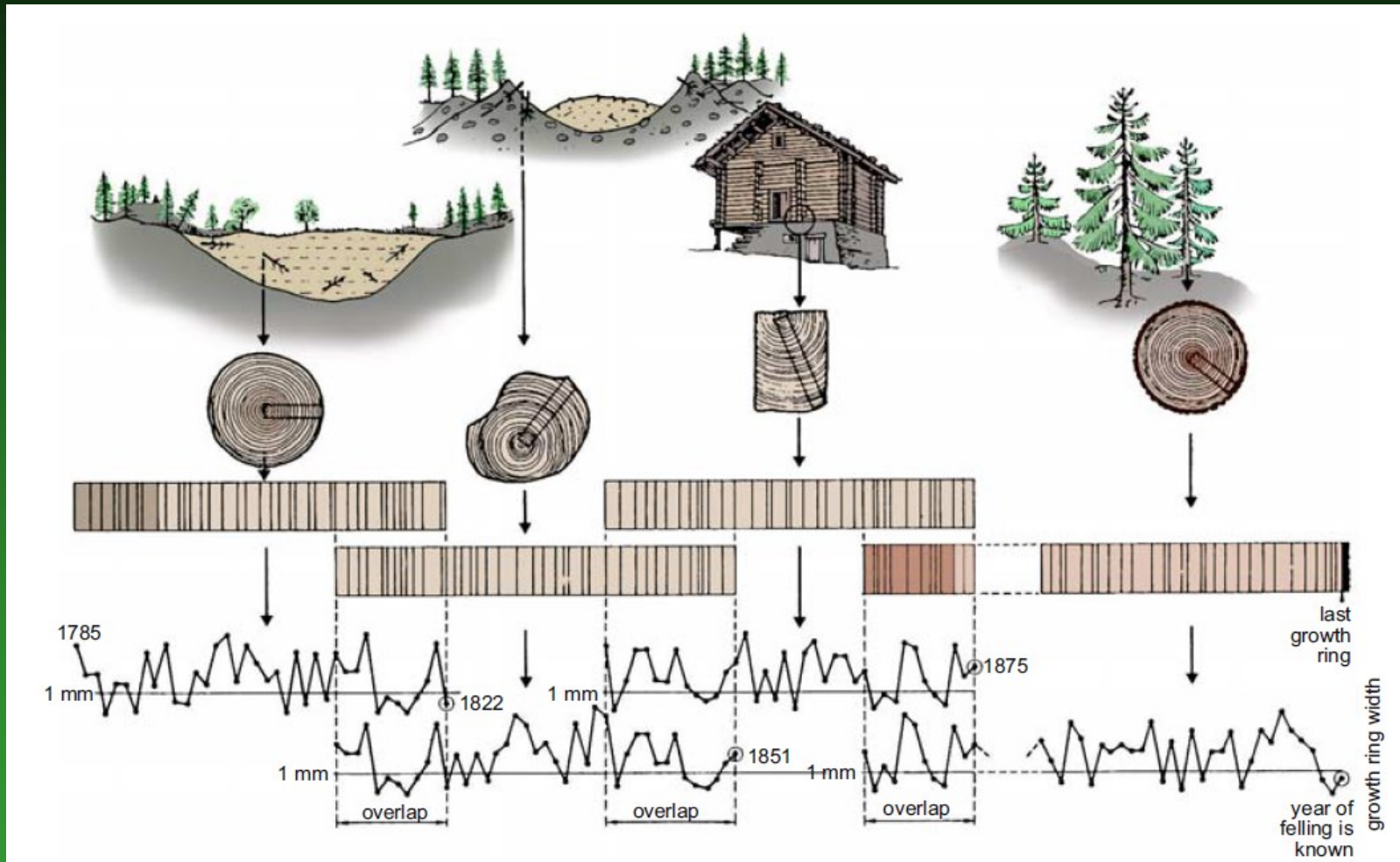


Sekundární tloušťnutí

– pozice svazků původního eustélé je v kmeni jen sotva znatelná – tvoří ji „díly dortu“ oddělené dřevnými paprsky (původně parenchymatickou dřevní mezi jednotlivými svazky); mezi tyto „původní paprsky“ se směrem k obvodu kmene vkládají činnosti kambia další dřevné paprsky



Sekundární tloušťnutí – analýza šířky letokruhů – dendrochronologické datování ze zbytků dřeva



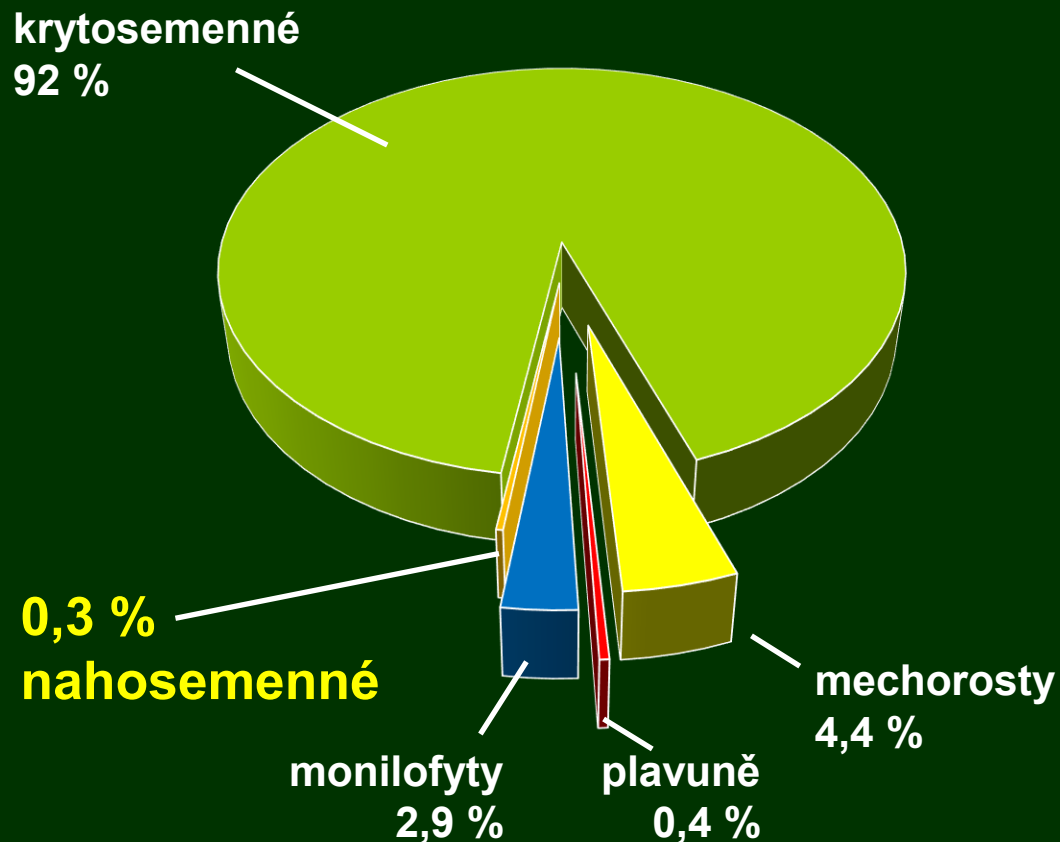
oddělení *Gymnospermyta* = nahosemenné

má šest tříd:

1. tř. *Cordaitopsida* – kordaity
2. tř. *Cycadopsida* – cykasy
3. tř. *Cycadeoideopsida* – benetity
4. tř. *Ginkgoopsida* – jinany
5. tř. *Pinopsida* – jehličnany
6. tř. *Gnetopsida* – liánovce

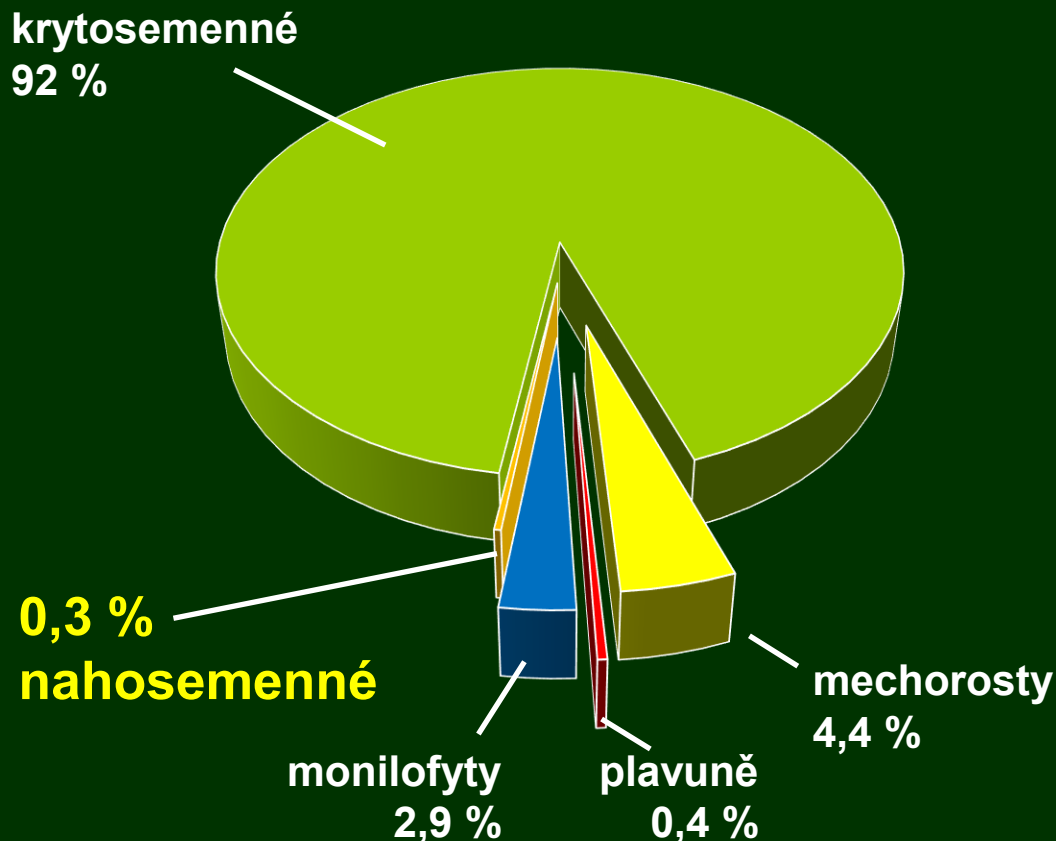
Podíl na recentní druhové diverzitě vyšších rostlin je malý (zhruba 1050 druhů)

Současná druhová diverzita vyšších rostlin



Podíl na recentní druhové diverzitě vyšších rostlin je malý (zhruba 1050 druhů)

Současná druhová diverzita vyšších rostlin



1. tř. *Cordaitopsida* – 0
2. tř. *Cycadopsida* – 270
3. tř. *Cycadeoideopsida* – 0
4. tř. *Ginkgoopsida* – 1
5. tř. *Pinopsida* – 660
6. tř. *Gnetopsida* – 120

1. tř. *Cordaitopsida* (kordaity)



Fosilní nahosemenné dřeviny s páskovitými listy a složenými šiškami
? Předchůdci jehličnanů

Jméno řádu je odvozeno od rodu *Cordaites*, pojmenovaného podle našeho mykologa a paleontologa z první poloviny 19. stol. Augusta Josefa Cordy (1809-1849).



Až 30 m vys. stromy

Vodivé elementy – eustélické, kmen
druhotně tloustne (na bázi až 1 m v průměru)

Dřevo – husté pyknoxylické, jako recentní
jehličnany; střed kmene – dřeň, na povrchu borka

Větve koruny – monopodiálně větvené



Xylem – podobný recentním jehličnanům z čel. *Araucariaceae* – tracheidami hustě spirálně dvojtečkovanými, parenchymové paprsky jednovrstevné (uniseriální) jako u jehličnanů

Fosilní kordaity

Dadoxylon



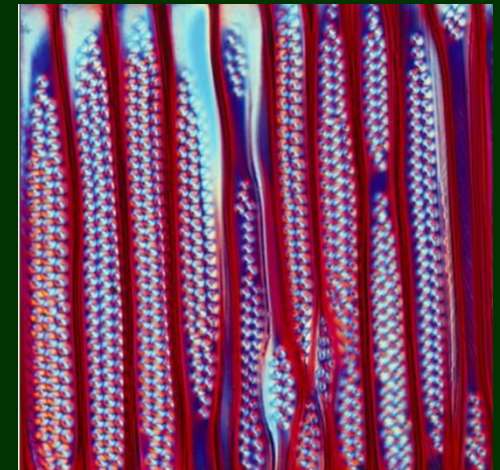
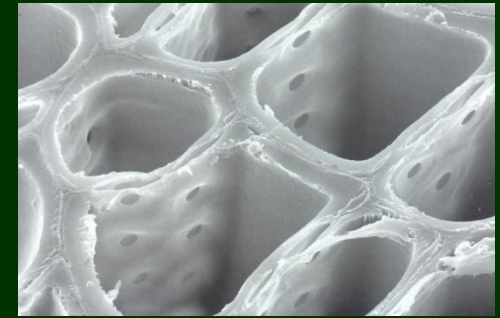
tracheidy a uniseriální paprsky

tracheidy hustě spirálně dvojtečkované



Recentní *Araucariaceae*

Wollemia – tracheidy



Araucaria – tracheidy

Kořeny – často chůdovité
– jako stromy v záplavových zónách
s dlouho stagnující vodou
(např. mangrove)

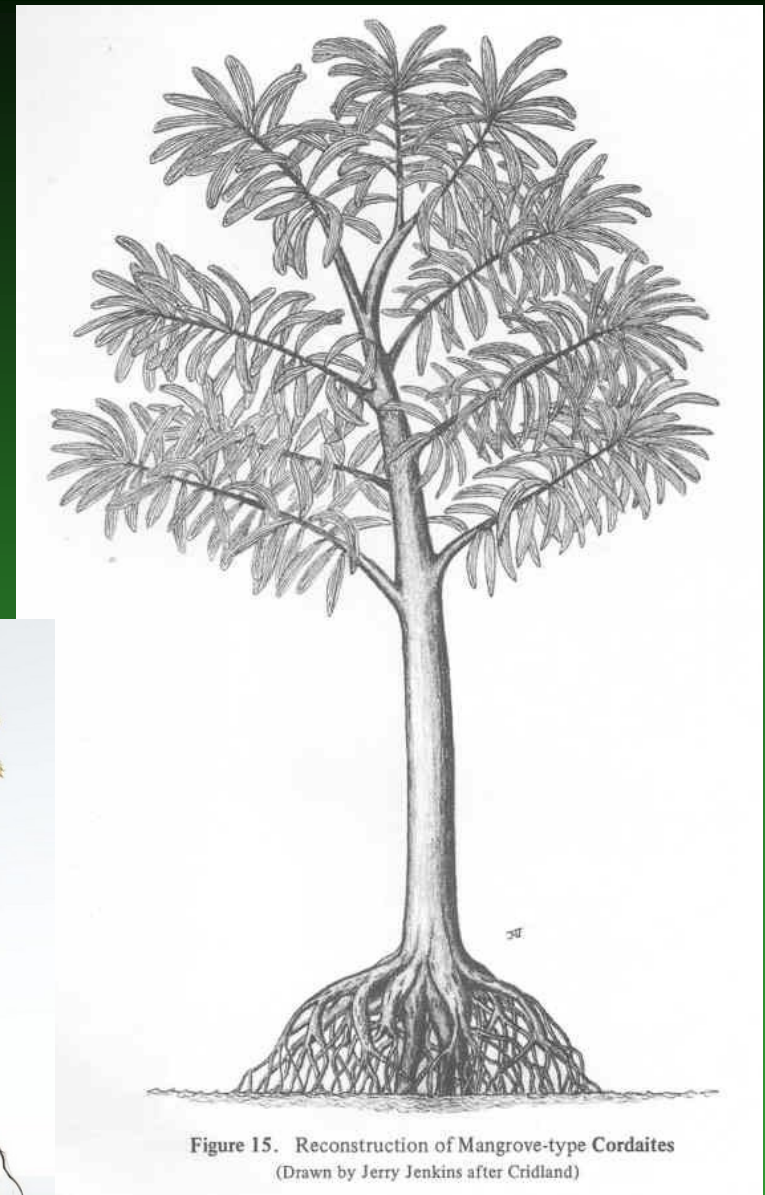


Figure 15. Reconstruction of Mangrove-type Cordaites
(Drawn by Jerry Jenkins after Cridland)

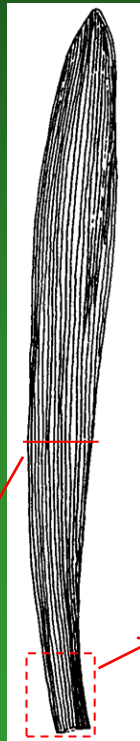
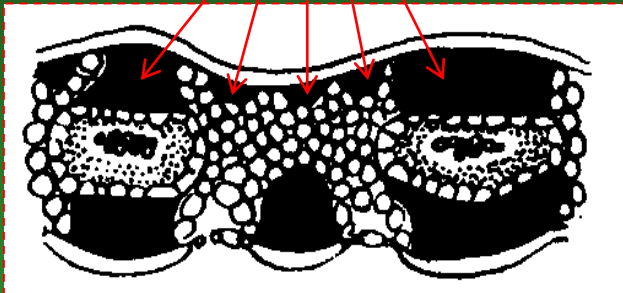
Listy

- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané,



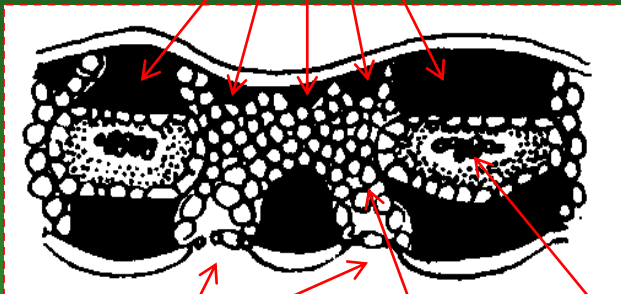
Listy

- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané, tuhé,
- se sklerenchymovými výztužemi mezi žilkami



Listy

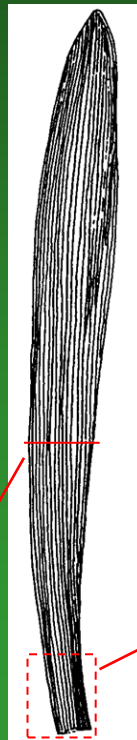
- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané, tuhé,
- se sklerenchymovými výztužemi mezi žilkami



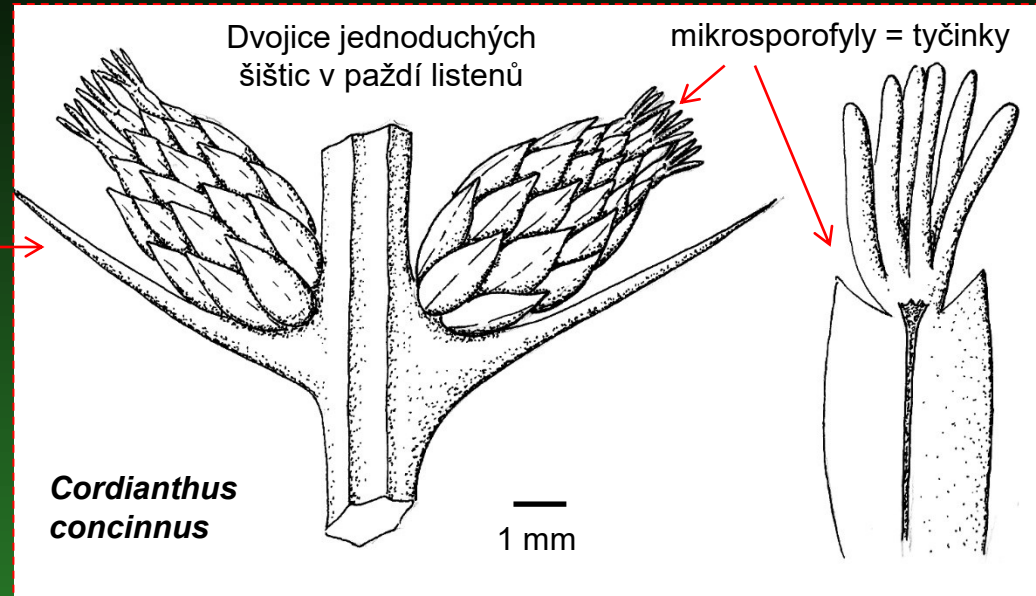
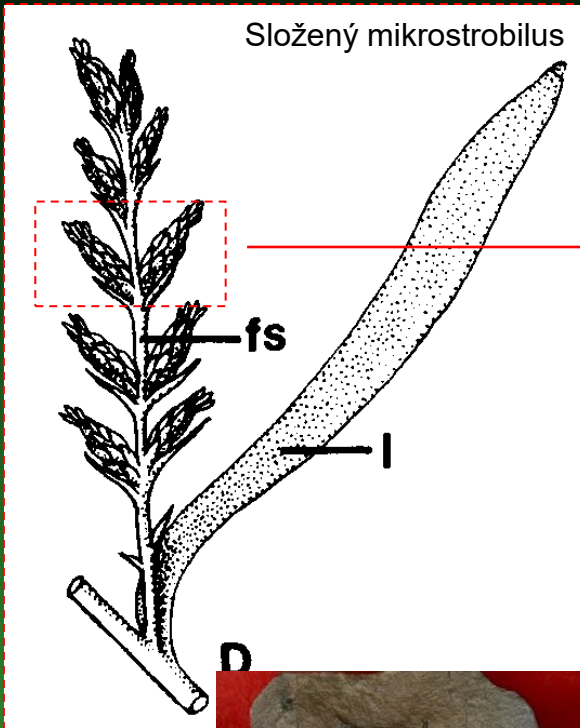
průduchy
v řadách
na spodu
listu

mezofyl

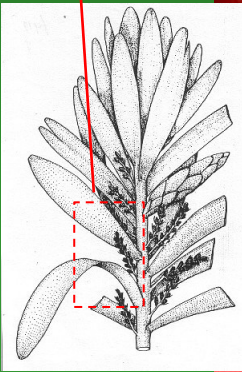
cévní
svazek



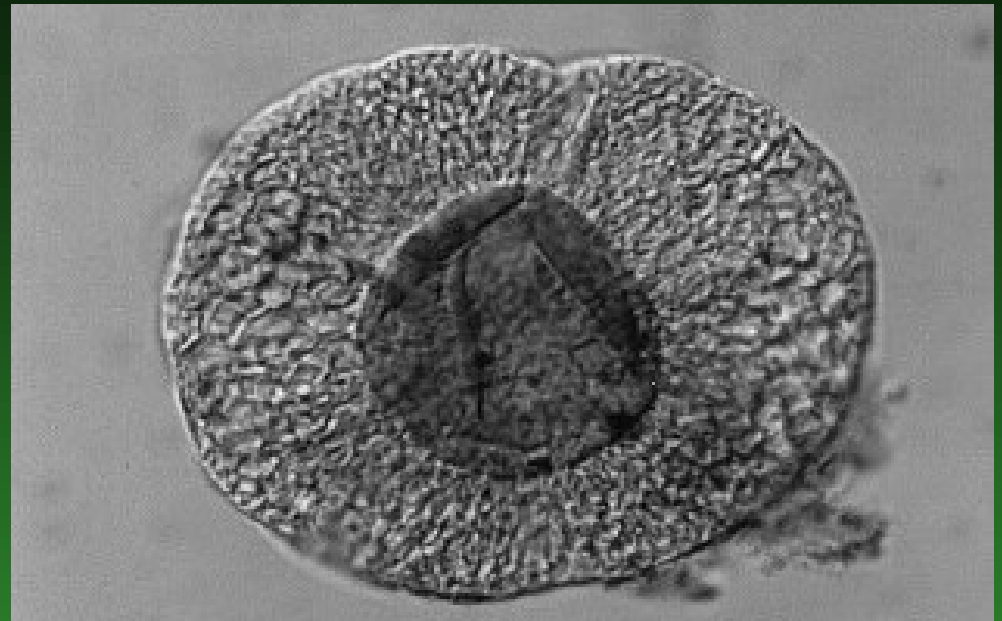
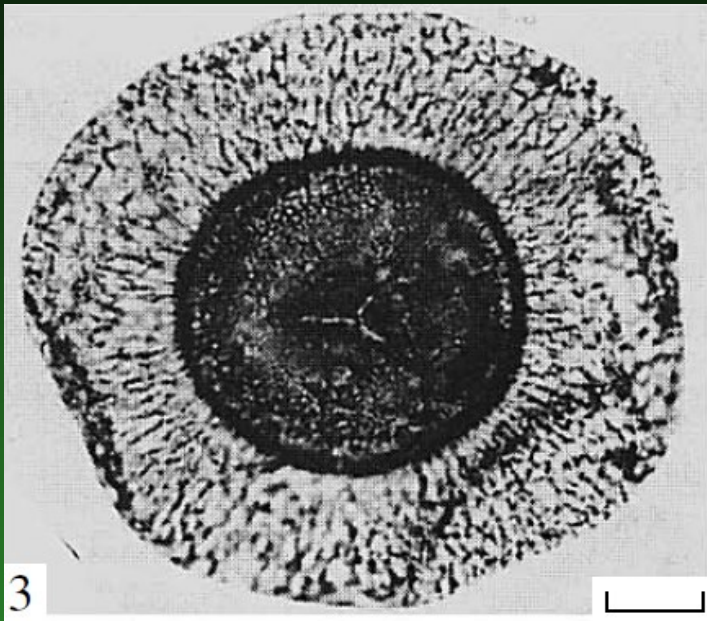
Mikrostrobily – složené strobily = šišky drobných šišek v paždí listenů



Mikrosporofyly = „tyčinky“ – v paždí fertálních šupin (listenů) tvořících drobné jednoduché šišky

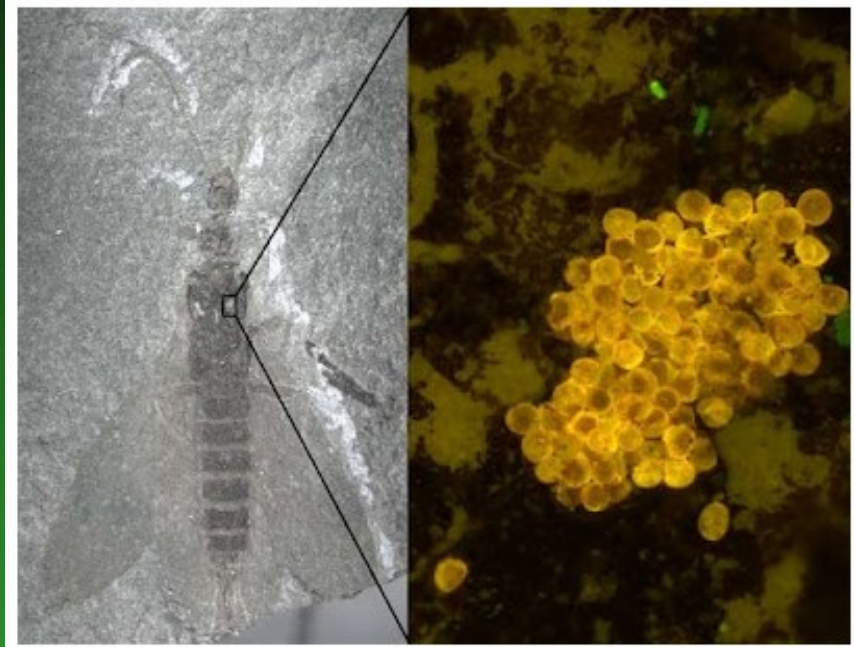


Pyl – většinou s jedním obvodovým vzduchovým vakem



Pyl – většinou s jedním obvodovým vzduchovým vakem

Na opylení se mohl kromě větru podílet i permský rovnokřídlý hmyz



**BIOLOGY
LETTERS**

royalsocietypublishing.org/journal/rsbl

Research

Cite this article: Khrumov AV, Foraponova T, Węgierek P. 2023 The earliest pollen-loaded



Palaeontology

The earliest pollen-loaded insects from the Lower Permian of Russia

Alexander V. Khrumov¹, Tatiana Foraponova¹ and Piotr Węgierek²

¹Borissiak Palaeontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow 117647, Russia

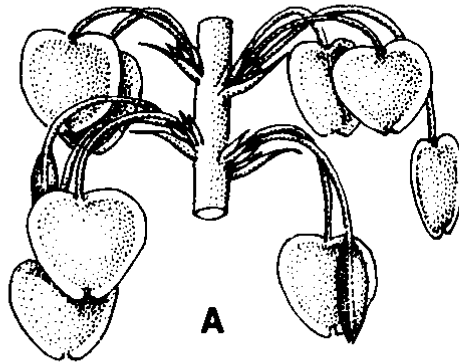
²Institute of Biology, Biotechnology and Environmental Protection, Faculty of Natural Sciences, University of Silesia in Katowice, Katowice, 40-007, Poland

© AWK, 0000-0002-6888-5162

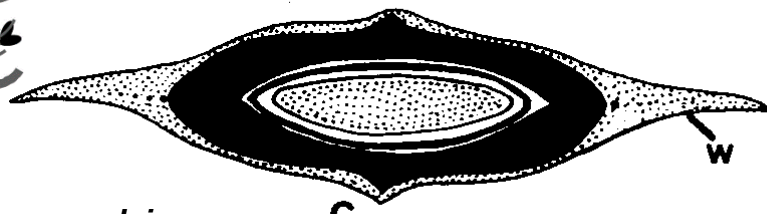
- Megastrobily** – taky jehnědovité nebo klasovité „šišky složené ze šišek“
- stopkatá plochá srdčitá vajíčka v paždí listenů jednoduchých šišek
 - semena drobná plochá „okřídlená“



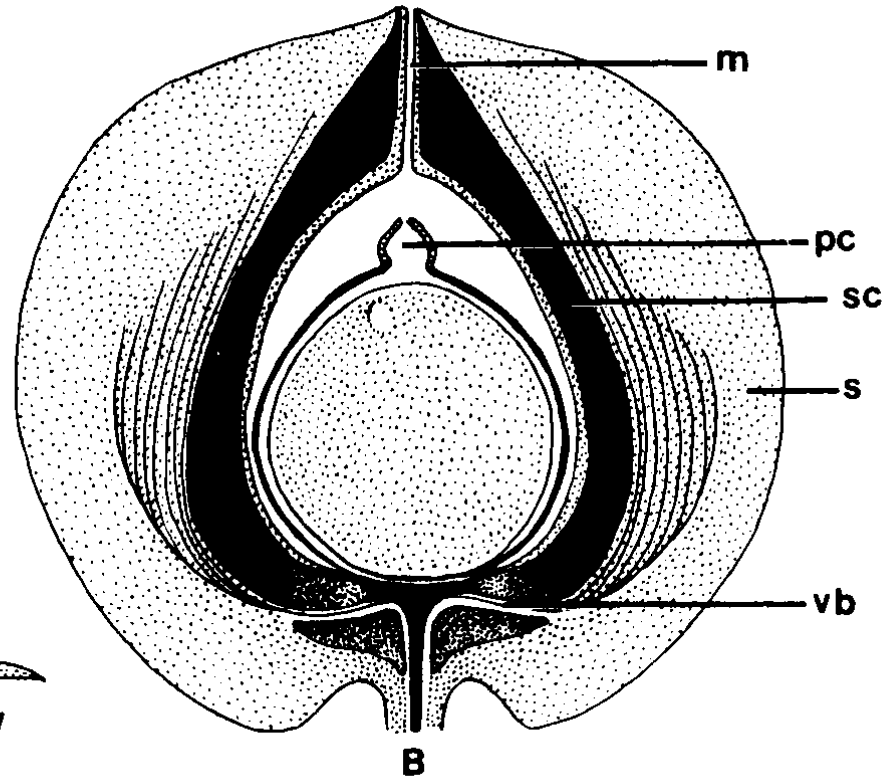
Cardiocarpus cordei



A



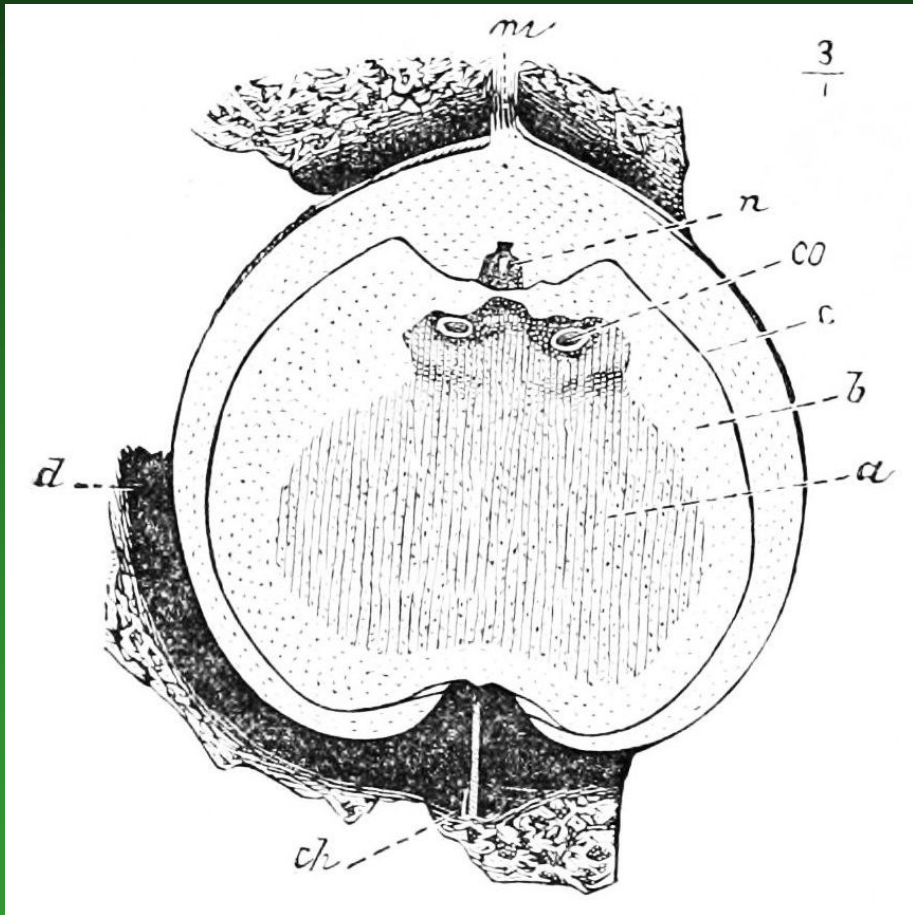
C



B

Vajíčka

- s pylovou a archegoniální komorou
- se dvěma archegonií



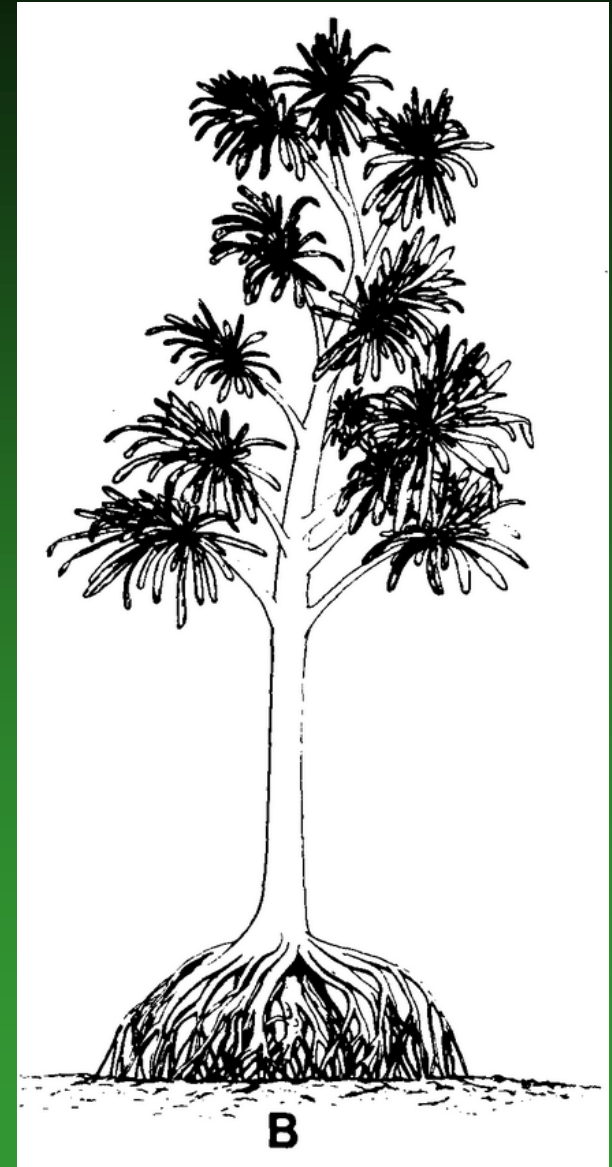
Cardiocrarpus sclerotesta

Historie

- poprvé svrchní karbon (307 mya)
- vrchol přelomu karbonu a permu, kdy tvořily dominanty lesní vegetace
- vymírají ve svrchním permu (250 mya)

Zástupci - *Cordaites principalis*

Naleziště: Německo, Belgie



2. tř. *Cycadopsida* (cykasy)

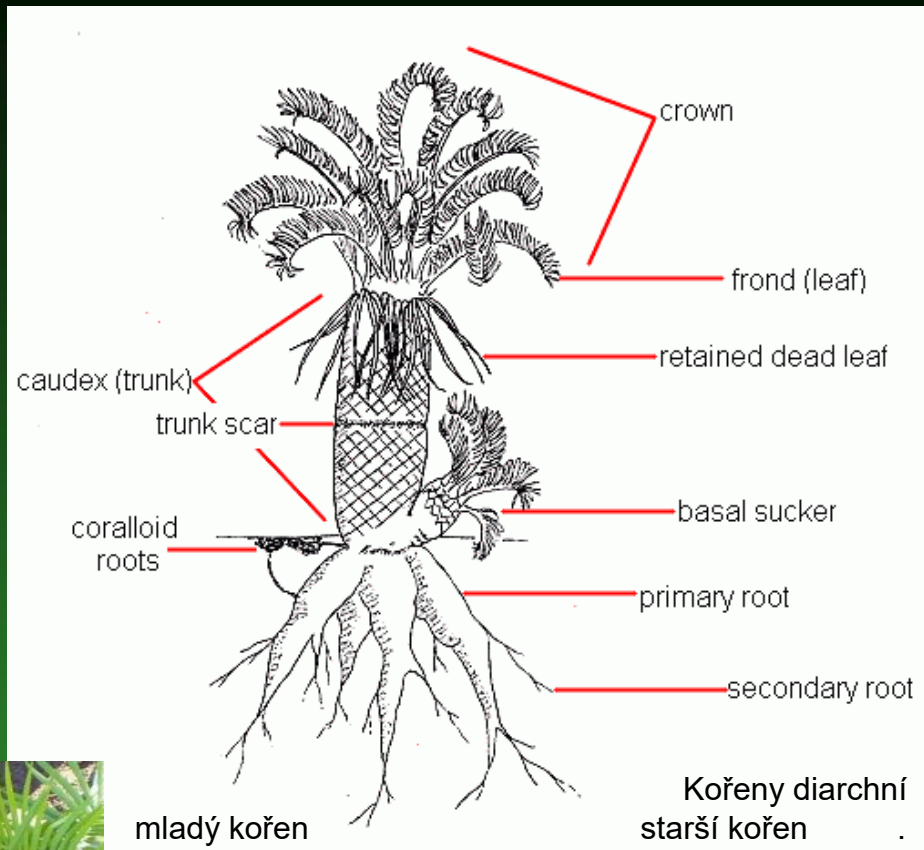


Stálezelené recentní i fosilní dvoudomé dřeviny,
vzhledem připomínají palmy
recentně ~270 druhů
Hlavně tropy,
spíše sušší stanoviště



hlavní kořen křulovitý, s četnými postranními, dichotomicky větvenými

při ohni se může kořen i kmen smrštít tak, že se část kmene zasune pod zem.



mladý kořen

Kořeny diarchní starší kořen

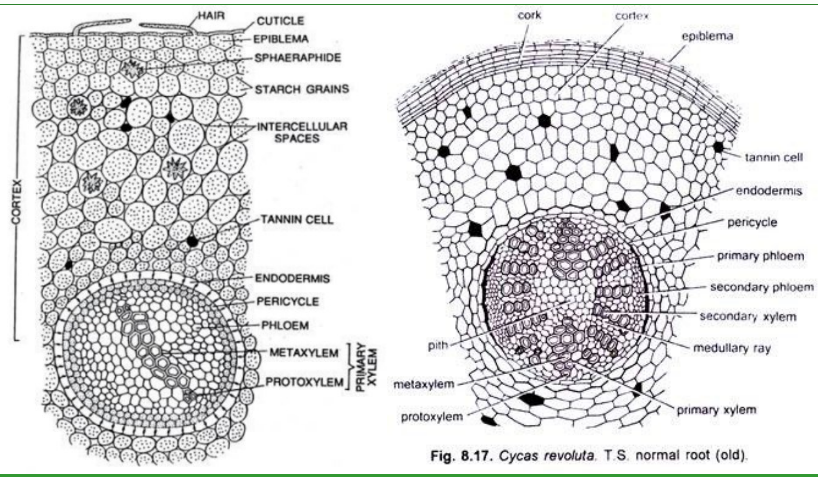
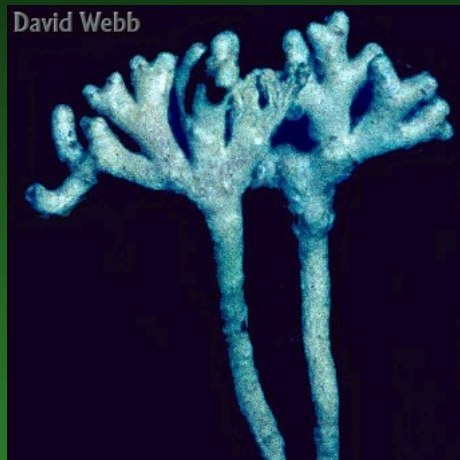


Fig. 8.17. *Cycas revoluta*. T.S. normal root (old).

Na bázi kmene adventivní **korálovité kořeny** (hlízkovité), horizontálně rostoucí. V hlízkách vrstva buněk se symbiotickými sinicemi (*Nostoc*, *Anabaena* nebo *Trichormus*, popř. bakterie rodu *Azotobacter*), fixujícími vzdušný dusík do biologicky využitelné formy - např. dusičnanů.



tmavá vrstva se sinicemi

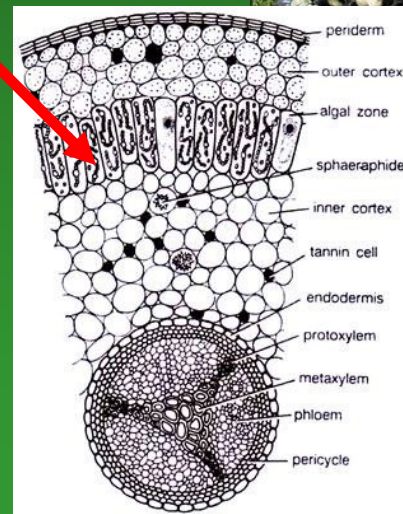
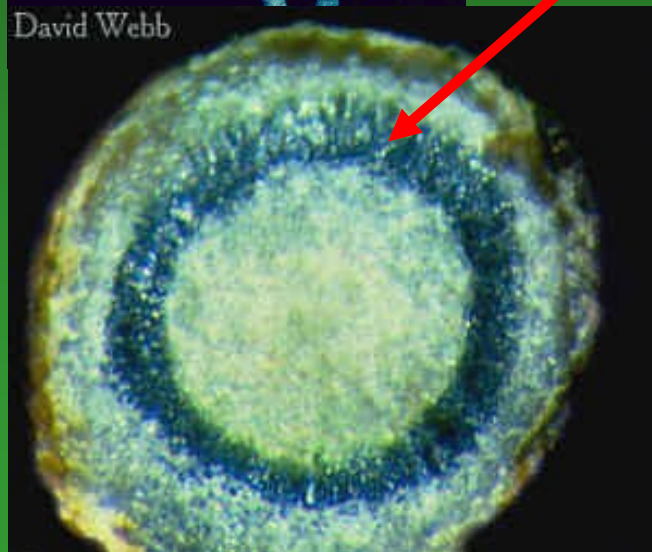


Fig. 8.18. *Cycas revoluta* T S. coralloid root.

Kromě fixovaného dusíku produkují sinice také neurotoxin beta-N-methylamino-L-alanin (BMAA). Transportován do megastrobilů, kde je během vývoje vajíček vylučován z idioblastů jako obrana proti herbivorům. Většina neošetřených pletiv cykasů je prudce jedovatá

Vodivé pletivo korálovitých kořenů je triarchní

Kmen štíhlý, válcovitý nebo kulovitý, většinou nevětvený vysoký až 15 m (tu dosahuje australská *Lepidozamia hopei*)



V kmeni je kromě xylemu vysoký podíl parenchymu = „řídká“ manoxylická struktura => nemůže odolávat mrazu a neunesl by těžké boční větve

Soustředná kambia – při tloušťnutí kmene se vně zakládají nové kruhy kambia, vnitřní ale zůstávají ještě několik let dál aktivní = kmen tvořen soustřednými vodivými válci xylemu a floemu

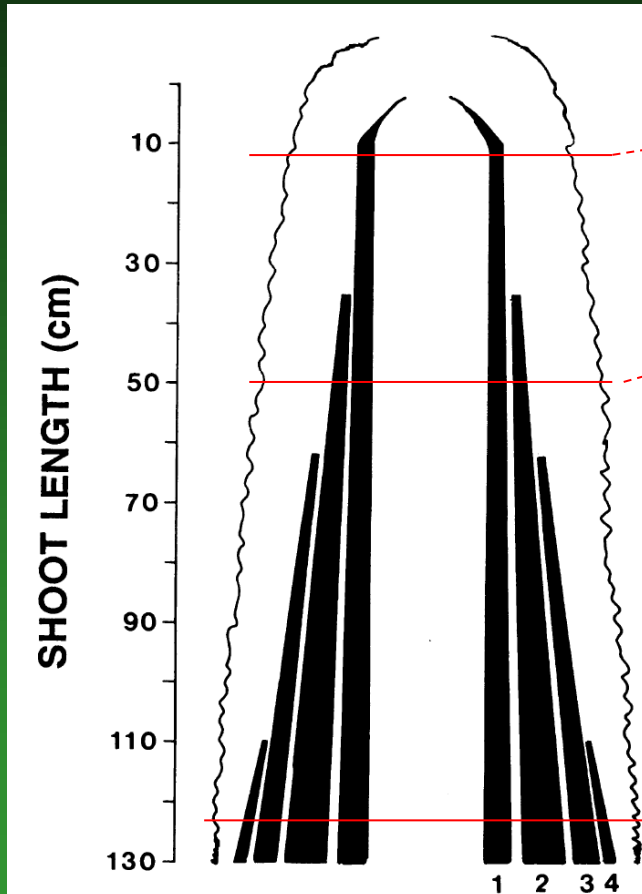
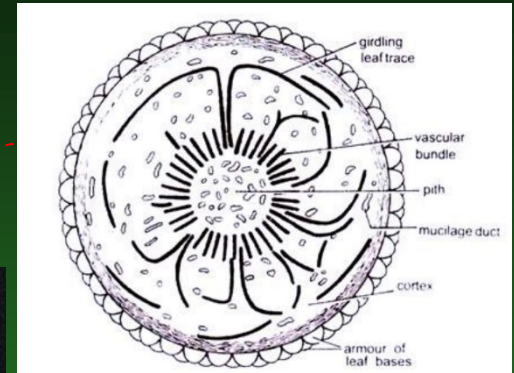
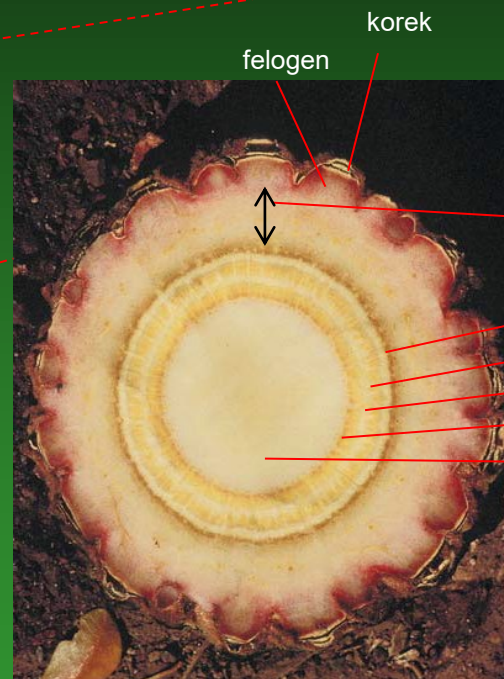


Fig. 1. Diagrammatic representation of the occurrence and maturation of the successive concentric vascular cylinders in *Cycas*. 1 = first vascular cylinder, 2-4 = successive vascular cylinders.



parenchymatická primární kůra

floem + kambium
xylem

floem + kambium
xylem

dřev (parenchym)

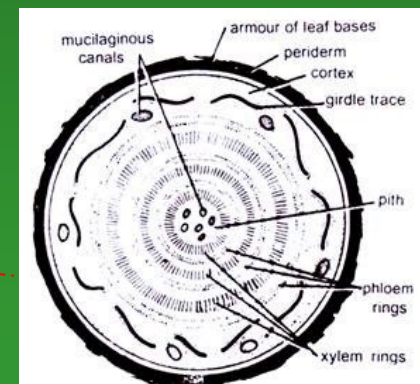


Fig. 8.22. *Cycas*. T.S. old stem (diagrammatic)



Ságo (nepravé) = škrobnatá opalizující kaše, která se máčením zbavuje toxinů, pak se suší a drtí na mouku. Získává se z parenchymatické kůry, dřevě a mezisvazkových parenchymatických paprsků kmene některých cykasů.



Listy v růžici na vrcholu kmene, řapíkaté, až 7 m dlouhé, tuhé, kožovité, zpravidla 1x zpeřené (velmi vz. 2x zpeřené nebo jednoduché).



Cycas micholitzii
s vidličnatě
dělenými
lístky



Macrozamia stenomera
s vícenásobně vidličnatě
dělenými lístky / úkrojky

Fosilní cykas *Bjuvia simplex*
s jednoduchými listy



Vedle zpeřených asimilujících listů mají také nezelené trojúhelníkovité, často hrotité, ochranné šupiny (katafyly), porostlé trichomy, Katafyly chrání vzrostný vrchol kmene.



Kolaterální cévní svazky v řapíku a vřetení listu cykasů uspořádány do tvaru obráceného písmene omega Ω

Jednotlivý svazek floem svazková pochva

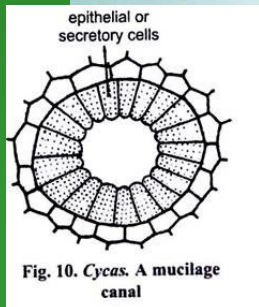
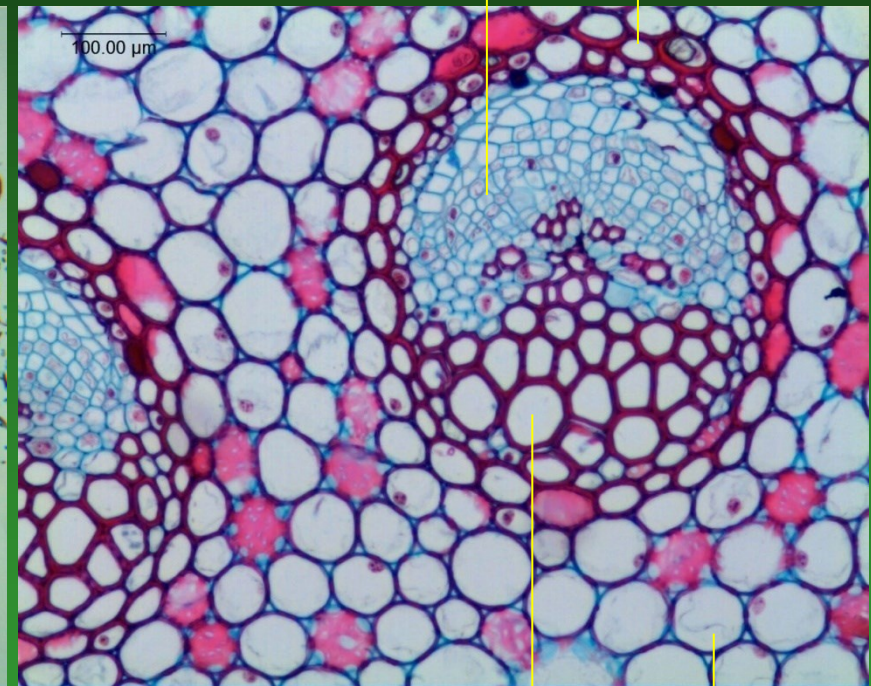
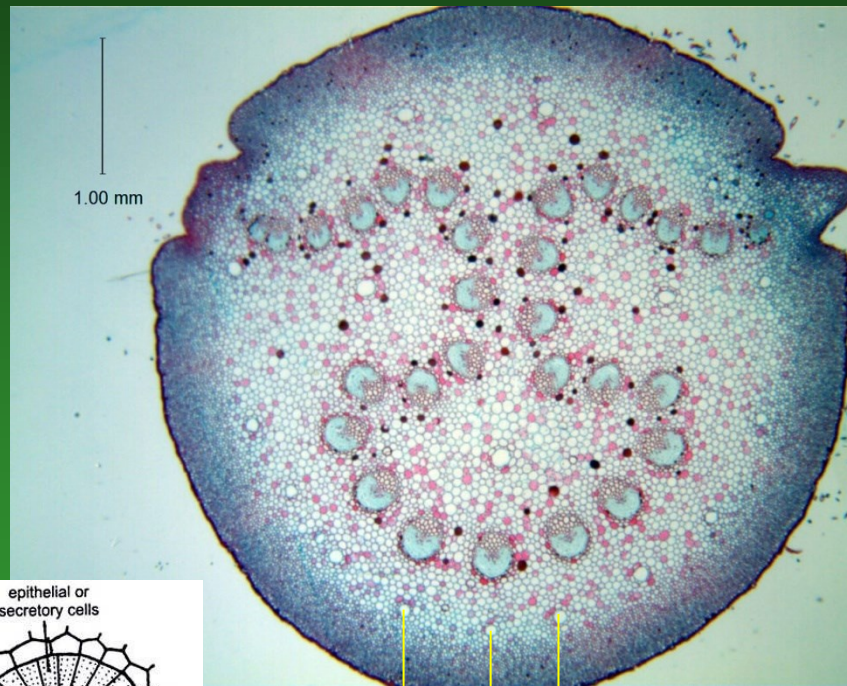


Fig. 10. *Cycas*. A mucilage canal

slizové kanálky – jsou ve všech parenchymatických částech listů i kmene

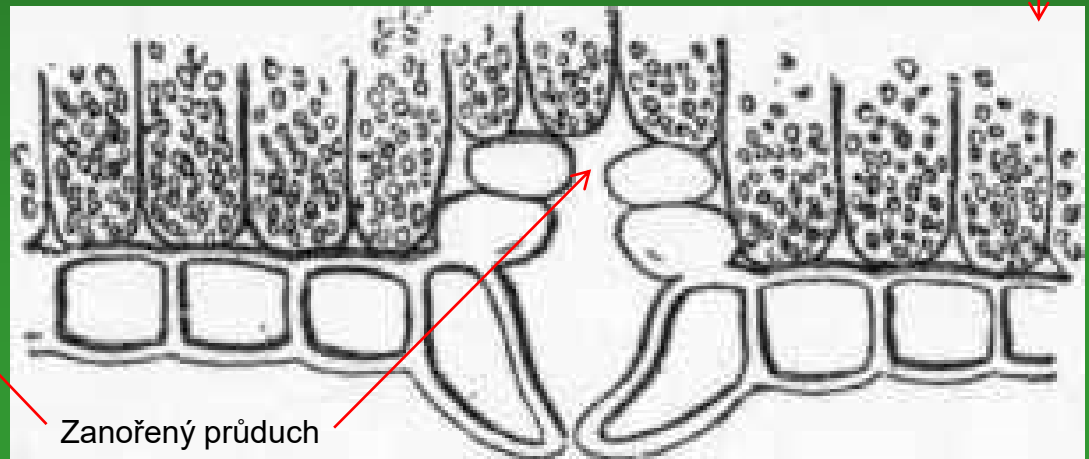
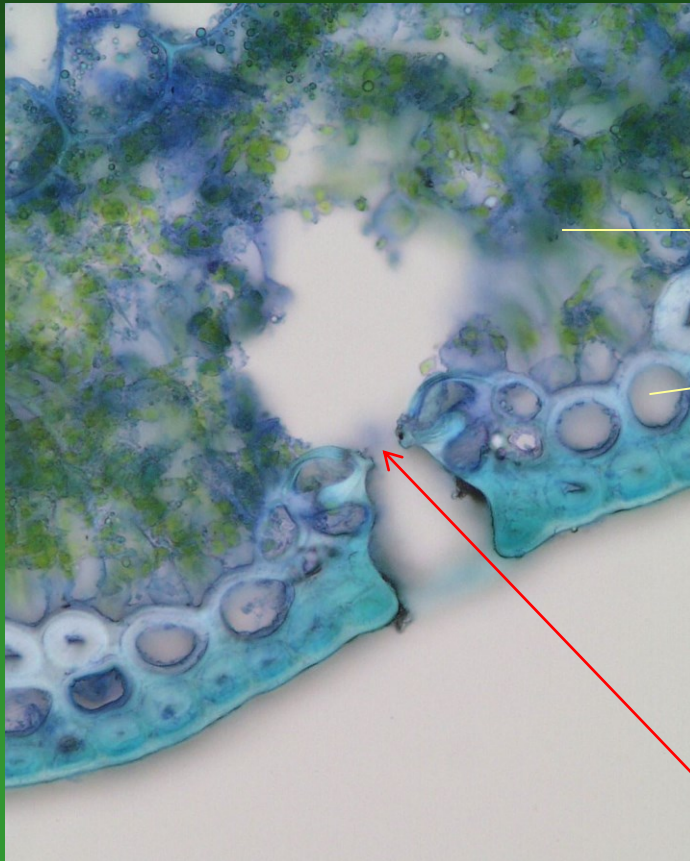
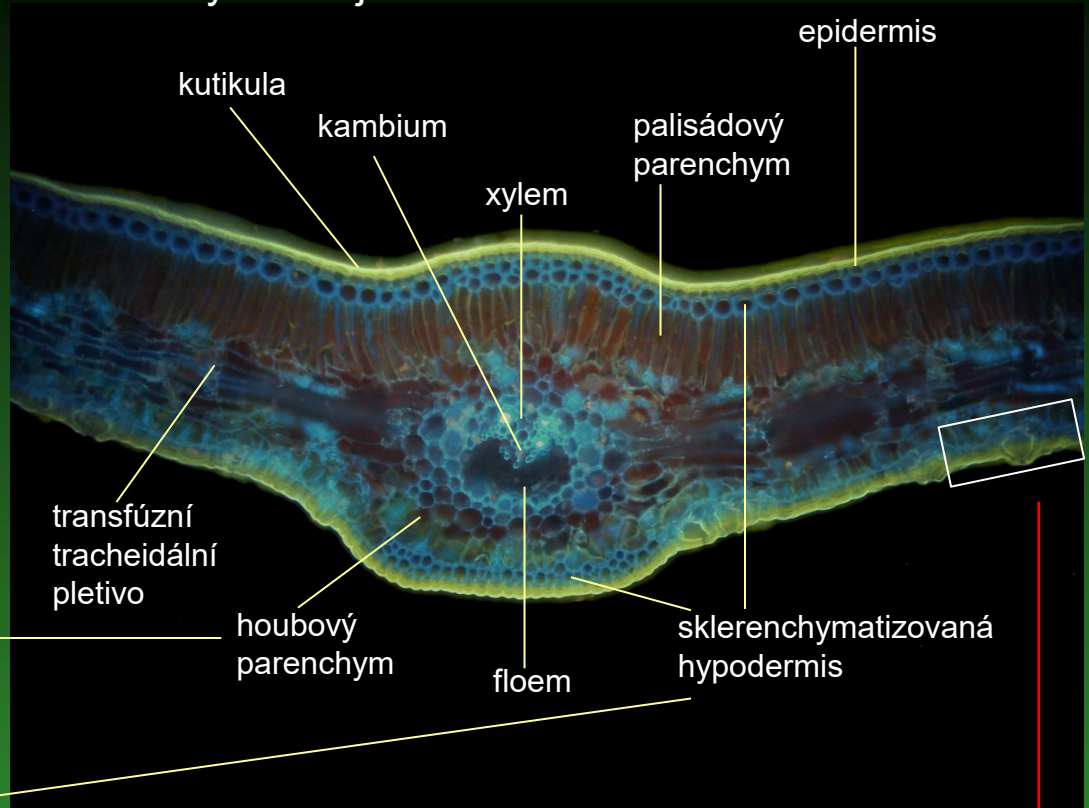
xylem s tracheidami

parenchym

Řez listovým úkrojkem s kolaterální střední žilkou

Kutikula - silná

Průduchy – často hluboce zanořené



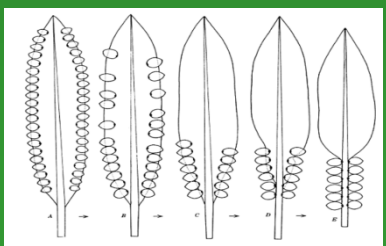
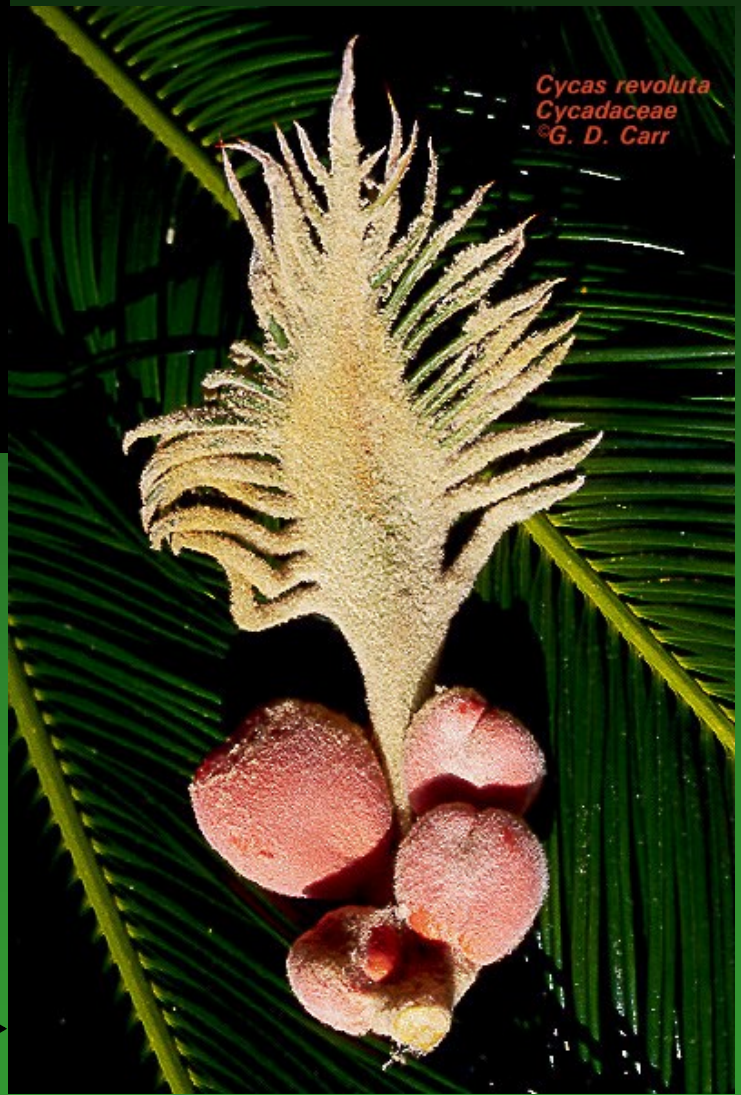
Úkrojky listů - v mládí circinálně svinuté, v dospělosti často s hrotitou špičkou



Sporofyly často v šišticích (strobilech), nebo ve spirálovitém terminálním chocholu. Reprodukční orgány mohou vznikat každý rok, u některých druhů však jejich tvorba může být jen jednou za 10–15 let; u některých druhů je tvorba šištic inicializovaná požárem.



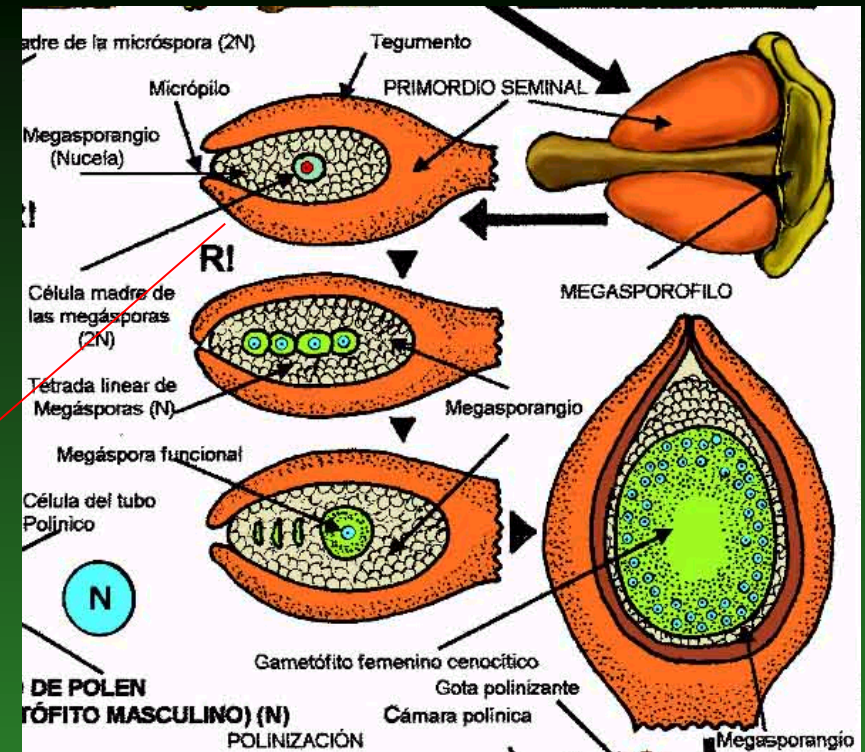
Na jednom sporofylu většinou 2 vajíčka (někdy až 8)



Vajíčko (= homolog
megasporangia)

Pletivo uvnitř vajíčka = nucellus
= (homolog archesporia)

(1) Jedna z buněk nucellu
(mateřská) se meiózou rozdělí
na 4 haploidní spóry;

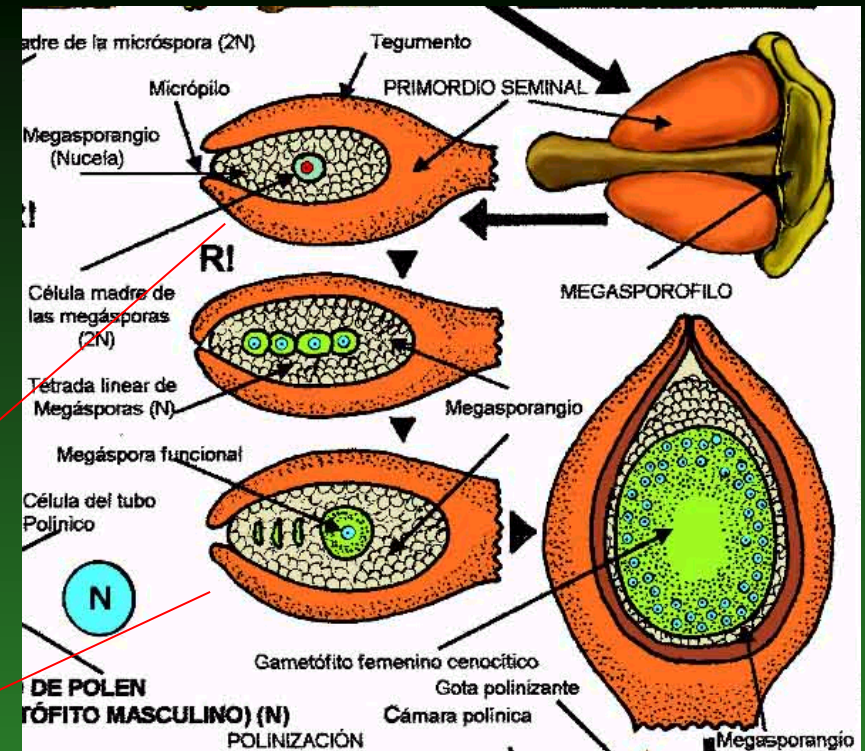


Vajíčko (= homolog
megasporangia)

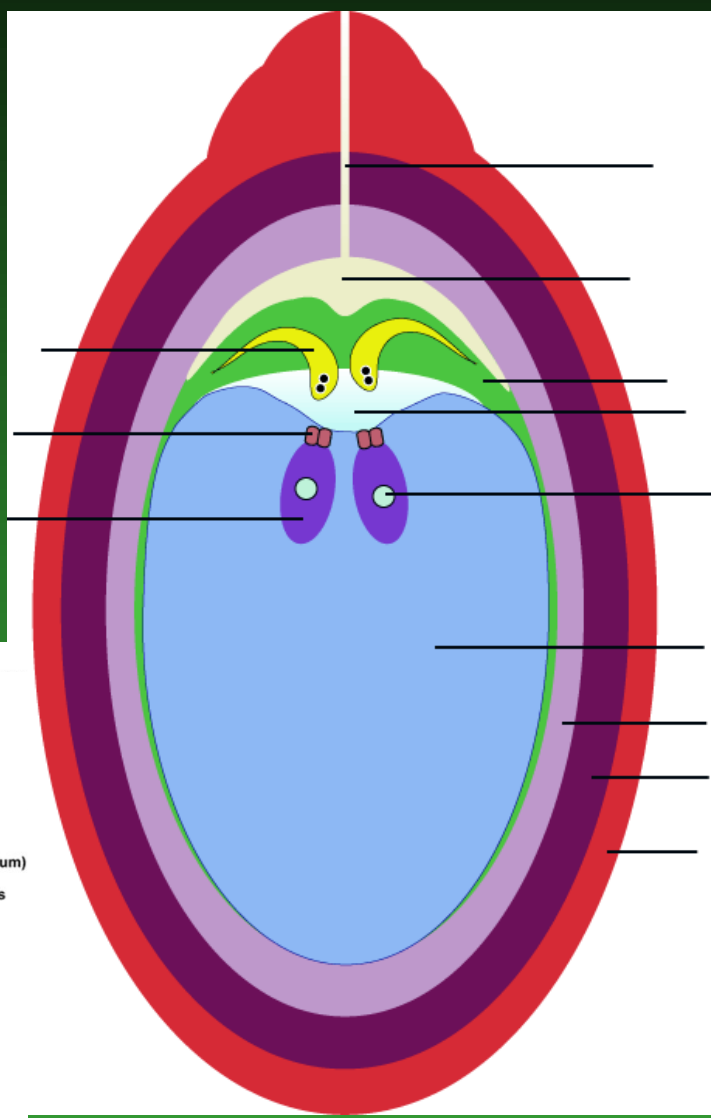
Pletivo uvnitř vajíčka = nucellus
= (homolog archesporia)

(1) Jedna z buněk nucellu
(mateřská) se meiózou rozdělí
na 4 haploidní spóry;

(2) Tři z nich zaniknou

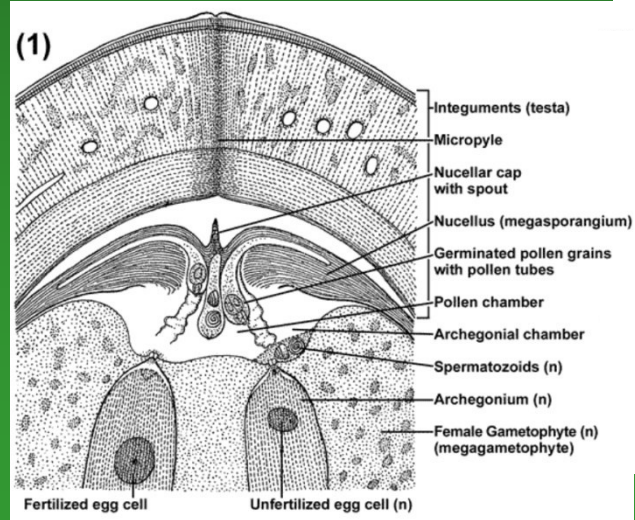


Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

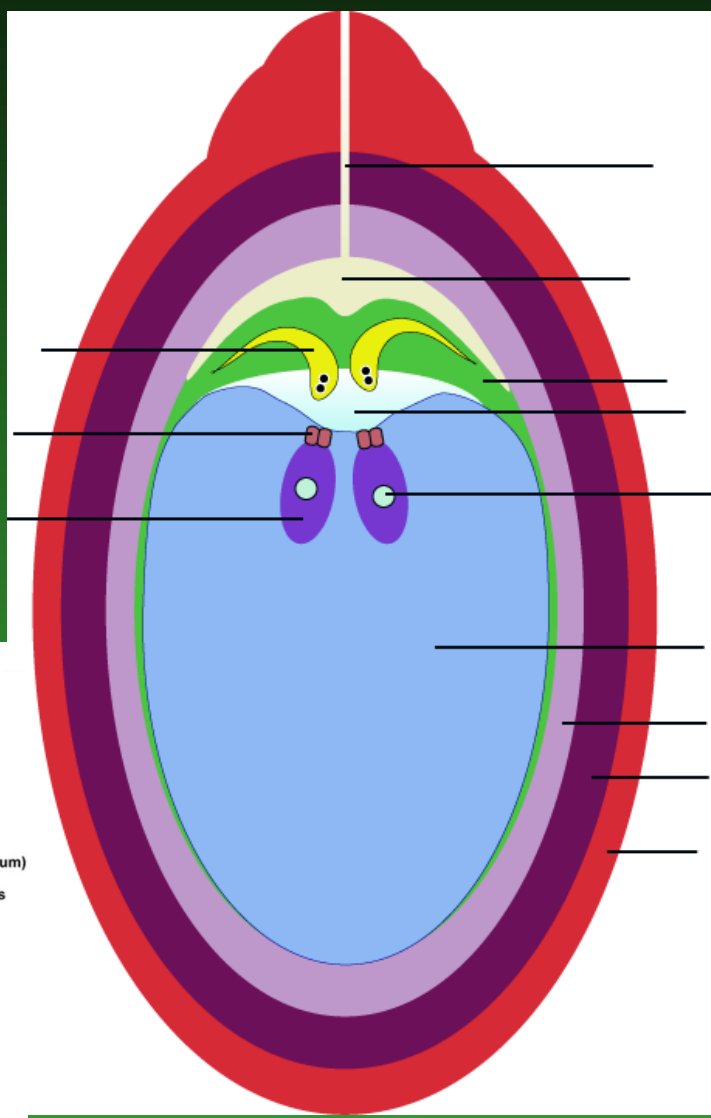


nucellus

\ (→ vnitřní blanité osemení)
 – integument (→ sklerotesta)
 / (→ sarkotesta)



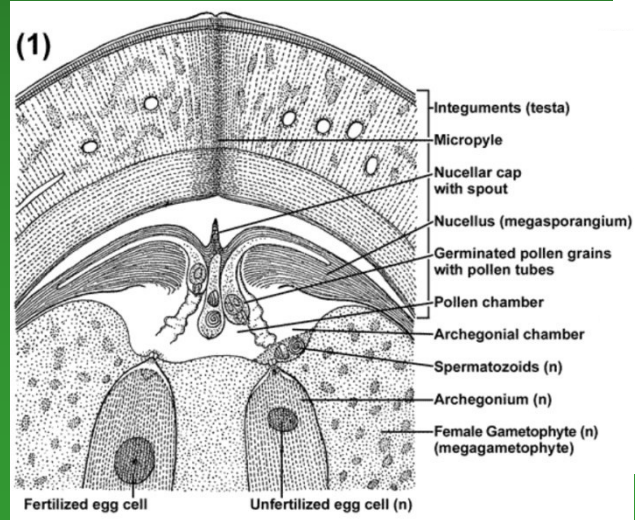
Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární



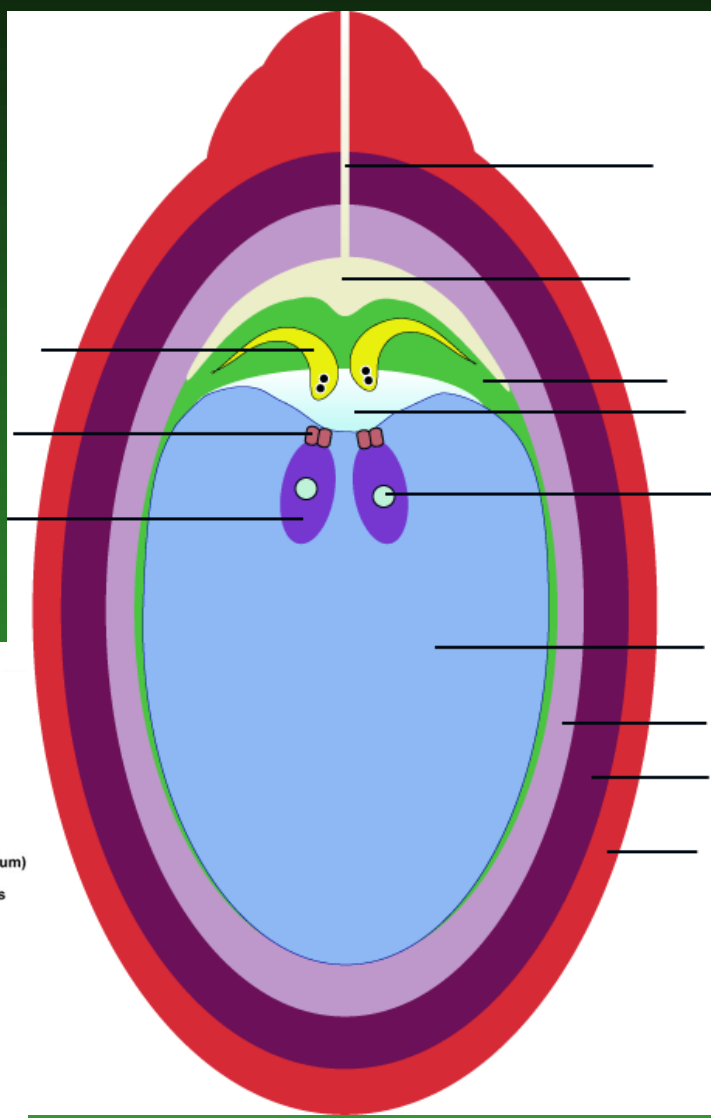
mikropyle

nucellus

\ (→ vnitřní blanité osemení)
 – integument (→ sklerotesta)
 / (→ sarkotesta)



Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

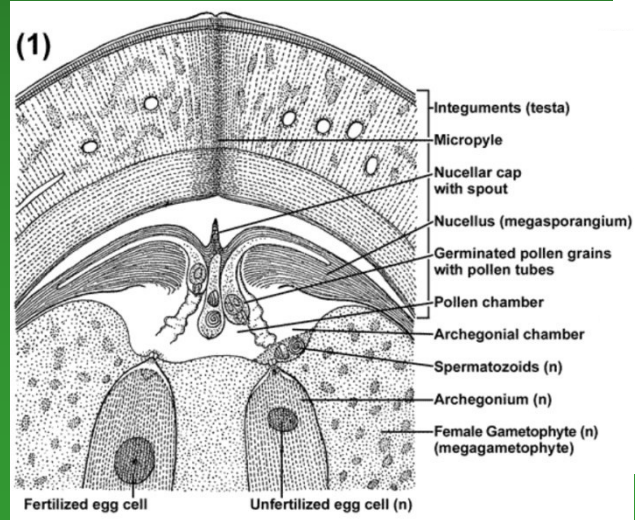


mikropyle

pylová komora

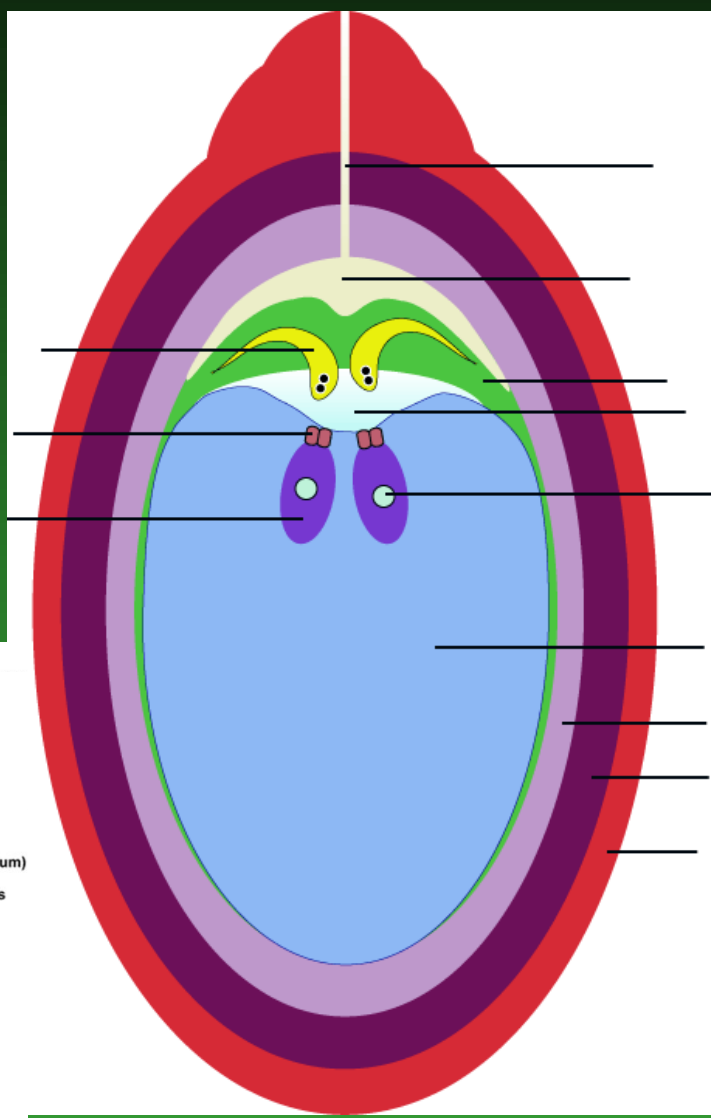
nucellus

\ (→ vnitřní blanité osemení)
 – integument (→ sklerotesta)
 / (→ sarkotesta)

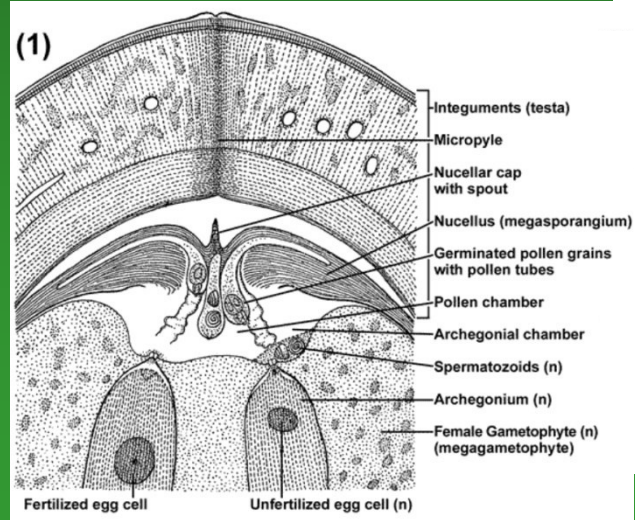


Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium
= samčí gametofyt

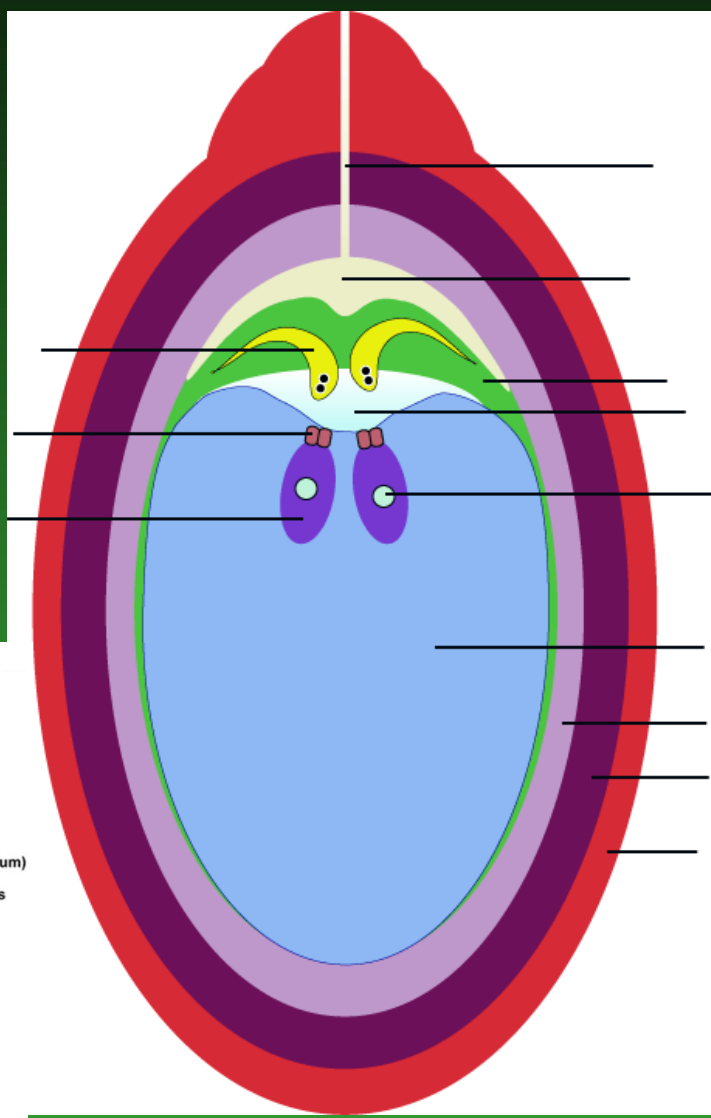


- mikropyle
- pylová komora
- nucellus
- \ (→ vnitřní blanité osemení)
- integument (→ sklerotesta)
- / (→sarkotesta)

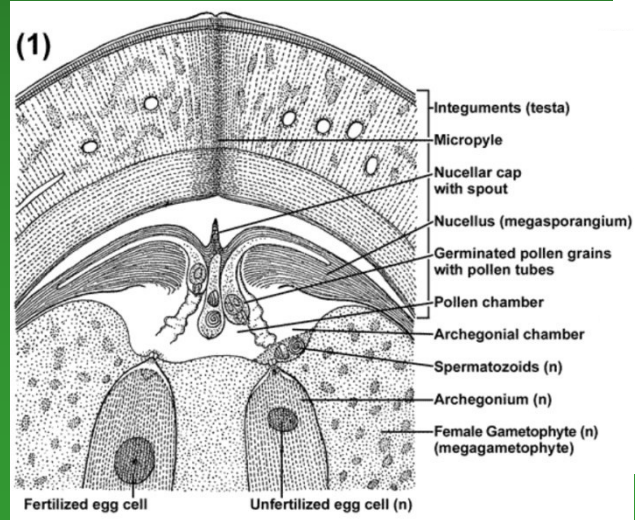


Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium
= samčí gametofyt

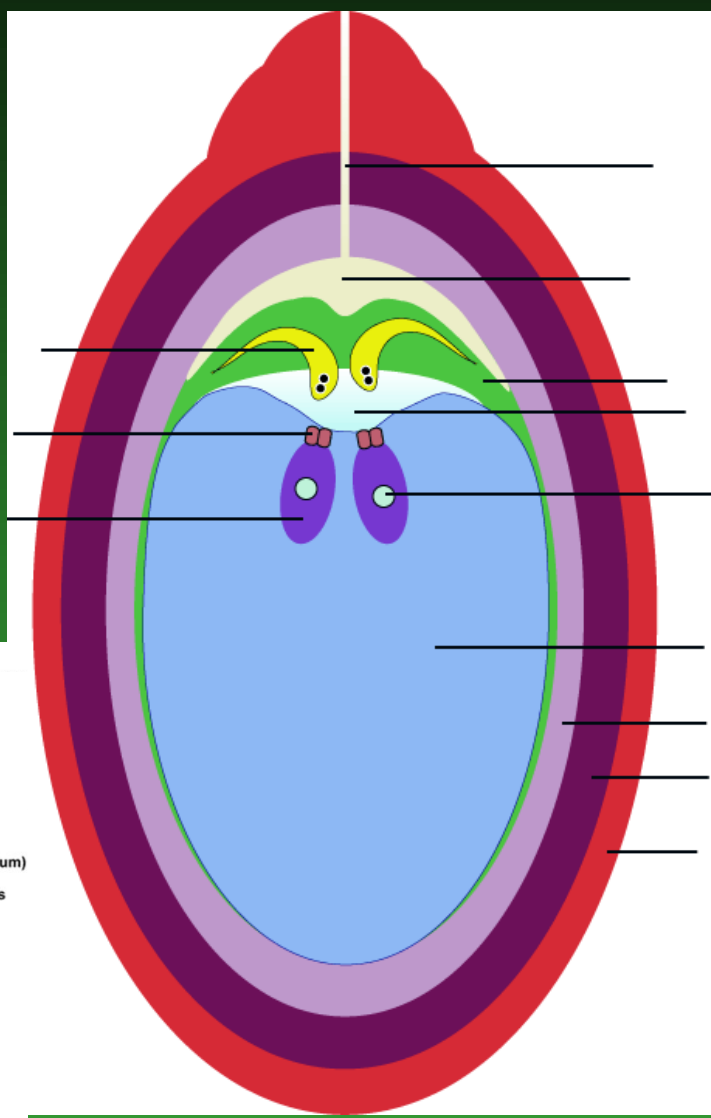


- mikropyle
- pylová komora
- nucellus
- archegoniální komora**
- \ (→ vnitřní blanité osemení)
- integument (→ sklerotesta)
- / (→sarkotesta)



Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

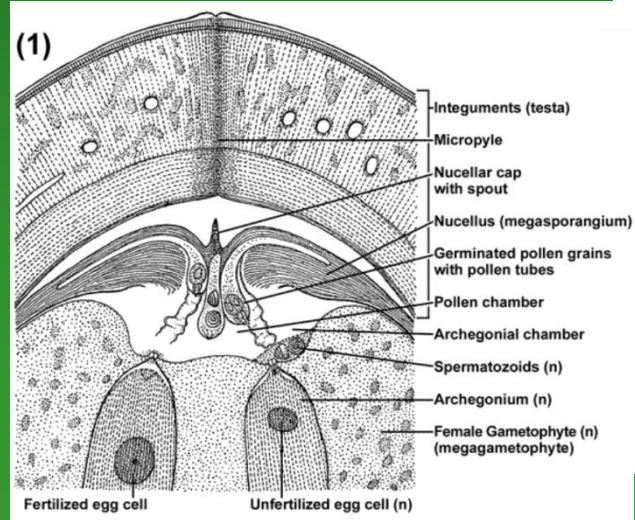
láčka pylová = mikroprothalam
= samčí gametofyt



mikropyle
pylová komora
nucellus
archegoniální komora

**samičí gametofyt
= megaprothalam**

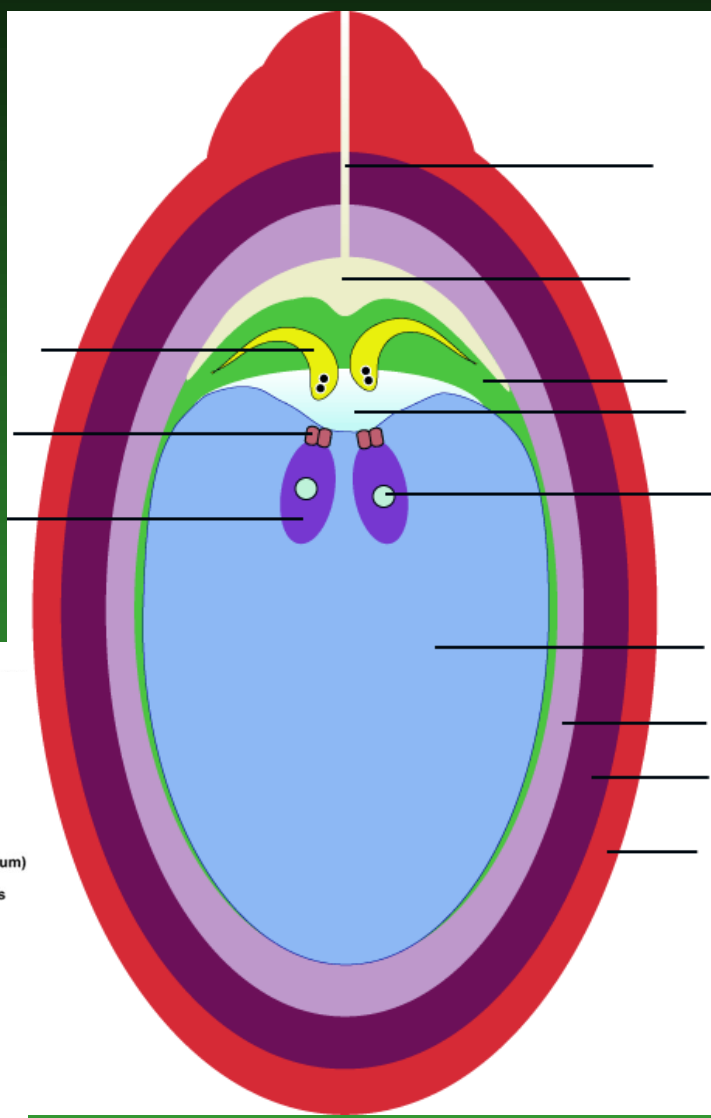
\ (→ vnitřní blanité osemení)
– integument (→ sklerotesta)
/ (→sarkotesta)



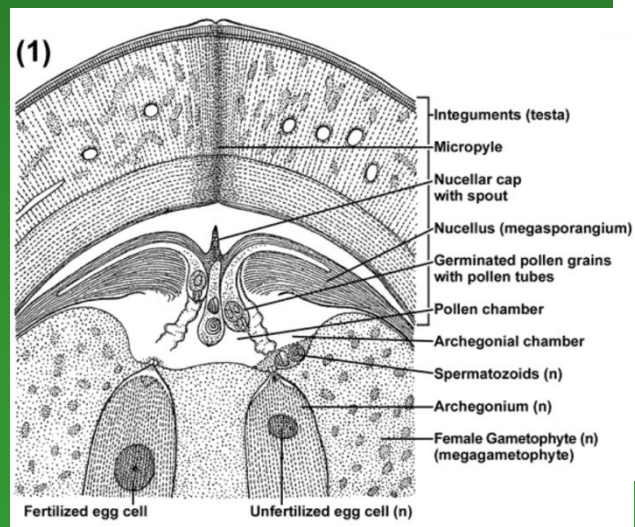
Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium
= samčí gametofyt

krček archegonia
archegonium



mikropyle
pylová komora
nucellus
archegoniální komora
samičí gametofyt = megaprothalamium
\ (→ vnitřní blanité osemení)
- integument (→ sklerotesta)
/ (→sarkotesta)

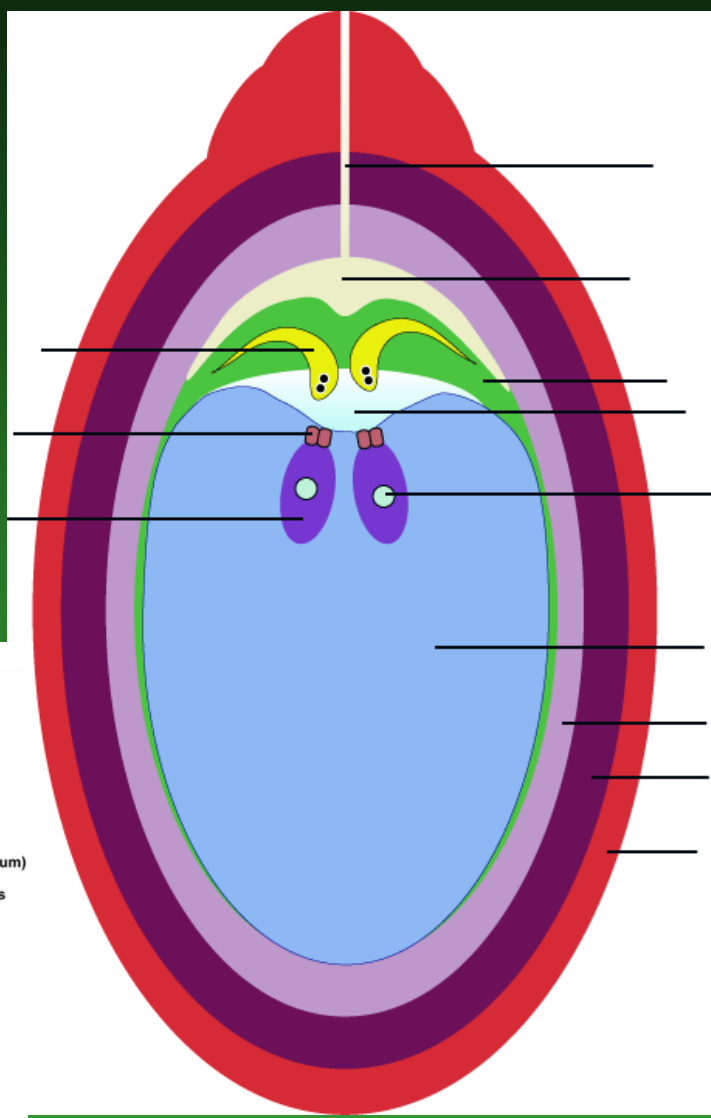


Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium
= samčí gametofyt

krček archegonia

archegonium



mikropyle

pylová komora

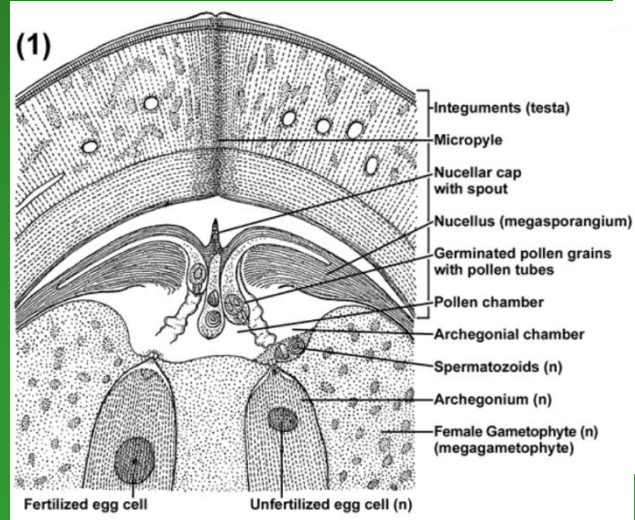
nucellus

archegoniální komora

oosféra

samičí gametofyt
= megaprothalamium

\ (→ vnitřní blanité osemení)
– integument (→ sklerotesta)
/ (→sarkotesta)

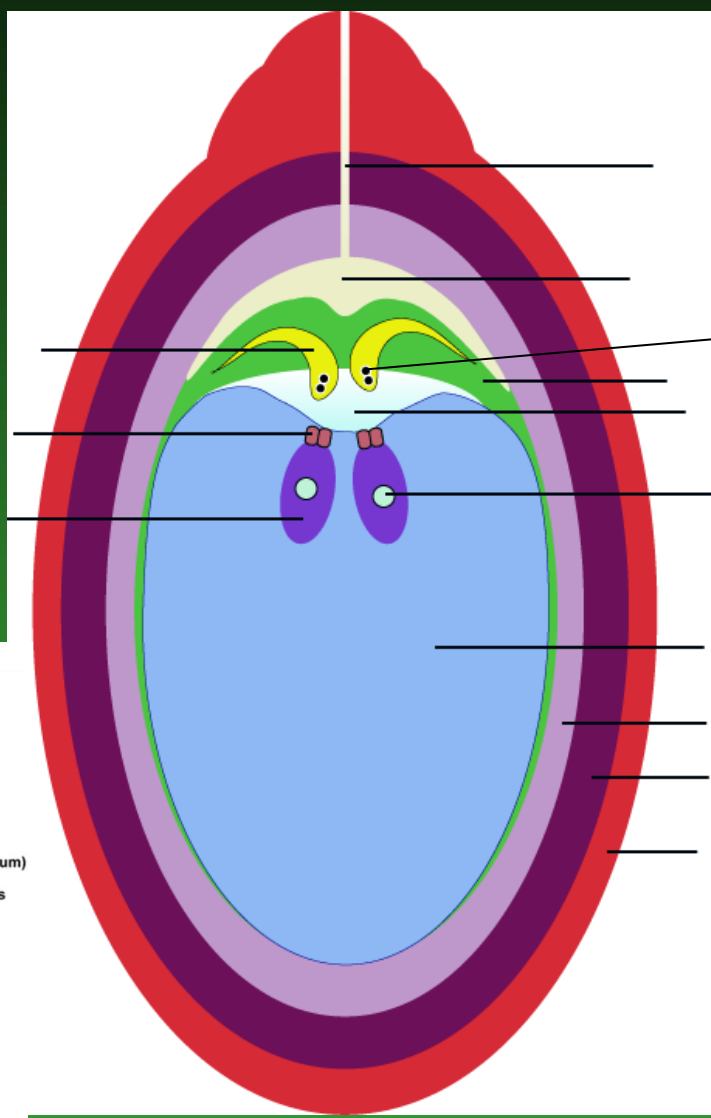


Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium
= samčí gametofyt

krček archegonia

archegonium



mikropyle

pylová komora

spermatozoidy

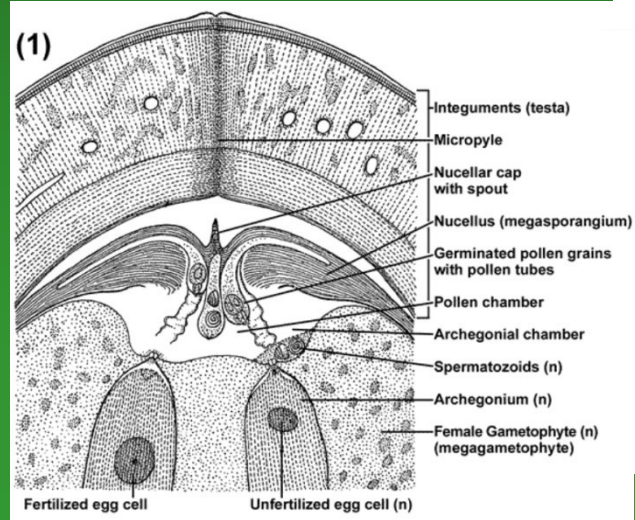
nucellus

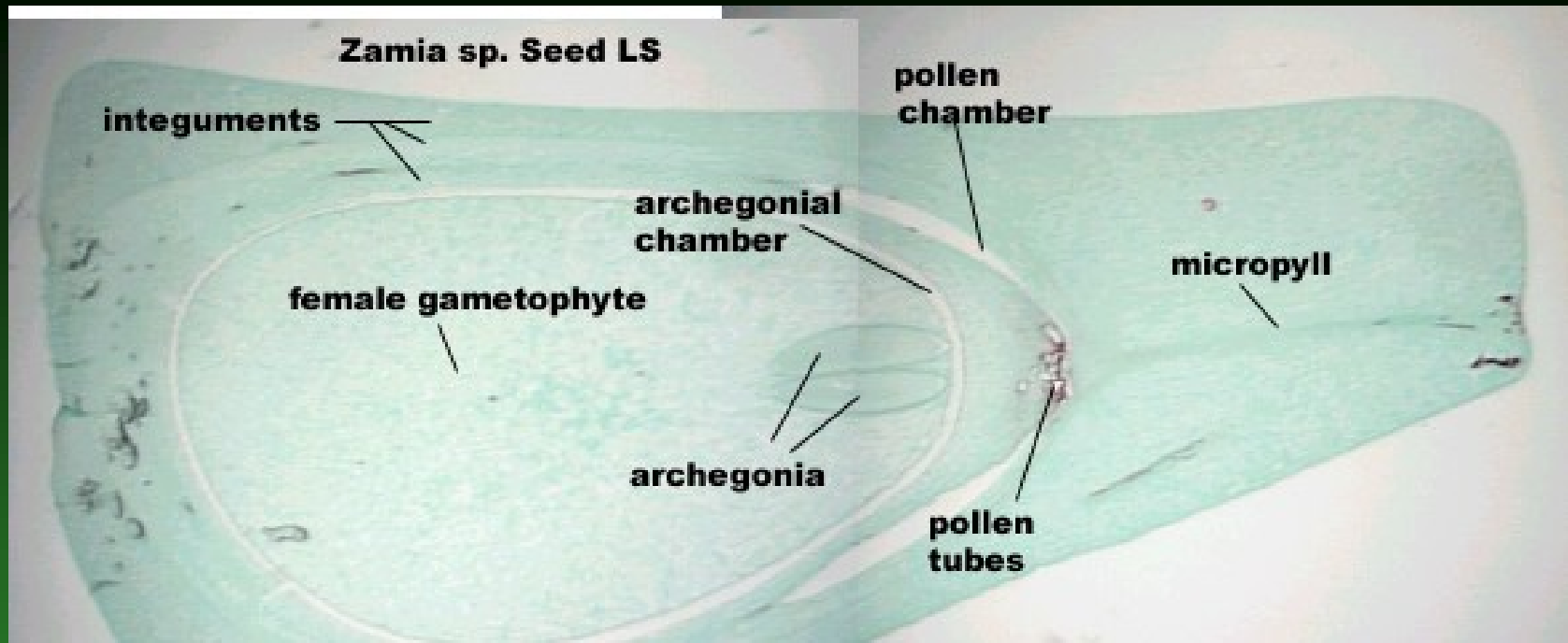
archegoniální komora

oosféra

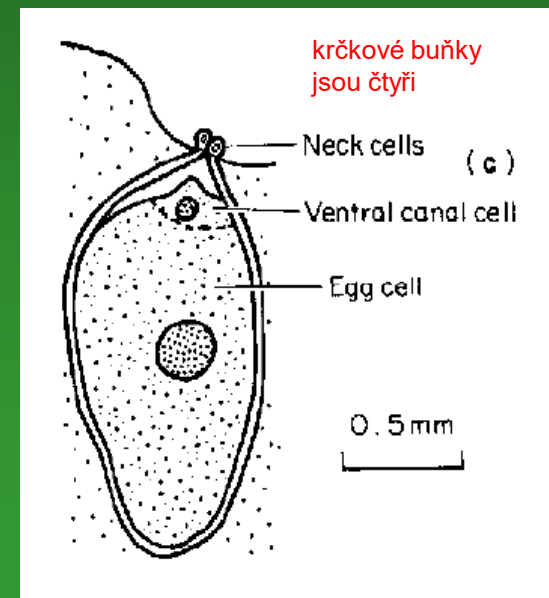
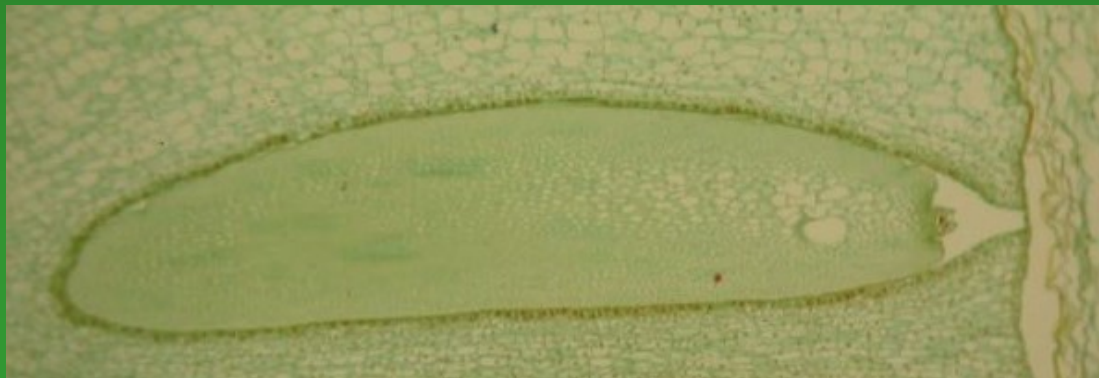
samičí gametofyt
= megaprothalamium

\ (→ vnitřní blanité osemení)
– integument (→ sklerotesta)
/ (→ sarkotesta)

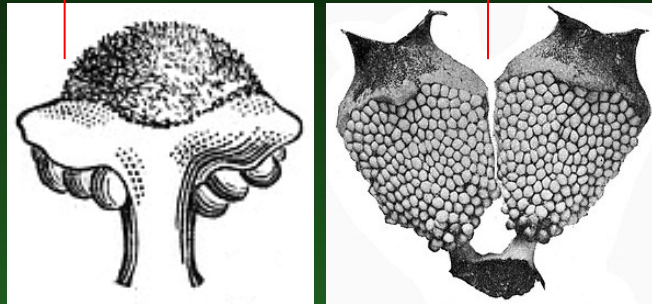




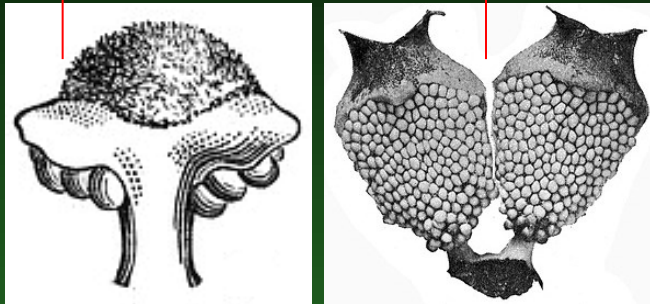
archegonia poměrně jednoduché stavby 6 buněk



Mikrosporofyly – štítkovité nebo šupinovitě



Mikrosporofyly – štitkovité nebo šupinové

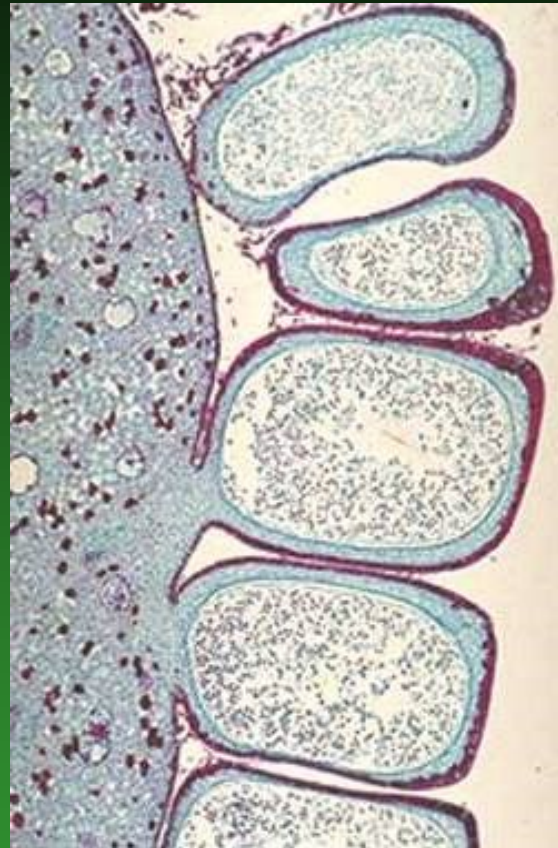
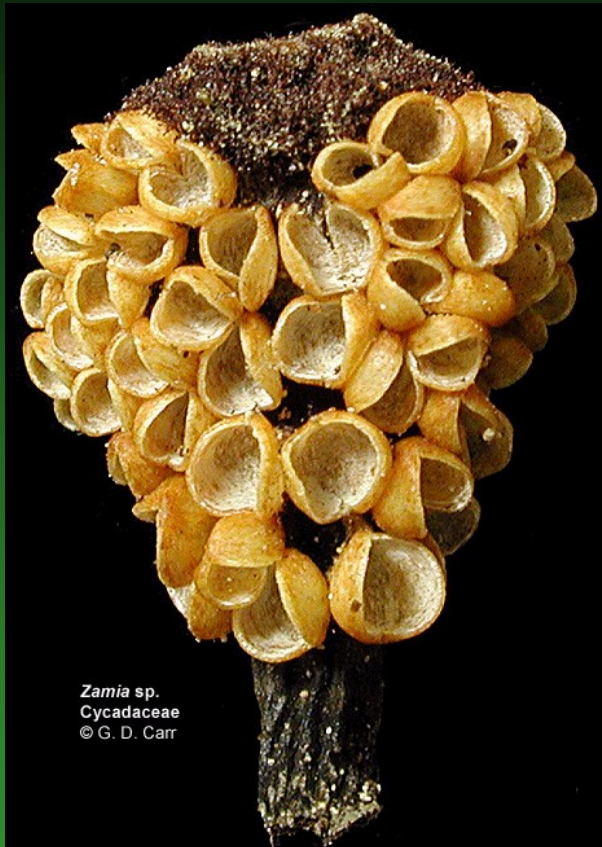


vždy ve strobilech

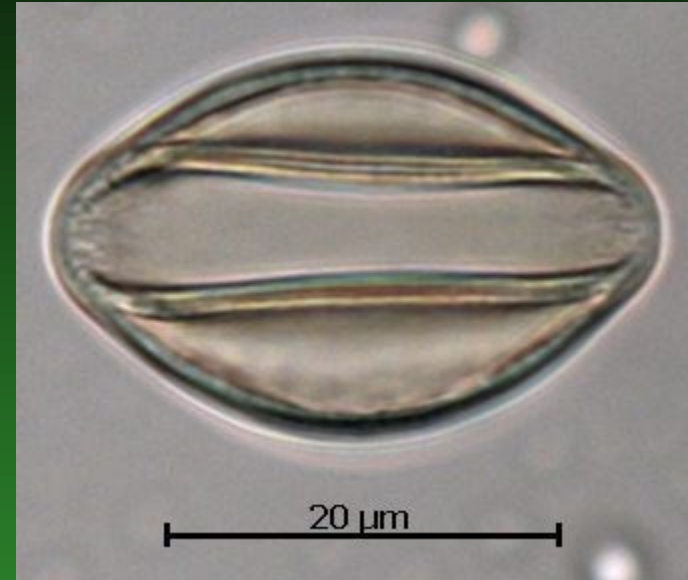
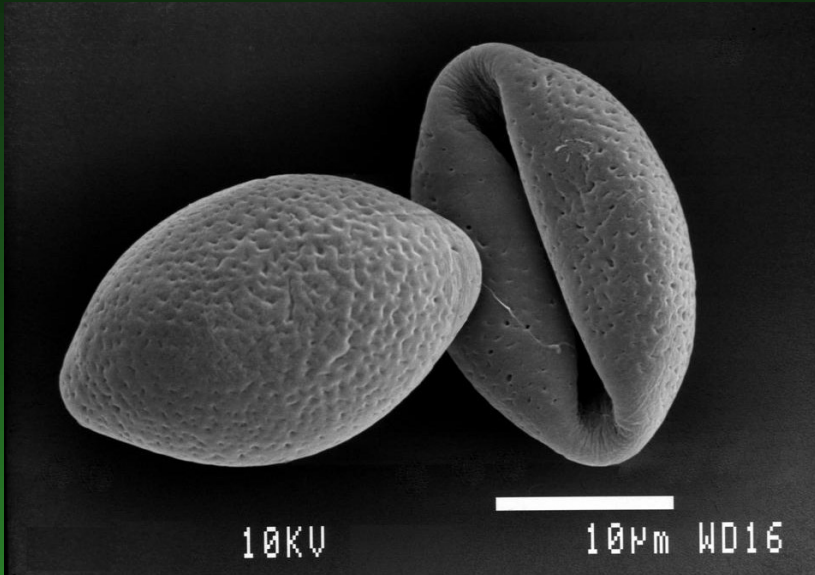
Zamia sp.
Cycadaceae
© G. D. Carr



Mikrosporangia — ve velkém množství na abaxiální ploše mikrosporofylu



Pyli – monokolpátní bez vzdušných vaků



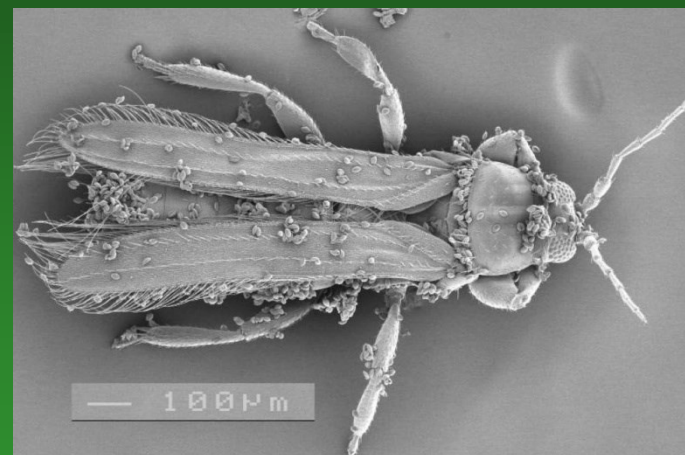
Přenos pylových zrn – větrem



Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do
mikrostrobilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

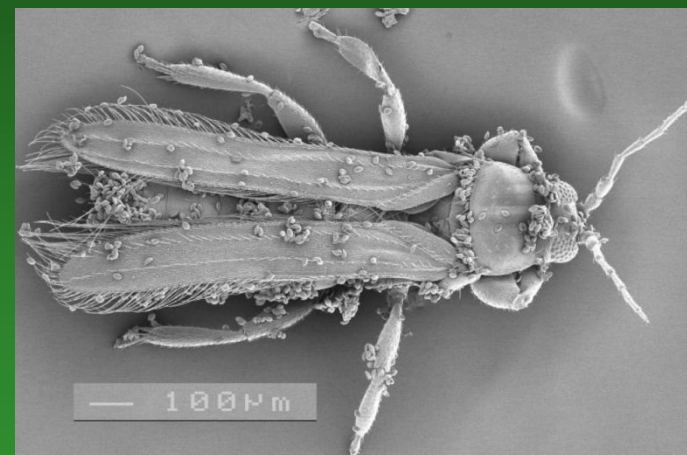


třásněnka *Cycadothrips chadwicki*
pokrytá mikrospórami
Macrozamia lucida

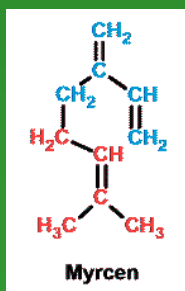
Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*
pokrytá mikrospórami
Macrozamia lucida



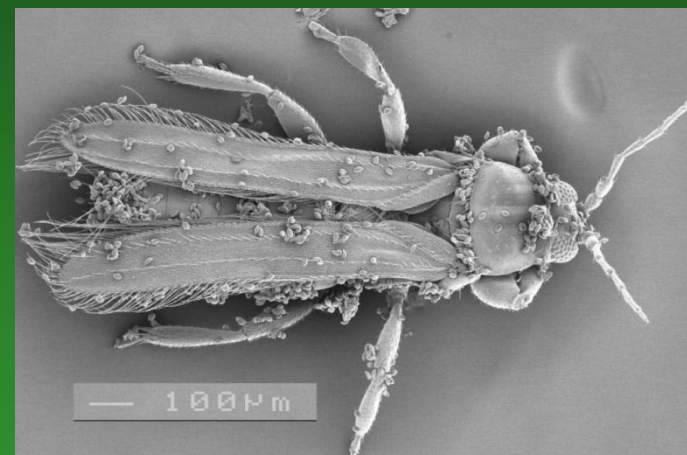
Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován.
Surovina v parfumní výrobě.

Přenos pylových zrn třásněnkami

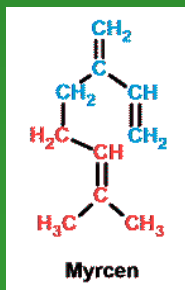
Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrombily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strobilu)



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*
pokrytá mikrospórami
Macrozamia lucida



Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.

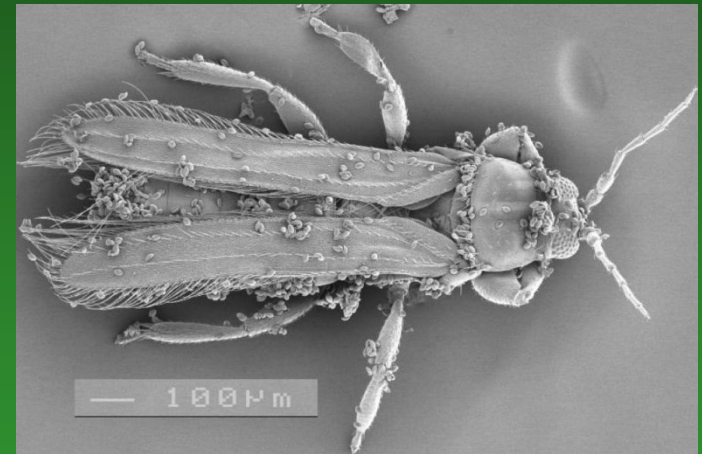
Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

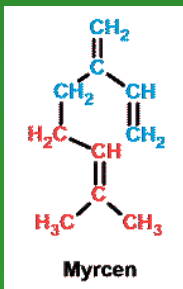
slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrombily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strombilu)

uvolní se myrcen a jeho vysoká koncentrace vypudí třásněnky



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*
pokrytá mikrospórami
Macrozamia lucida



Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.

Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

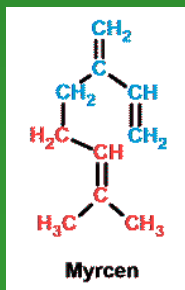
slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrobily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strobilu)

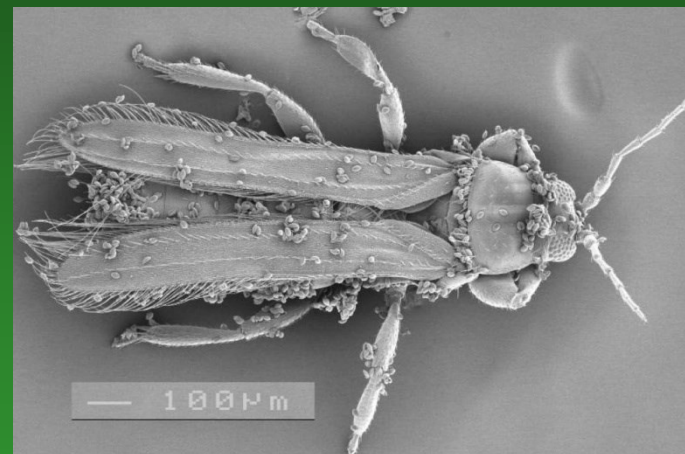
uvolní se myrcen a jeho vysoká koncentrace vypudí třásněnky

vypuzené třásněnky hledají pyl v podobně vonících megastrobilech

Zahřívání se cyklicky opakuje => přenos pylu mezi pohlavími.



Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*
pokrytá mikrospórami
Macrozamia lucida

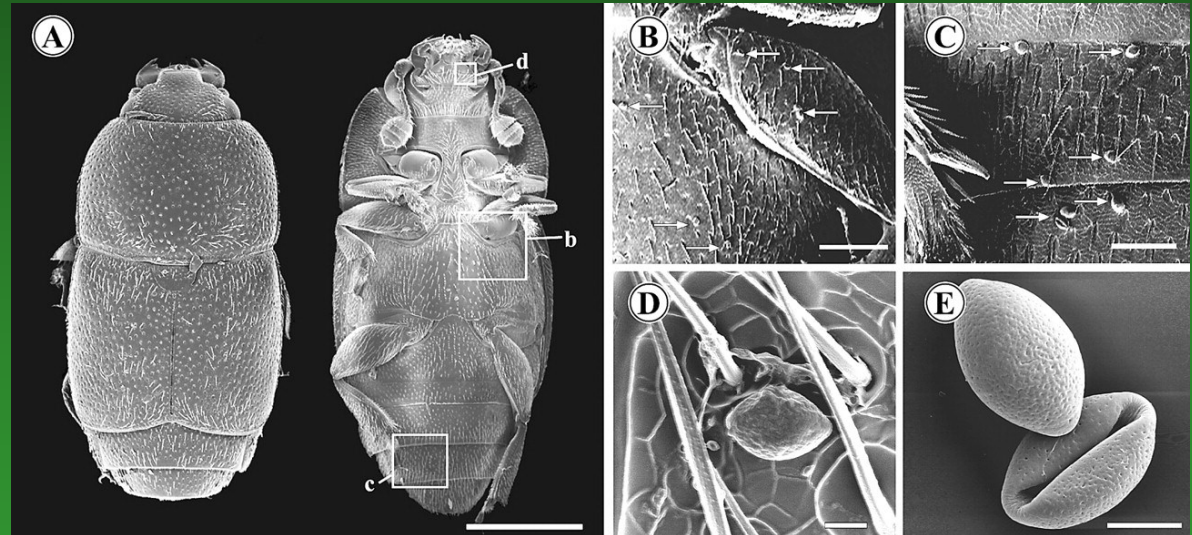
Podobně se přenášejí pyl zamií i brouci



Samčí strobily – bez toxinů = brouci je mohou žrát a při tom se kontaminovat pylem

Samičí šištice – s toxiny z kořenových sinic = brouci po nalétnutí do samičí šištice zjistí, že se díky toxinům žrát nedá = kontaminují vajíčka pylem ale nesežerou je!

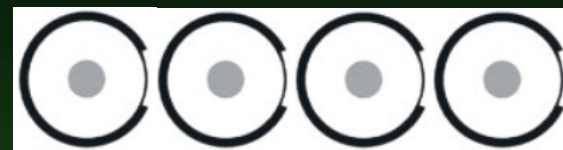
Pharaxonotha zamiae
larvy se živí pylem dospělci také
přenos pylu nastane při
nechtěných návštěvách
samičích šištic



Konzervativní morfologie cykasů = kantarogamie u nich může být stará až 300 mil. let – právě z té doby pocházejí nejstarší fosílie brouků!

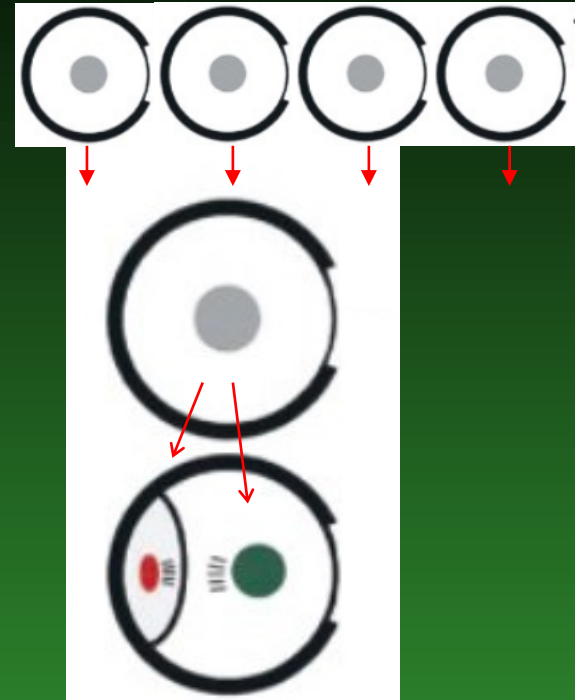
Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór



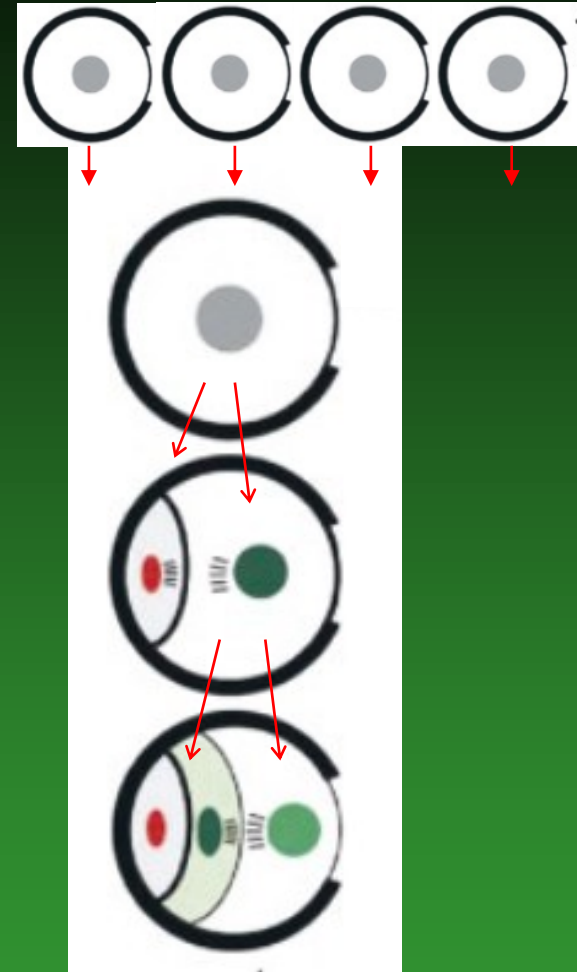
Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór
2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:
 - menší buňka prothaliová
 - velká buňka generativní



Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór
2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:
 - menší buňka prothaliová
 - velká buňka generativní
3. Generativní buňka se rozdělí na buňku antheridiovou a láčkovou.

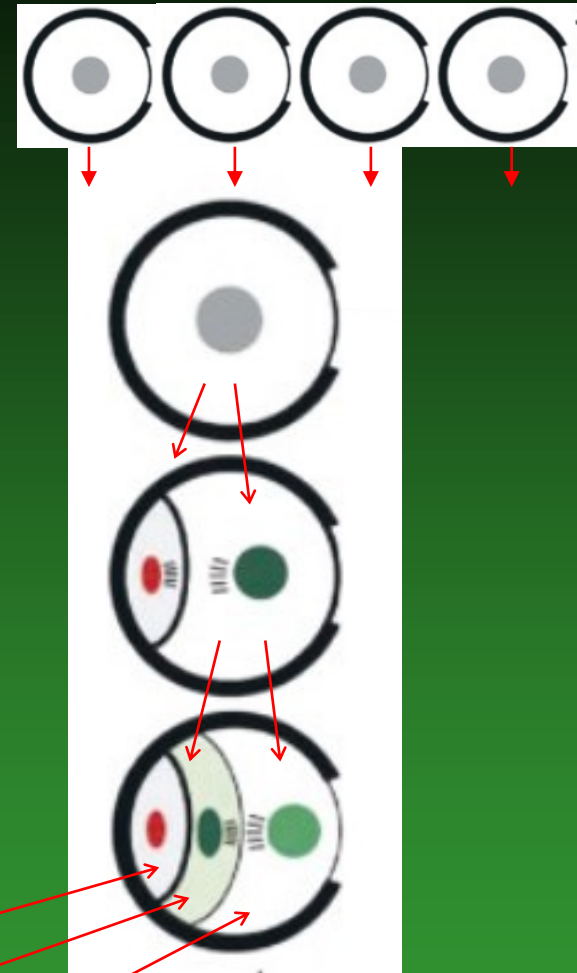


Vznik pylu v mikrosporangiu

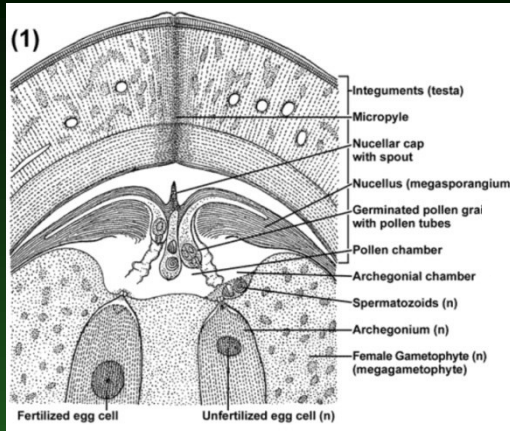
1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór
2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:
 - menší buňka prothaliová
 - velká buňka generativní
3. Generativní buňka se rozdělí na buňku antheridiovou a láčkovou.

Zralé pylové zrno cykasů je tak trojbuněčné a obsahuje buňky:

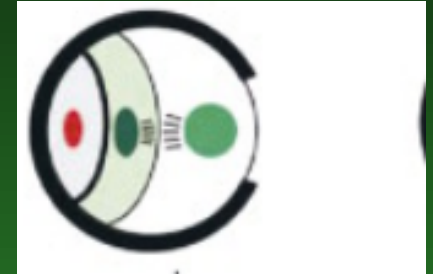
prothaliovou, antheridiovou a láčkovou



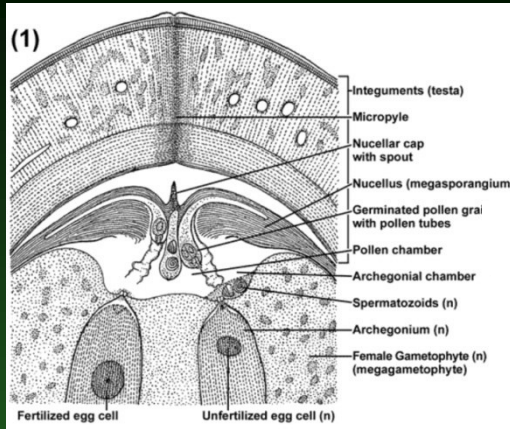
Dozrání pylu v samčí gametofyt



1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



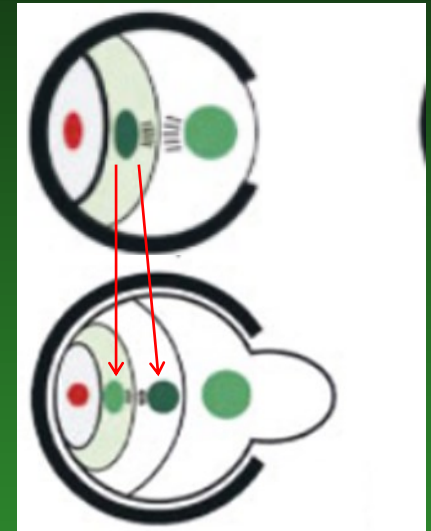
Dozrání pylu v samčí gametofyt



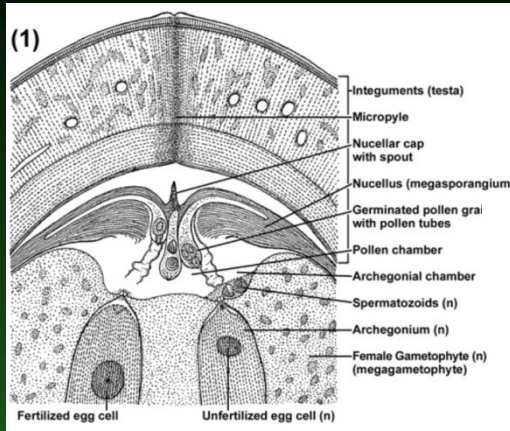
1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní



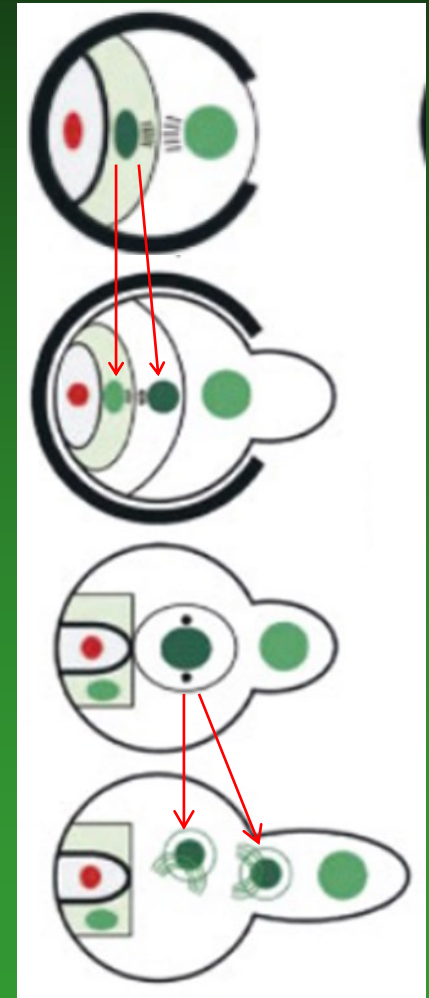
Dozrání pylu v samčí gametofyt



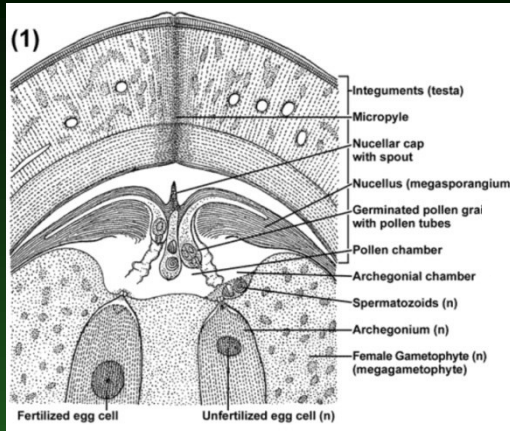
1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



- 4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní
- 4b. Spermatická buňka se rozdělí na dva polyciliální spermatozoidy
- 4c. Zralý samčí gametofyt má tedy 5 buněk/jader (prothaliová, vegetativní, dva spermatozoidy a láčková)



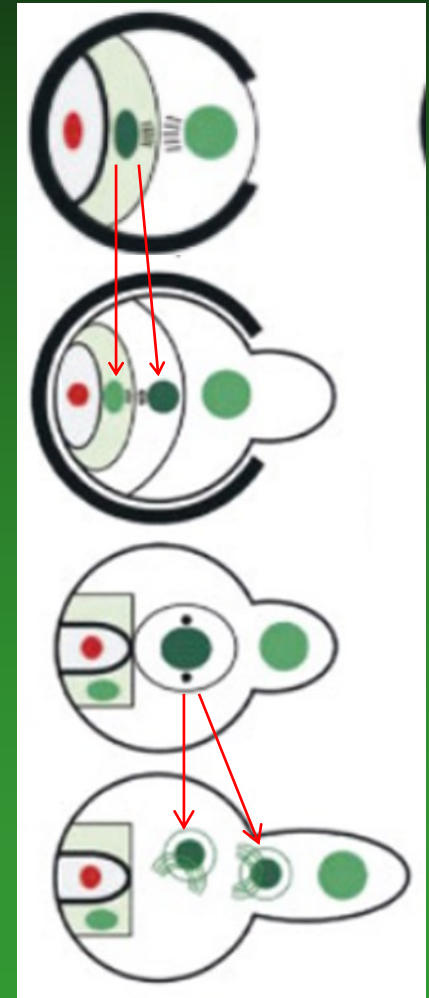
Dozrání pylu v samčí gametofyt



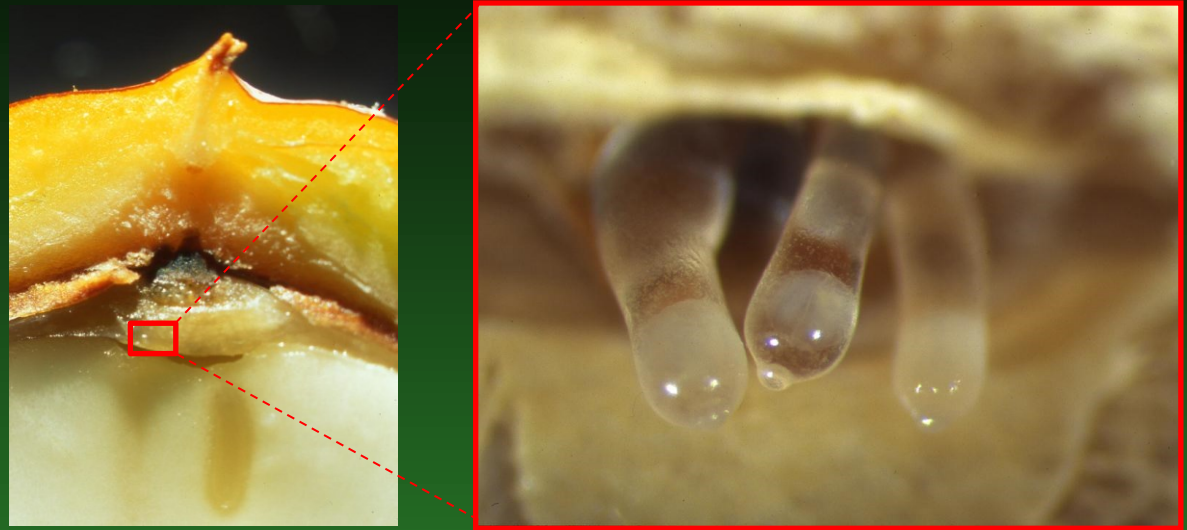
1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



- 4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní
- 4b. Spermatická buňka se rozdělí na dva polyciliální spermatozoidy
- 4c. Zralý samčí gametofyt má tedy 5 buněk/jader (prothaliová, vegetativní, dva spermatozoidy a láčková)

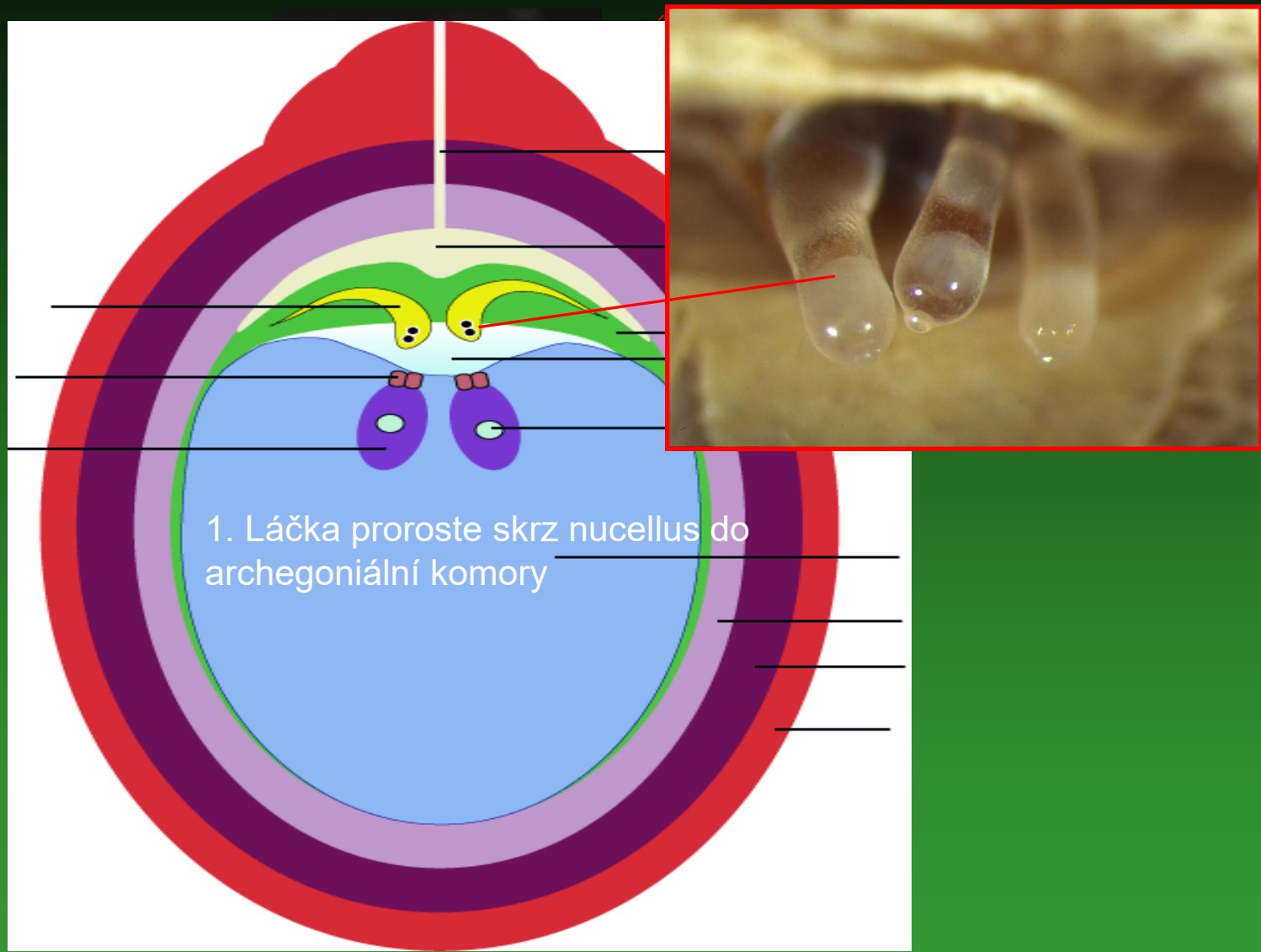


Oplození

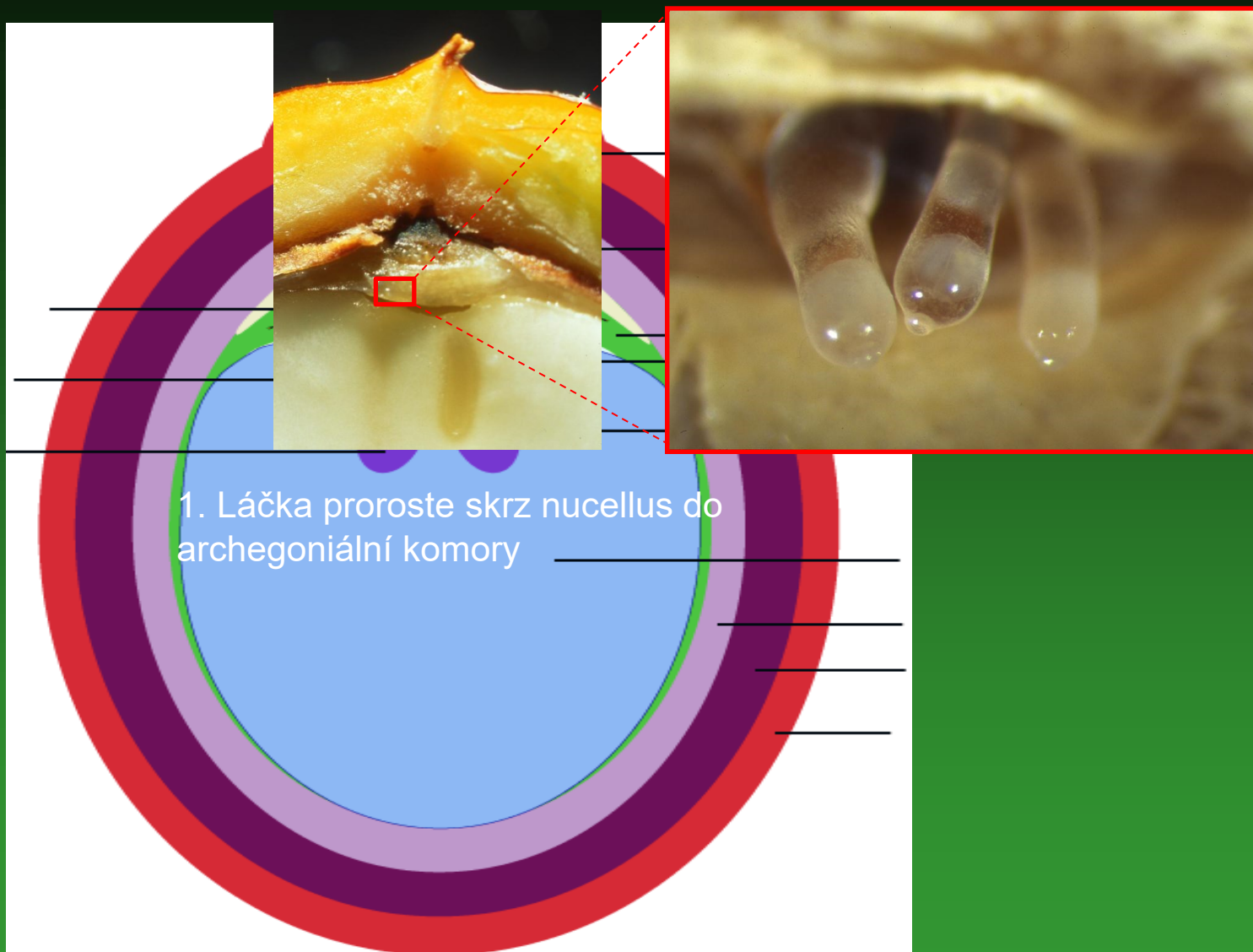


1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory

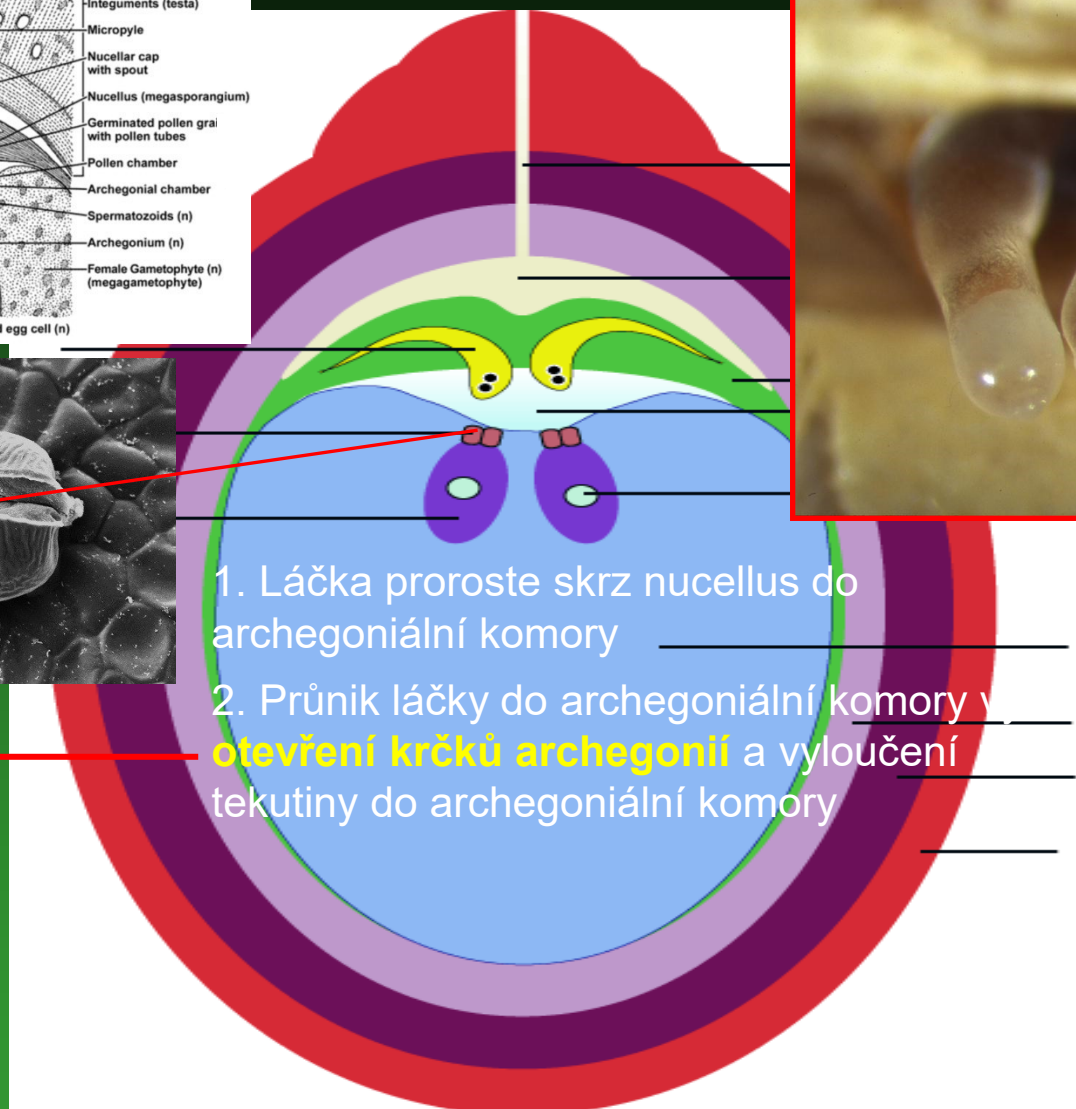
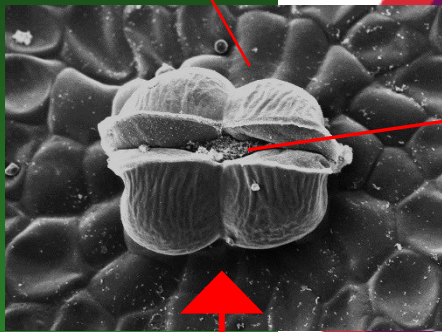
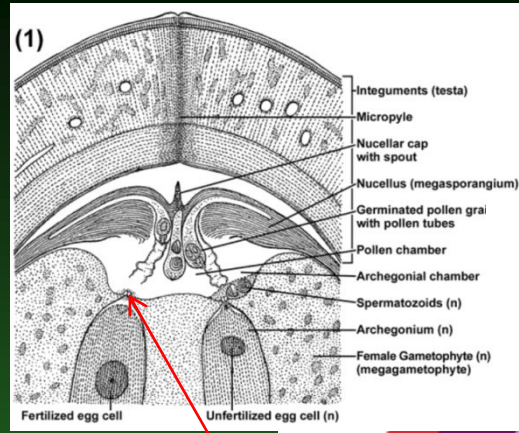
Oplození



Oplození

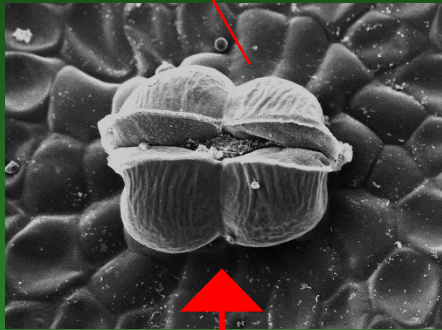
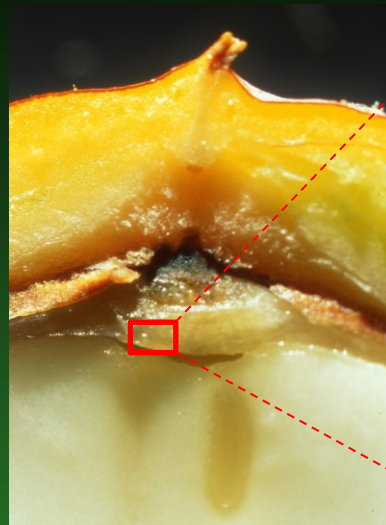
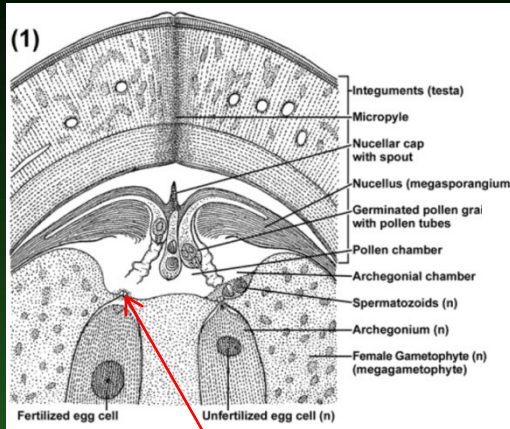


Oplození

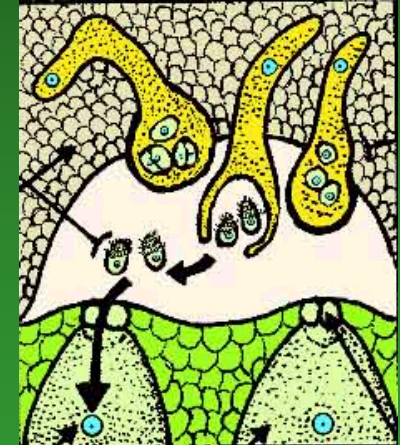


1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory v důsledku **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory

Oplození

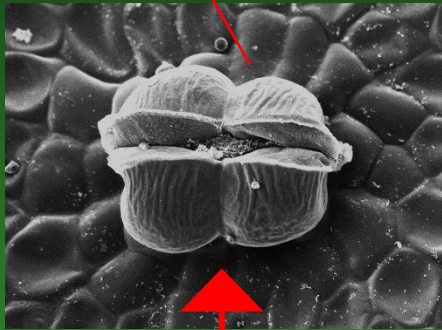
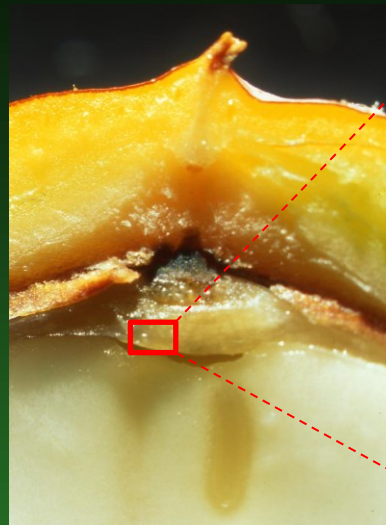
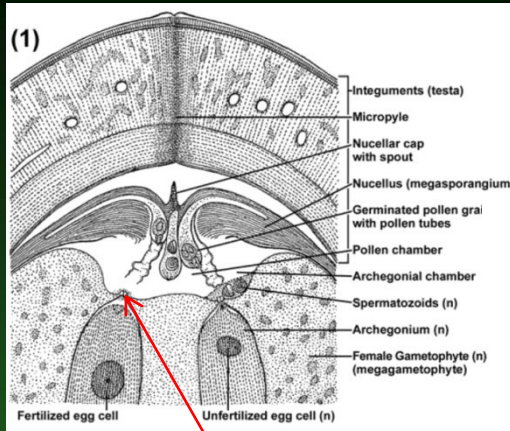


1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory vyvolá **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory
3. Spermatozoidy se uvolní z láčky do zvlhlé archegoniální komory

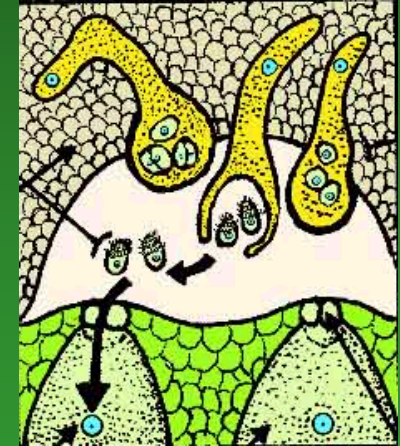


Cycadaceae – láčky větvené
Zamiaceae – láčky nevětvené

Oplození



1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory vyvolá **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory
3. Spermatozoidy se uvolní z láčky do zvlhlé archegoniální komory
4. Pomocí bičičků doplavou spermatozoidy tekutinou v archegoniální komoře až k oosféře v archegoniu
5. Jeden z nich splyne s oosférou



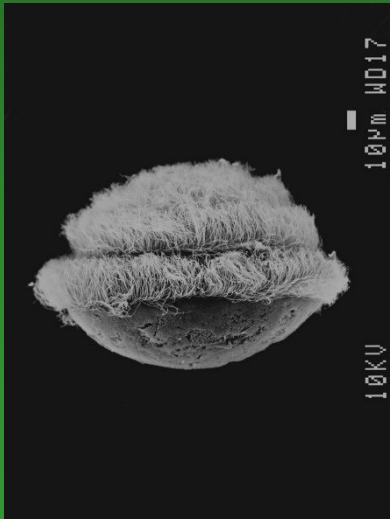
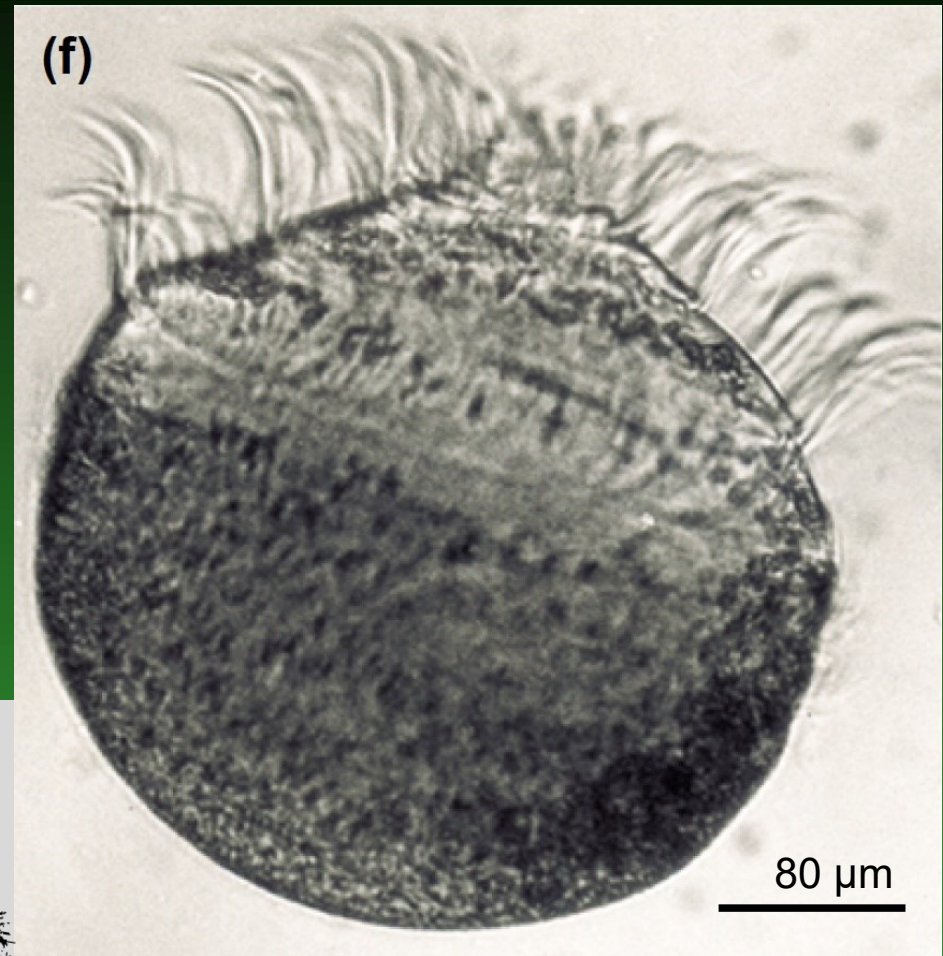
Cycadaceae – láčky větvené
Zamiaceae – láčky nevětvené

Spermatozoidy

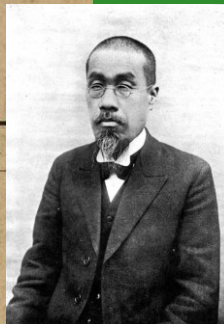
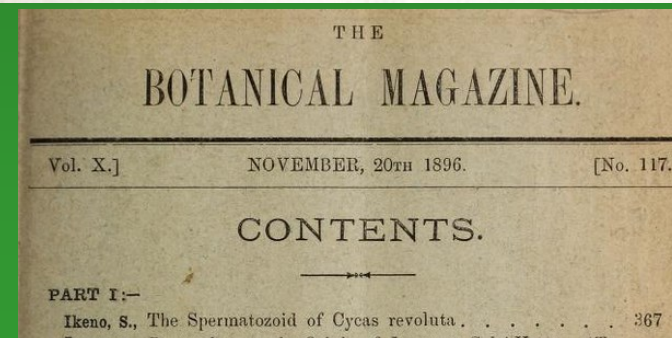
obrovské – až 500 μm velké

Největší samčí pohlavní buňky v rámci rostlinné i živočišné říše

spirálovitě uspořádané bičíky
(bičků je na spermatozoidu až 25 000)



Objevil je Japonec
Seiichiro Ikeno (1866-1943)
v roce 1896

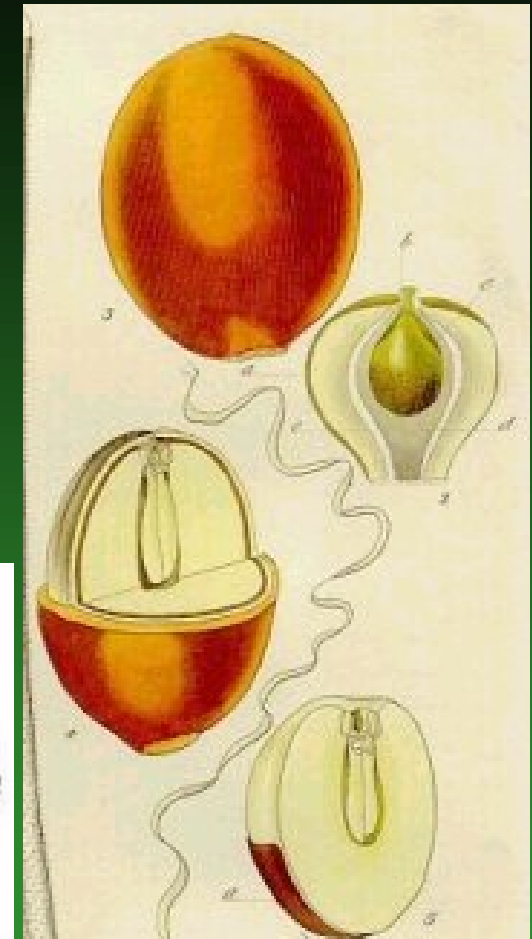


Oplozené vajíčko zraje v semeno

vnější obal = dužnatá sarkotesta (endozoochorie)

střední obal = dřevnatá sklerotesta

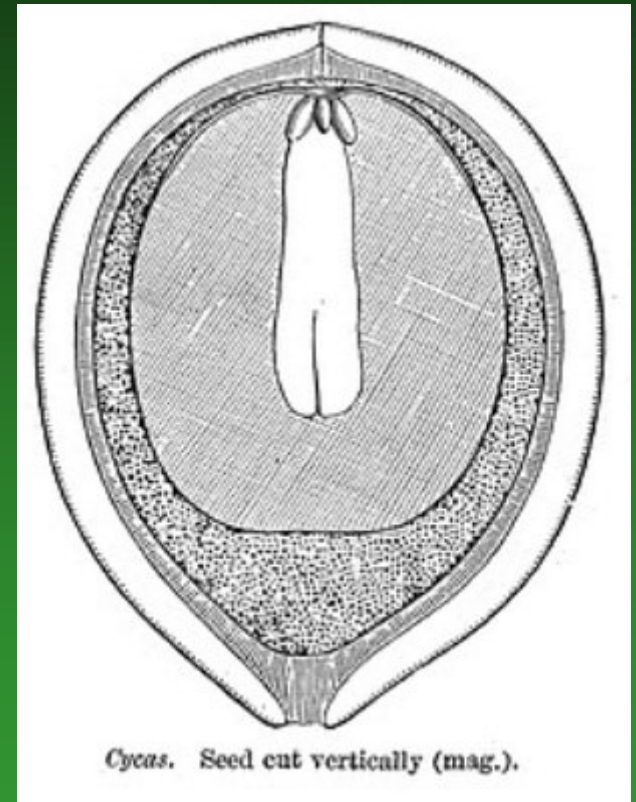
vnitřní obal blanitý.



Změna barvy zralé sarkotesty = jasná adaptace na endozoochorii

Z oplozené oosféry vzniká embryo s
2-6 dělohami

Embryo vyživováno pletivem
megaprothalia = primárním živným
pletivem

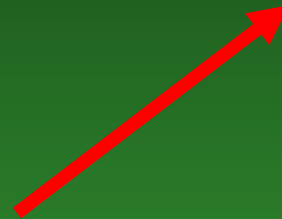


Historie

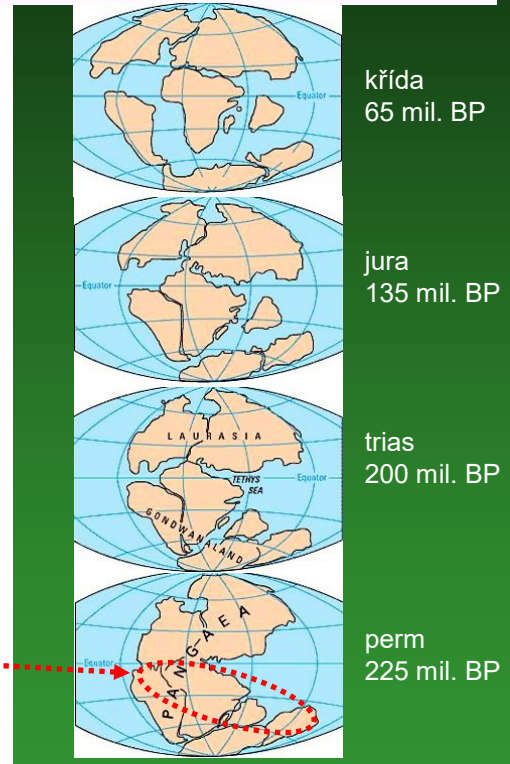
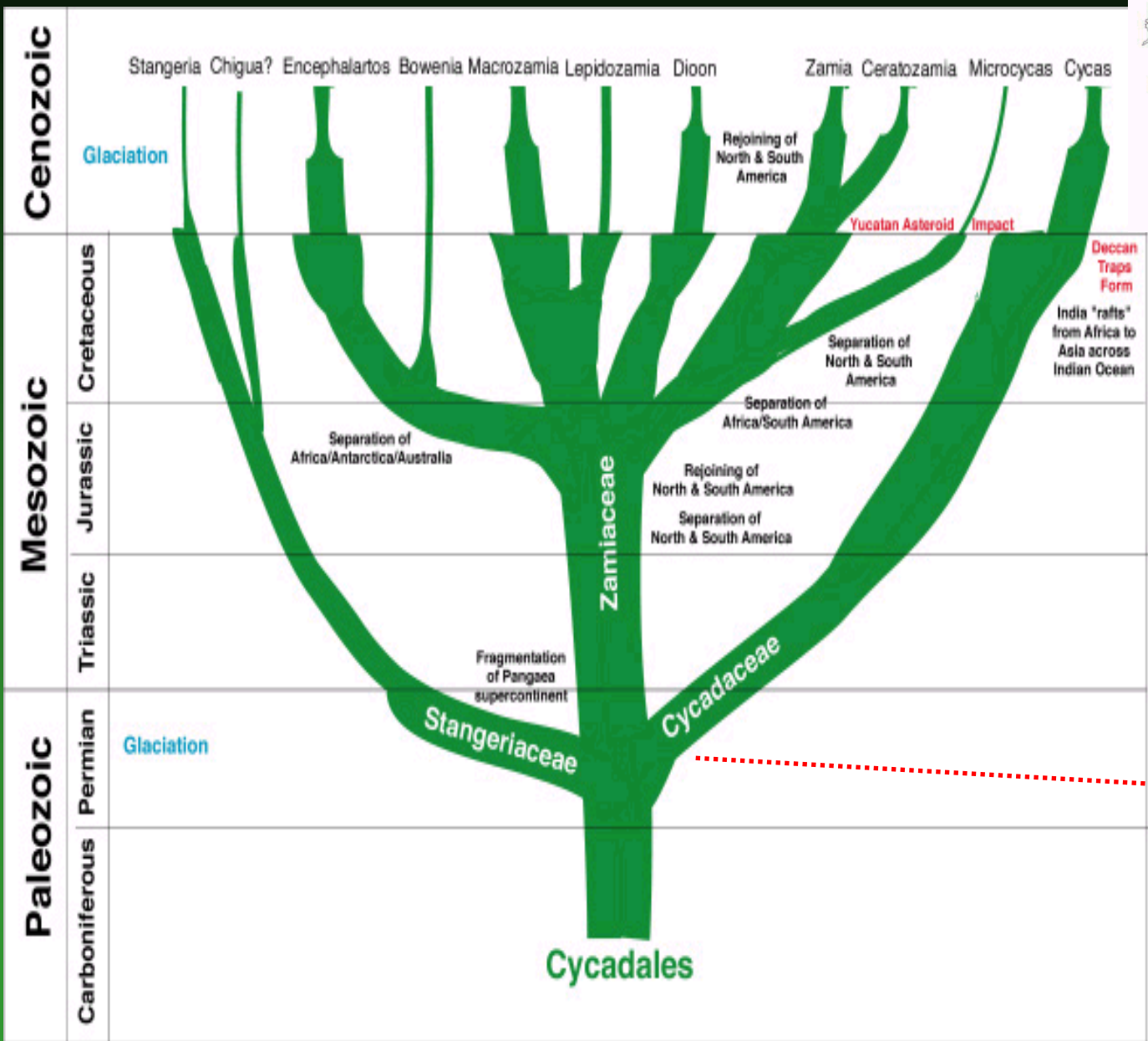
poprvé v permu (275 mya),
vrchol v juře,
nyní 10 rodů se zhruba 270 druhy



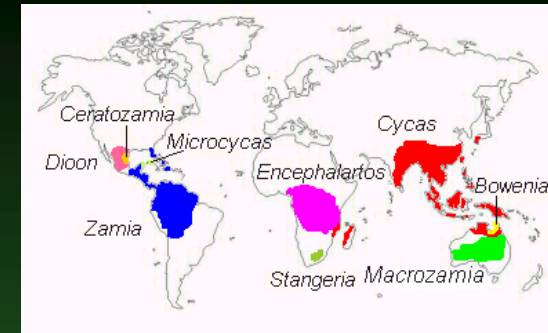
Fylogeneticky navazují *Cycadopsida*
na semenné monilofyty ze tř.
Pteridospermopsida



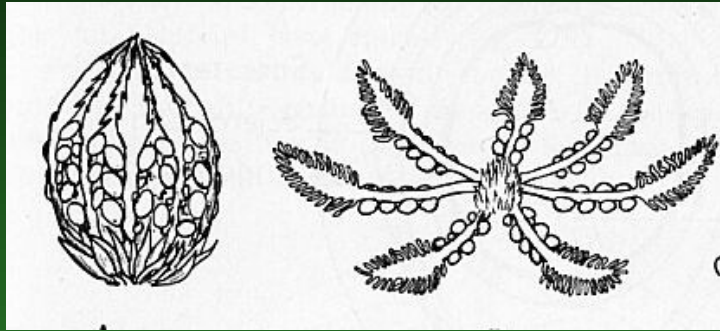
Tři hlavní linie cykasů divergovaly v permu, na evoluci se projevil kontinentální drift



1. čel. **Cycadaceae** jediný rod *Cycas*
 Převážně JV Asie, Indonézie a S Austrálie
 jediný druh na Madagaskaru a pobřeží
 vých. Afriky.



Cycas = nejprimitivnější zástupce - ploché megasporofyty - připomínají 1x zpeřené trofofyty, spirálně uspořádány tak jako trofofyty



Zpravidla více než dvě (4-8) vajíčka (semena) na jednom megasporofylu



úkrojky listů jednožilné

Cycas revoluta má pohlavní chromosomy

system podobný jako u člověka XX = samice; XY = samec;

chromosom Y kratší než X

JAPAN. J. GENETICS Vol. 46, No. 1: 33-39 (1971)

SEX CHROMOSOMES OF CYCAS REVOLUTA

MICHIHARU SEGAWA*, SEKIKO KISHI** AND SEIZI TATUNO***

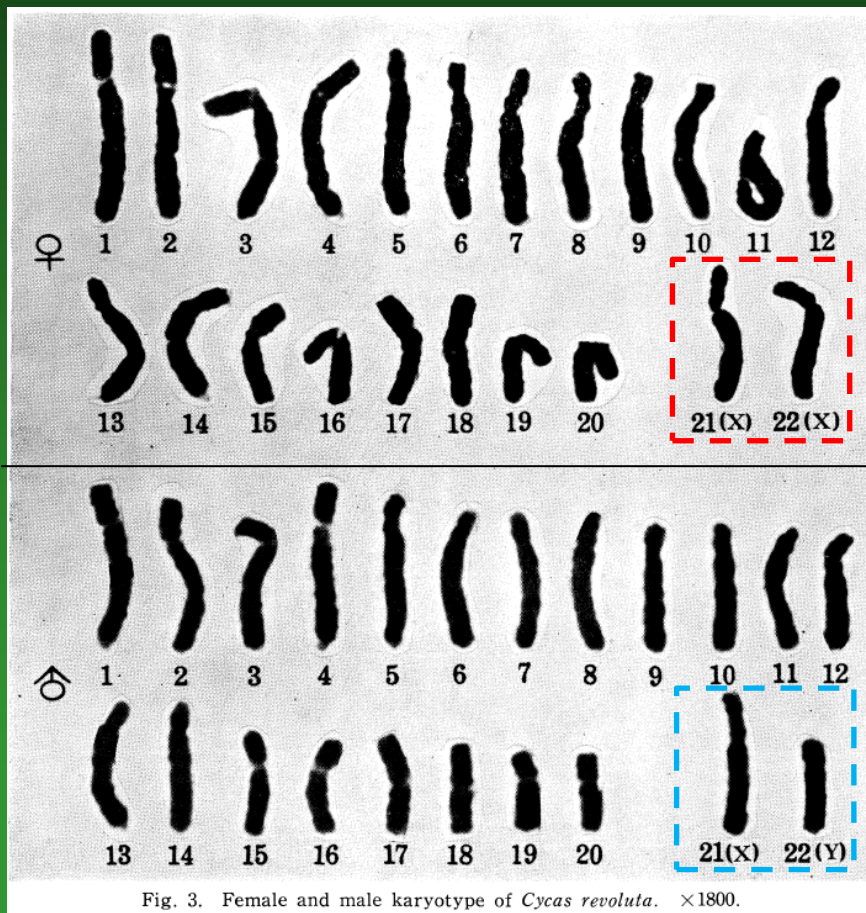
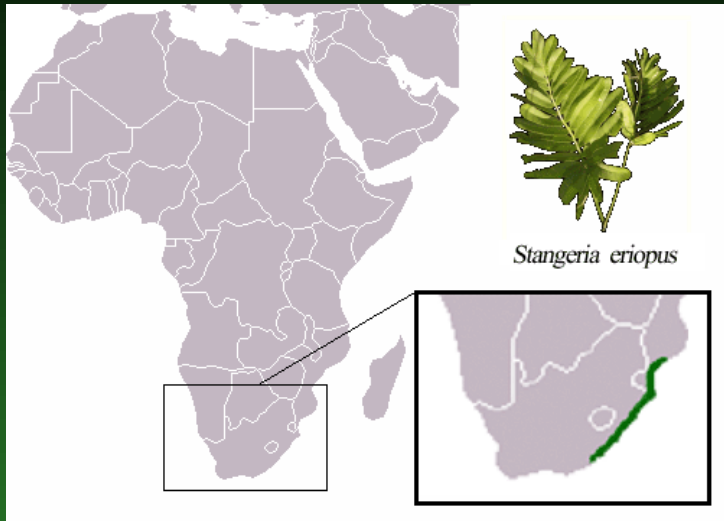


Fig. 3. Female and male karyotype of *Cycas revoluta*. ×1800.



© Yonatan Matalon, www.ColorfulNature.com

2. čel. *Stangeriaceae*



Průduchy
– nezapuštěné

Cycadaceae



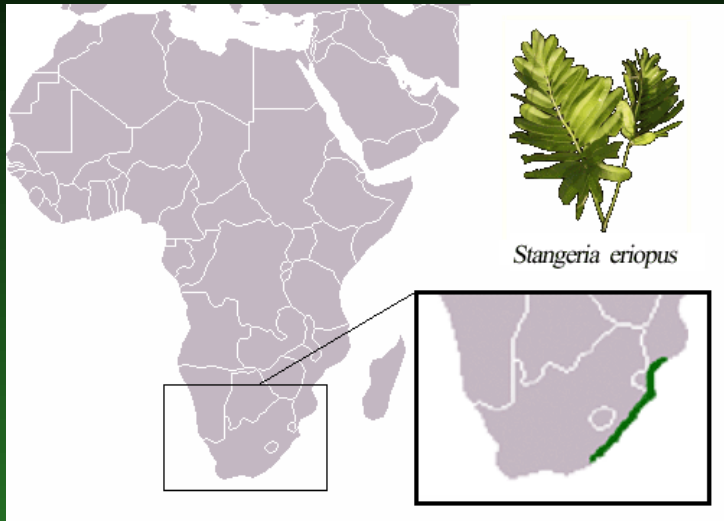
Stangeriaceae



Zamiaceae



2. čel. *Stangeriaceae*



Průduchy

– nezapuštěné

Cycadaceae



Stangeriaceae



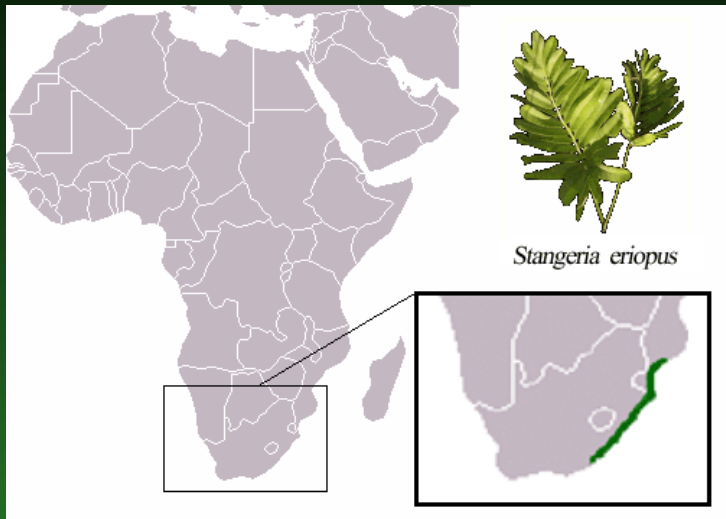
Zamiaceae



Úkrojky listů – s 1 centrální žilkou a mnoha bočními (transverzálními) žilkami rovnoběžnými resp. zčásti vidličnatě větvenými



2. čel. *Stangeriaceae*



Megasporofyly – ve strobilech

Průduchy

– nezapuštěné

Cycadaceae



Stangeriaceae

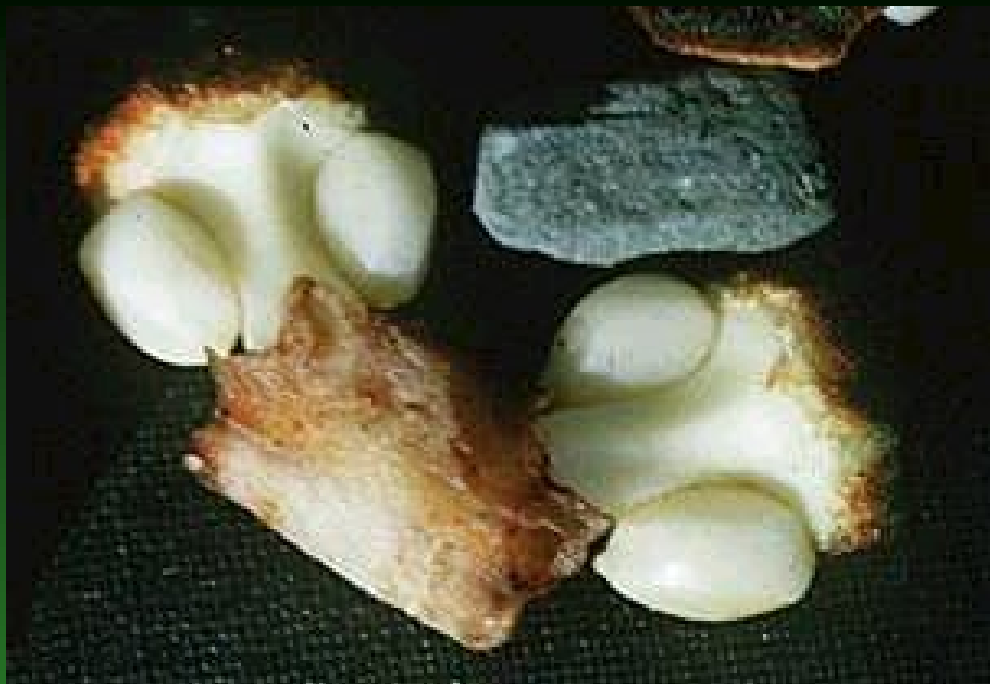


Zamiaceae



Úkrojky listů – s 1 centrální žilkou a mnoha bočními (transverzálními) žilkami rovnoběžnými resp. zčásti vidličnatě větvenými

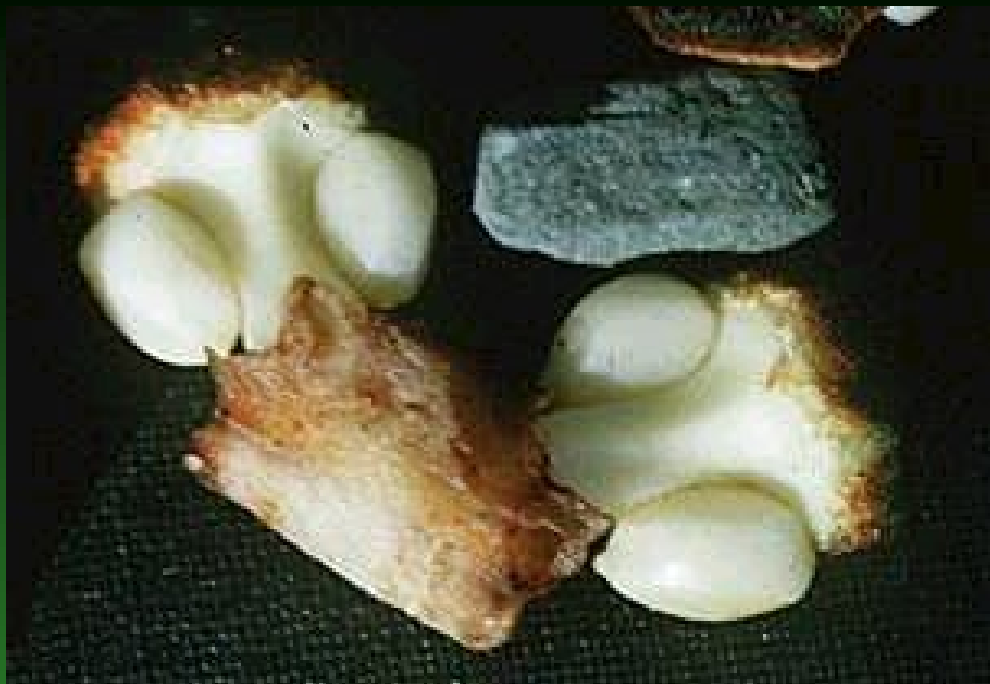




3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyly se 2 vajíčky

Čeleď zahrnuje 8 rodů



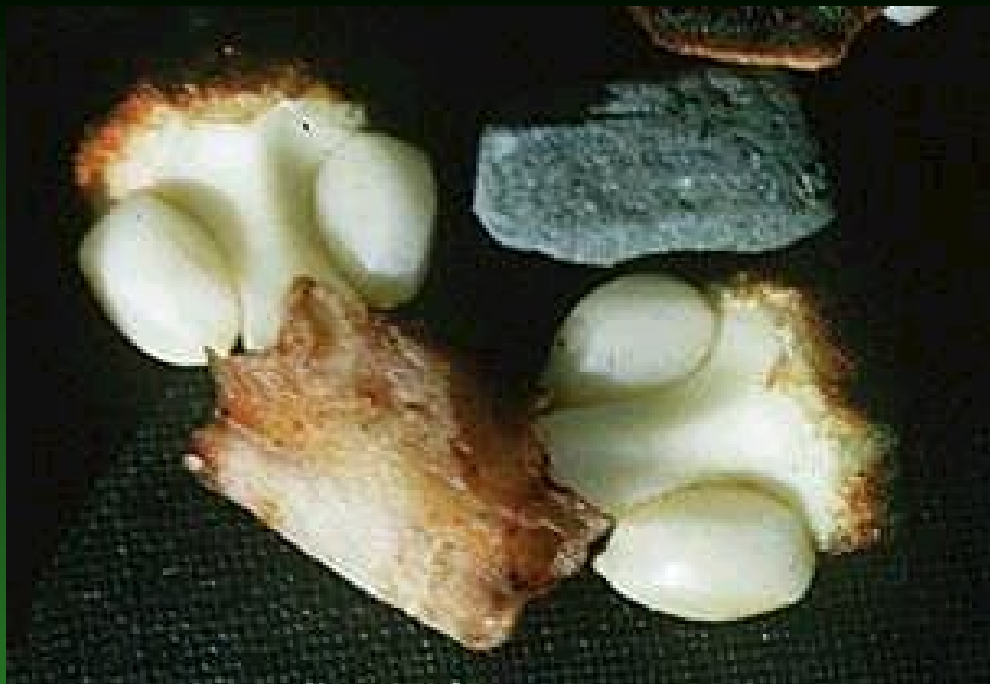
3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyly se 2 vajíčky

- úkrojky listů vícežilné, v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeleď zahrnuje 8 rodů





3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyty se 2 vajíčky

- úkrojky listů vícežilné, v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeleď zahrnuje 8 rodů

Kmen často hladký (na obr. *Encephalartos*)



Zamia

Stř. a J. Amerika, Karibik, megastrobily drobnější





Zamia pumila
Zamiaceae
Male (Abaxial)
© G. D. Carr



Zamia pumila
Zamiaceae
Female (Adaxial)
© G. D. Carr



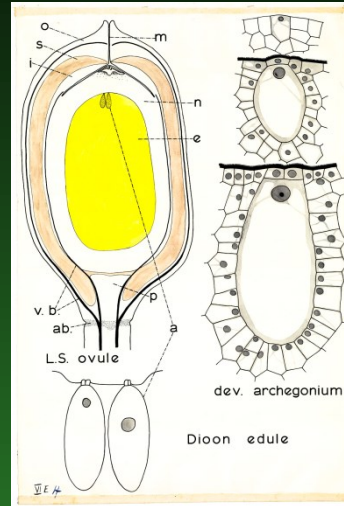
Zamia pumila
Zamiaceae
© G. D. Carr



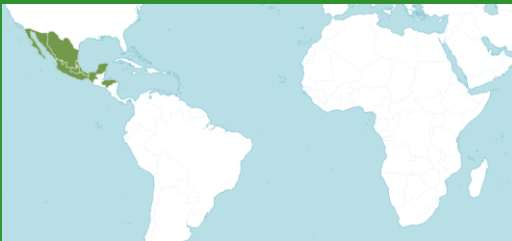
Microcycas calocoma - endemit Kuby, strobily až 90 cm



Dioon - Stř. Amerika, má obrovské oosféry - až 6 mm!



jméno *Dioon edule* je podle toho, že mouka ze škrobnatých semen se využívá k přípravě tortilly v některých částech Mexika



Ceratozamia - Mexiko

Ceratozamia sp.
Cycadaceae
Gerald D. Carr



D



© Kirsten Llamas
photographed at Montgomery Foundation

Encephalartos (Presly nazývaný píchoš)



strobily až 45 kg
těžké

3. tř. *Cycadeoideopsida*



Fosilní dřeviny, vzhledem připomínající současné cykasy.

Liší se oboupohlavnými strobily!



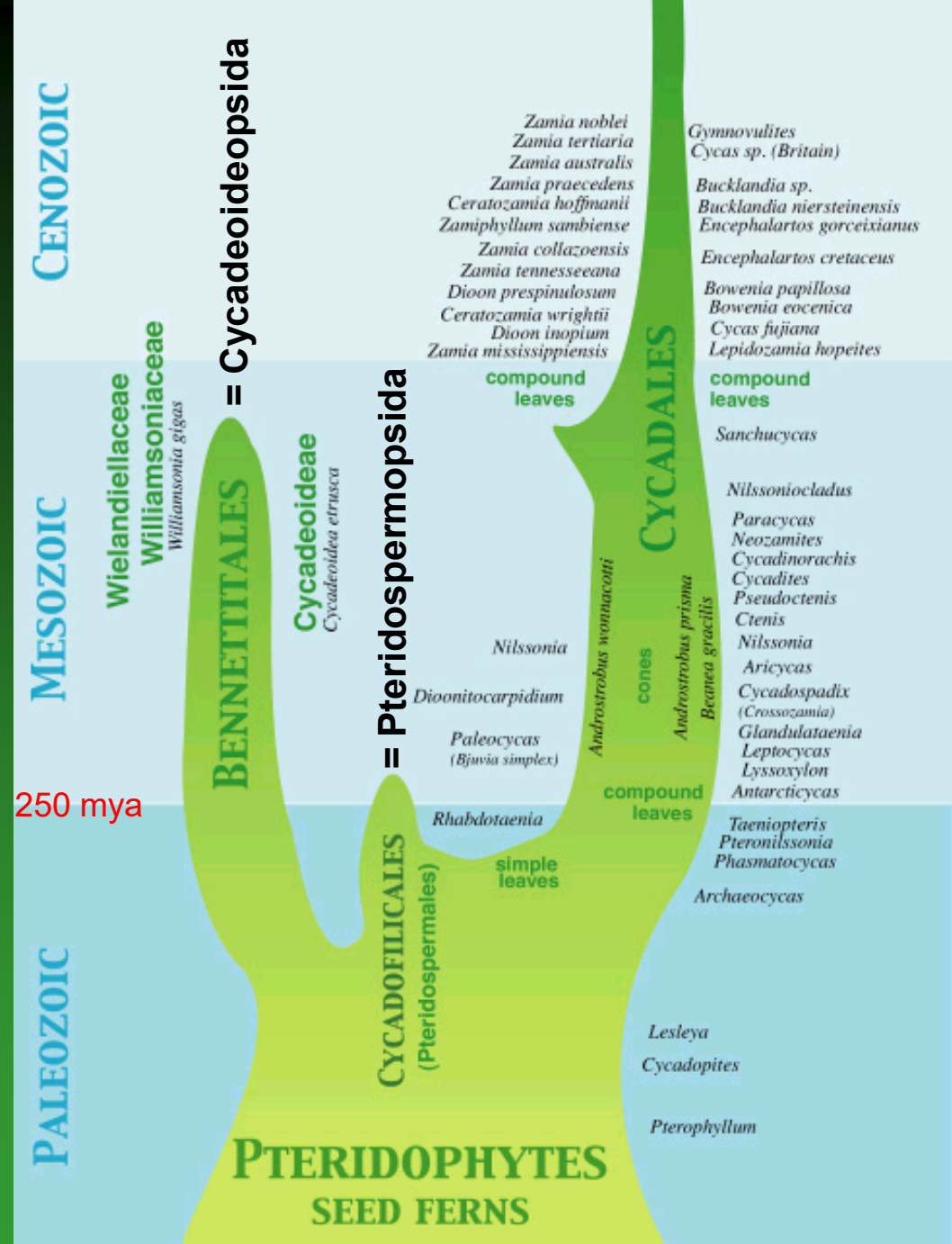
Historie

Původ není zcela jasný -
navazují zřejmě na
kaprad'osemenné
Pteridospermopsida

poprvé – trias

divergence – křída

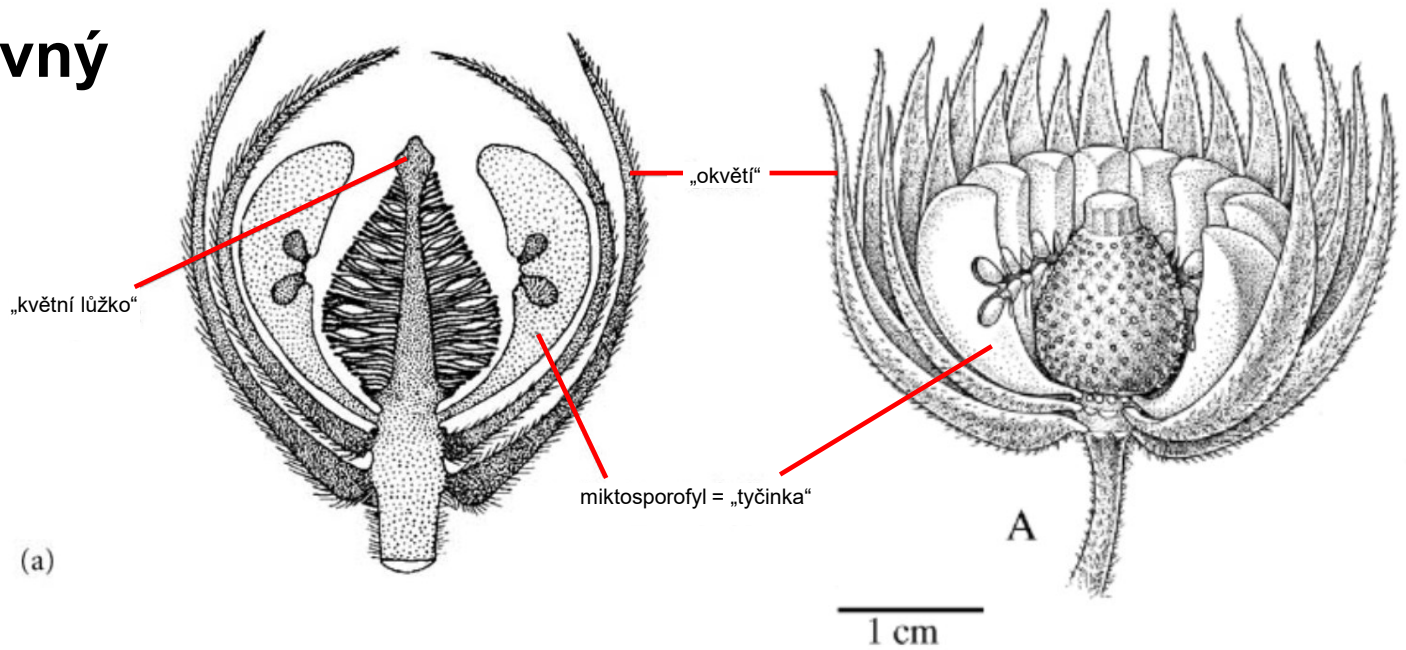
vymření – horní křída



Dominovaly v druhohorách a byly proto pravděpodobně složkou potravy dinosaurů

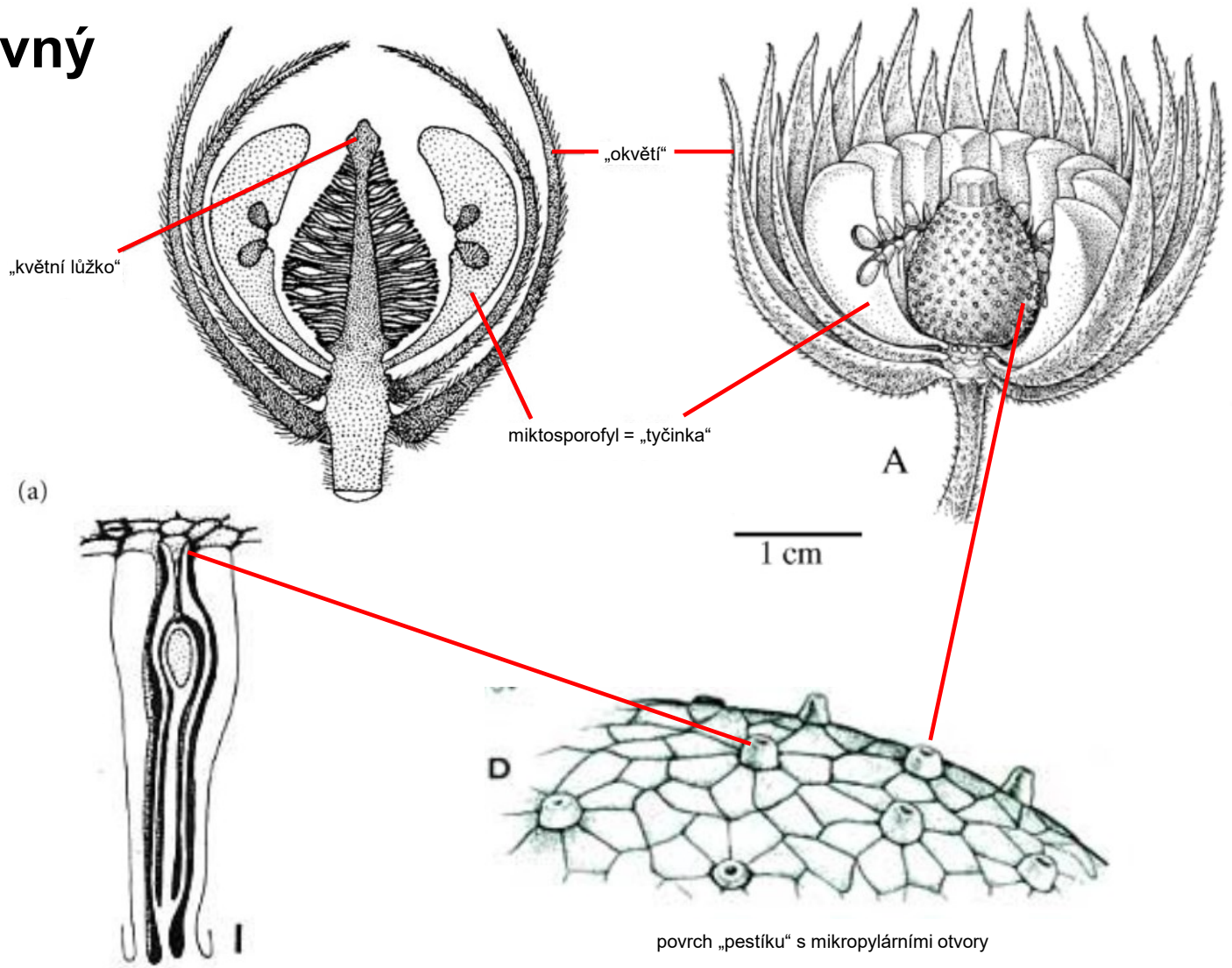


Oboupohlavný strobilus = „květ“

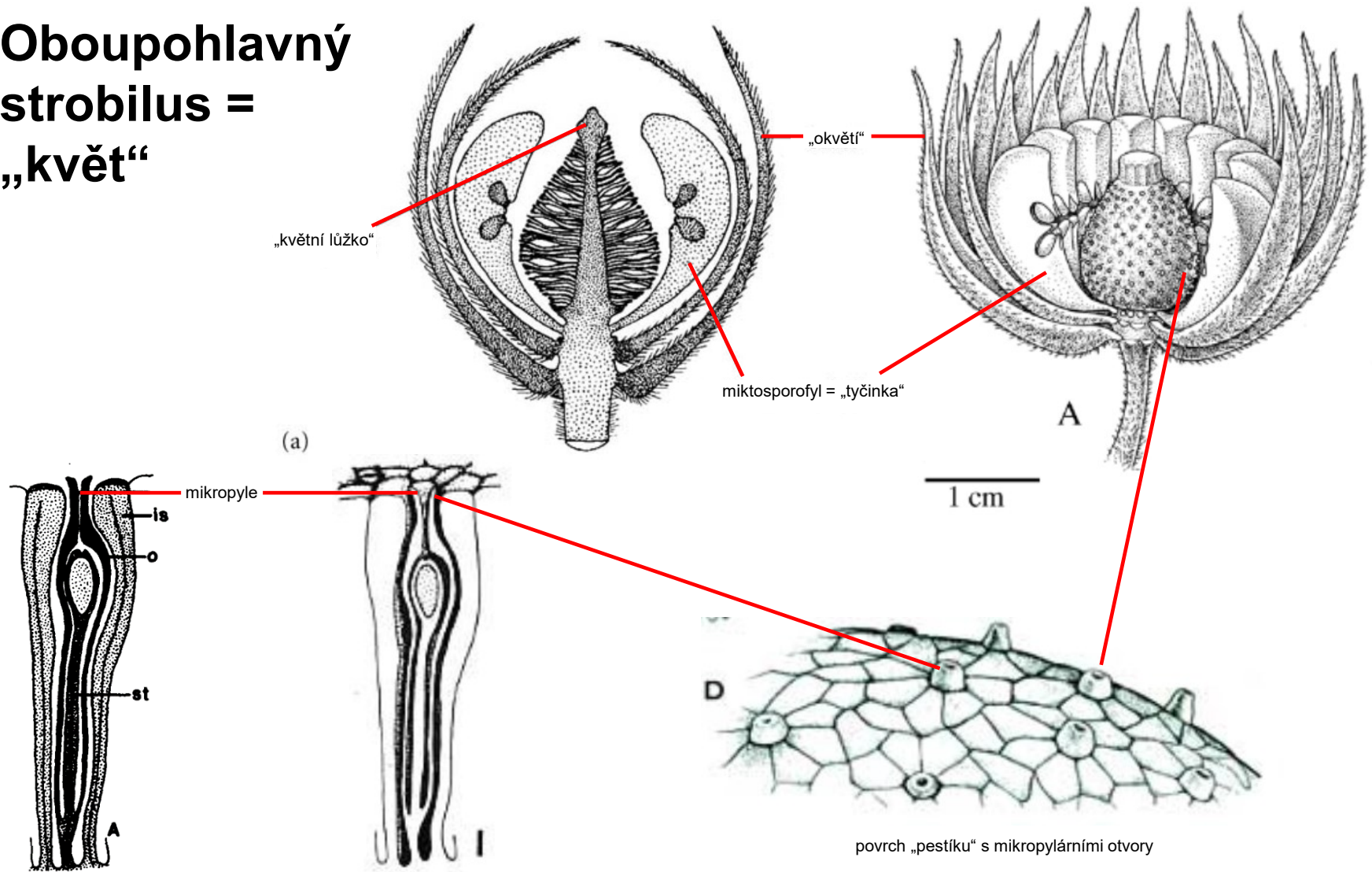


povrch „pestíku“ s mikropylárními otvory

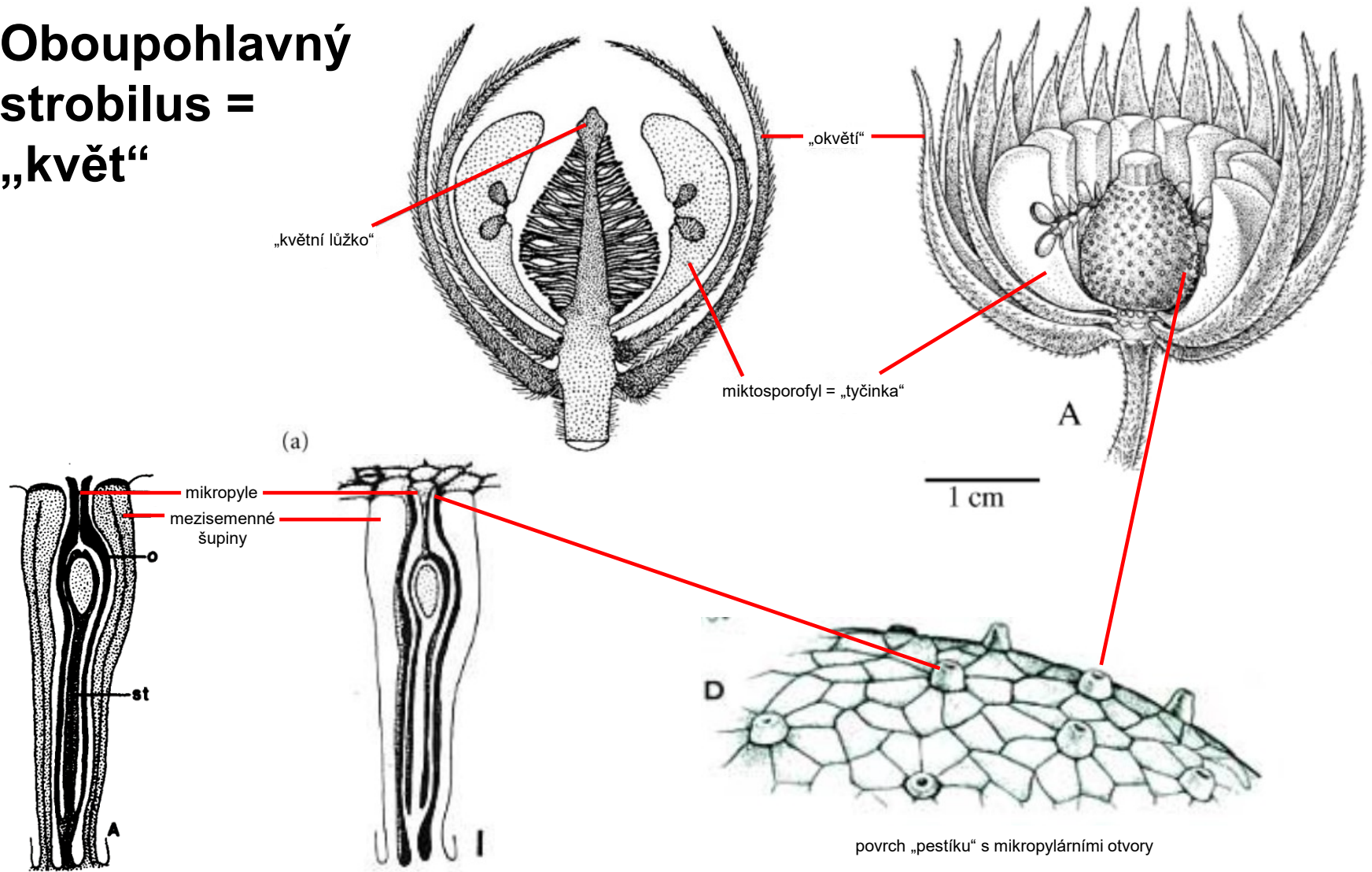
Oboupohlavný strobilus = „květ“



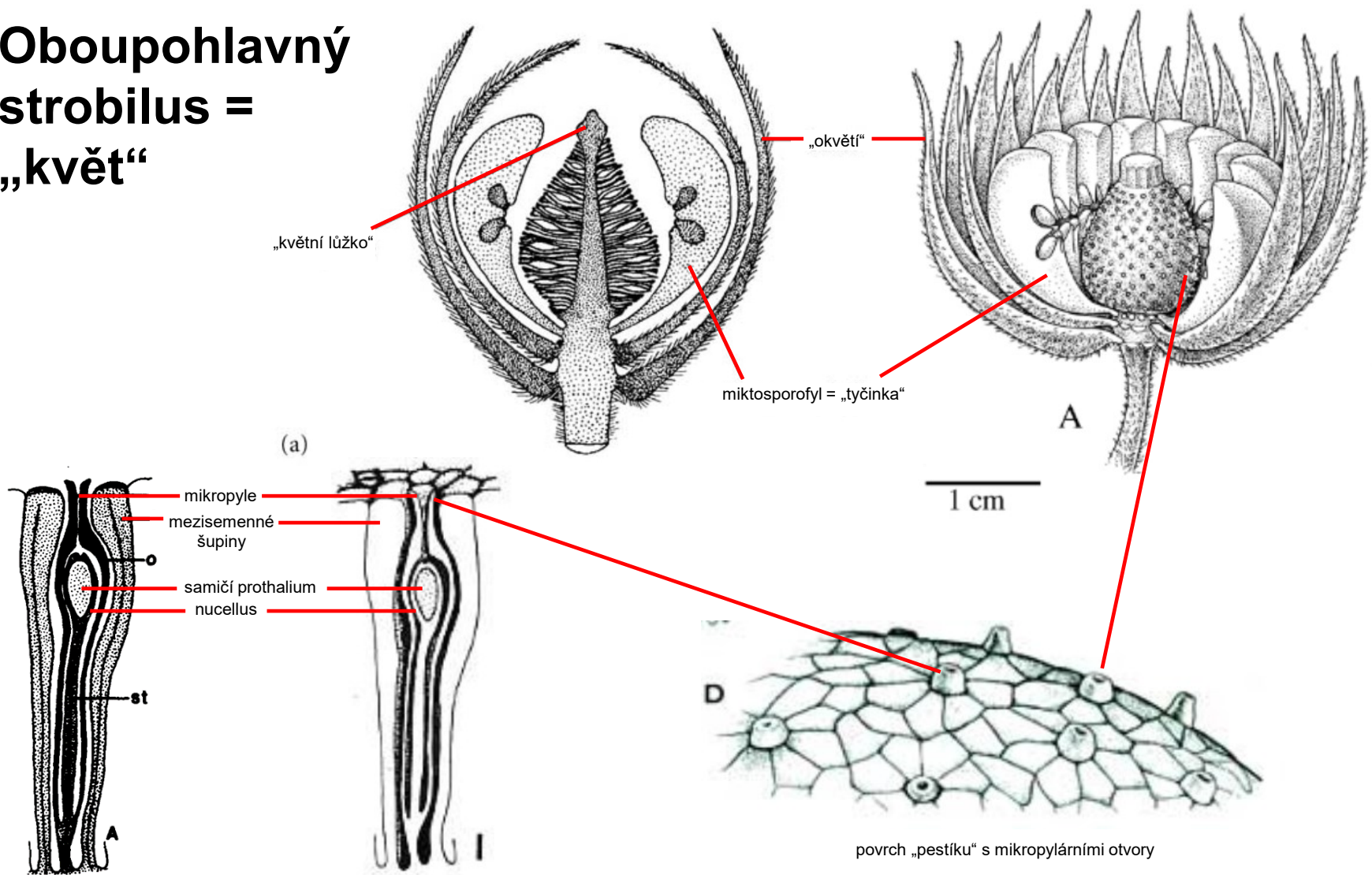
Oboupohlavný strobilus = „květ“



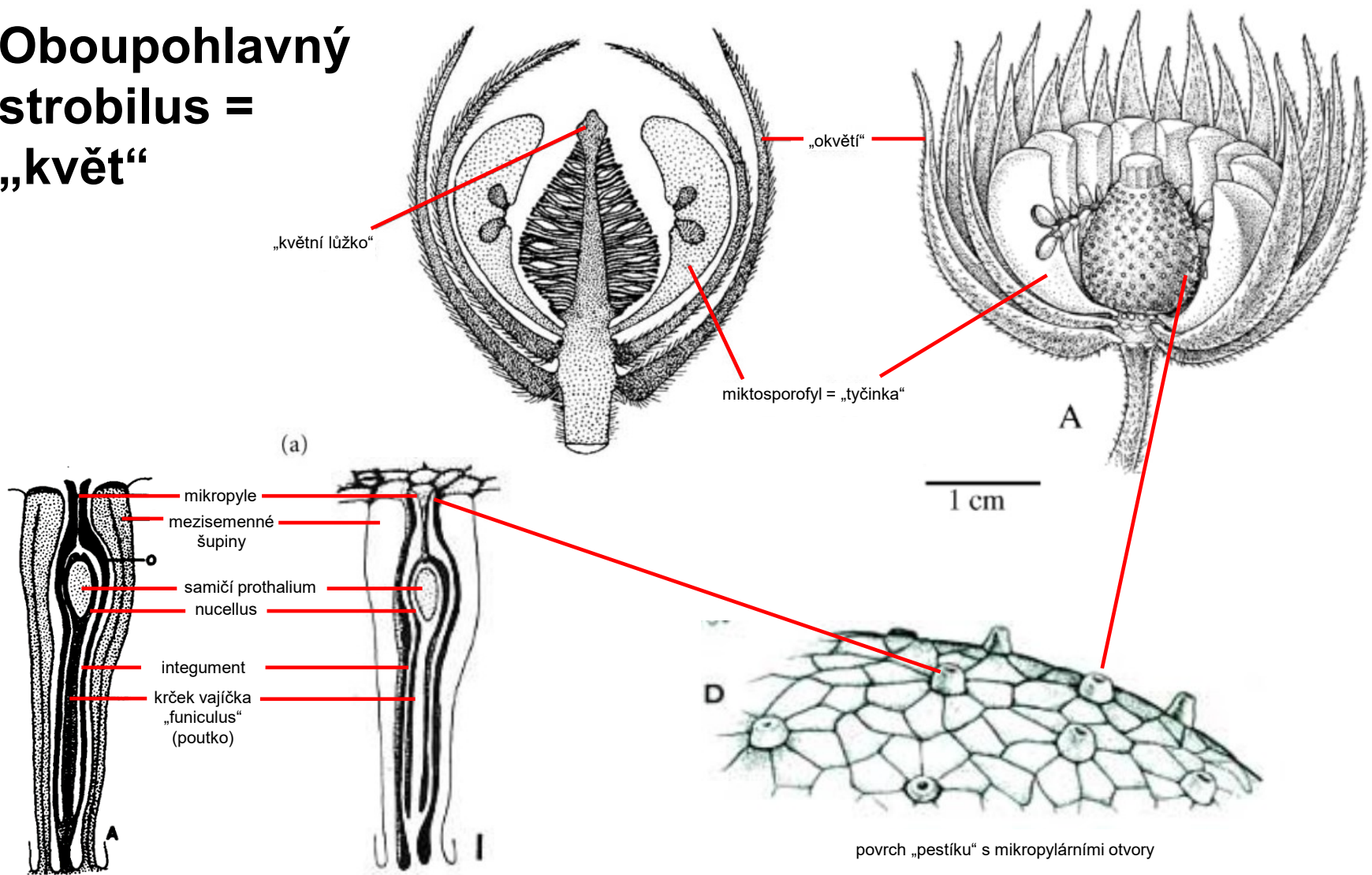
Oboupohlavný strobilus = „květ“



Oboupohlavný strobilus = „květ“

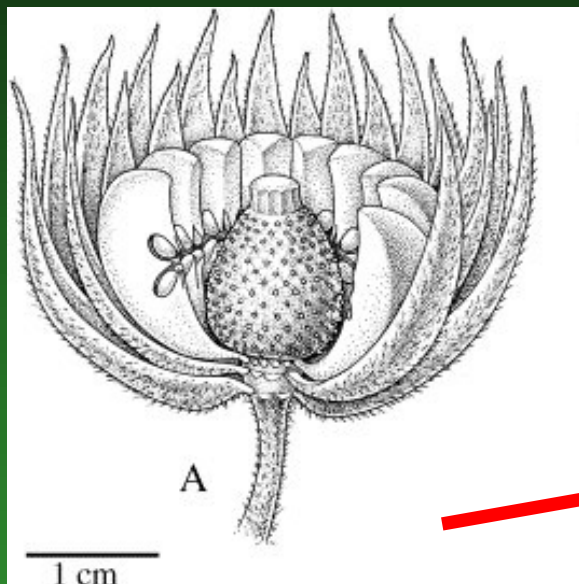


Oboupohlavný strobilus = „květ“



Oboupohlavný strobilus připomíná uspořádáním, vzhledem a funkcí oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

Williamsonia



Magnolia

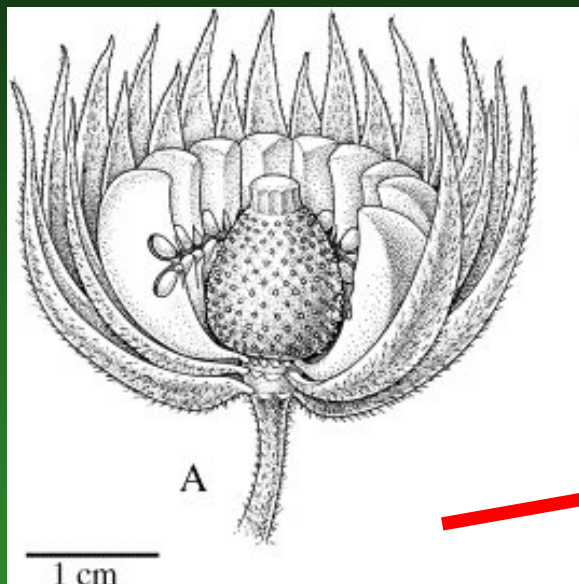


Lilium



Oboupohlavný strobilus připomíná uspořádáním, vzhledem a funkcí oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

Williamsonia



Magnolia

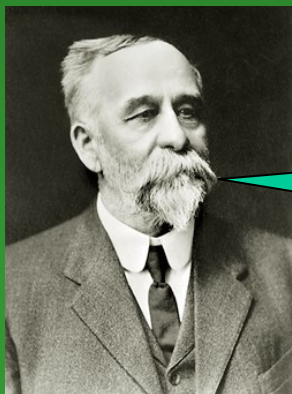


Lilium



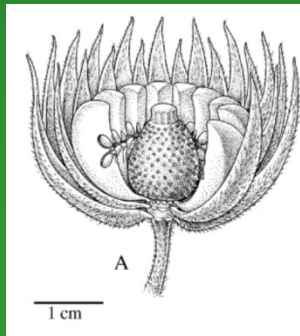
Z toho vychází
tzv. **teorie strobilární (=euanthiové)**

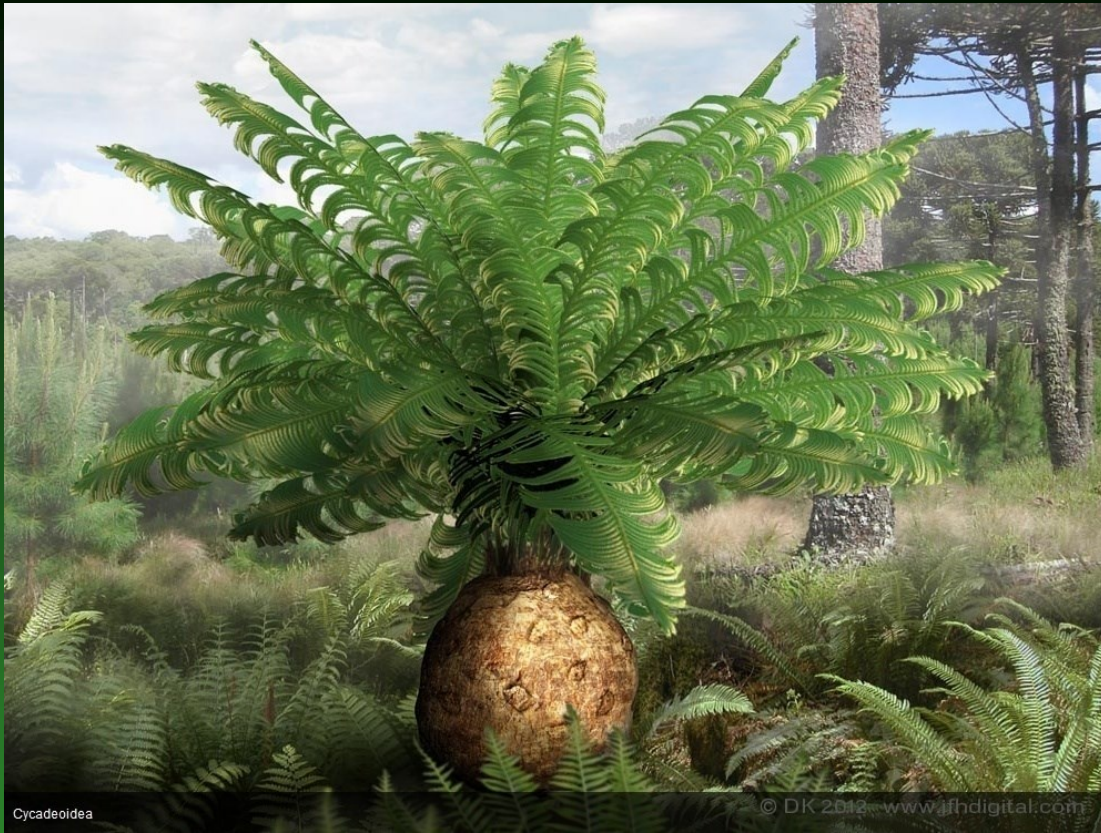
Květ vznikl z jednoduchého oboupohlavného strobilu bennetitů: Cycadeoideopsida ancestoři krytosemenných



Charles Edwin Bessey, americký botanik
(1845–1915)

Williamsonia - válcovitý kmen, několik m vysoký, již ve svrchním triasu, strobily na koncích větví, semena oválná,





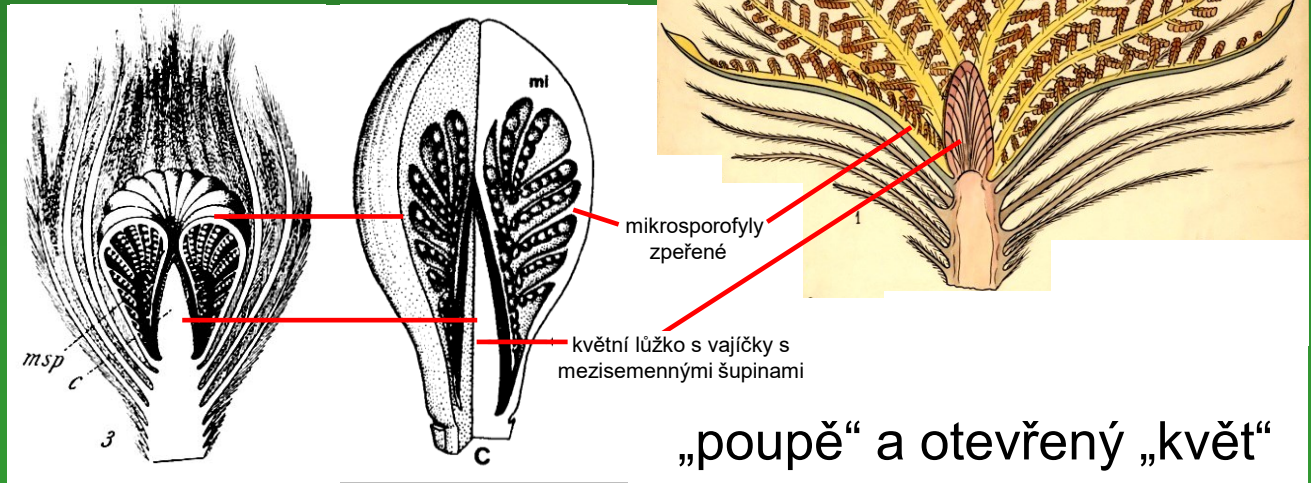
Cycadeoidea

© DK 2013 www.ifhdigital.com



Cycadeoidea

- kulovitý kmen
- strobily - přisedlé na kmeni
- semena - žebernatá až křídlatá



4. tř. *Ginkgopsida* (jinany)



Opadavé druhotně tloustnoucí dřeviny



Fosilní, s jediným
recentním zástupcem

Ginkgo biloba
pensum
jinan
m dvoulaločný



Ginkgo biloba
Ginkgoaceae
© G. D. Carr

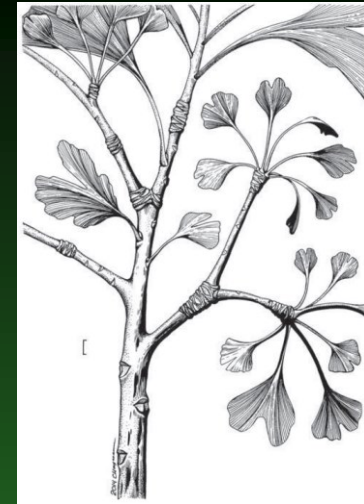
Historie

poprvé - spodní perm 265 mya →

divergence - jura a křída ↘

ústup - třetihory

Psugmophyllum expansum



Dnes
jediný druh
Ginkgo biloba
živoucí fosílie
(200 mil. let),
jeden z nejstarších existujících
roslinných druhů na Zemi

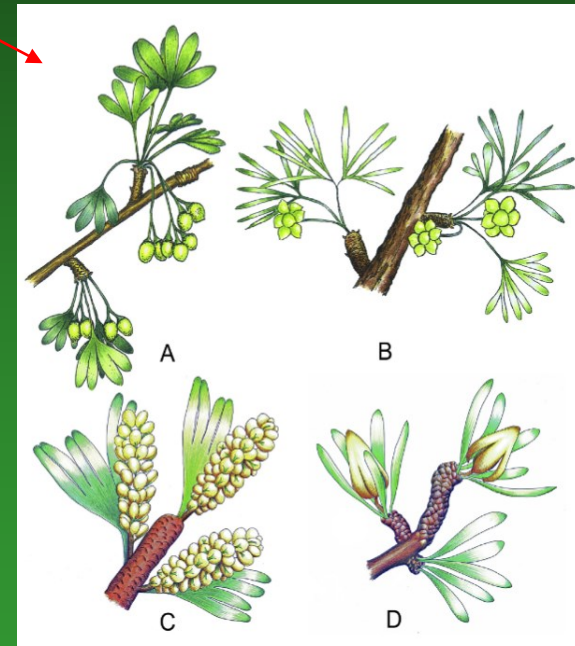
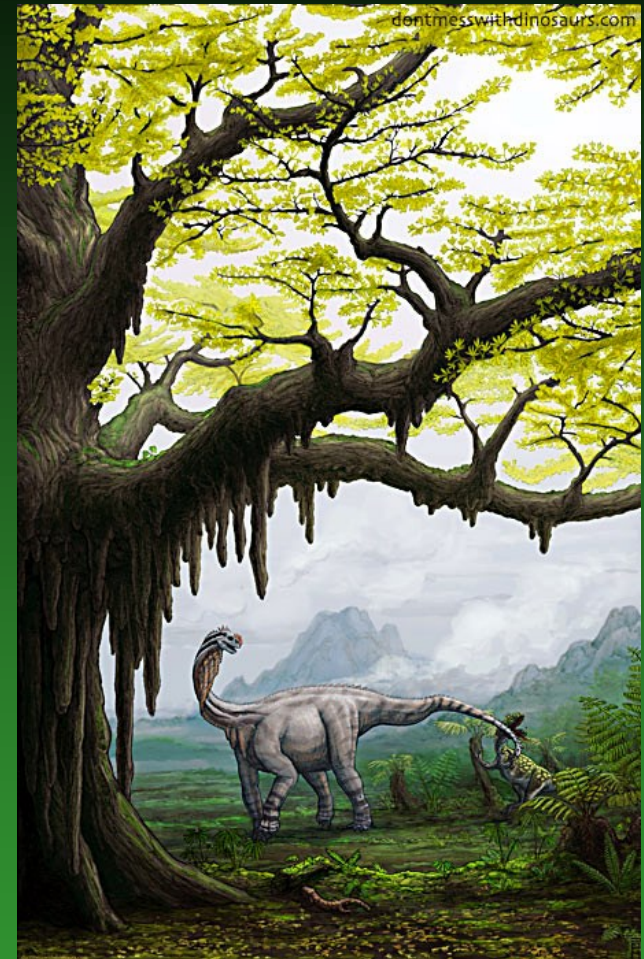


Fig. 3. Reconstructions of ginkgophytes in the Middle Jurassic in the Yima, Central China. (A) *Ginkgo yimaensis* Zhou et Zhang, redrawn based on Zhou and Zhang (1988). (B) *Yimaia recurva* Zhou et Zhang + *Baiera hallei* Sze, redrawn based on Zhou and Zhang (1992). (C) *Karkenian henanensis* Zhou, Zhang, Wang et Guignard + *Sphenobacteria* sp., redrawn based on Zhou et al. (2002) and Archangelsky (1965). (D) *Umaltolepis yimaensis* sp. nov. + *Pseudotorellia yimaensis* sp. nov., redrawn based the present study and Herrera et al. (2017).

Také u jinanů se soudí, že byly podstatnou složkou potravy a tedy i jednou z podmínek expanze dinosaurů



Listy jinanů v současnosti však nežerou skoro žádní hmyzí herbivoři !

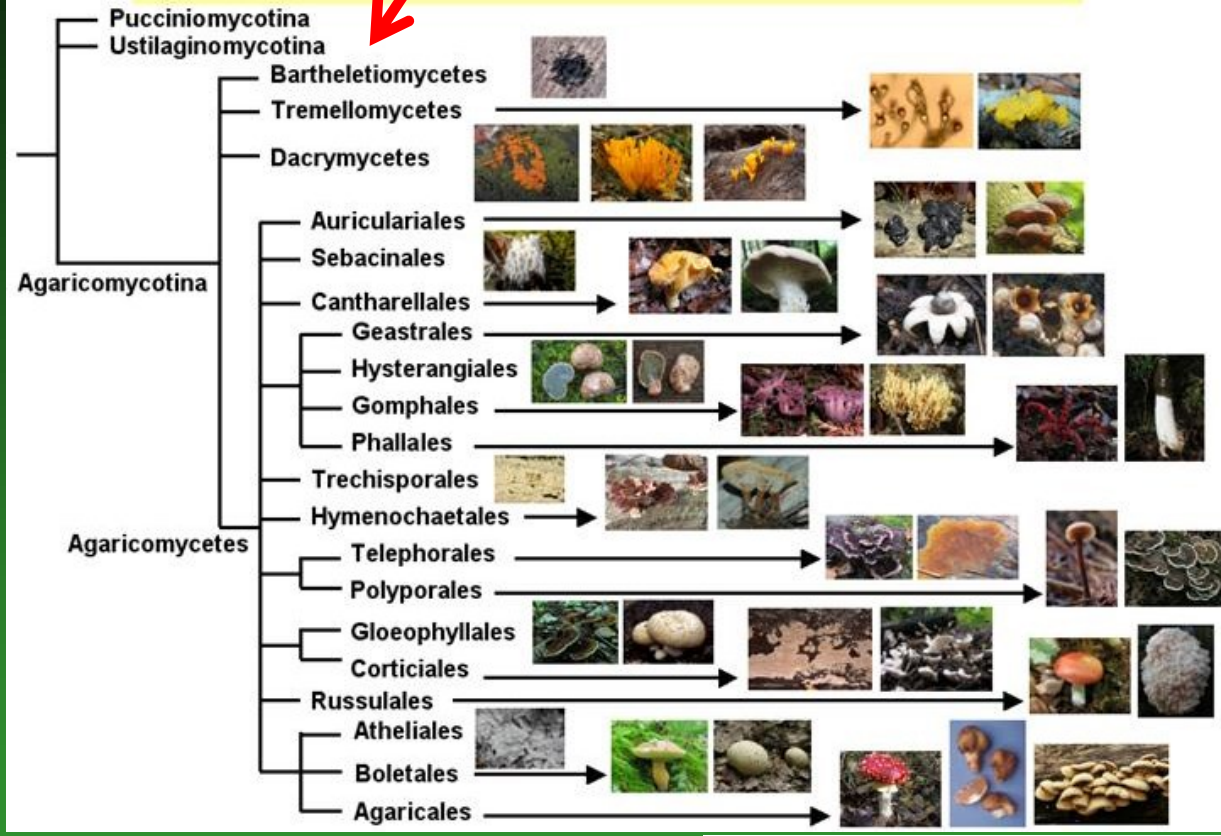


Starobylost a izolovanost jinanů dokresluje jejich specifický houbový parazit *Bartheletia paradoxa*



Starobylost a izolovanost jinanů dokresluje jejich specifický houbový parazit *Bartheletia paradoxa*, tvořící bazální linii agaricomykot v rámci bazidiomykot

Basidiomycota →



MYCOLOGICAL RESEARCH 112 (2008) 1463–1473

ELSEVIER

bms
British Mycological Society
promoting fungal science
journal homepage: www.elsevier.com/locate/mycres

Mycol Research

***Bartheletia paradoxa* is a living fossil on Ginkgo leaf litter with a unique septal structure in the Basidiomycota**

Christian SCHEUER^a, Robert BAUER^b, Matthias LUTZ^b, Edith STABENTHEINER^c, Vadim A. MEL'NIK^d, Martin GRUBE^e

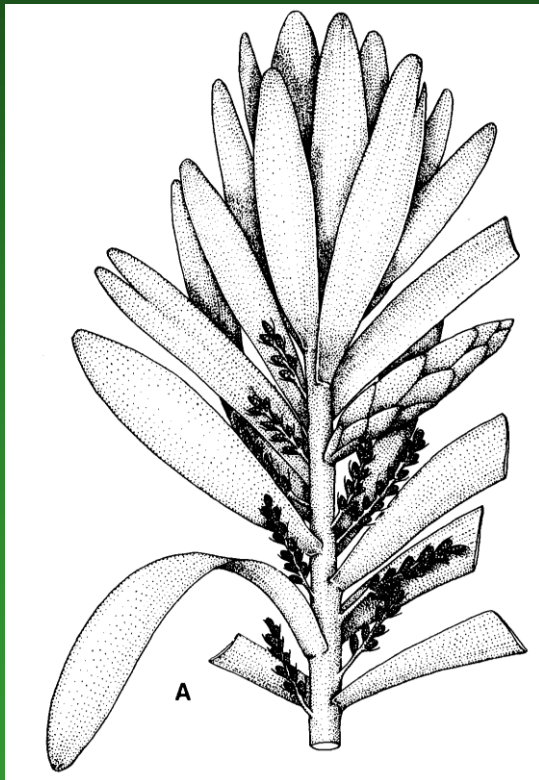
^aUniversität Graz, Institut für Pflanzenwissenschaften, Bereich Systematische Botanik und Geobotanik, Inbühngasse 6, 8010 Graz, Austria
^bUniversität Tübingen, Botanisches Institut, Lehrstuhl Spezielle Botanik und Mykologie, Auf der Morgenstelle 1, 72076 Tübingen, Germany
^cUniversität Graz, Institut für Pflanzenwissenschaften, Bereich Pflanzenphysiologie, Schallerstraße 51, 8010 Graz, Austria
^dKomarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 2 Prof. Popov Street, 197376 St. Petersburg, Russia

Evolučně navazují jinany pravděpodobně na kordaity

Ginkgo biloba

fosilní *Ginkgo*

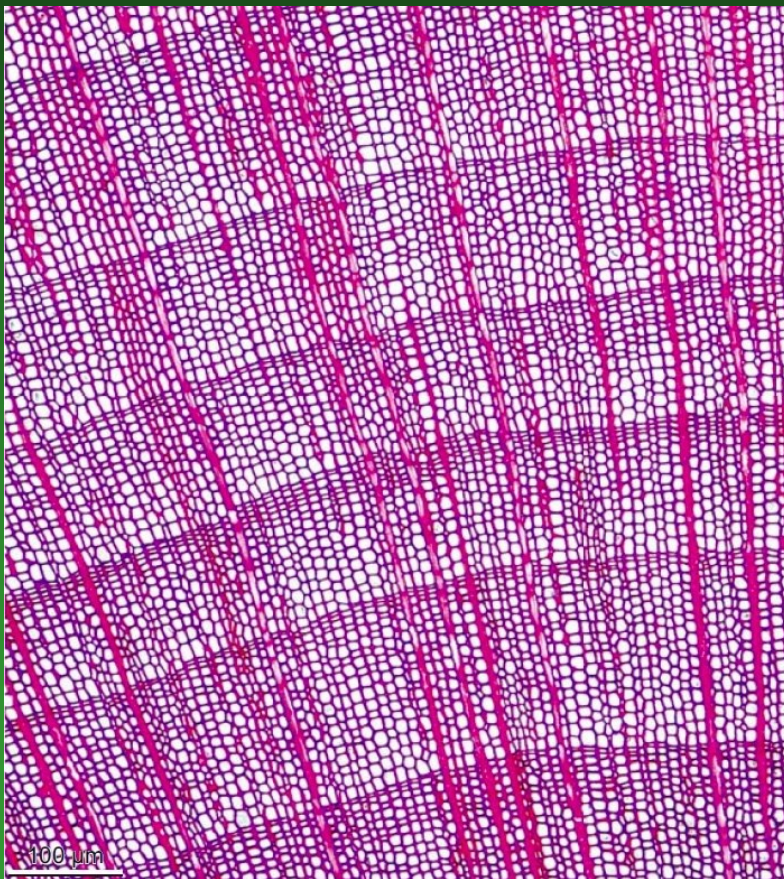
Cordaites



Dřevo kmene – pyknoxylické (málo parenchymu)

Xylem – jen s tracheidami (žádné tracheje, žádné fibrily)

Tracheidy – s gymnospermními dvůrkatými dvojtečkami



Větve - téměř vodorovně odstálé,
- s výraznými brachyblasty



Kmen

- až 30 m vys., na bázi v obvodu až 9 m

Borka kmenu

- silná, záhy nahrazuje epidermis

- obsahuje taninové buňky, stejně jako borka jehličnanů

Listy

jednoduché, vějířovité, ve
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě
dřípené v tenké úkrojky



Listy

jednoduché, vějířovité, ve
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě
dřípené v tenké úkrojky



spirálovitě ve svazečkách na koncích
brachyblastů, na zimu opadávají

Listy

jednoduché, vějířovité, ve
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě
dřípené v tenké úkrojky



spirálovitě ve svazečcích na koncích
brachyblastů, na zimu opadávají



na mladých
nezkrácených
větvích jednotlivě

Jinan je
dvoudomý,



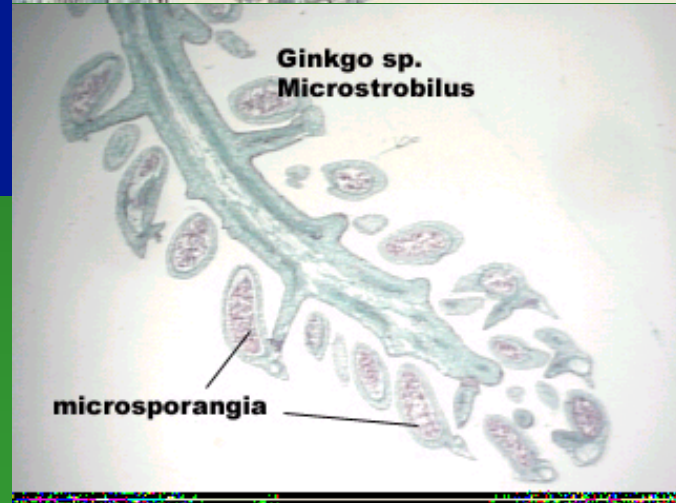
pohlavní chromosomy

ZW typu

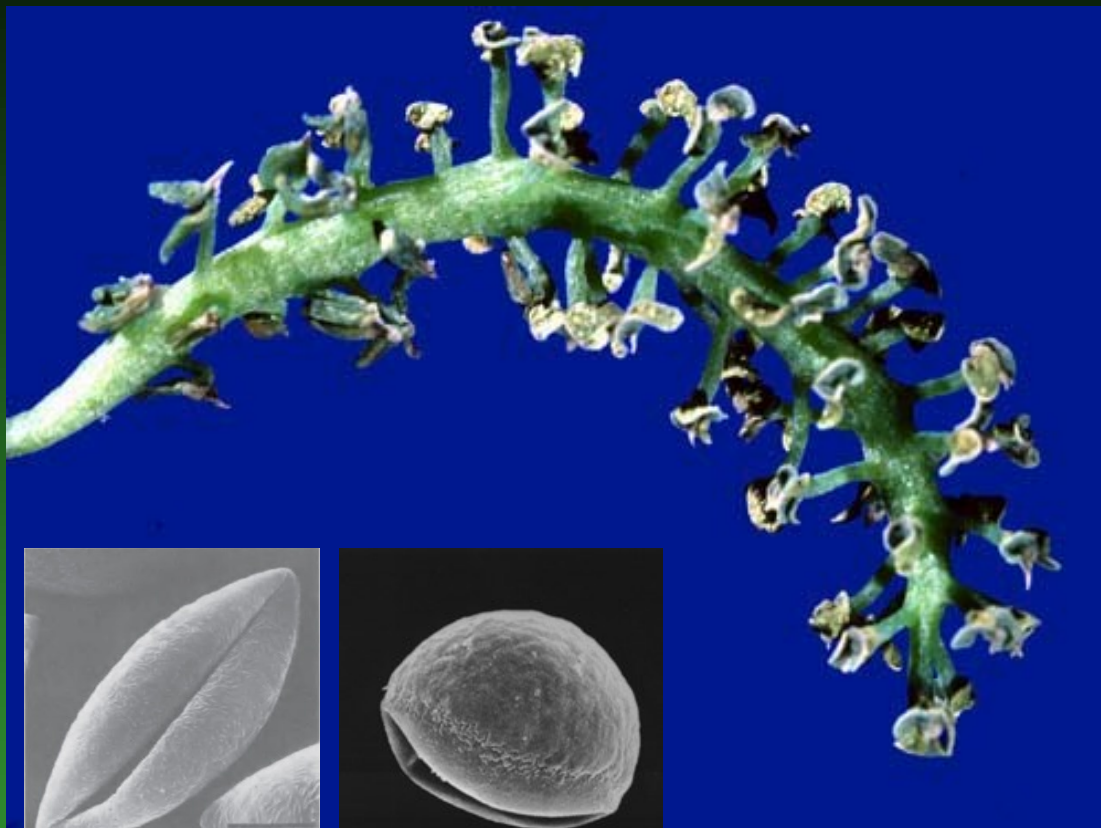
ZZ = samec;

ZW = samice); $W > Z$

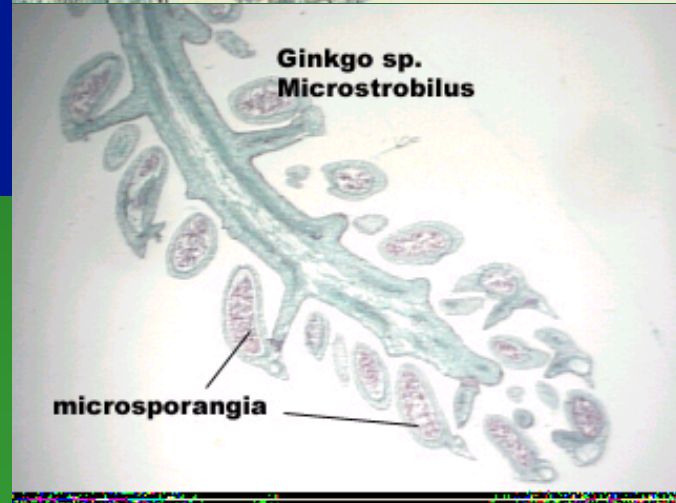
Mikrosporofyly (mikrosporangiofory) - stopka se dvěma sporangii, - spirálovitě v jehnědách



Mikrosporofyly (mikrosporangiofory) - stopka se dvěma sporangii, - spirálovitě v jehnědách

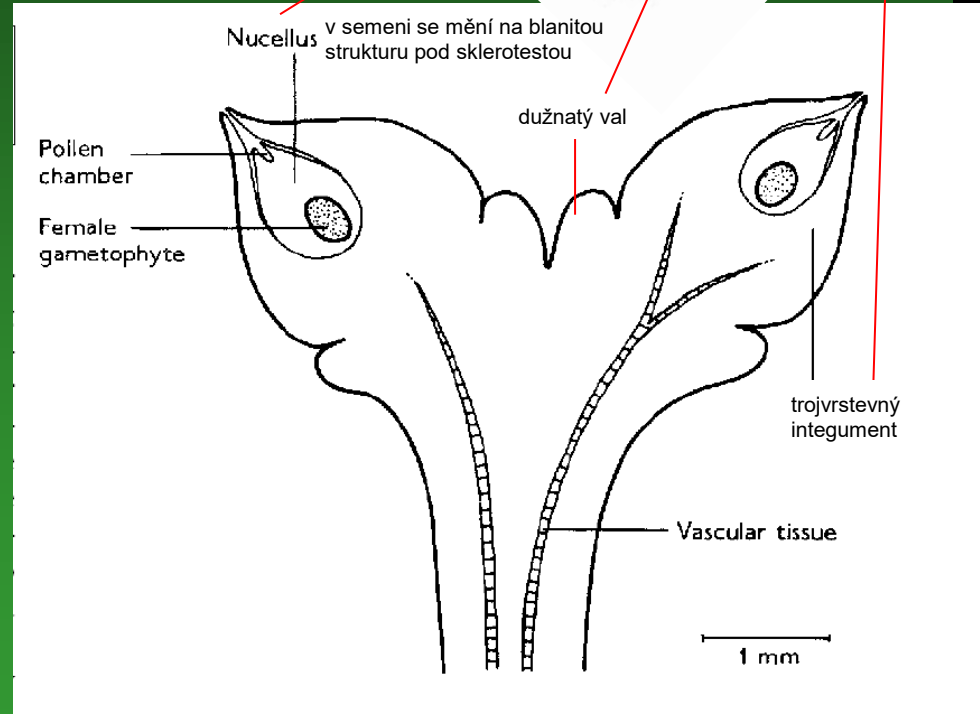
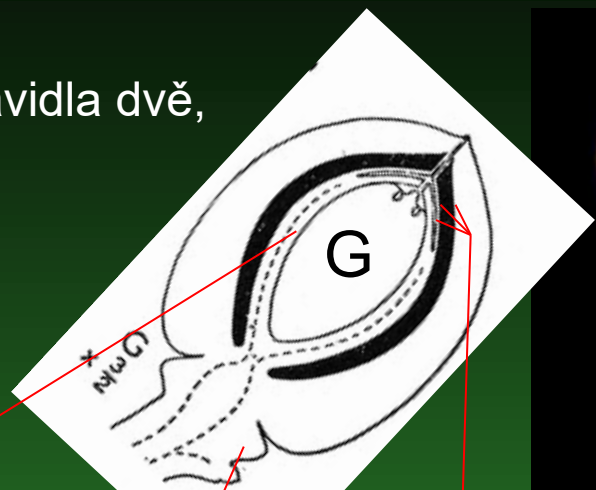


- Pyl** - bez vzdušných vaků, monosulkátní
- tvoří se na jaře
 - zralý pyl je 3-buněčný

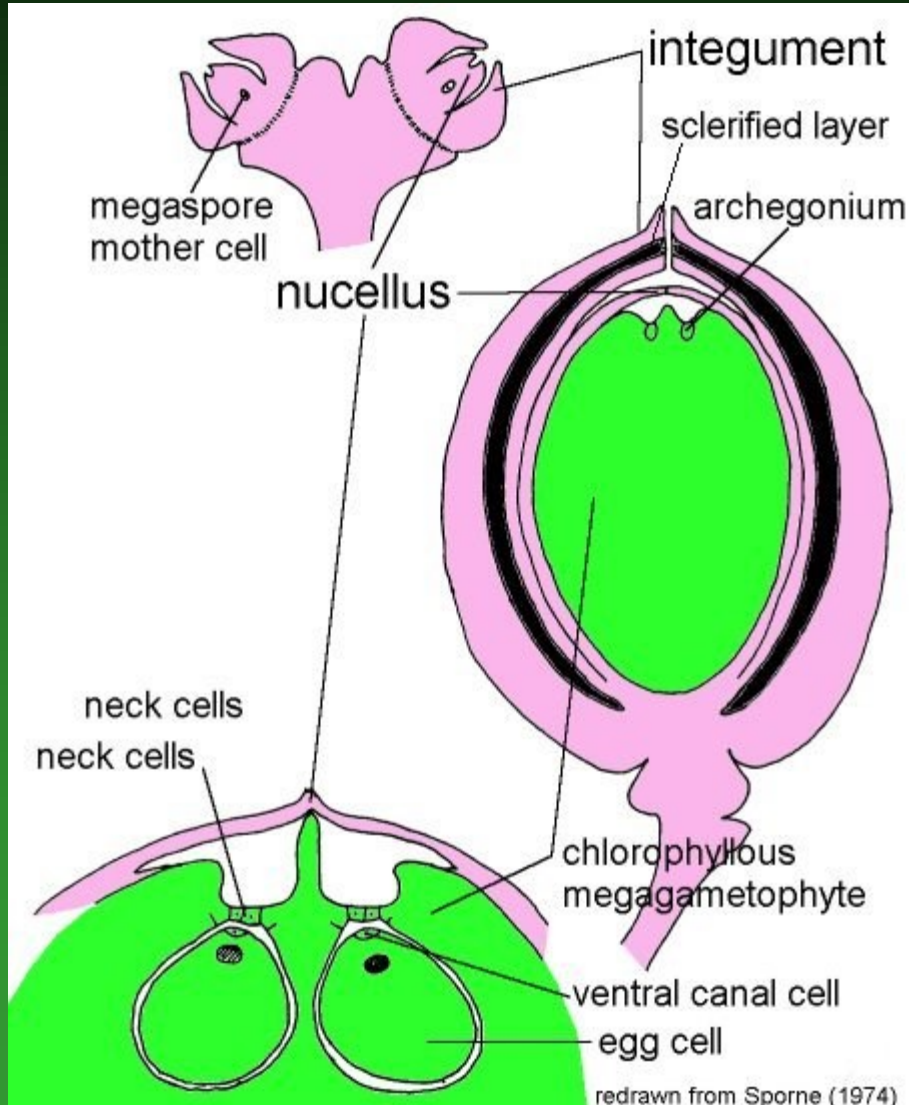


Vajíčka - nahá,

- na stopkách zpravidla dvě,
- transverzálně postavená

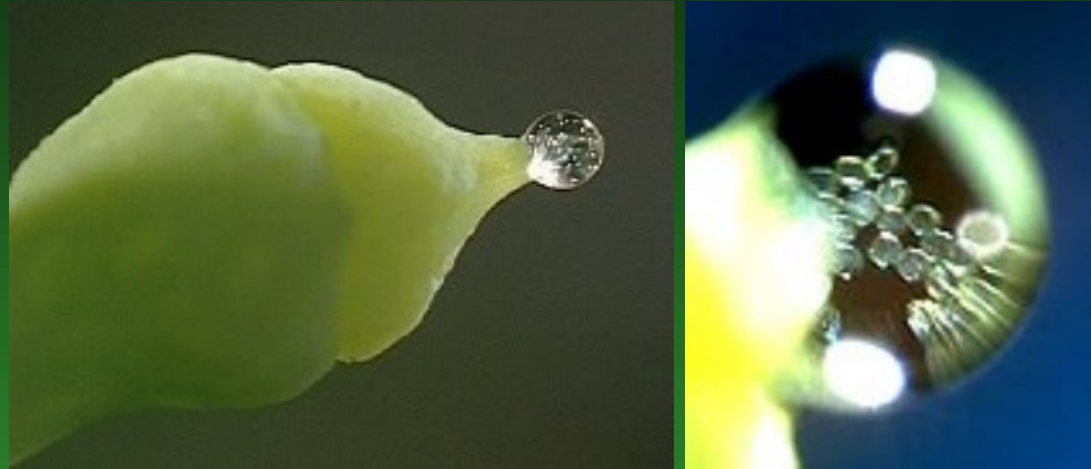


Archegonia zjednodušené stavby jen ze 6 buněk =
 = čtyři buňky krčkové + kanálková ventrální buňka + oosféra



Opylení

1. Pyl přenesen větrem ze samčích stromů na polynační kapku vajíček



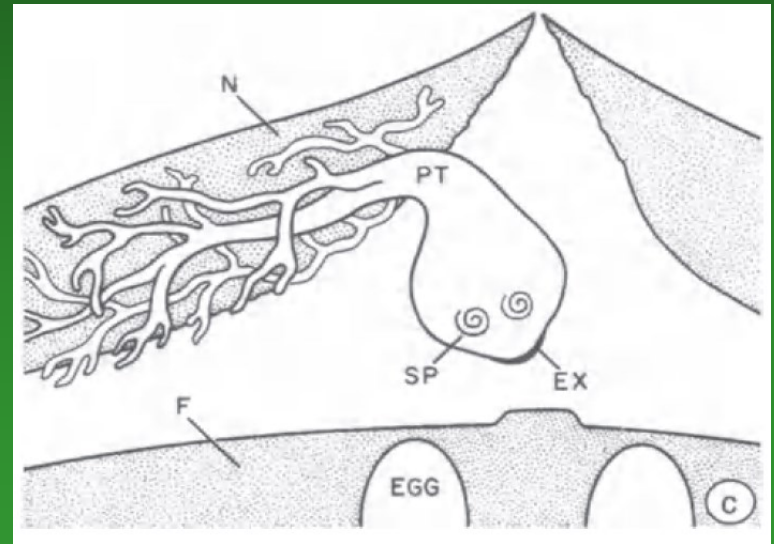
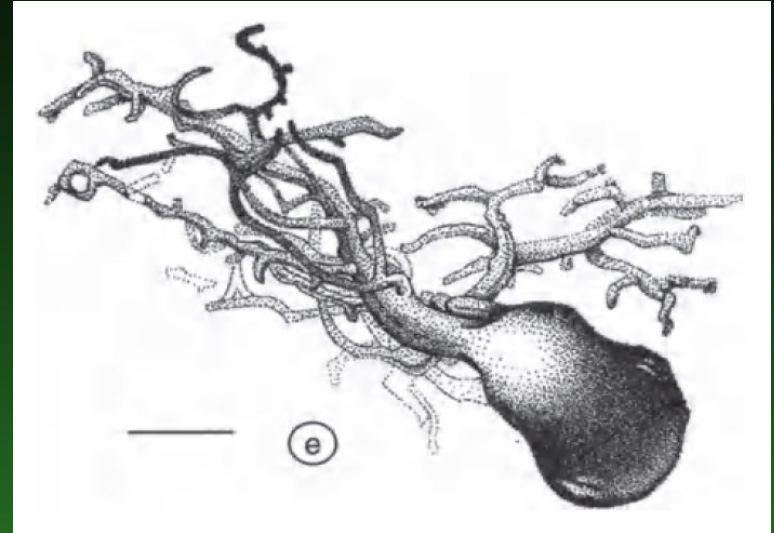
2. Přítomnost pylu v polynační kapce vyvolá její vysychání

3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory

Oplození

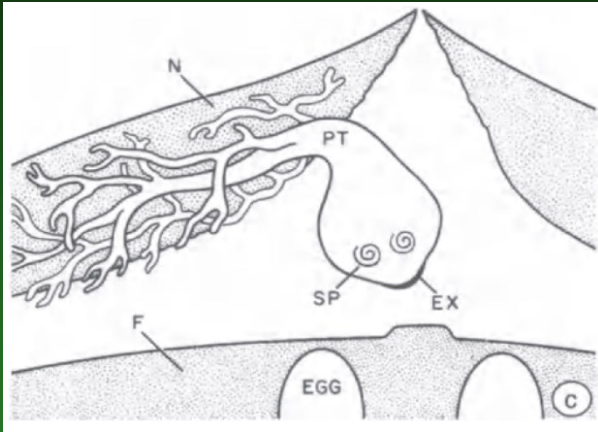
1. V pylové komoře vyklíčí z pylu láčka
2. Láčka (samčí gametofyt) roste a větví se v nucellu, který ji vyživovuje několik měsíců
3. Po opadu semen ze stromu proroste láčka (její hlízovitá část = „antheridium“) skrz stěnu nucellu do archegoniální komory

Prorůstání se děje produkcí enzymů (hlavně proteáz)



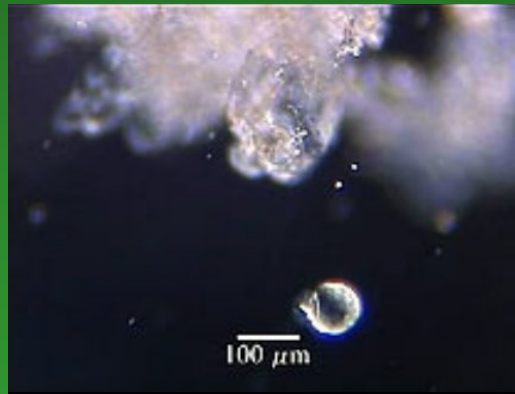
Oplození

4. Hlízovitý konec láčky („antheridium“) nese dva polyciliární spermatozoidy

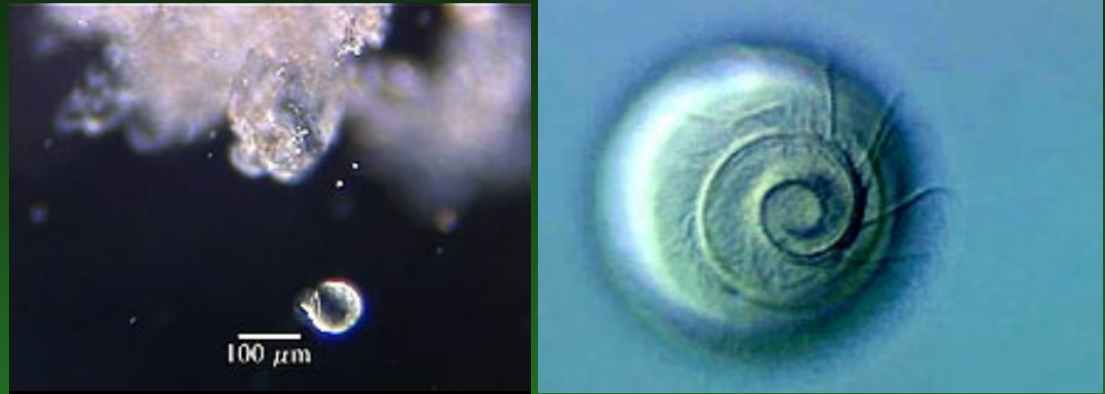


5. Spermatozoid (70–90 μm) oplodní vaječnou buňku (4–7 měsíců po opylení)

Bičků je na spermatozoidu zhruba tisíc



Jinany = poslední fylogenetická linie s bičíkatými spermatozoidy

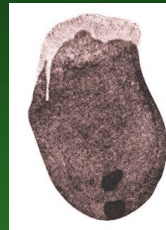
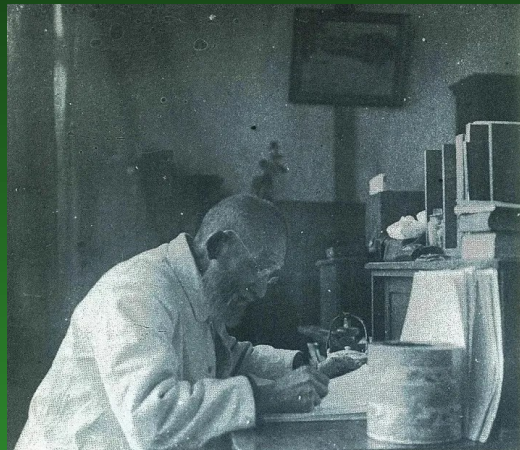


Oplození vyšších rostlin v dalších liniích se tak definitivně odpoutalo od vodního prostředí

Příjmem a vedením anorganických živin z půdního roztoku jsou však vyšší rostliny k vodnímu prostředí připoutány trvale

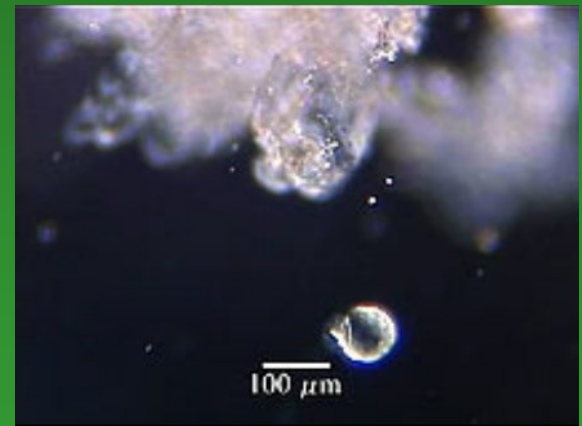
Jinany = poslední fylogenetická linie s bičíkatými spermatozoidy

jejich objev v lednu 1894 byl botanickou senzací

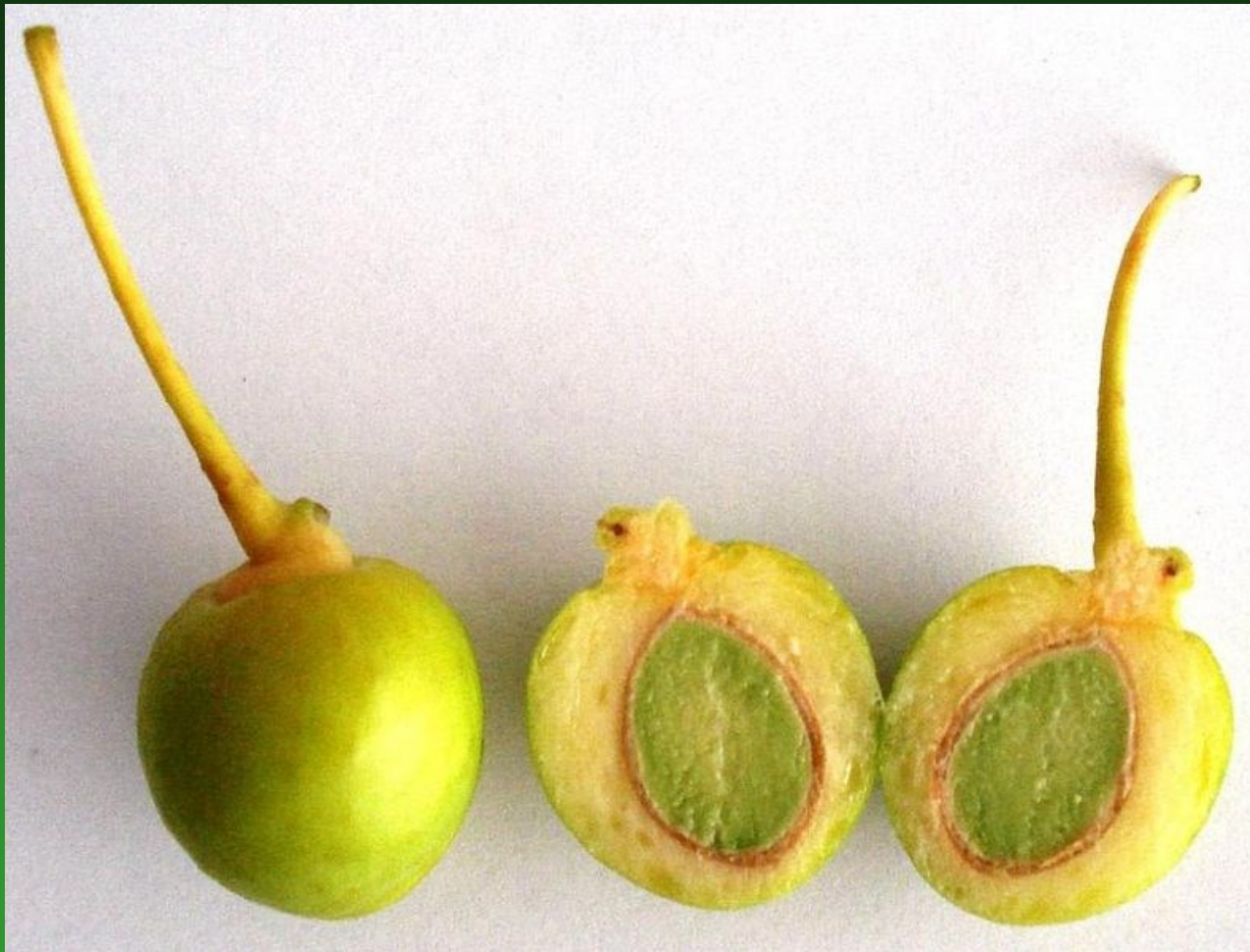


Sakugorō Hirase 1856 –1925, japonský botanický ilustrátor

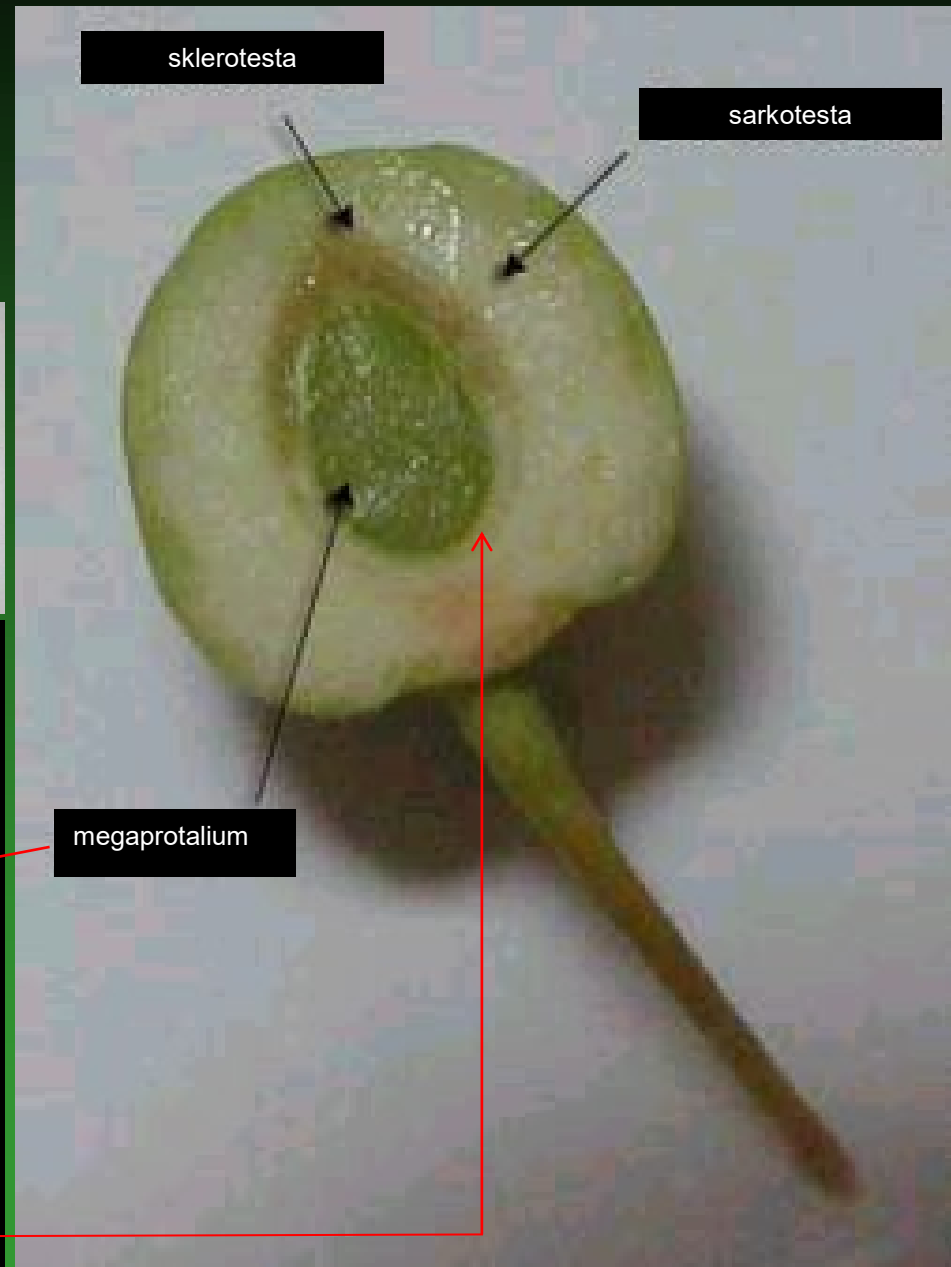
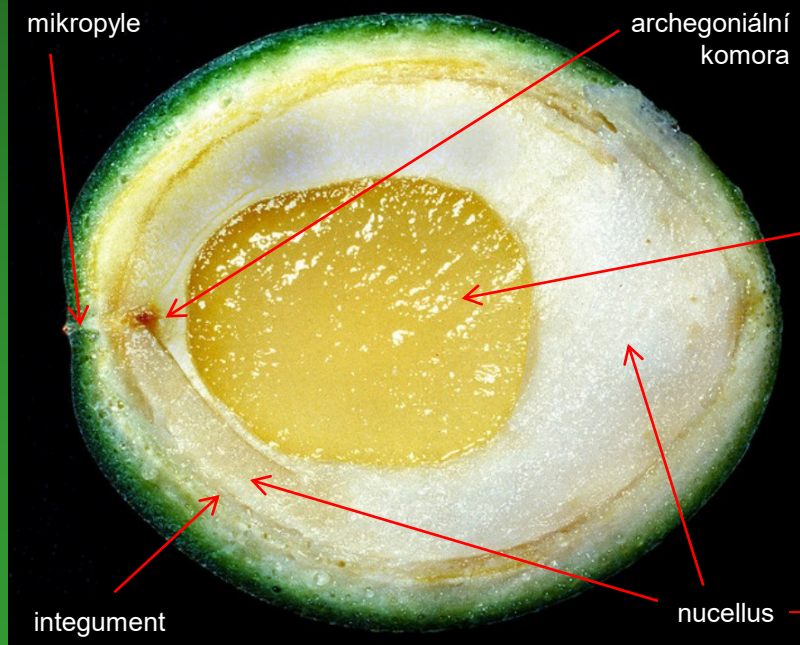
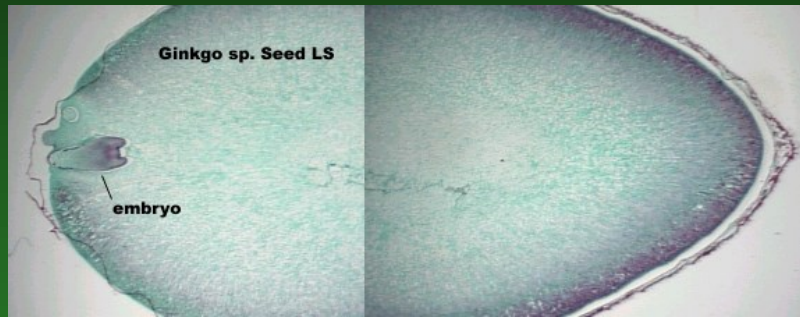
Hirase S (1896) Spermatozoids of *Ginkgo biloba* (in Japanese). Bot Mag Tokyo 10:367–368



V semeno se vyvíjí zpravidla jen jedno z dvojice vajíček, druhé zakrňuje



Semeno – až 3 cm v průměru -
na povrchu dužnatá sarkotesta,
uniř tuhá sklerotesta, pod ní je
škrobnaté živné pletivo s
dvouděložným embryem.



Semena nejprve zelená
Po opadu na zem žloutnou a
postupně odporně páchnou.
Zdrojem zápachu je kyselina
máselná.

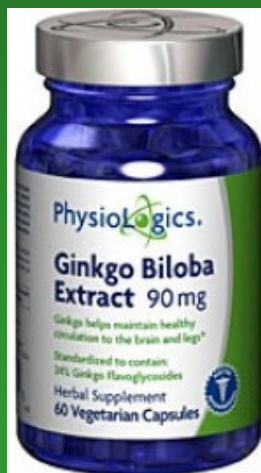
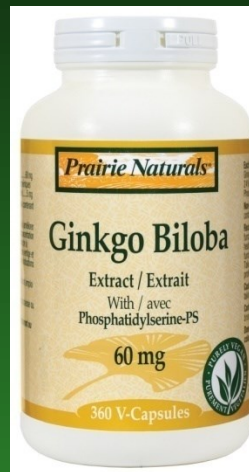


V Číně a Japonsku se semena zbavená sarkotesty máčí ve slané vodě,



poté se praží a prodávají pod názvem pehko nebo se přidávají do dezertů.

V posledních letech je z jinanu vyráběna nesčetná řada potravinových doplňků s potenciálně léčivým účinkem

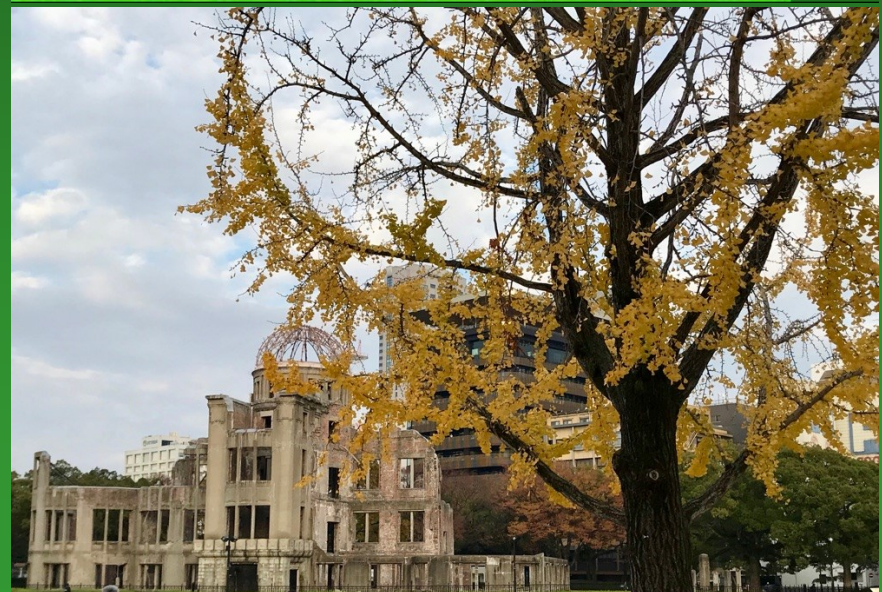


Samotná rostlina se za příhodných podmínek dožívá tisíců let (nejstarší doložený strom má 4700 let).



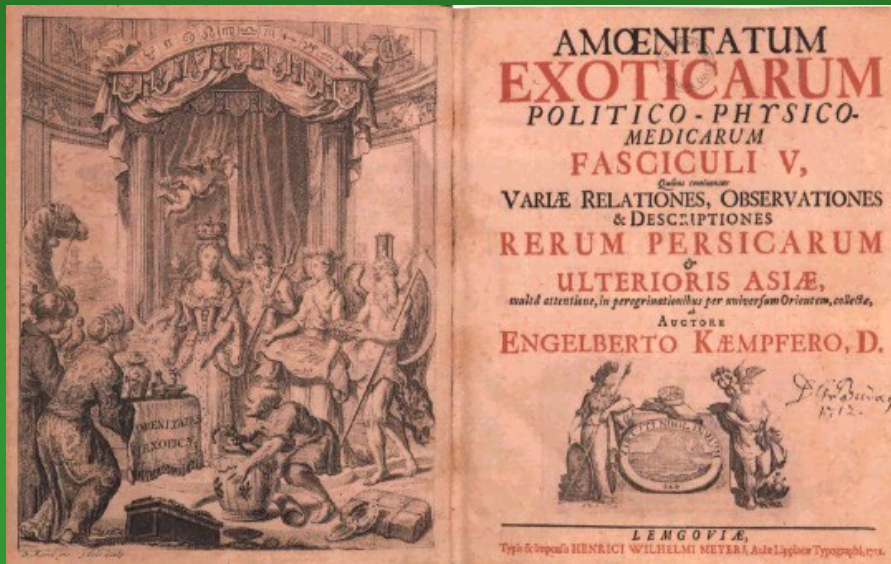
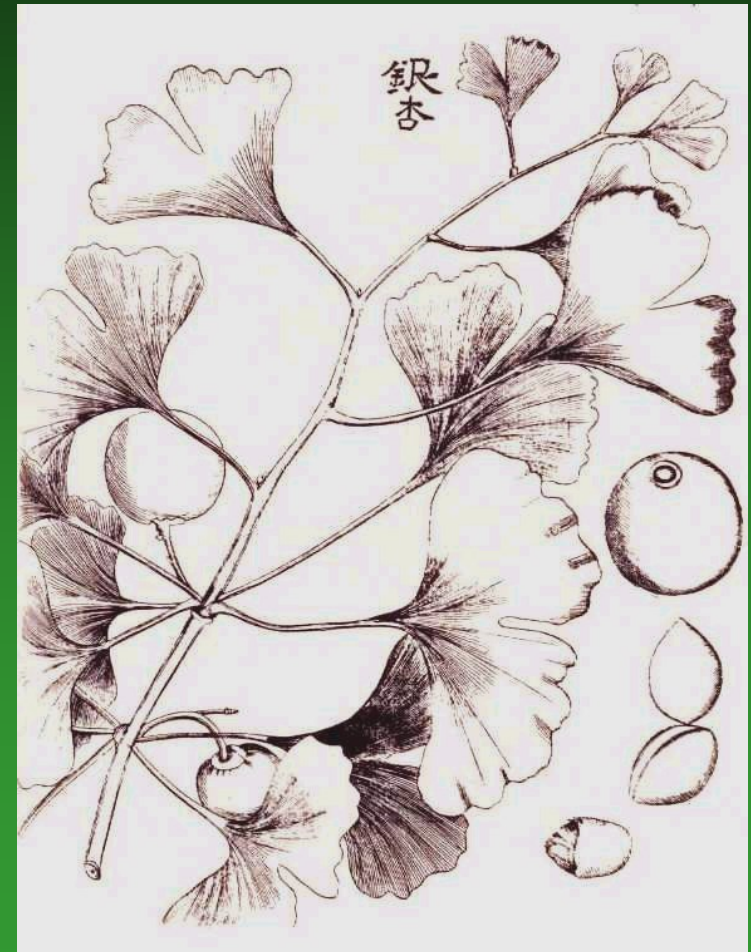
V Číně je podle rukopisů od 7. stol. pěstován jako chrámový strom.

Odsud byl přenesen i do Japonska a Koreje ke stejnému účelu

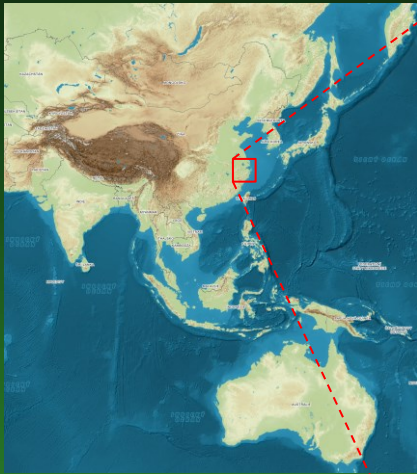


Přežil i atomové bombardování Hirošimy

Pro Evropu jinan objevil Engelbert Kaempfer (1651–1716) - něm. přírodovědec 1690–92 lékař holandského velvyslanectví v Nagasaki
 Jméno ginkyó znamená v překladu stříbrný plod nebo také stříbrná meruňka.
 Kaempfer dovezl semena do Evropy od r. 1730 byl jinan pěstován poprvé v bot. zahradě v Utrechtu (v ČR poprvé ve Slavkově, 1758).
 V Kaempferově Amoenitatum je chybně transkribováno jako g, což převzal později i Karel Linné.

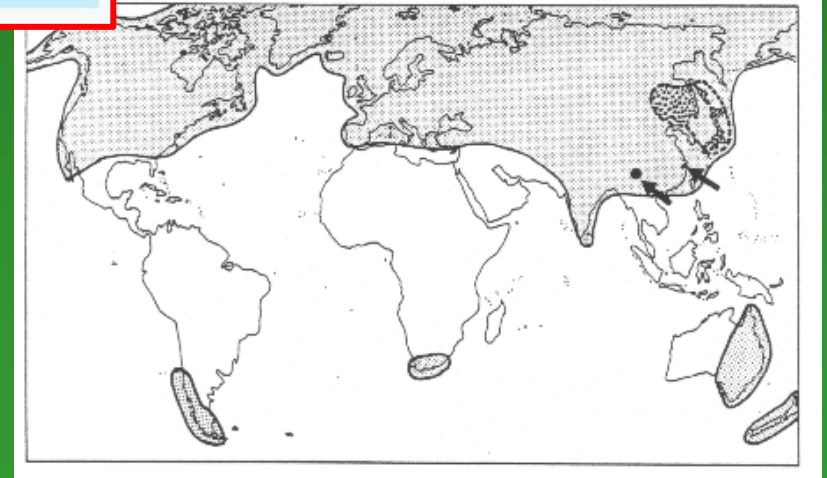
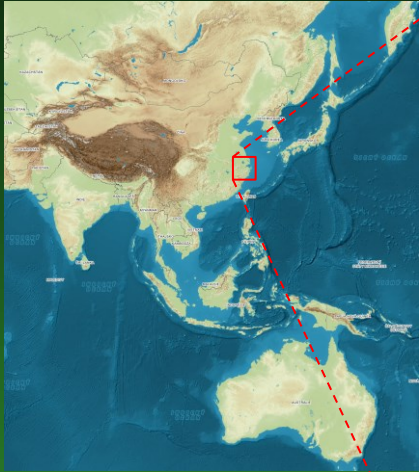


Teprve v roce 1956 bylo objeveno refugium v JV Číně - v horách Tianmu mezi provinciemi Zhejiang a Anhwei.



Zápach semen láká ke konzumaci kočku bengálskou (*Prionailurus bengalensis*), která tak v přírodě přispívá přirozenému k endozoochornímu šíření jinanu.

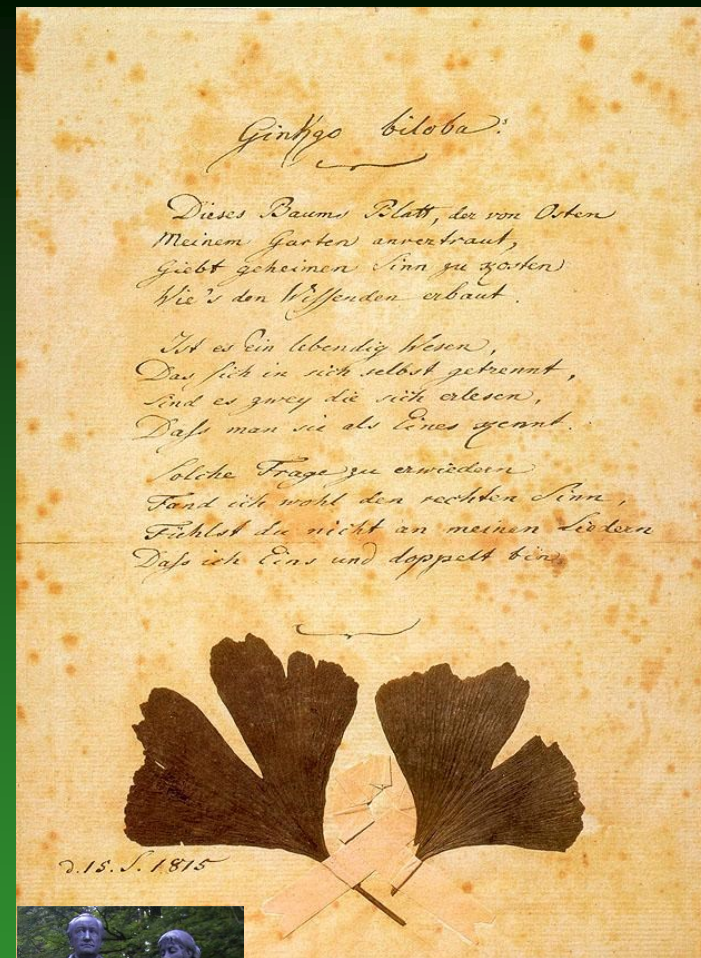
Teprve v roce 1956 bylo objeveno refugium v JV Číně - v horách Tianmu mezi provinciemi Zhejiang a Anhwei. Třetihorní areál jinanu zabíral téměř celou severní polokouli.



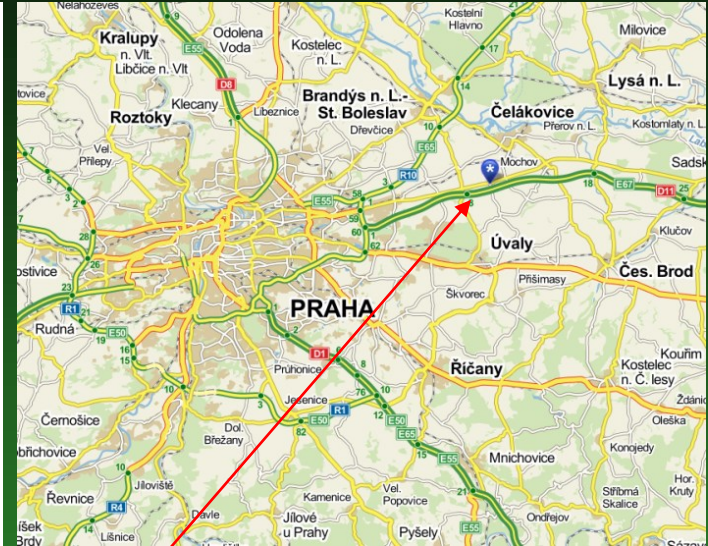
Zářez rozdělující list ve dvě stejné části symbolizoval pro velkého německého básníka a přírodovědce J. W. Goetheho přátelství a jednotu dvou milujících se lidí, což vyjádřil v básni Ginkgo biloba



Báseň věnoval své přítelkyni (a milence?) Marianne von Villemers. Bylo to však přátelství, kterému nebylo souzeno vydržet. Naposledy se viděli 23. 9. 1815, pouhých 8 dní poté, co jí přečetl návrh básně ...



Nehvizdyella bipartita = fosilní rod jinanovitých – nižší stromy s jednotlivými vajíčky a kopinatými listy (do 11 cm délky) na brachyblastech.



Popsaný z křídových sedimentů u Nehvizd a Hloubětína SV od Prahy v r. 2005 paleobotanikem Jiřím Kvačkem a jeho spolupracovníky.

American Journal of Botany 92(12): 1958–1969. 2005.

**A NEW LATE CRETACEOUS GINKGOALEAN
REPRODUCTIVE STRUCTURE *NEHVIZDYELLA* GEN. NOV.
FROM THE CZECH REPUBLIC AND ITS
WHOLE-PLANT RECONSTRUCTION¹**

JIŘÍ KVAČEK,^{2,5} HOWARD J. FALCON-LANG,³ AND JIŘINA DAŠKOVÁ⁴

¹National Museum, Prague, Václavské nám. 68, 115 79 Praha 1, Czech Republic; ²Department of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol BS8 1RJ, UK; and ⁴Academy of Sciences, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6, Lysolaje, Czech Republic

