

Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Nahosemenné

Petr Bureš



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Společné znaky semenných rostlin, (nahosemenných i krytosemenných)

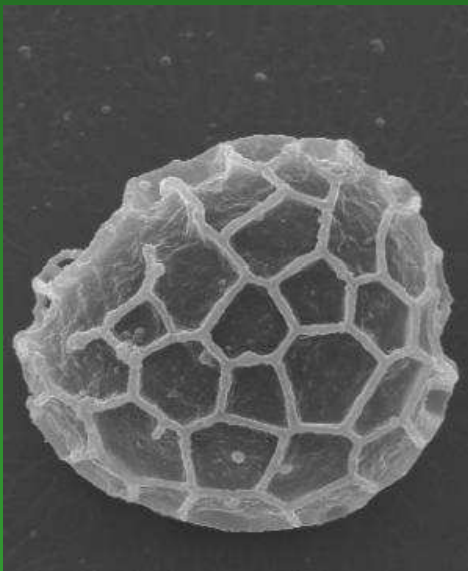
odlišující je od

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

1. Spora vers. semeno

Spora čili výtrus

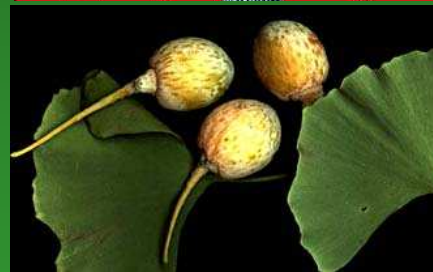
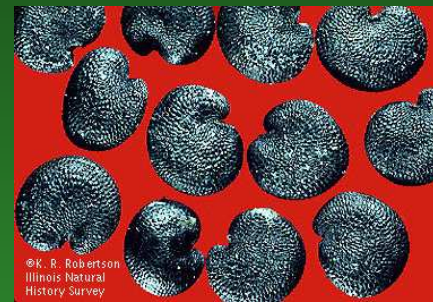
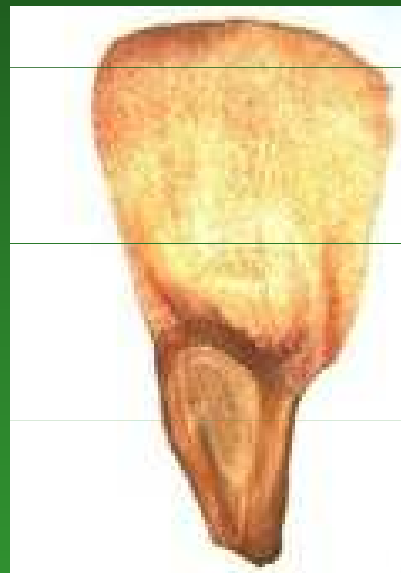
- jedna rozmnožovací buňka,
- vzniká meiózou v zárodečné vrstvě sporangia
- krytá rezistentním obalem ze sporopoleninu



spóra *Lycopodium clavatum*

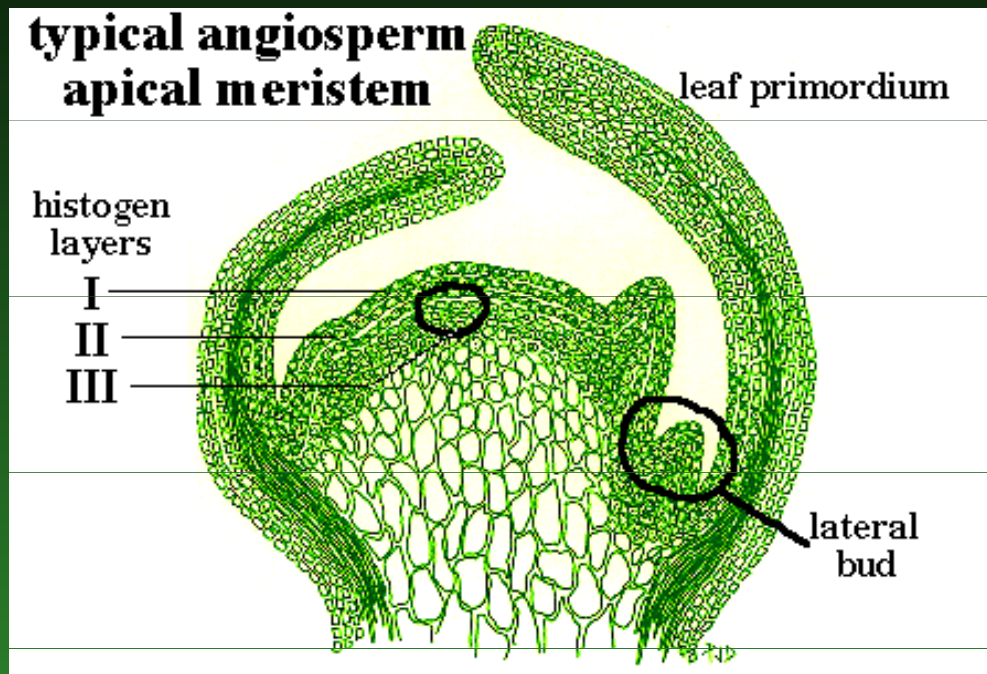
Semeno

- mnohobuněčný rozmnožovací orgán
- vzniklý z oplozeného vajíčka,
- krytý o semením (testou = přeměněným integumentem)



uvnitř se zárodkem (embryo) a s živným pletivem – primárním (megaprothalam nahosemenných) nebo sekundárním (endosperm krytosemenných)

2. Vzrostný vrchol stonku

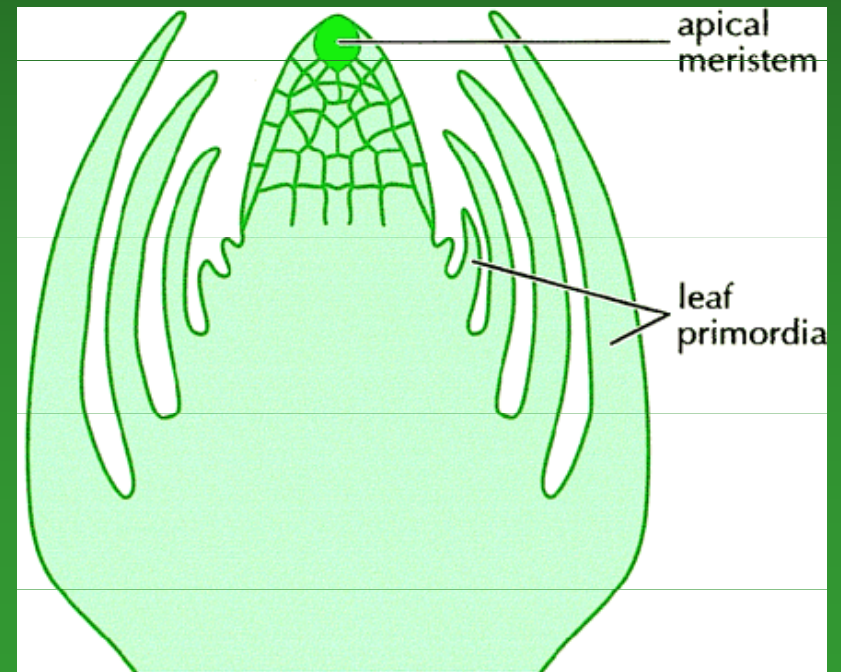


semenné (naho- i kryto-)

– apikální meristém
mnohobuněčný,
vícevrstevný

výtrusné (mechorostů,
plavuně a monilofyty)

– zpravidla jediná buňka



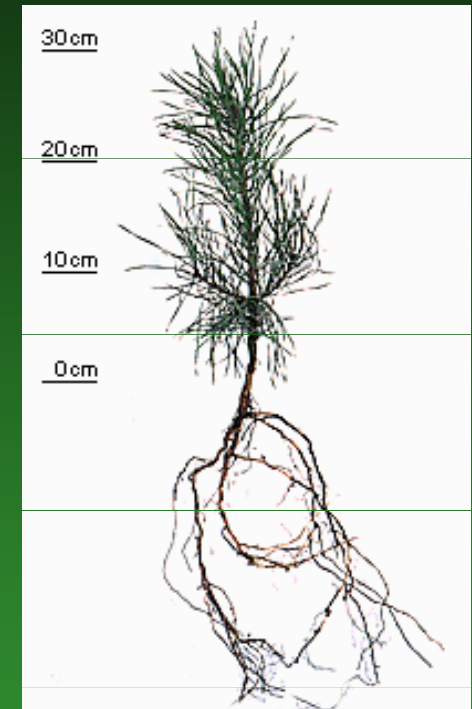
3. Pravé kořeny

Nepravé kořeny výtrusných



Pravé kořeny semenných rostlin

semenáček borovice



klíčící cykas



klíčící jinan



klíčící hrách



4. Vodivé elementy stonku

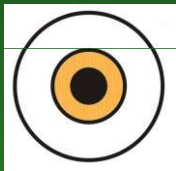
plavňová větev



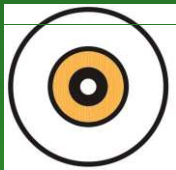
Plektostélé – odvozeno od protostélé, ve válci lýka roztroušené provazce dřeva (plavuně)



Aktinostélé – odvozeno od protostélé (plavuně, eusporangiální kapradiny)



Protostélé – nejpůvodnější typ (ryniiofyty, plavuně, vz. kapradiny)



Sifonostélé – odvozeno od protostélé, v centrální části válec dřevě (sifon), (*Osmunda*)

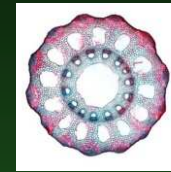


Solenostélé – odvozený typ od sifonostélé (dutina, lýko, dřevo, lýko) *Adiantum*, *Dicksonia*, *Marsilea*



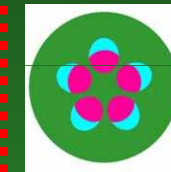
Diktyostélé – odvozeno od solenostélé, síť dřevostředných cévních svazků v oddencích kapradin

kapradňová větev



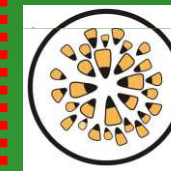
Arthrostélé – do kruhu uspořádané uzavřené cévní svazky ve stoncích přesliček

Semenné rostliny



Eustélé – souvislé válce lýka a dřeva rozdělené radiálně procházejícími dřevnými paprsky na větší počet cévních svazků kolaterálních, které jsou kruhovitě uspořádány

**nahosemenné, bazální
krytosemenné a
dvouděložné**

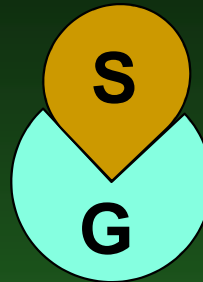


Ataktostélé – cévní svazky senepavidelně rozložily v parenchymu, nevyvíjí se zde kambium a rostliny tohoto typu tedy nemohou druhotně tloustnout

(jednoděložné, *Piperaceae*, některé *Amaranthaceae*)

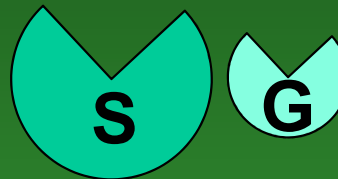
5. Konec samostatnosti gametofytu

Mechorosty
(játrovky, mechy, hlevíky)



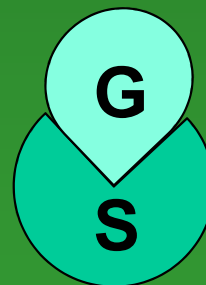
– sporofyt závislý na gametofytu

Výtrusné cévnaté rostliny
(ryniofyty, plavuně,
monilofyty)



– gametofyt i sporofyt samostatné
(někdy ze zásob – *Selaginella*,
Isoëtes, *Salviniales*).

Semenné rostliny
(nahosemenné,
krytosemenné)



– gametofyt závislý na sporofytu

6. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothalamium (desítky μm ; 5–3 buňky)

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

-
- (4) dostává se na samičí orgán (= polinační kapku nebo bliznu)
 - (5) blána mikrospory praská \rightarrow pylová láčka vyživovaná u nahosemenných pletivem nucellu u krytosemenných pletivy pestíku
 - (6) na konci láčky \rightarrow 2 spermatozoidy nebo 2 spermatické buňky.

Megaprothalamium (mm– μm ; mnoho–8 buněk)

- (1) v megasporangiu \rightarrow jediná megaspóra (nikdy jej neopustí)
- (2) z megaspóry \rightarrow megaprothalamium uvnitř vajíčka = megaprothalamium obaleno jak stěnou megasporangia, tak integumentem (u nahosemenných je megaprothalamium mnohobuněčné zpravidla ještě s archegonií)
- (3) u krytosemenných je megaprothalamium jen zárodečný vak obsahující zpravidla jen osm jader/buněk

P G



P A L

P V S L

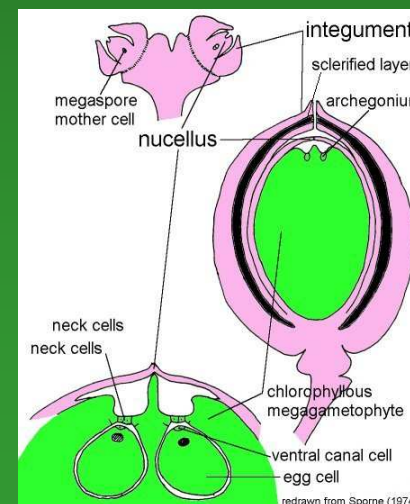
P V S1 S2 L

naho- 5 buněk

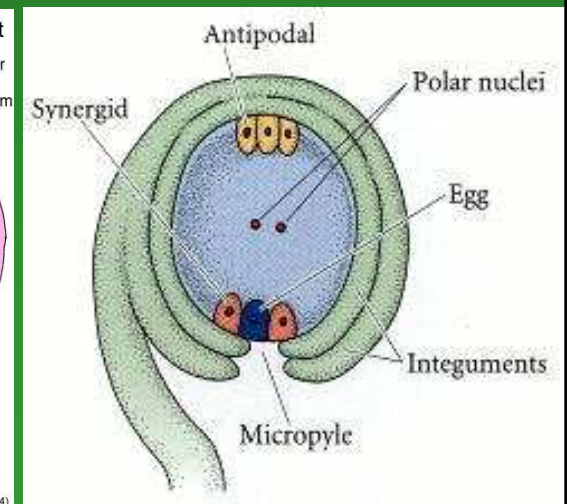
P G

P S1 S2

kryto- 3 buňky



nahosemenné



krytosemenné

7. Evoluce parazitismu a myko-heterotrofie

- Výtrusné autotrofní rostliny (řasy, mechorosty, plavuně a kaprad'orosty) nevytvářejí parazitické formy (výjimečně jen myko-heterotrofní gametofyty plavuní, a tř. *Psilotopsida*)
- U semenných rostlin vznikl parazitismus v řadě nezávislých linií opakovaně!



Hydnora, Hydnoraceae



Lathraea, Orobanchaceae

Parasitaxus usta, Podocarpaceae
(nahosemenný parazit nahosemenných rostlin)



Hyobanche, Orobanchaceae



Cuscuta, Convolvulaceae



Monotropa hypopitys, Ericaceae



Sarcodes sanguinea, Ericaceae



Neottia nidus-avis, Orchidaceae



Viscum, Santalaceae



Rafflesia, Rafflesiaceae

Myko-heterotrofní paraziti hub = „analogy“ prothalíí u *Lycopodium, Psilotum, Ophioglossum, ...*

oddělení Gymnospermophyta = nahosemenné

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

1. tř. *Cordaitopsida* (kordaity)



Fosilní nahosemenné dřeviny s páskovitými listy ? Předchůdci jehličnanů

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

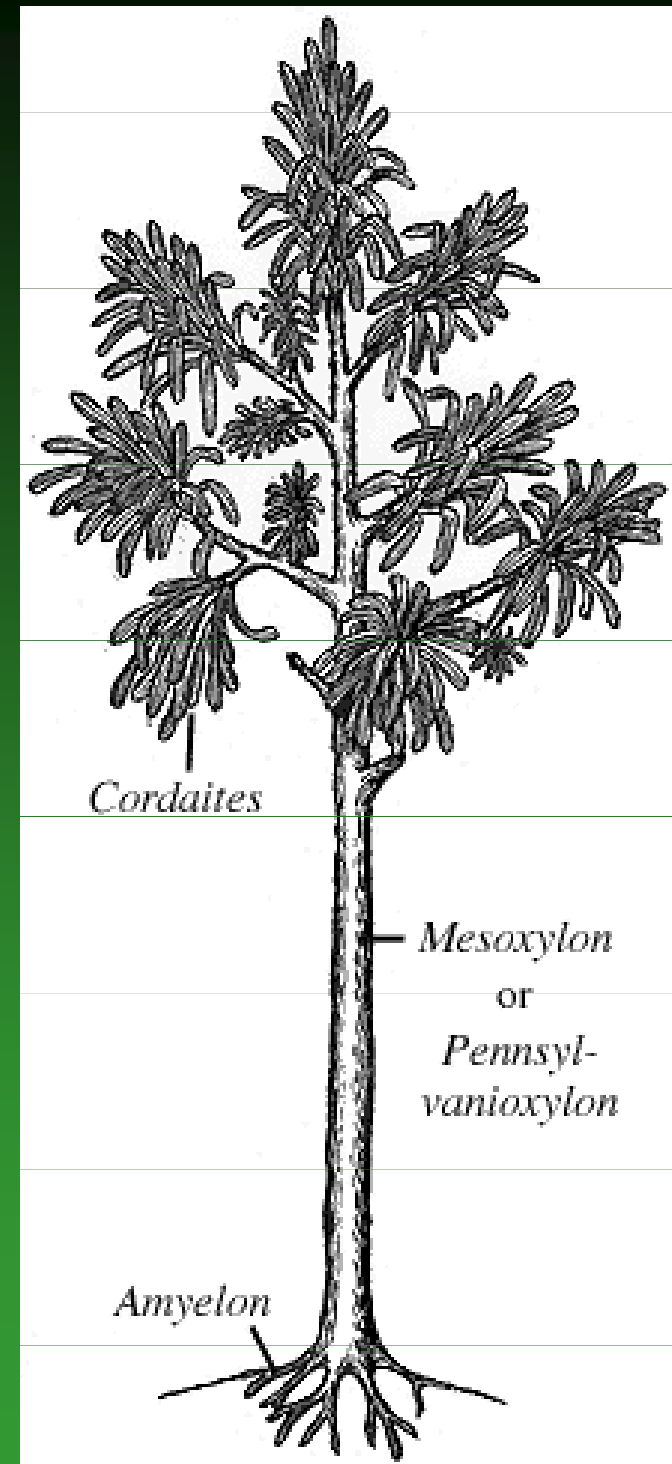


Původně rekonstruovány až jako 30 m vysoké stromy, podle novějších poznatků byly však menších rozměrů

Dřevo husté pyknoxylické jako u recentních jehličnanů.

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

Větve četné bohatě větvené



Kořeny chůdovité, jako u stromů v záplavových zónách s dlouho stagnující vodou (připomíná kořeny u stromů dnešních mangrove)



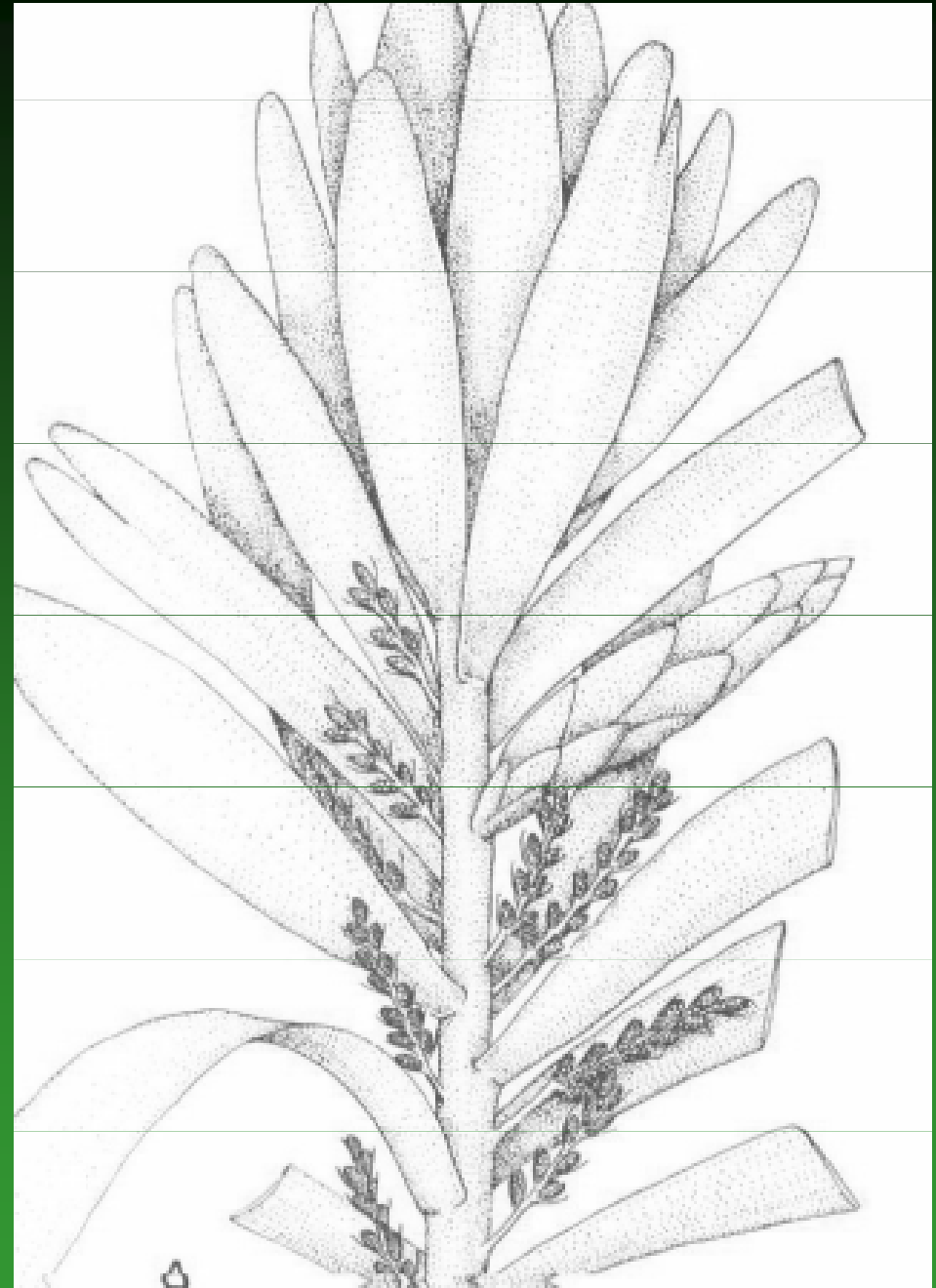
Listy

jednoduché, kopinaté se souběžnou žilnatinou,

20-70 cm dlouhé,
střídavě postavené

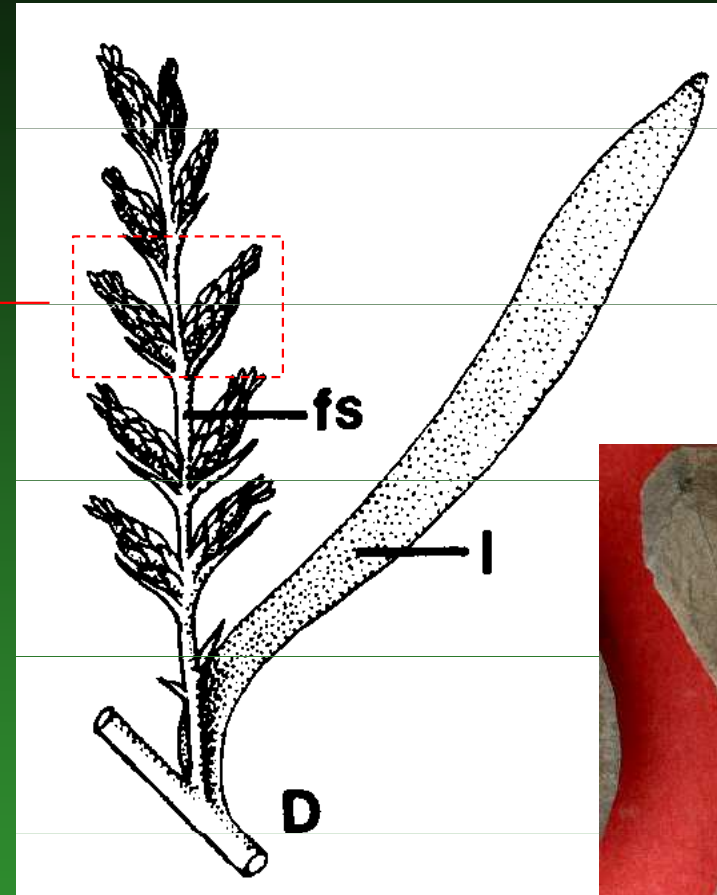
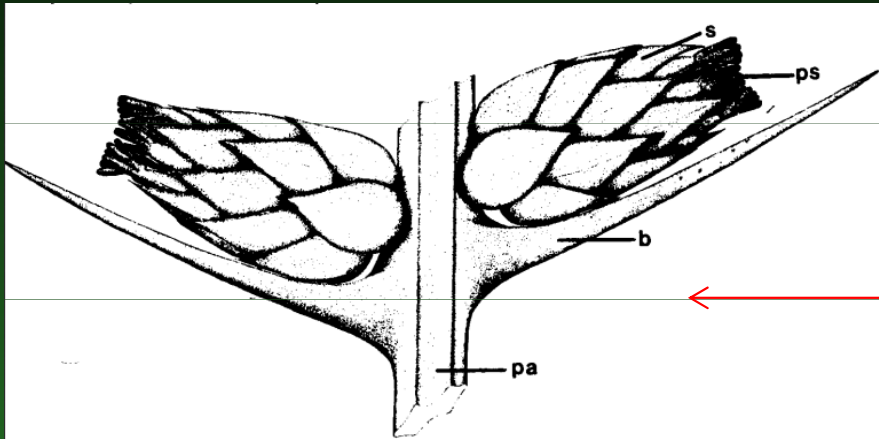
Strobily

jehnědovité nebo klasovité,
jednopohlavné

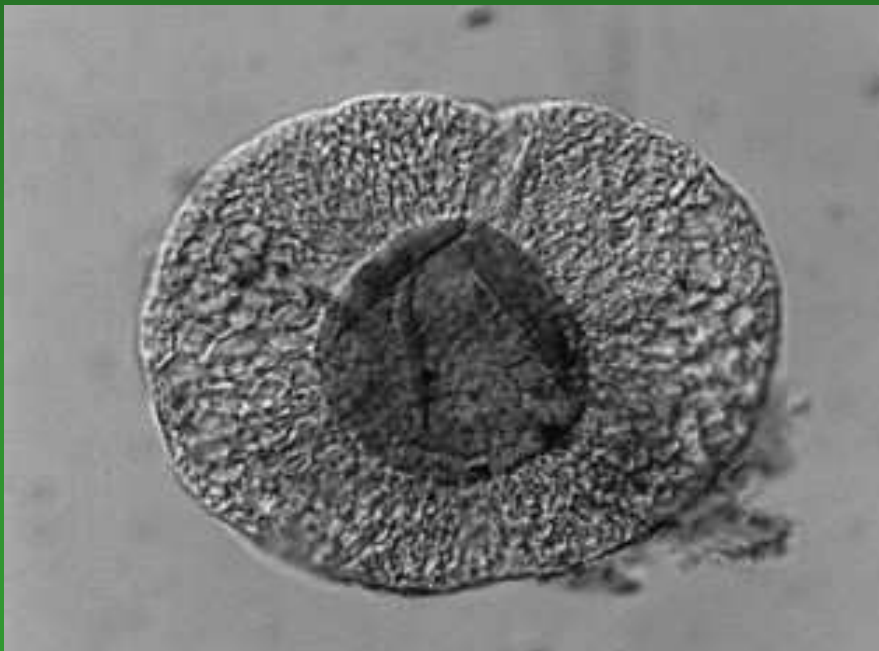


Mikrostrobily – jehnědy nebo klasy tvořené drobnými šištici v paždí listenů

Cordianthus concinnus



Mikrosporofyly = „tyčinky“ - na vrcholu drobných šištic

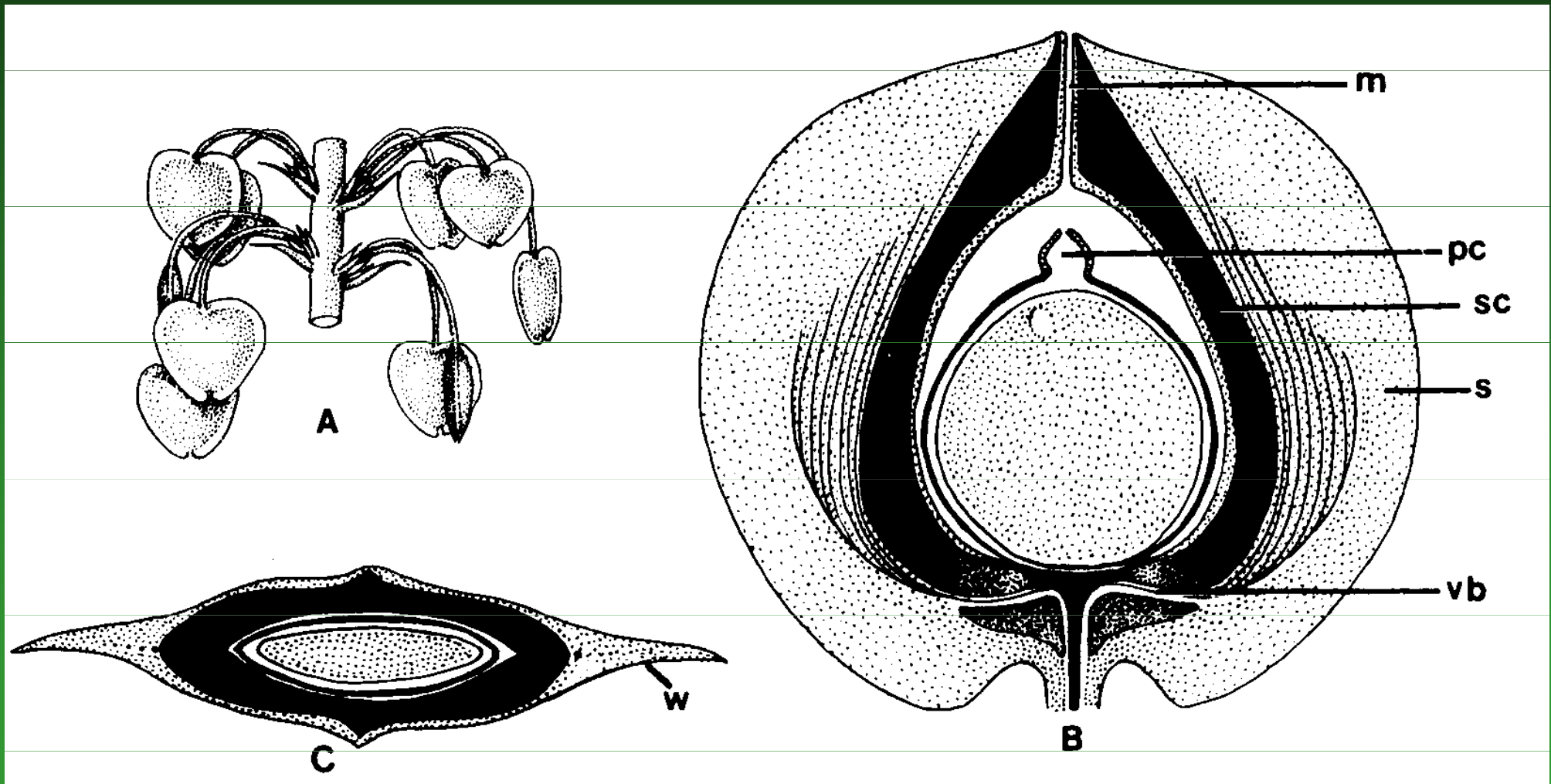


Pyl - s jedním nebo 2 vzdušnými vaky

Megastrobily jehnědovité

- se stopkatými plochými srdčitými vajíčky (v paždí listenů,
- semena drobná plochá „okřídlená“

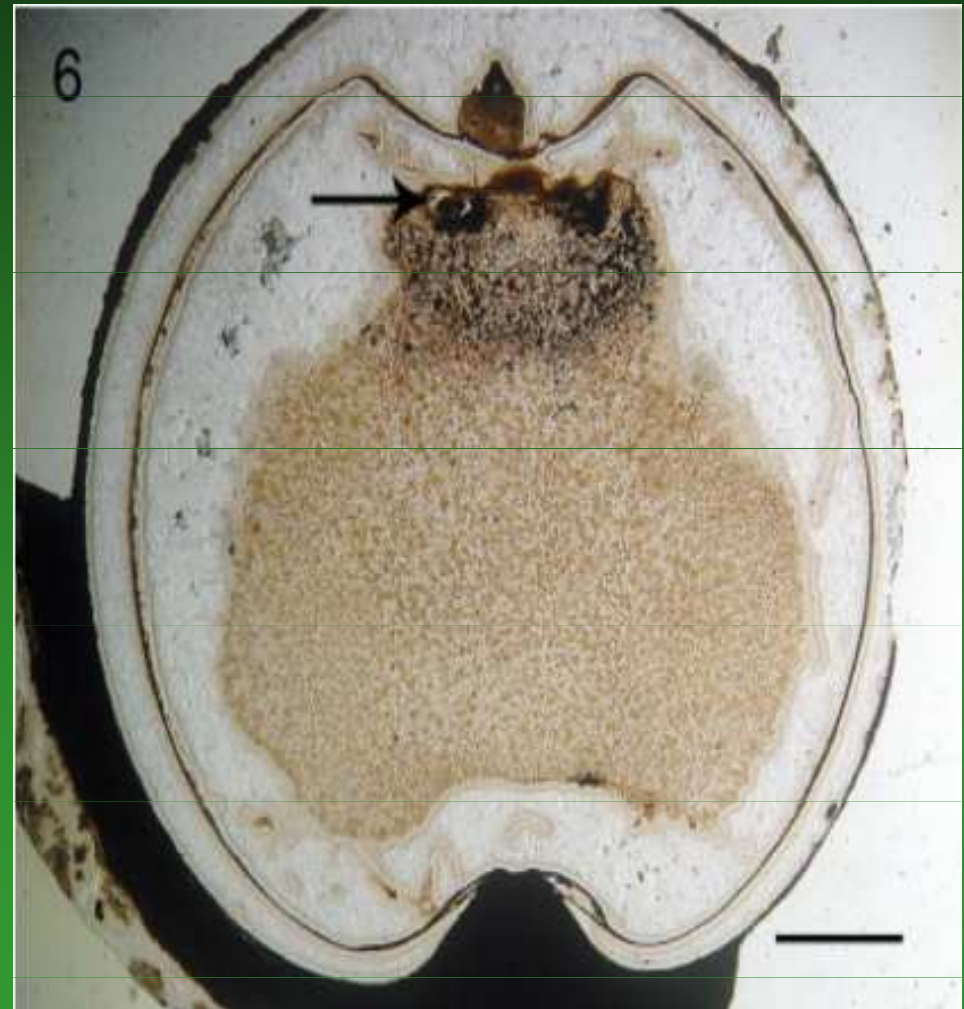
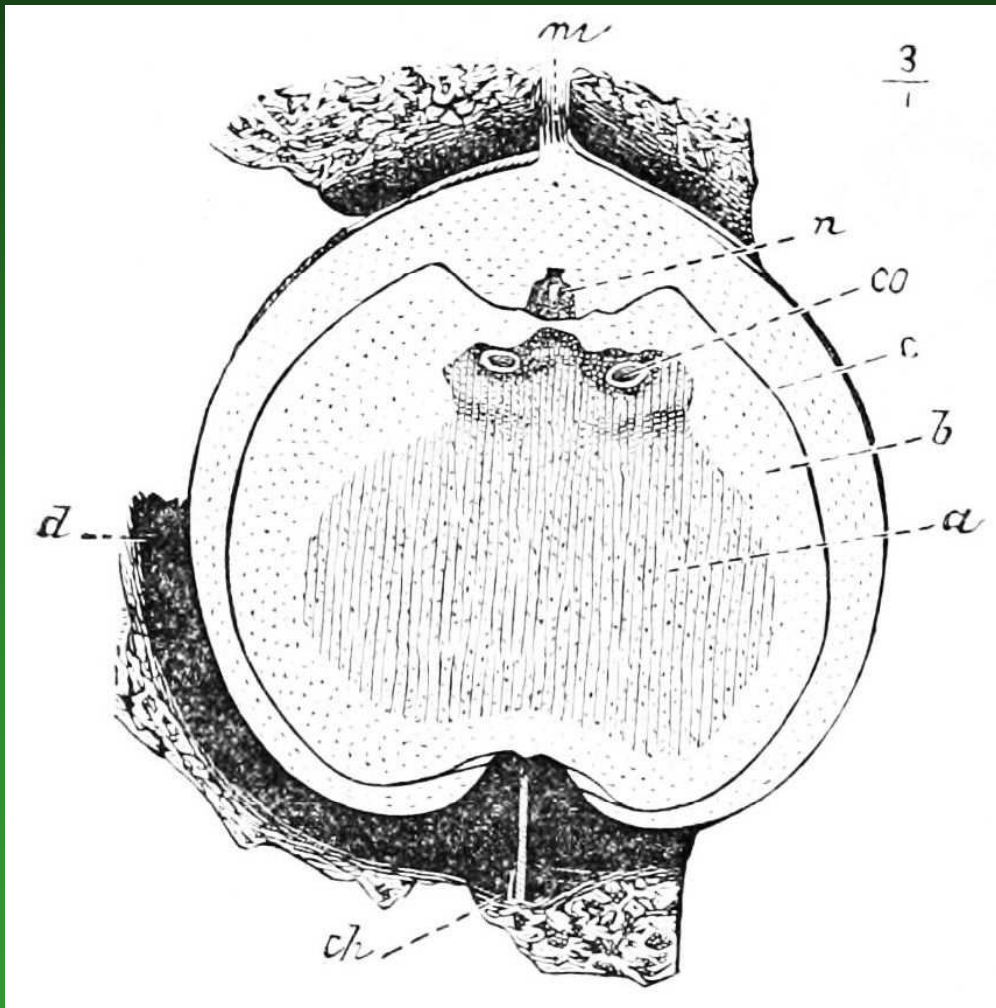
Cardiopus cordei



Vajíčka

typická - s pylovou a archeconiální komorou

se dvěma archeconií



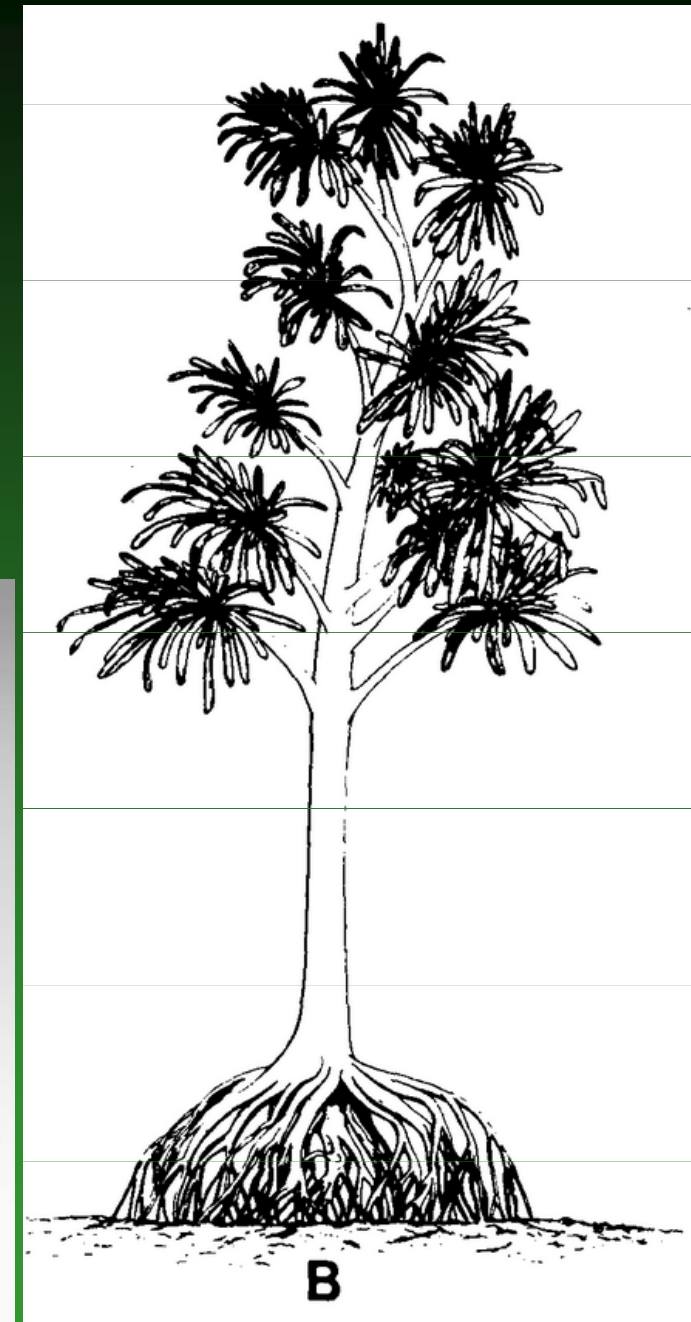
Cardiocarpus sclerotesta

Historie

- poprvé svrchní karbon
- vrchol přelomu karbonu a permu, kdy tvořily dominanty lesní vegetace
- vymírají ve svrchním permu

Zástupci - *Cordaites principalis*

Naleziště: Německo, Belgie



2. tř. *Cycadopsida* (cykasy)

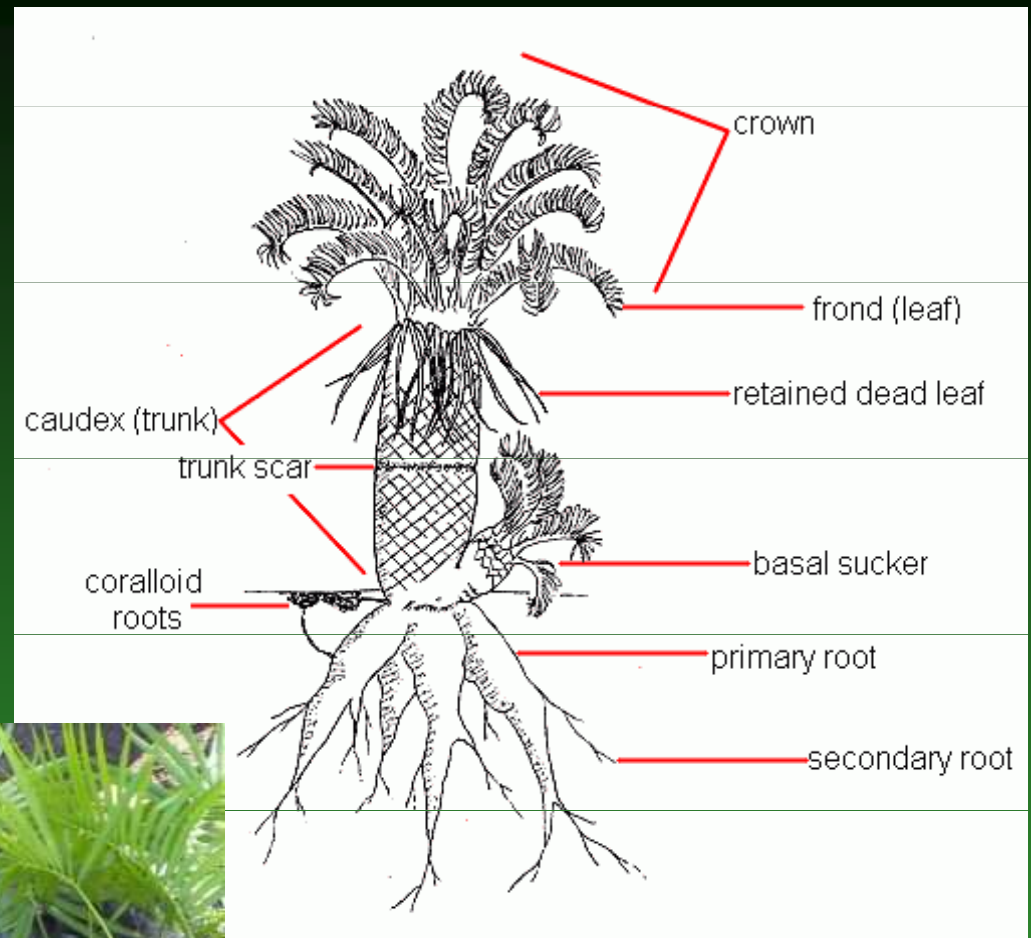


Stálezelené recentní i fosilní dvoudomé (pohlavní chromosomy) dlouhověké dřeviny, vzhledem připomínající palmy; recentně řád zahrnuje kolem 300 druhů. Rostou hlavně v tropických oblastech, avšak spíše na sušších stanovištích

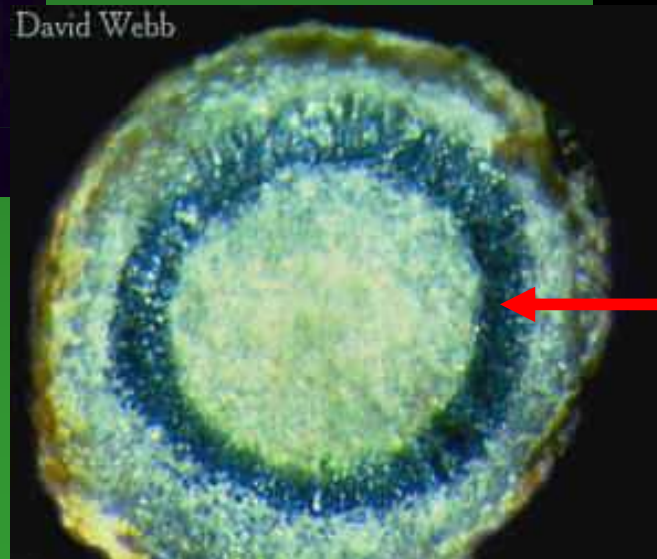
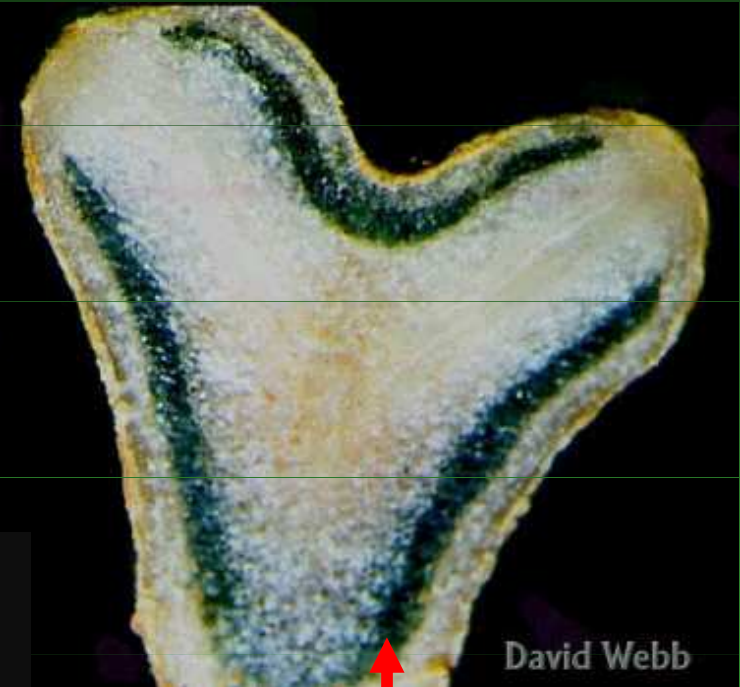
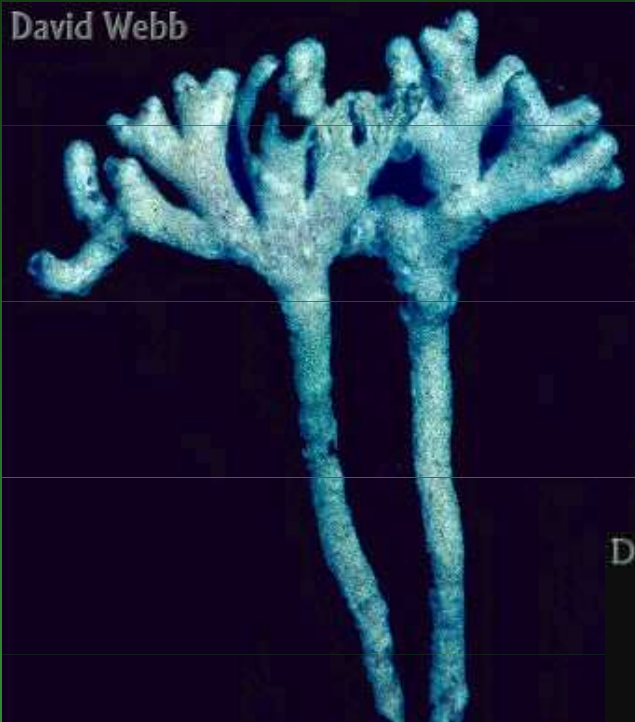


hlavní kořen křulovitý, s
četnými postranními,
dichotomicky větvenými

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



V pletivech kořenů duté hlízky se symbiotickými sinicemi rodů *Nostoc*, *Anabaena* nebo *Trichormus* (popř. bakterií rodu *Azotobacter*) fixujících vzdušný dusík do biologicky využitelné formy - např. dusičnanů.



Sinice produkují neurotoxin beta-N-methylamino-L-alanin, který je transportován do megastrobilů kde je během vývoje vajíček vylučován s idioblastů jako obrana

tmavá vrstva
se sinicemi

Kmen štíhlý, válcovitý nebo kulovitý, většinou nevětvený vysoký až 20 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



Z dřevě kme-
nů některých
cykasů se
dobývá
nepravé ságo



Je to škrobnatá
opalizující kaše,
která se suší a drtí
na mouku.



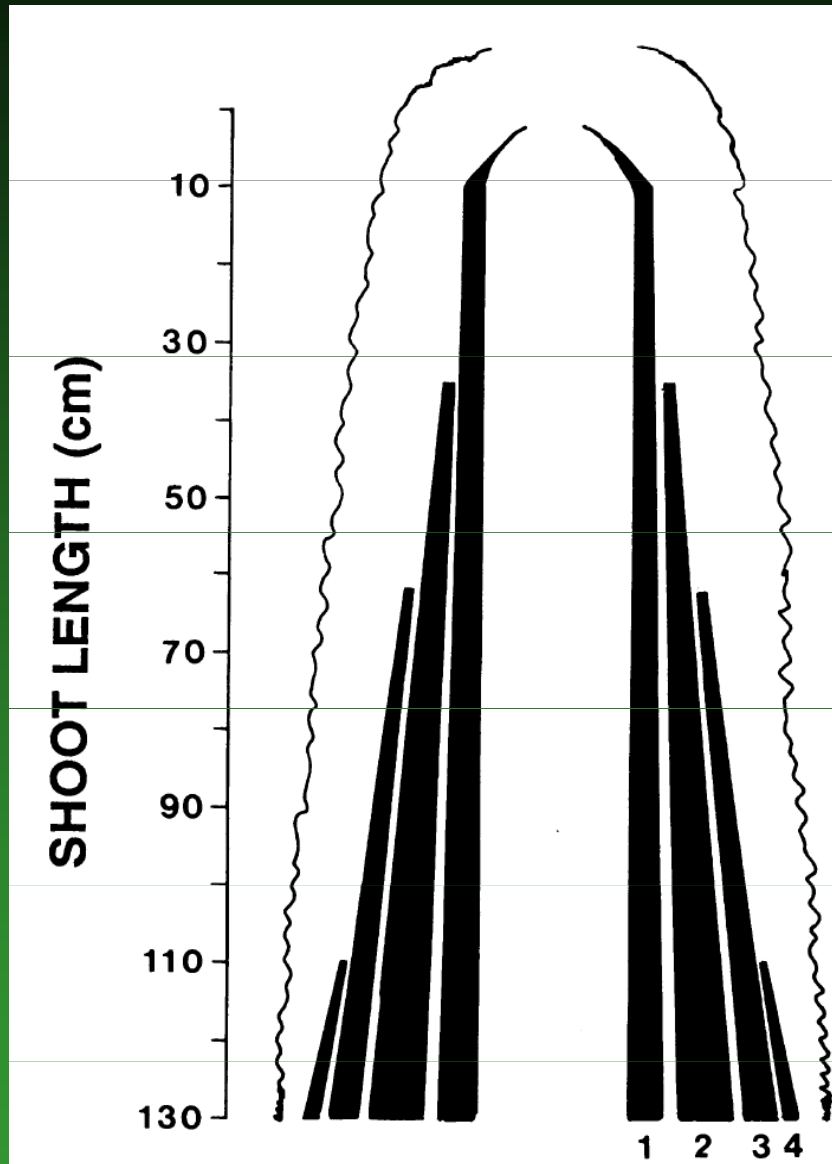
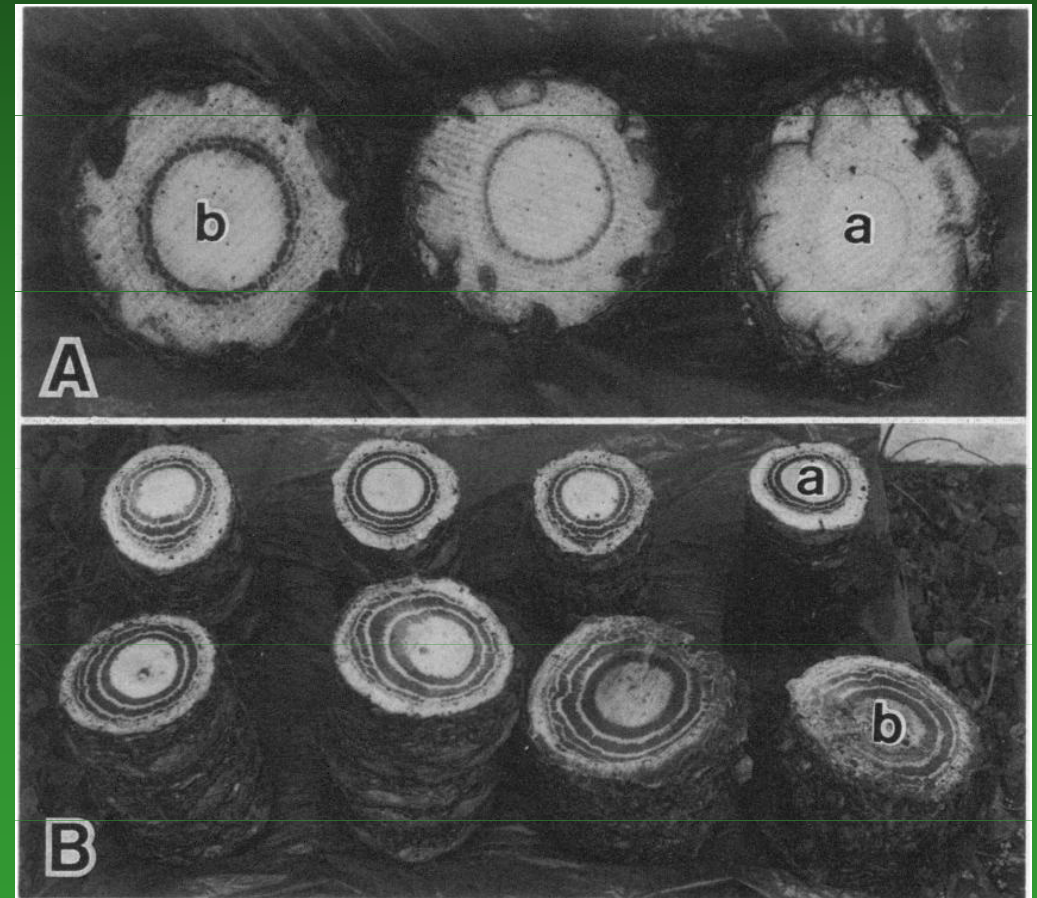
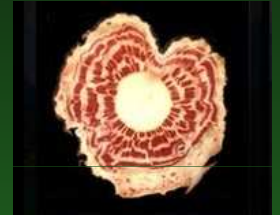


Fig. 1. Diagrammatic representation of the occurrence and maturation of the successive concentric vascular cylinders in *Cycas*. 1 = first vascular cylinder, 2-4 = successive vascular cylinders.

Kambiální vrstvy po několik let simultánně aktivní produkují koncentrické vodivé válce



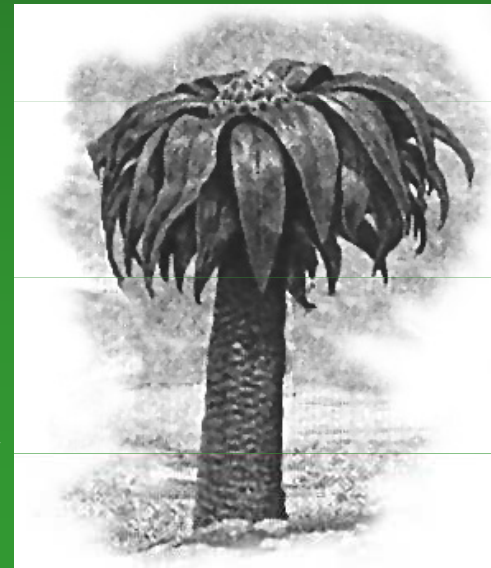
Listy v růžici na vrcholu kmene, řapíkaté, až 7 m dlouhé, kožovité, zpravidla 1x zpeřené (velmi vz. 2x zpeřené nebo jednoduché)



Cycas micholitzii s vidličnatě dělenými lístky

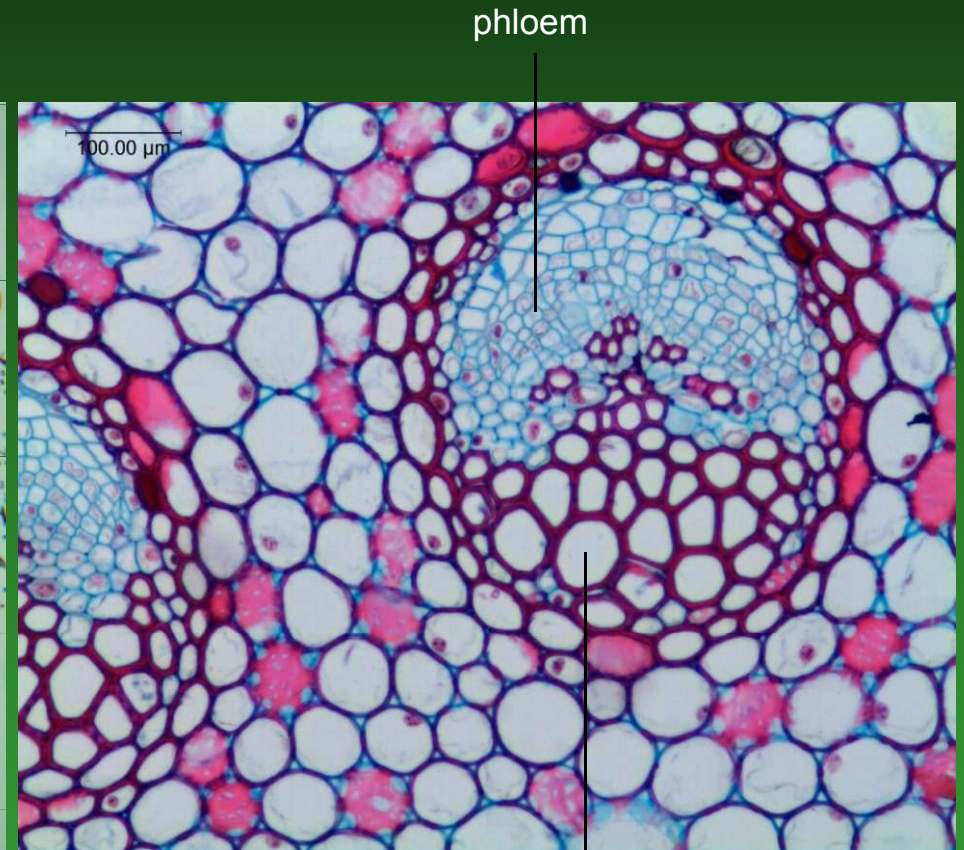
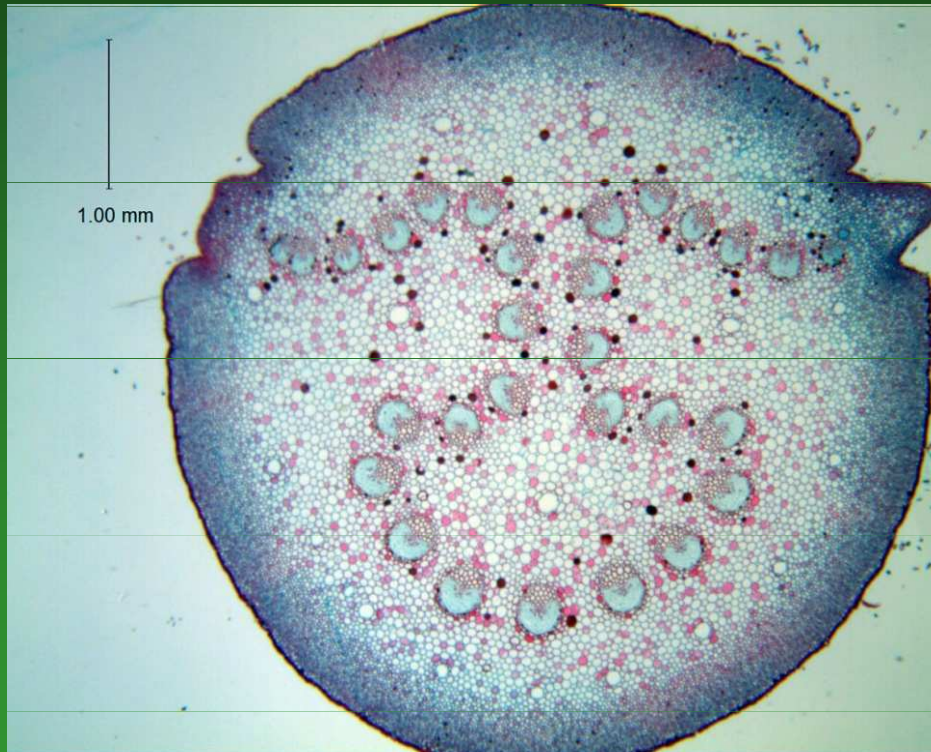


Macrozamia stenomera s vícenásobně vidličnatě dělenými lístky / úkrojky



Fosilní cykas
Bjuvia simplex
s jednoduchými listy

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



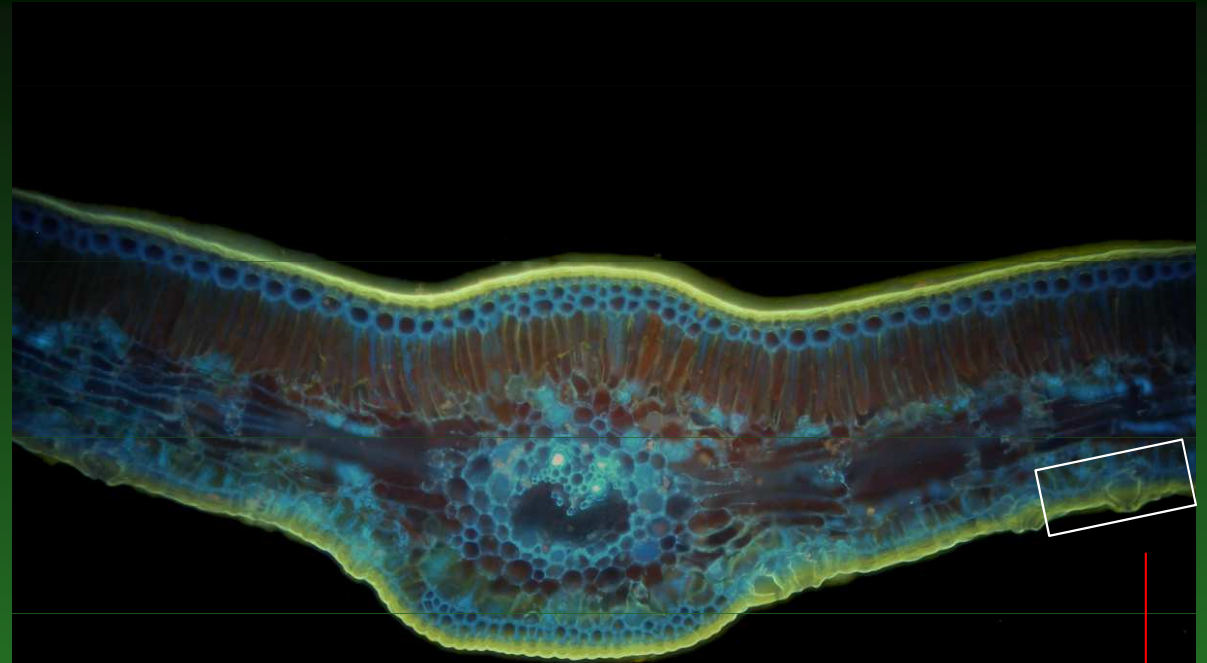
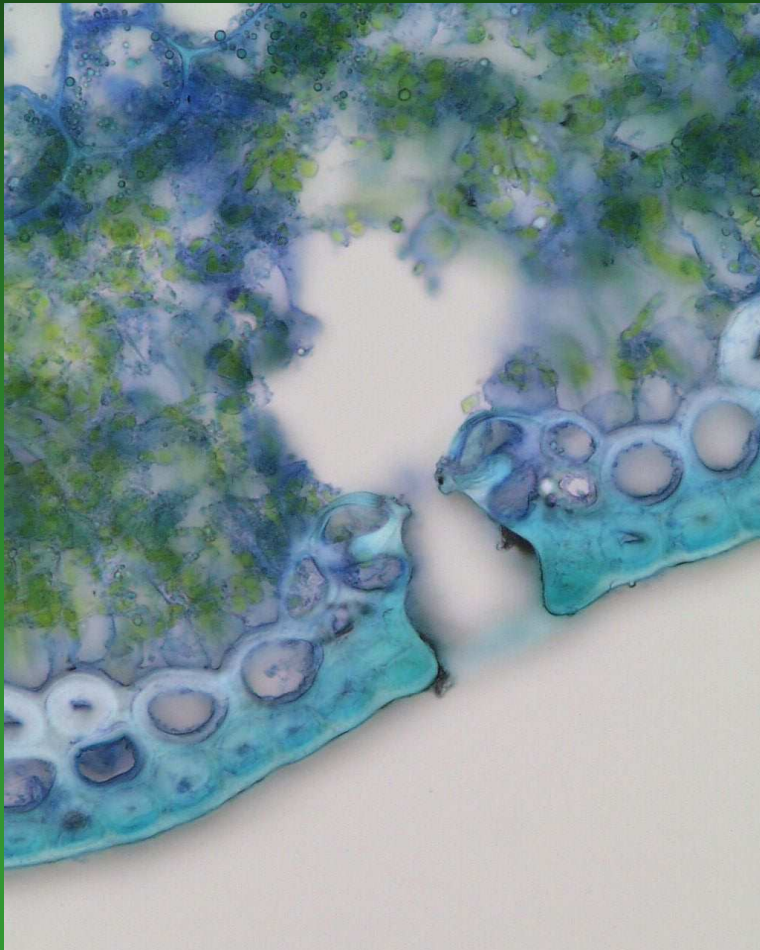
jednotlivý svazek

xylem

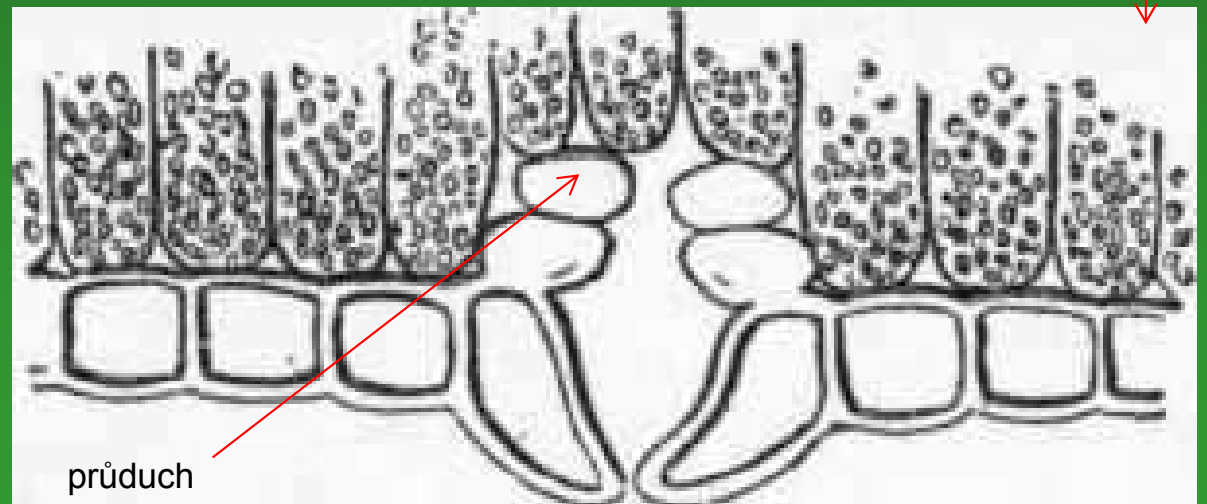
Kutikula - silná

Průduchy - hluboce
zanořené

Úkrojky listů - jednožilné



řez jednotlivým úkrojkem



průduch

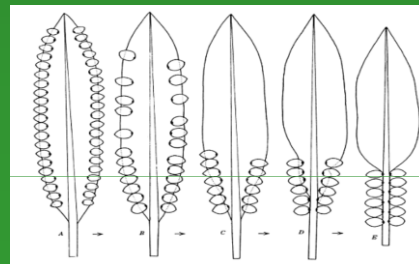
Úkrojky listů v mládí circinátně svinuté



Sporofyly často v šištících (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 šištíc inicializovaná požárem.



Na jednom sporofylu většinou 2 vajíčka (někdy až 8)



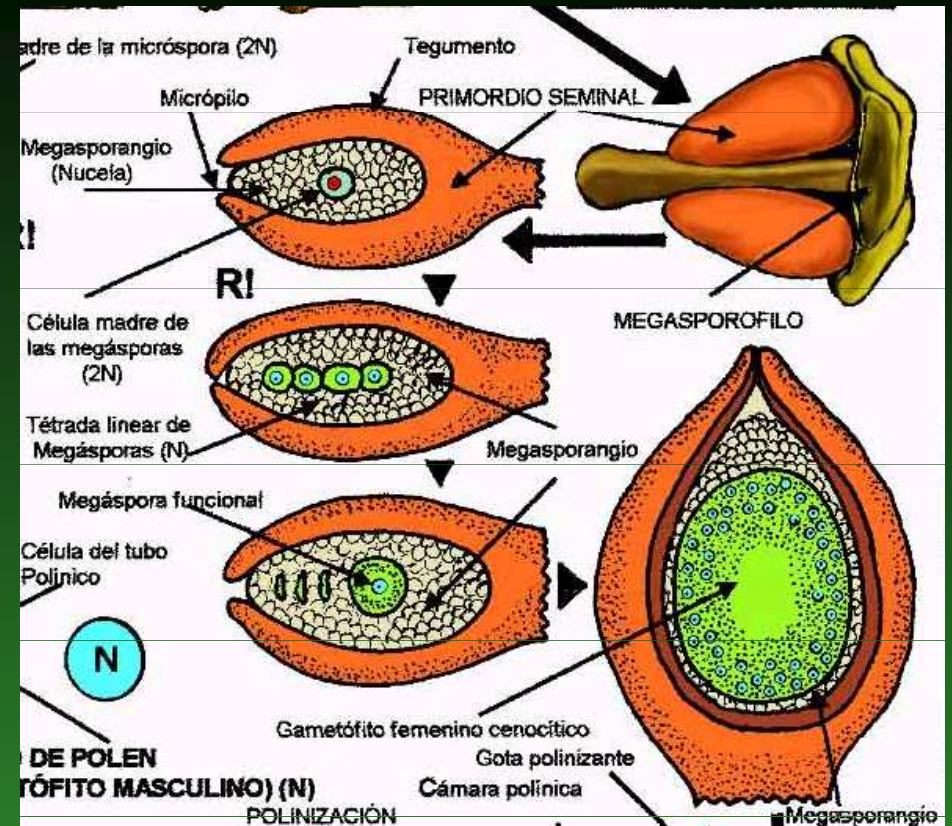
Vajíčko (= homolog
megasporangia)

Pletivo uvnitř vajíčka =
nucellus = (homolog
archesporiu)

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

(2) Tři z nich zaniknou

(3) Zbyde megaspóra, která dělením vyplní vnitřek vajíčka
megaprothaliem s archegonií.

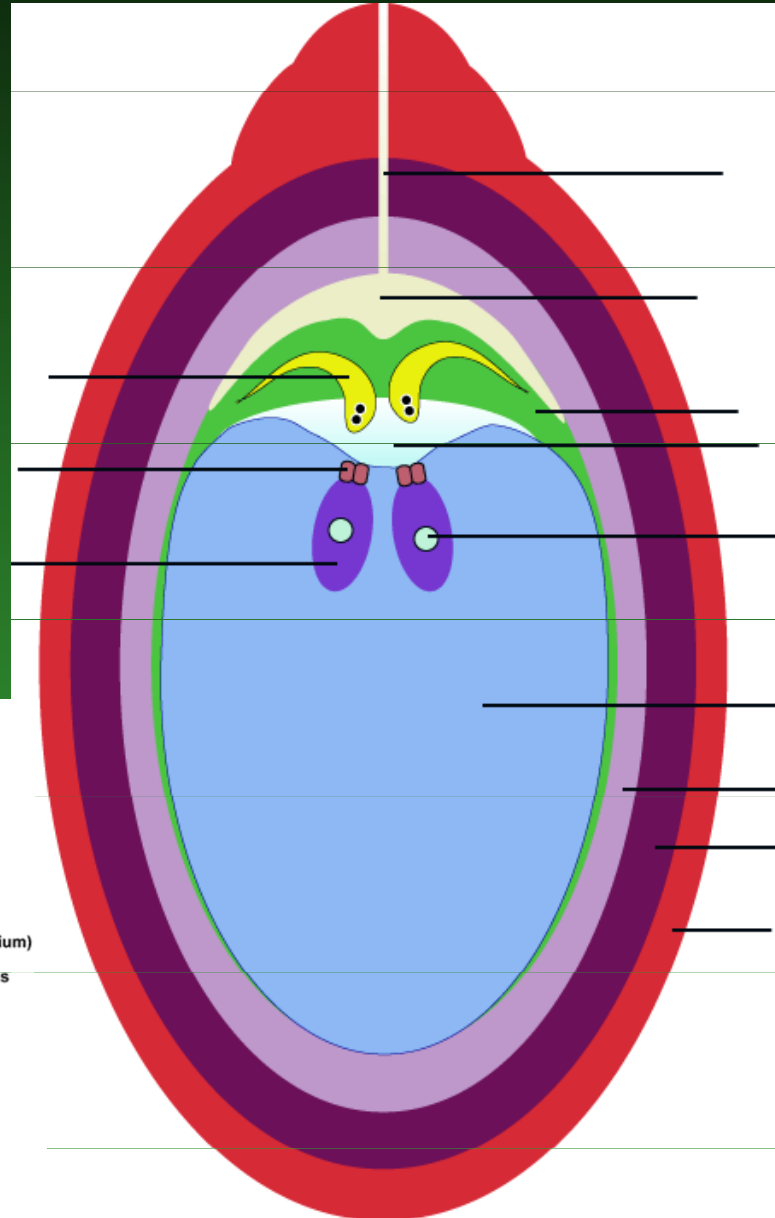
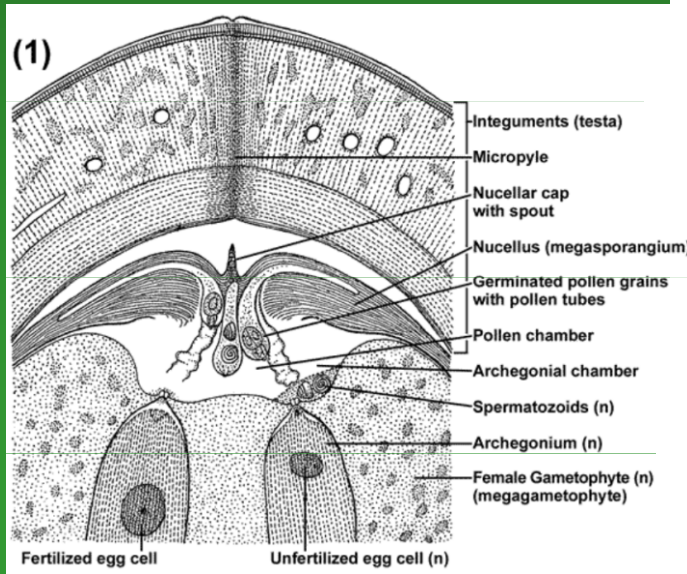


Vajíčka mají vícevrstevný obal

láčka pylová = mikroprothalam

krček archegonia

archegonium



mikropyle

pylová komora

nucellus

archegoniální komora

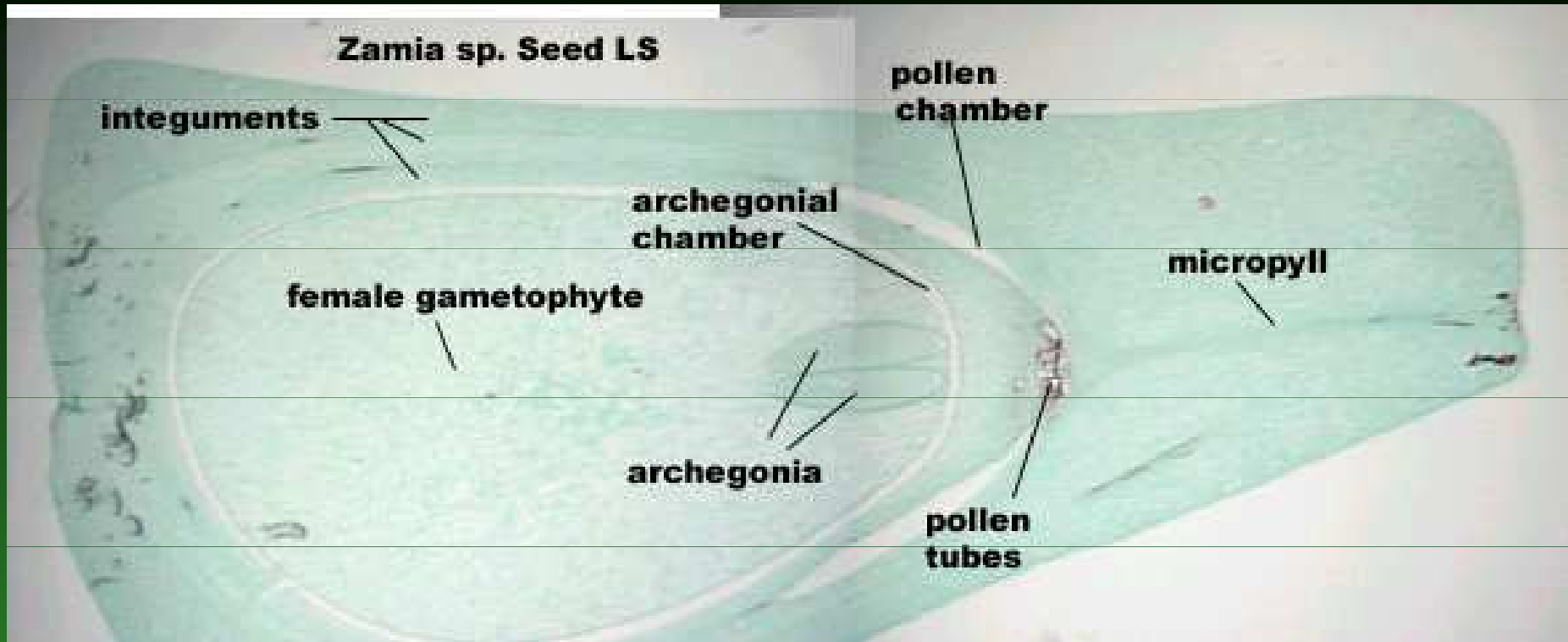
oosféra

megaprothalam

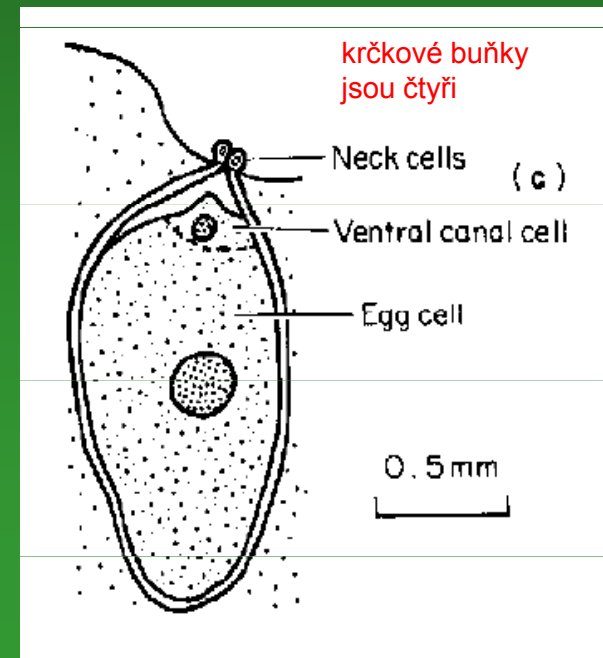
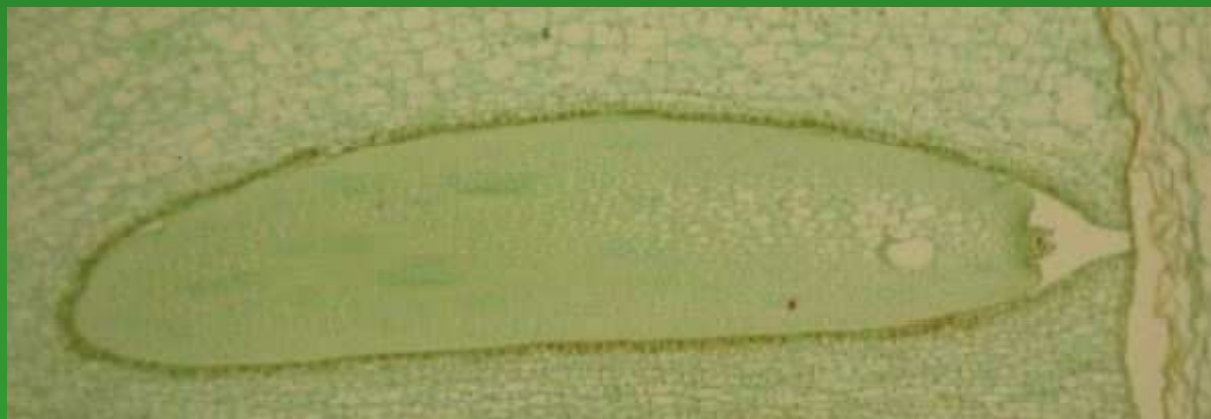
\ (→ vnitřní blanitý obal)

– obaly vajíčka (→ sklerotesta)

/ (→sarkotesta)

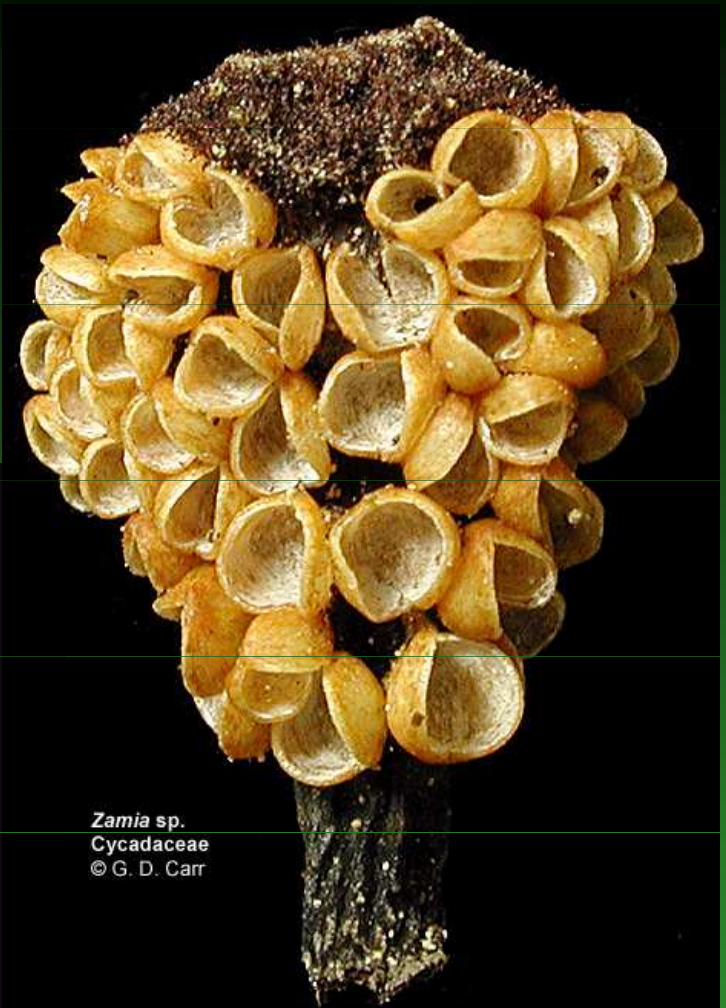
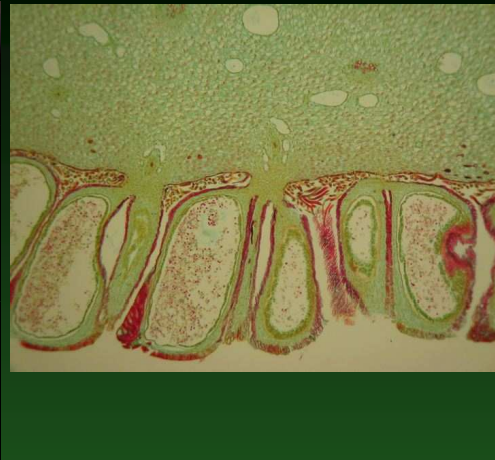


archegonia poměrně jednoduché stavby 6 buněk





Zamia sp.
Cycadaceae
© G. D. Carr



Zamia sp.
Cycadaceae
© G. D. Carr

Mikrosporofyly
štítkovité nebo
šupinovitě vždy
ve strobilech



Na ploše
mikrosporofylu
vždy více
mikrosporangii

Přenos pylových zrn třásněnkami

třásněnky se živí pylem cykasů

slabá koncentrace myrcenu přitahuje třásněnky do mikrostrombilů

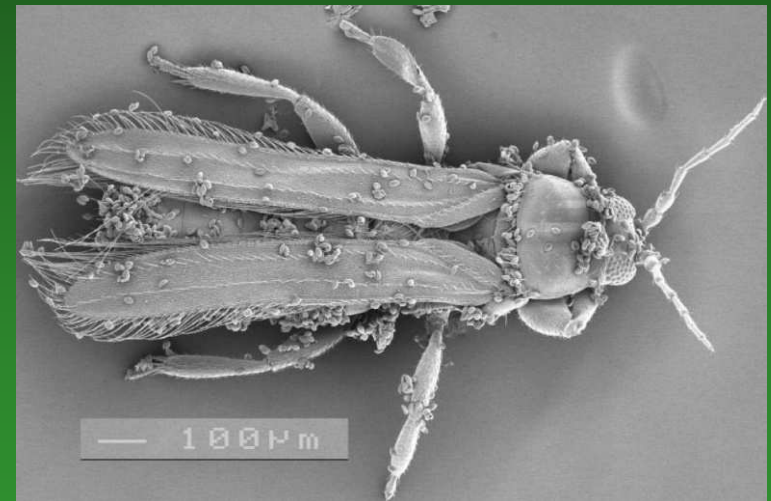
mikrostrombily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C,

vyšší teplota uvolní myrcen,

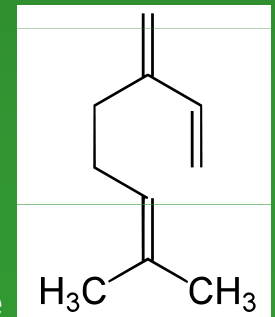
vysoká koncentrace myrcenu vypudí třásněnky

vypuzené třásněnky hledají pyl v podobně vonících megastrobilech

Zahřívání se cyklicky opakuje => přenos pylu mezi pohlavími.



třásněnka *Cycadothrips chadwicki* pokrytá mikrospórami *Macrozamia lucida*



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

Podobně se přenáší pyl zamií i brouci



Pharaxonotha zamiae

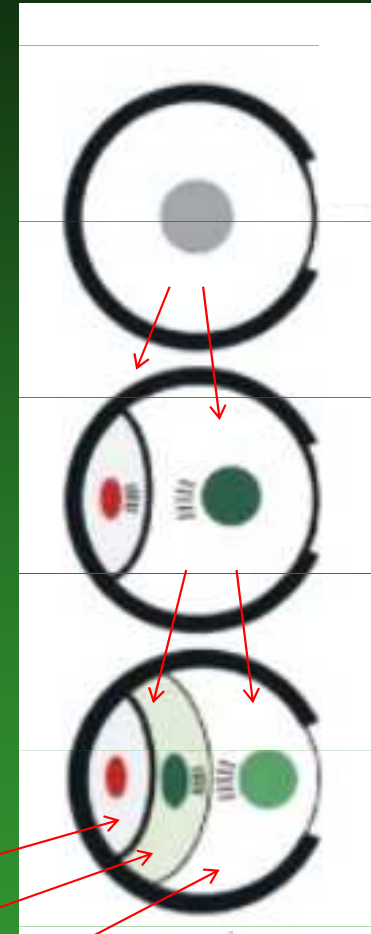
larvy se živí pylem dospělci také
přenos pylu nastane při
nechtěných návštěvách
samičích šištic

Vznik pylu v mikrosporangiu

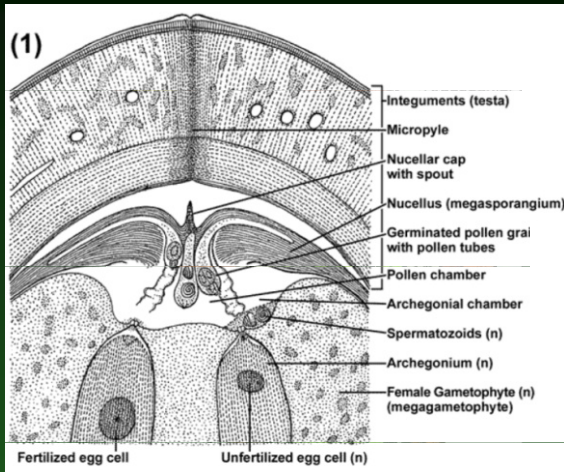
1. Meiózou vzniká tetráda haploidních mikrospór.
2. Každá z mikrospór se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno, tvořené:
 - malou buňku prothaliovou
 - velkou buňkou antheridiovou
3. Antheridiová buňka se rozdělí na buňku generativní a láčkovou.

Zralé pylové zrno cykasů je tak trojbuněčné a obsahuje buňky:

prothaliovou, generativní a láčkovou



Dozrání pylu v samčí gametofyt



3 jaderný pyl zachycen polinační kapkou na mikropylárním otvoru
 vysychání kapky vtáhne pyl do pylové komory
 v pylové komoře vyklíčí pylová láčka
 láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
 do archegoniální komory se vyloučí tekutina a krčky archegonií se otevřou

Generativní buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní.

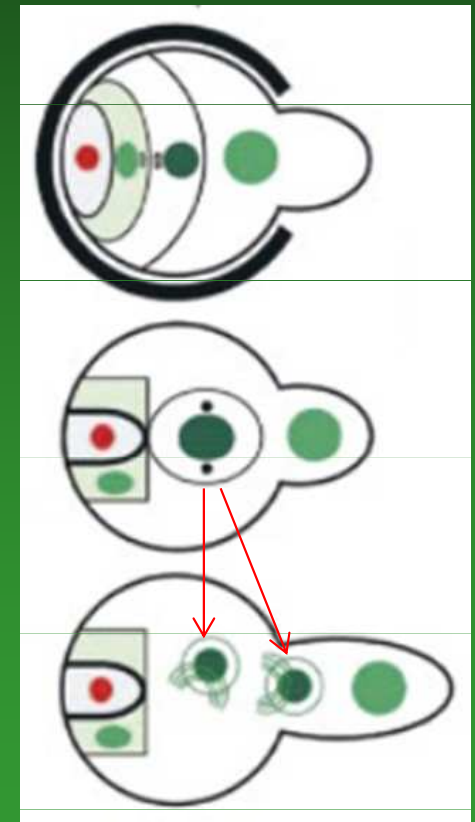
Spermatická buňka se rozdělí na dva polyciliální spermatozoidy.

Zralý samčí gametofyt má tedy 5 buněk/jader (prothaliová, vegetativní, dva spermatozoidy a láčková)



Spermatozoidy se uvolní z láčky do archegoniální komory

Pomocí bičíků doplavou tekutinou v archegoniální komoře až k oosféře v archegoniu

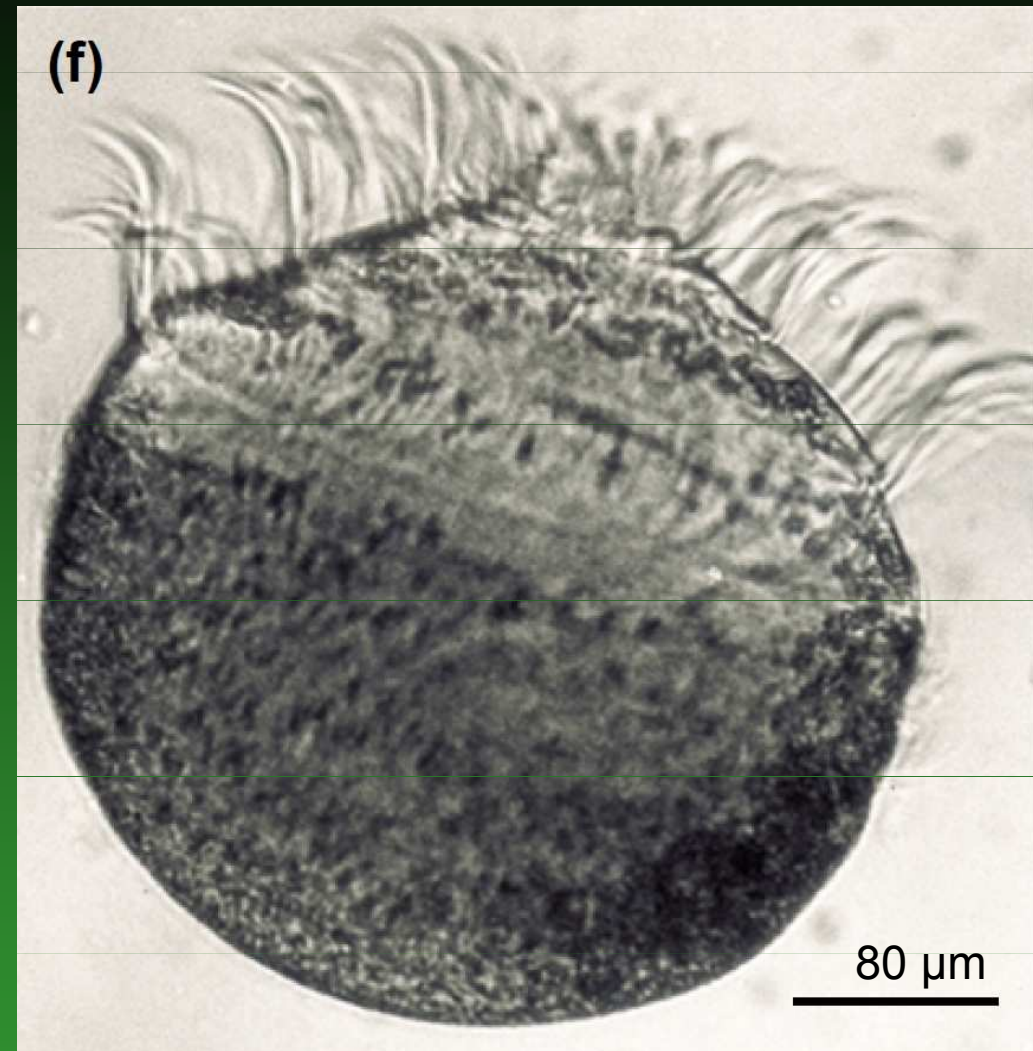
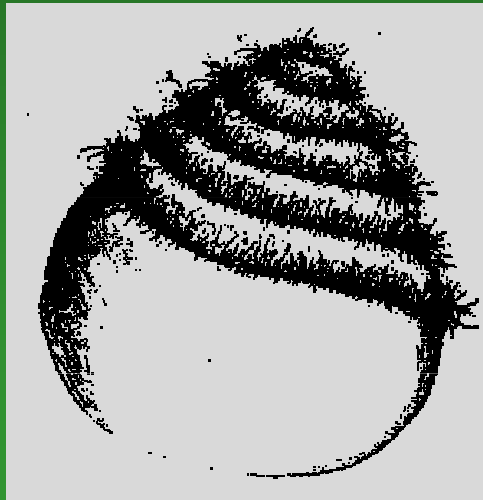


Spermatozoidy

obrovské, až 0,5 mm velké

Největší samčí pohlavní buňky v rámci rostlinné i živočišné říše

spirálovitě uspořádané bičíky

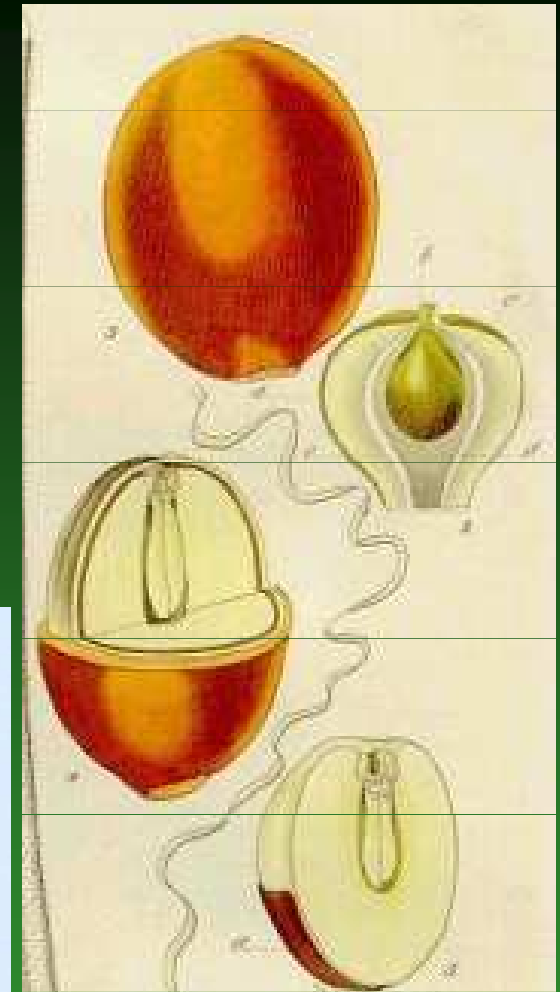


Oplozené vajíčko zraje v semeno

vnější obal = dužnatá sarkotesta
(endozoochorie)

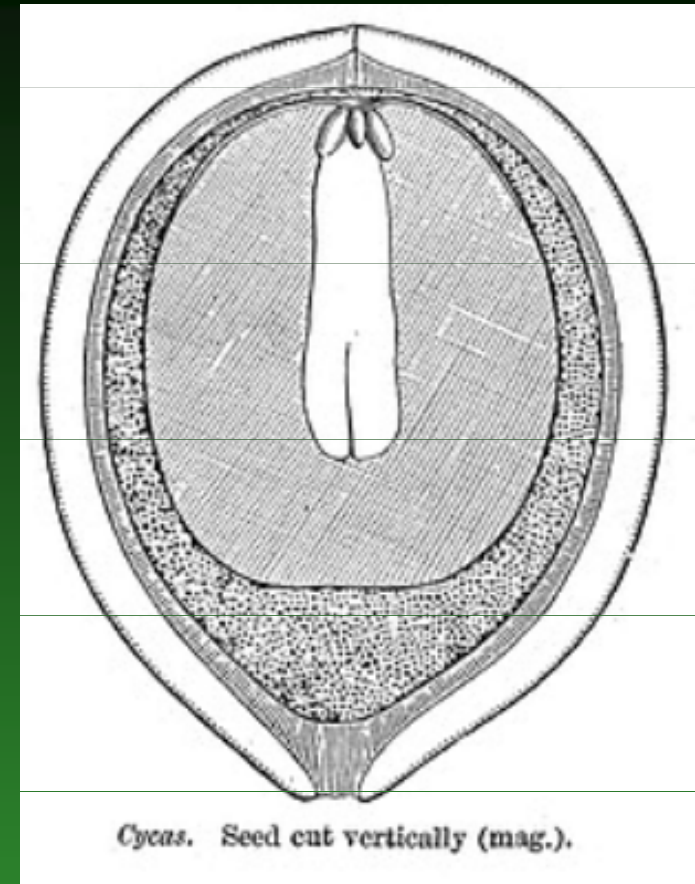
střední obal = dřevnatá sklerotesta

vnitřní obal blanitý.



Z oplozené oosféry vzniká embryo s
2-6 dělohami

Embryo vyživováno pletivem
megaprothalia = primárním živným
pletivem



Historie

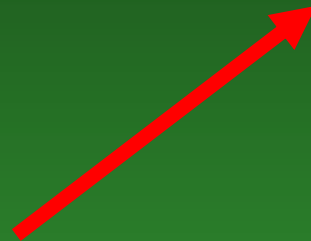
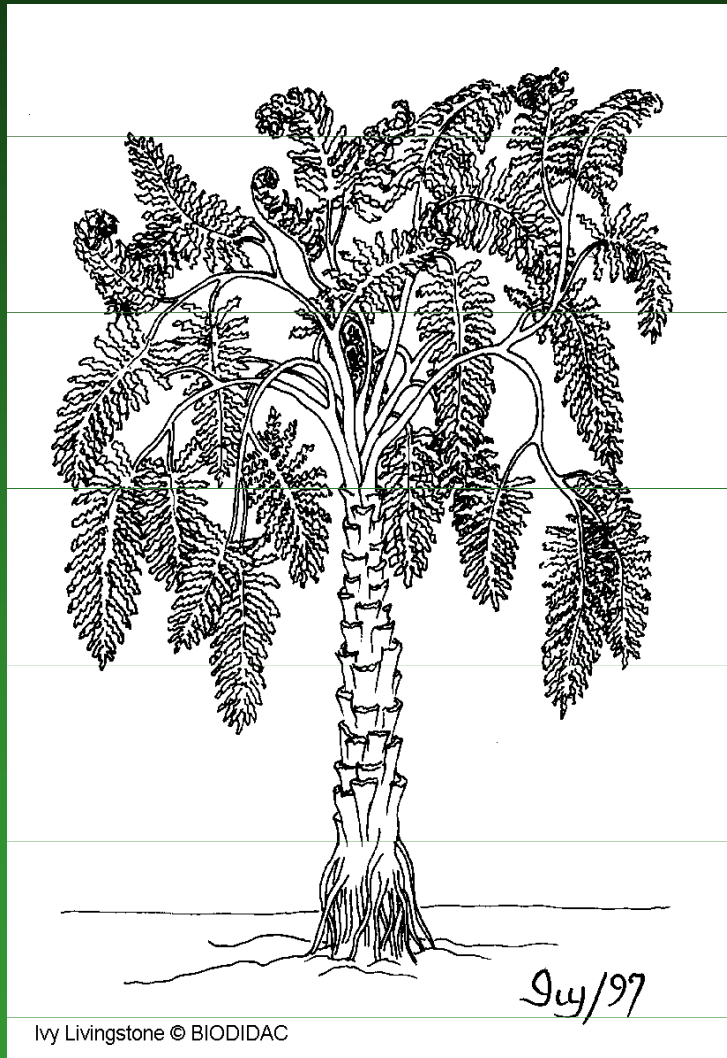
poprvé v permu,

vrchol v juře,

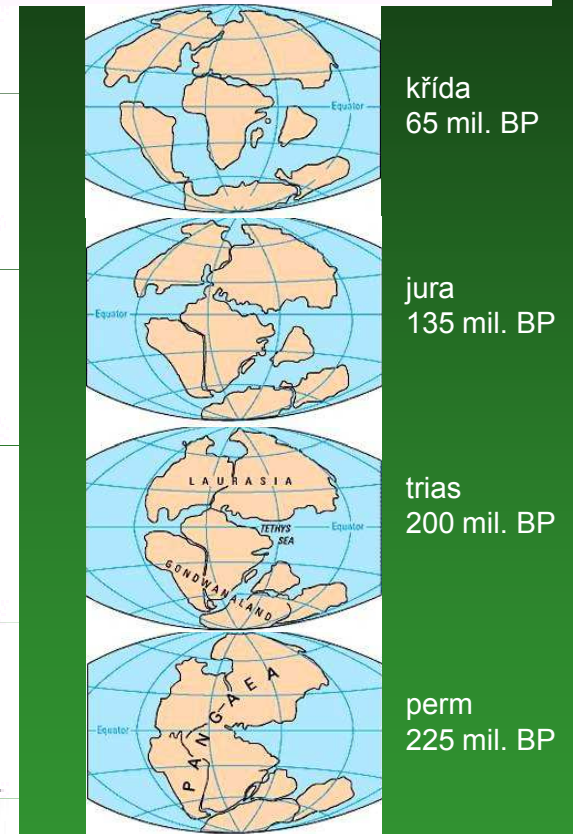
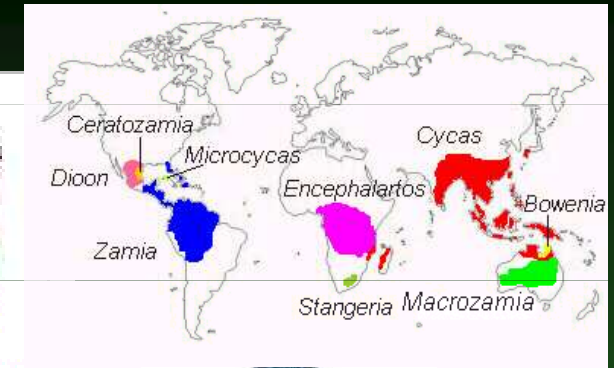
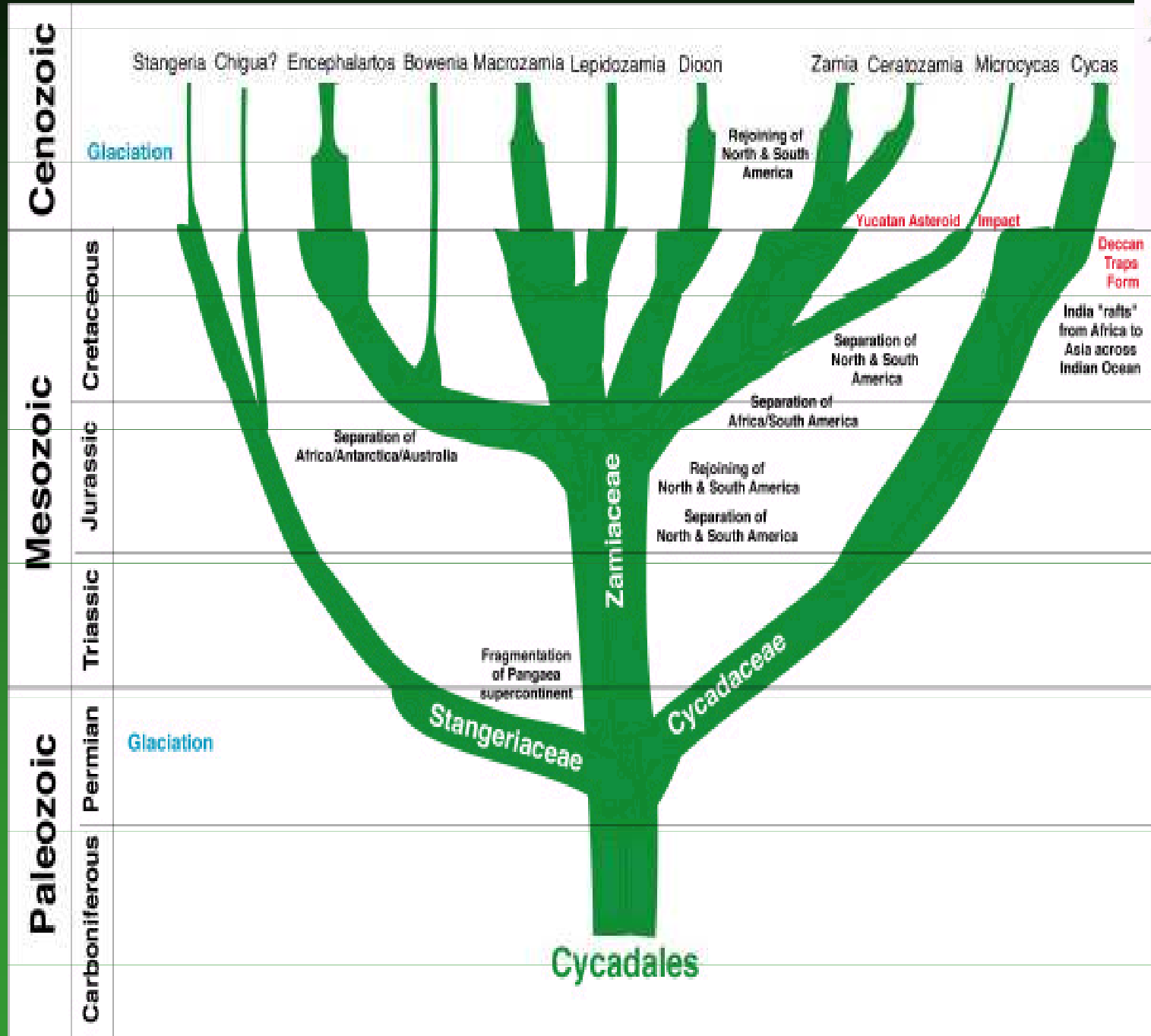
nyní 10 rodů se zhruba 300 druhy



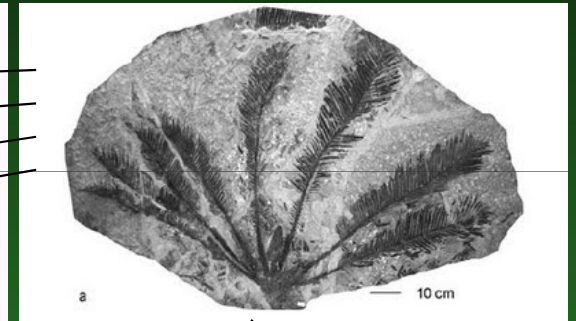
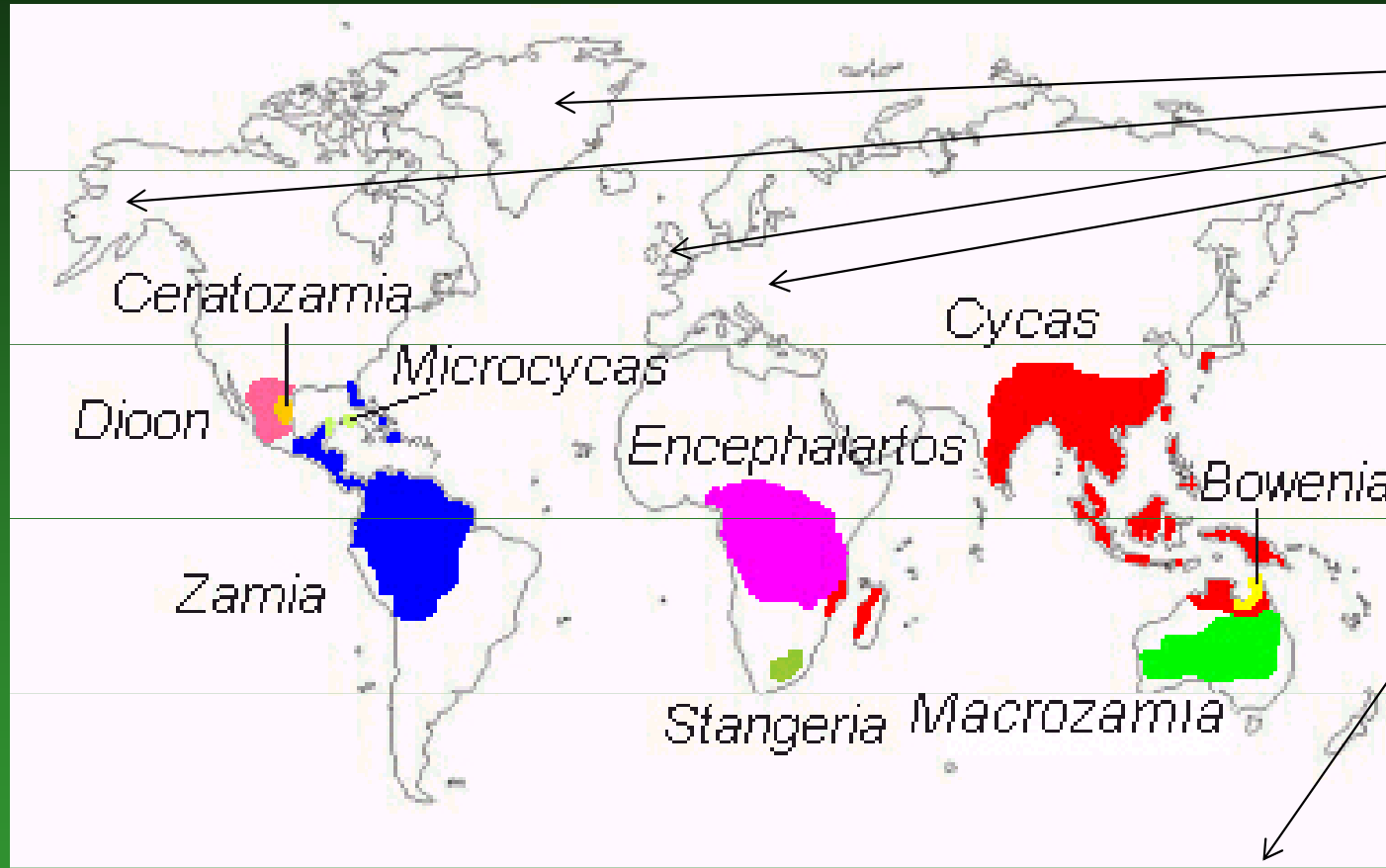
Fylogeneticky navazují *Cycadopsida*
na semenné monilofyty ze tř.
Pteridospermopsida



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



1. čel. **Cycadaceae** jediný rod *Cycas*.
Převážně jihových. Asie, jediný druh na Madagaskaru a
pobřeží vých. Afriky.



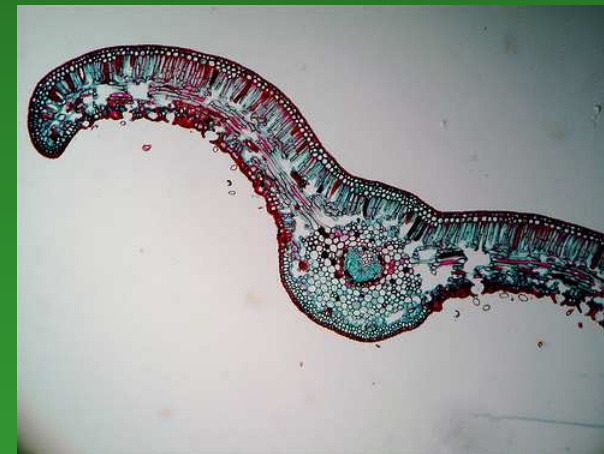
Fosilní doklady
cykasů jsou po
celém světě – mj.
Aljaška,
Antarktida,
Evropa, Grónsko,
...

Geografické rozšíření současných cykasovitých.

Cycas je nejprimitivnějším zástupcem oddělení - má ploché megasporofyly, které tvarem připomínají 1x zpeřené trofofyly, také jejich husté spirální uspořádání připomíná terminální chochol trofofylů

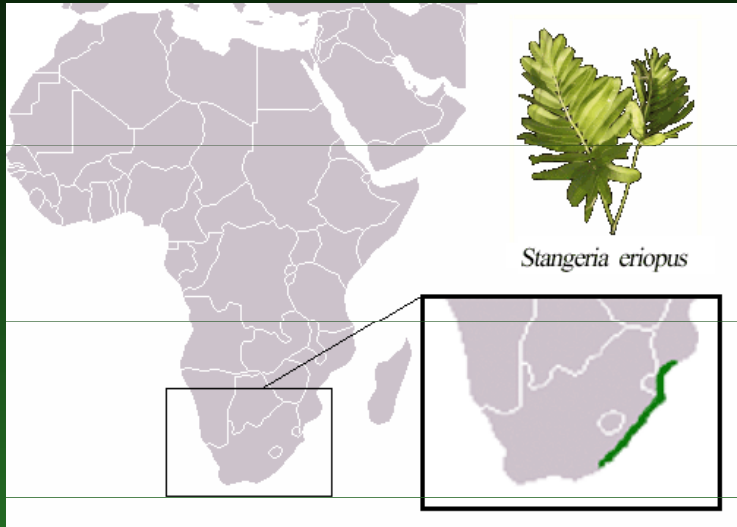


Zpravidla více než dvě (4-8) vajíčka (semena) na jednom megasporofylu



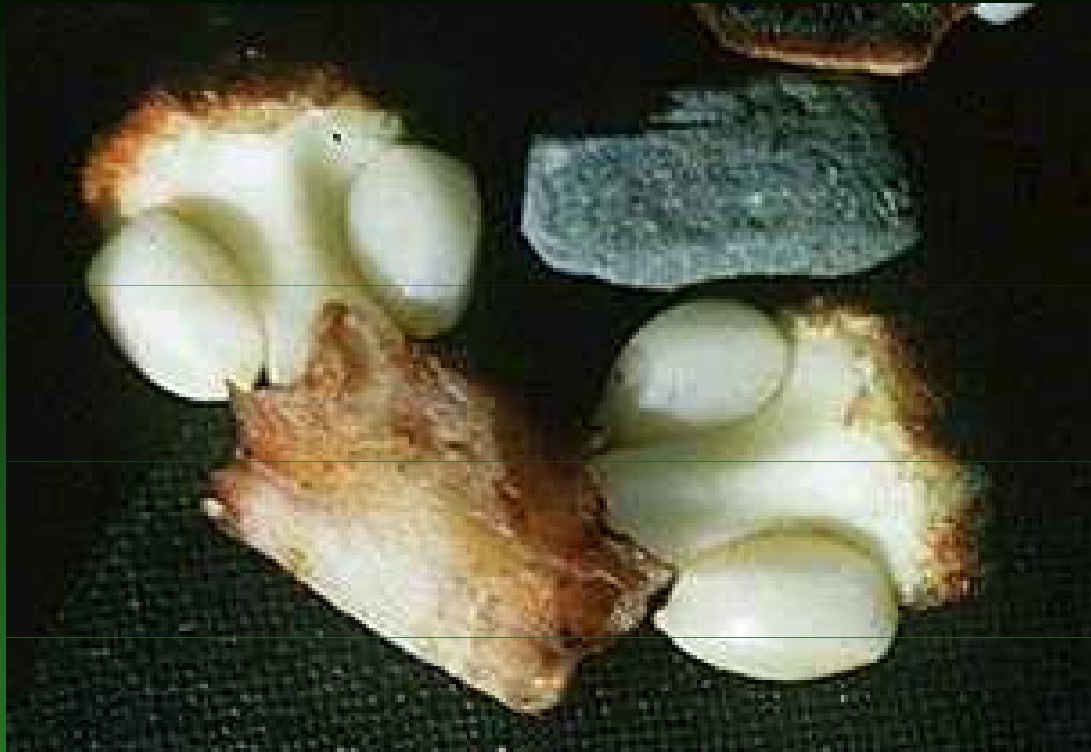
úkrojky listů jednožilné

2. čel. *Stangeriaceae*



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





3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyly se 2 vajíčky

- úkrojky listů vícežilné, v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeľad' zahrnuje 8 rodů

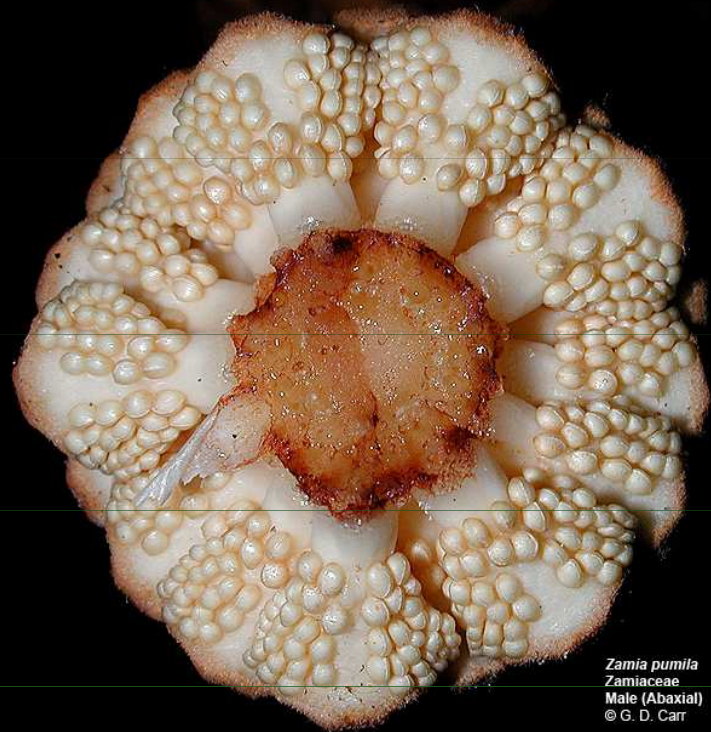
Kmen často hladký (na obr. *Encephalartos*)



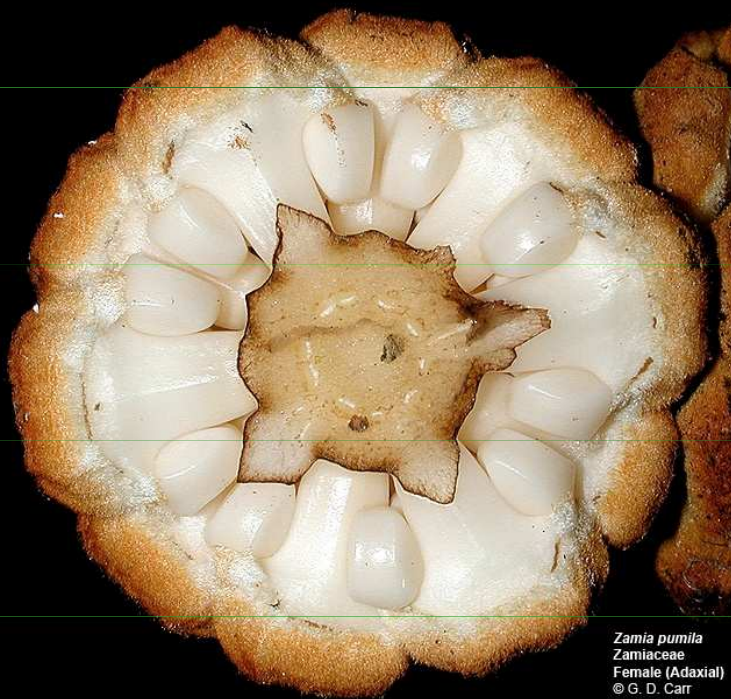
Zamia

Florida, Mexiko J. Amerika, též Kuba, megastrobily
drobnější





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



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

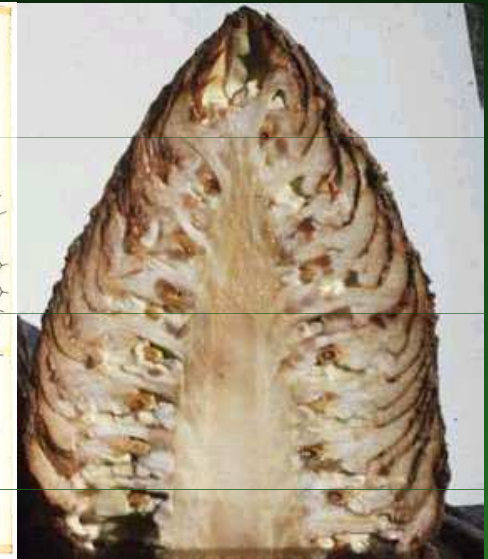
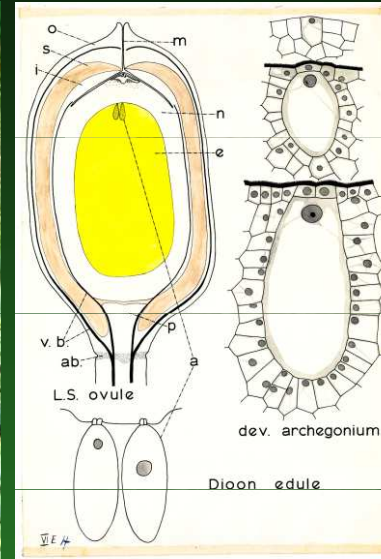


Zamia pumila
Zamiaceae
© G. D. Carr

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



Počet jedinců v populacích může snadno klesnout pod kritickou mez.

Celá řada druhů ohrožena např. *Encephalartos*.



Encephalartos
(Presly nazývaný píchoš)
roste v Jižní Africe,



strobily až 45 kg
těžké

3. tř. *Cycadeoideopsida*



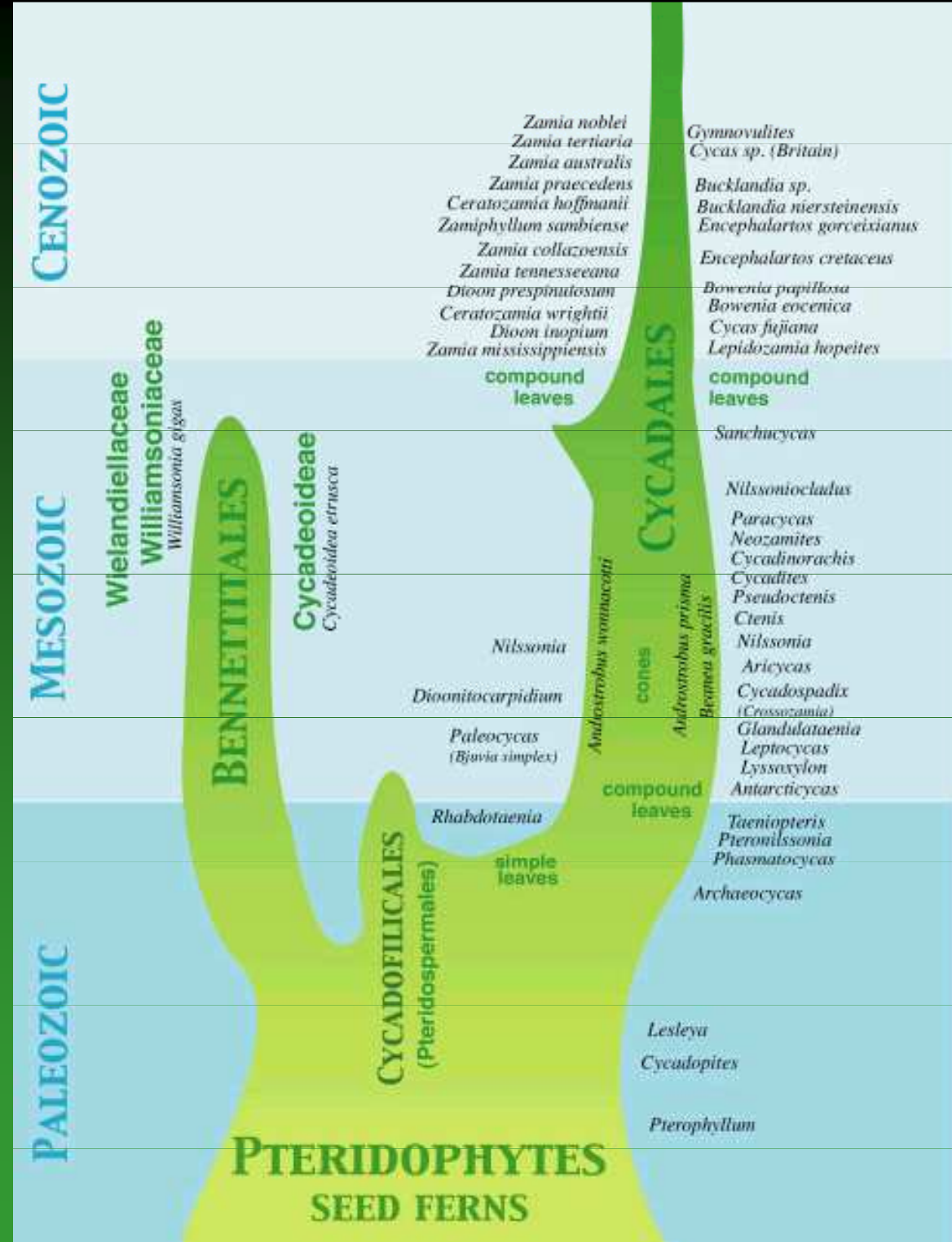
Fosilní dřeviny, vzhledem připomínající současné cykasy.

Liší se oboupohlavnými strobily!

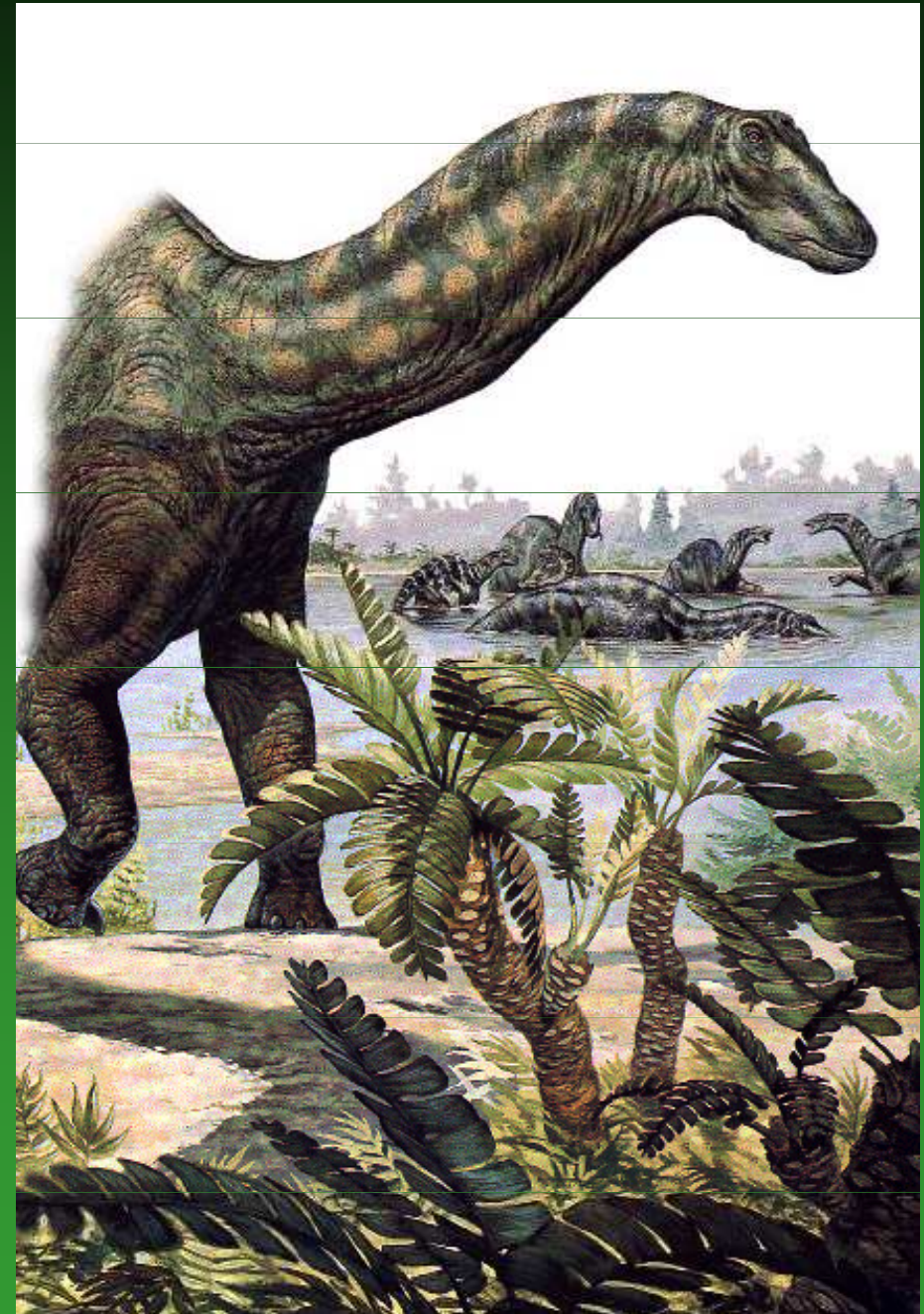
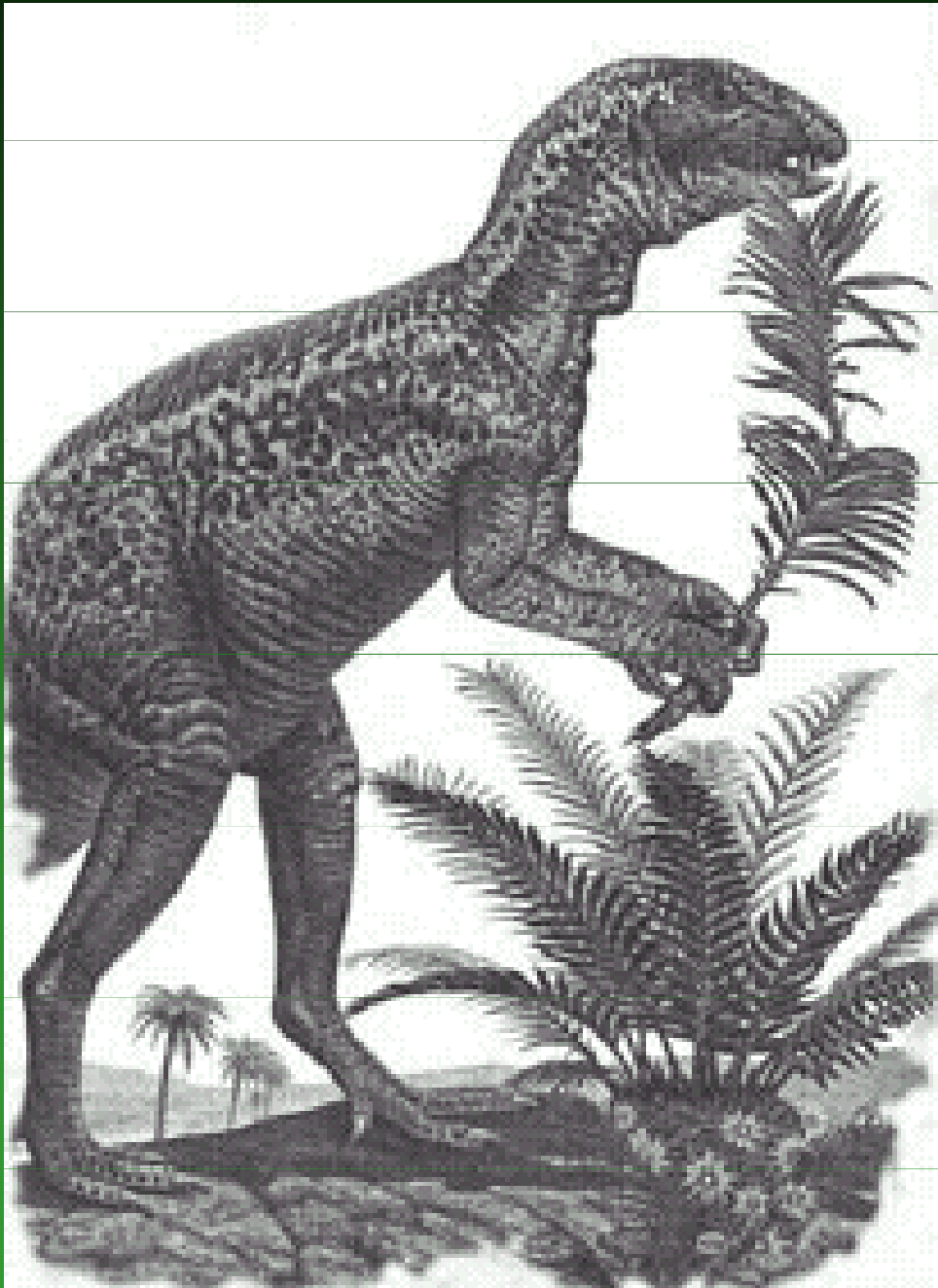


Původ není zcela jasný -
navazují zřejmě na
kaprad'osemenné
Pteridospermopsida

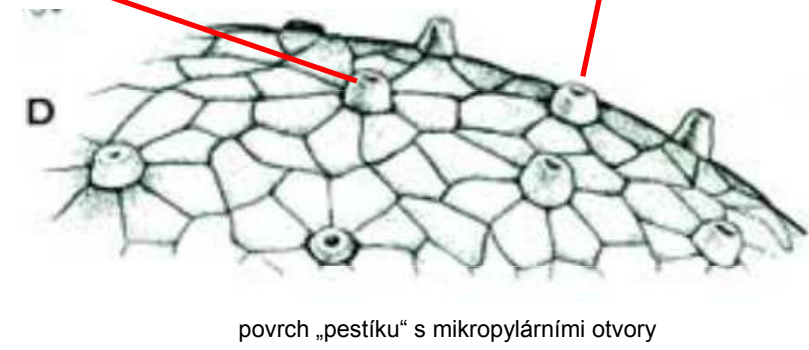
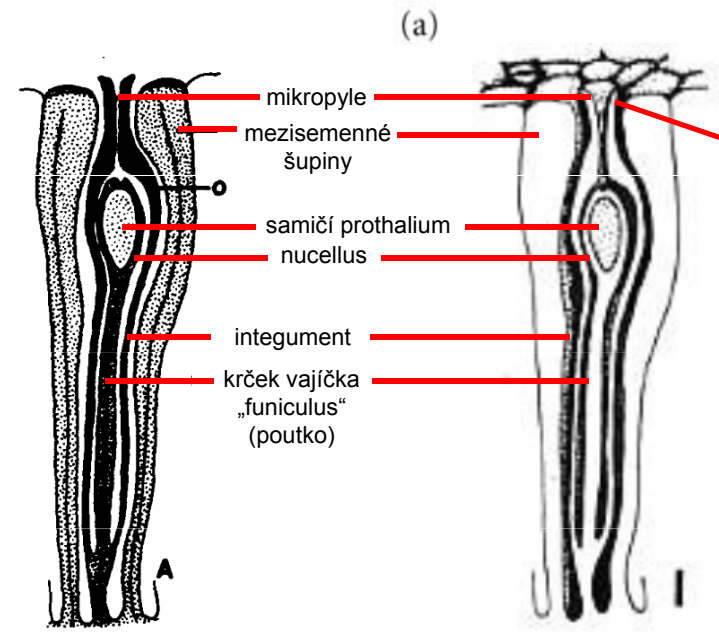
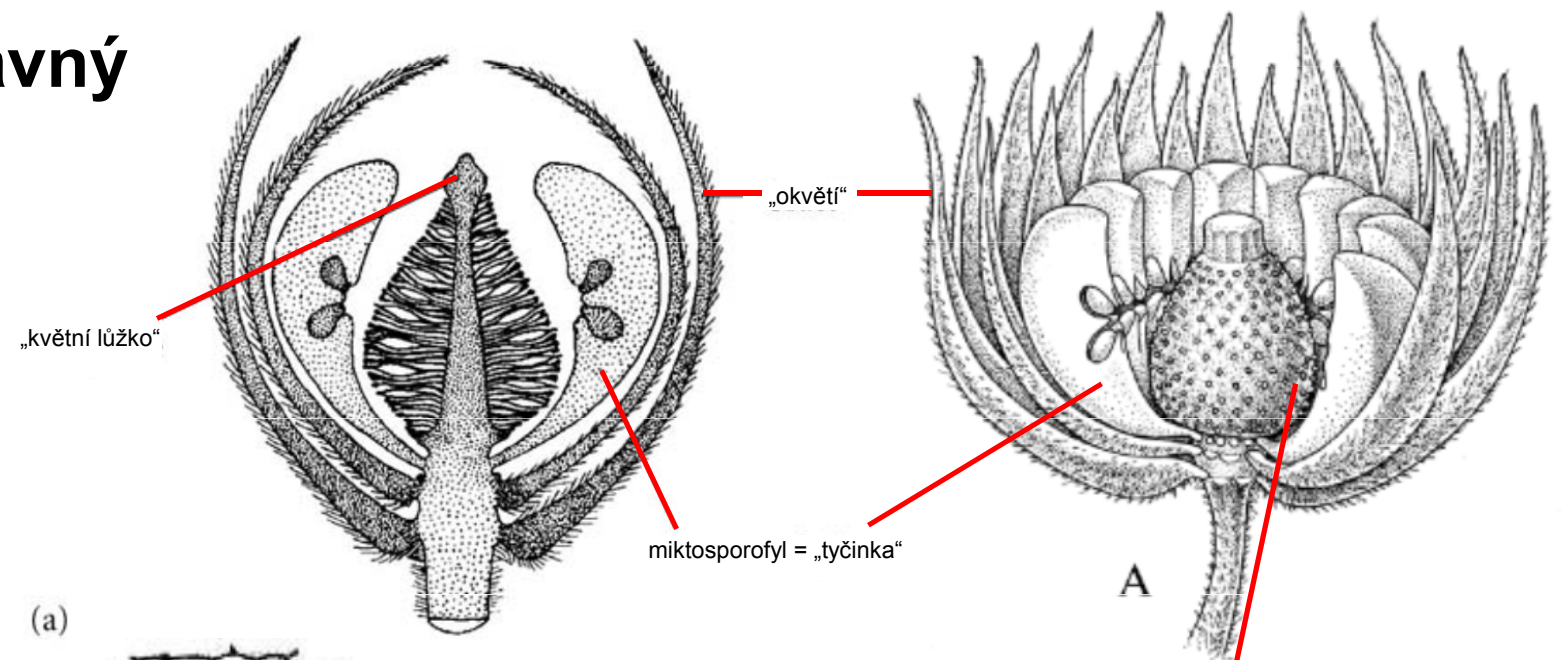
Vymřely v horní křídě.



Dominovaly v druhohorách a byly proto pravděpodobně složkou potravy dinosaurů

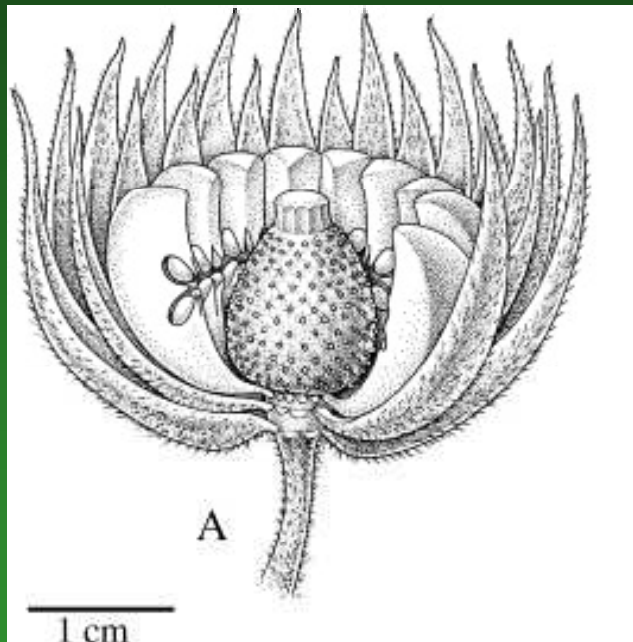


Oboupohlavný strobilus = „květ“



Oboupohlavný strobilus připomíná organizací, vzhledem a vlastnostmi oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

Williamsonia



Magnolia

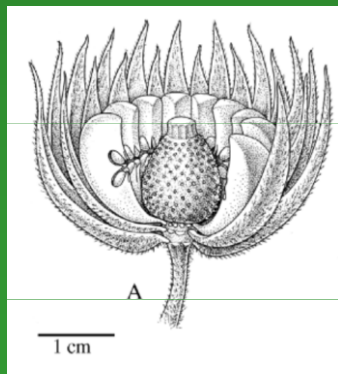


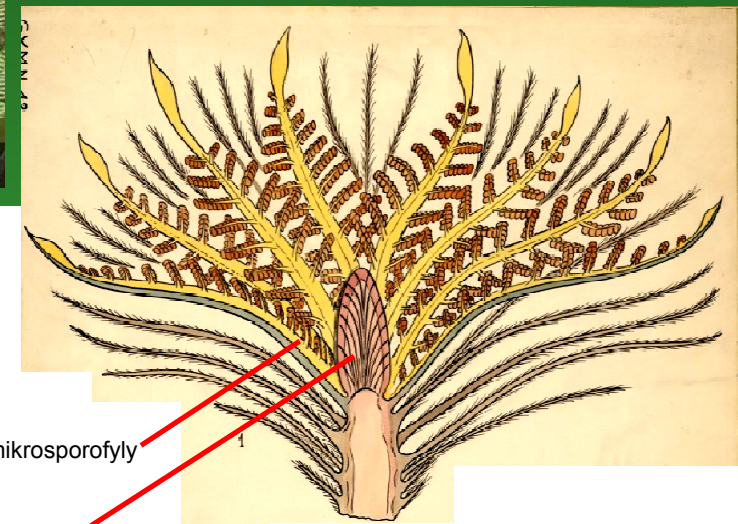
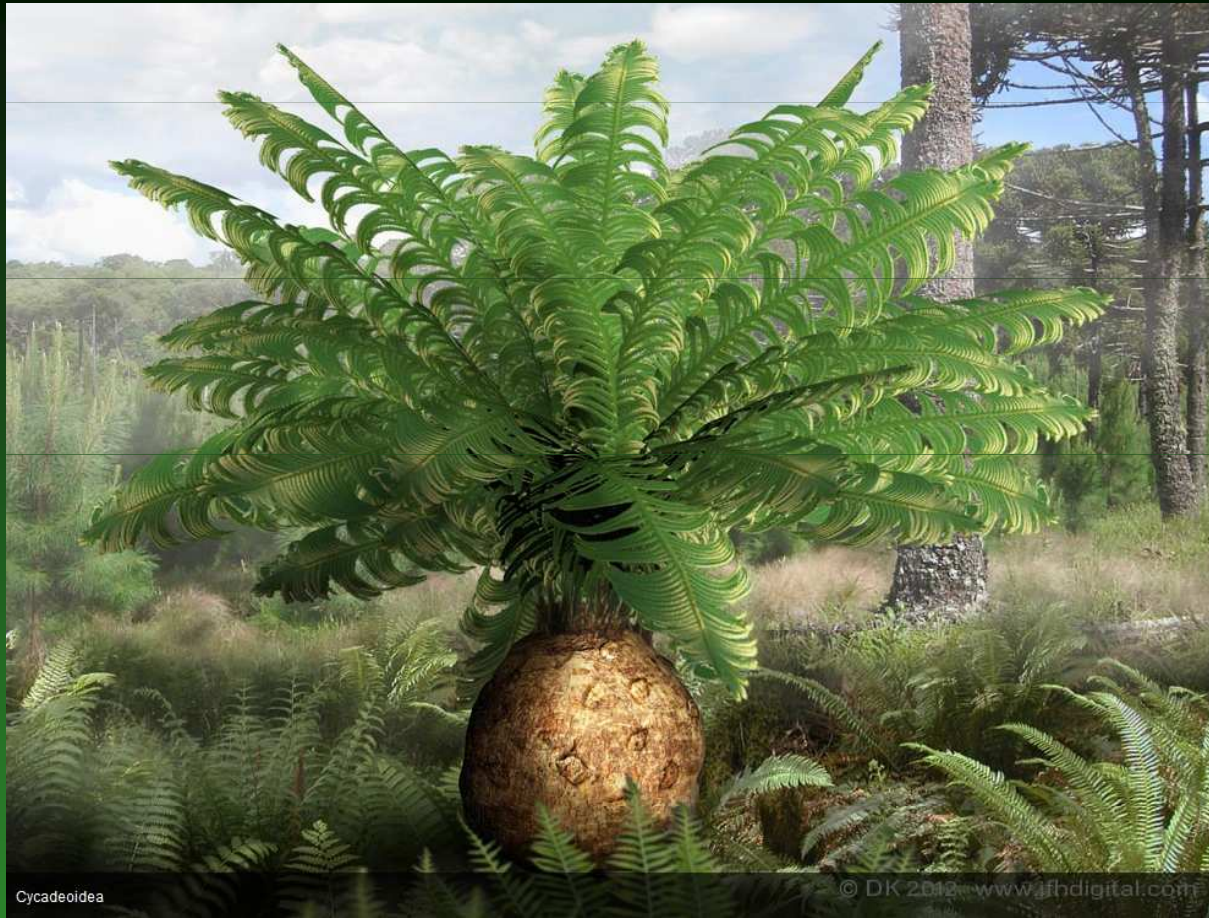
Lilium



To považovali dřívější autoři za důkaz **teorie strobilární (=euanthiové)** odvozující od tohoto strobilu vznik oboupohlavného květu a považovali tak *Cycadeoideopsida* za ancestory krytosemenných.

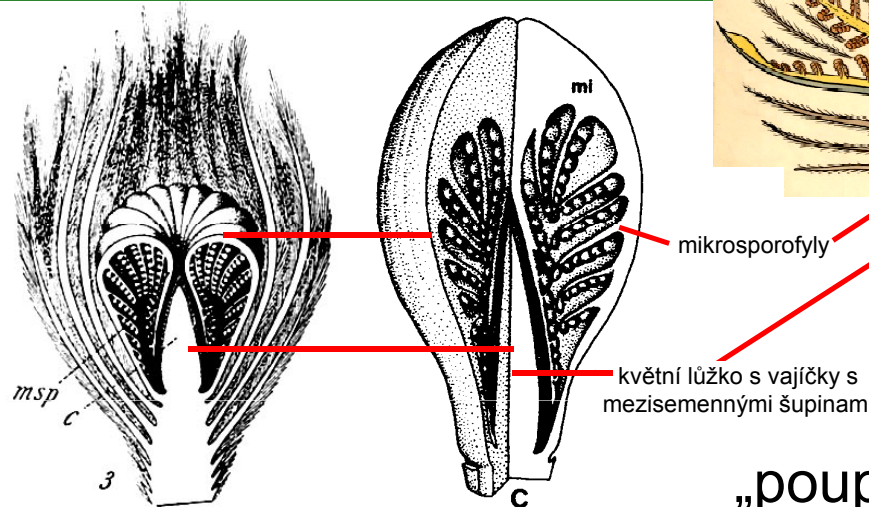
Williamsonia - válcovitý kmen, několik m vysoký, již ve svrchním triasu, strobily na koncích větví, semena oválná,





Cycadeoidea

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



mikrosporofyly

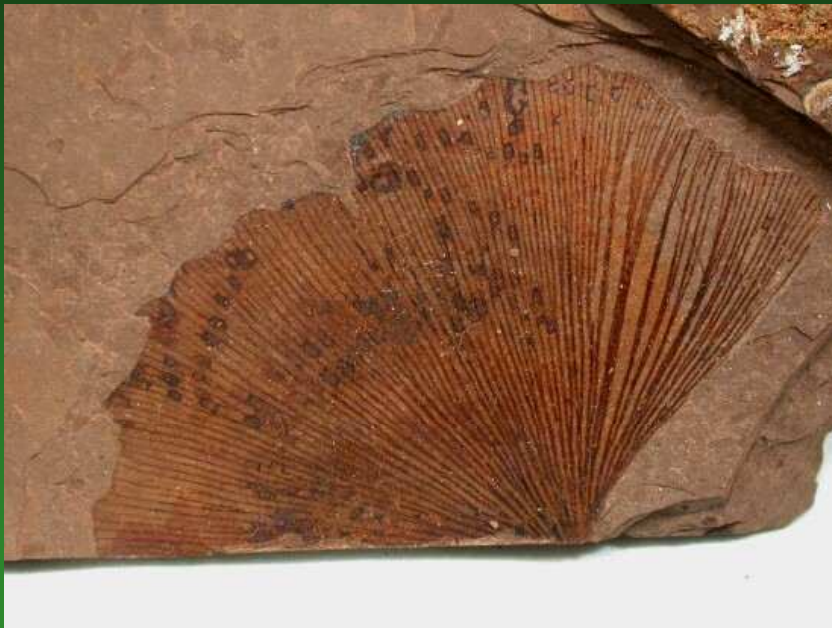
květní lůžko s vajíčky s mezisemennými šupinami

„poupě“ a otevřený „květ“

4. tř. *Ginkgopsida* (jinany)



Nahosemenné druhotně
tloustnoucí dřeviny –
stromy s pyknoxylickou
stavbou



Fosilní, s jediným
recentním zástupcem

jinanem dvoulaločným
(*Ginkgo biloba*)



Listy

jednoduché, vějířovité, ve
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá

u fosilních čárkovité,
kopinaté nebo vějířovitě
dřípené v tenké úkrojky

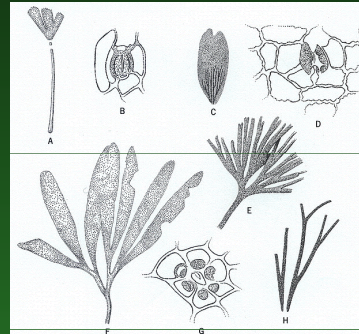


Fig. 11-14. Ginkgo leaf fossils from Scoresby Sound, East Greenland. A, B. *Ginkgo* *ambriata*: A, leaf, 0.5X; B, stomate, 300X. C, D. *Baiera* *honggildiana*: C, leaf, 1X; D, stomate, 400X. E. *Ginkgo* *minuta*, 9X. F, G. *Ginkgo* *hermala*: F, leaf, 0.5X; G, stomate, 250X. H. *Baiera* *leptophylla*, 0.6X. (From Harris, 1935.)



spirálovitě ve svazečcích na
koncích brachyblastů

na zimu opadávají

Větve - téměř vodorovně odstálé,
- s výraznými brachyblasty



Kmen

- do 30 m výšky, na bázi v obvodu až 9 m

Borka kmenu

- silná, záhy nahrazuje epidermis

- obsahuje taninové buňky, stejně jako borka jehličnanů

Historie

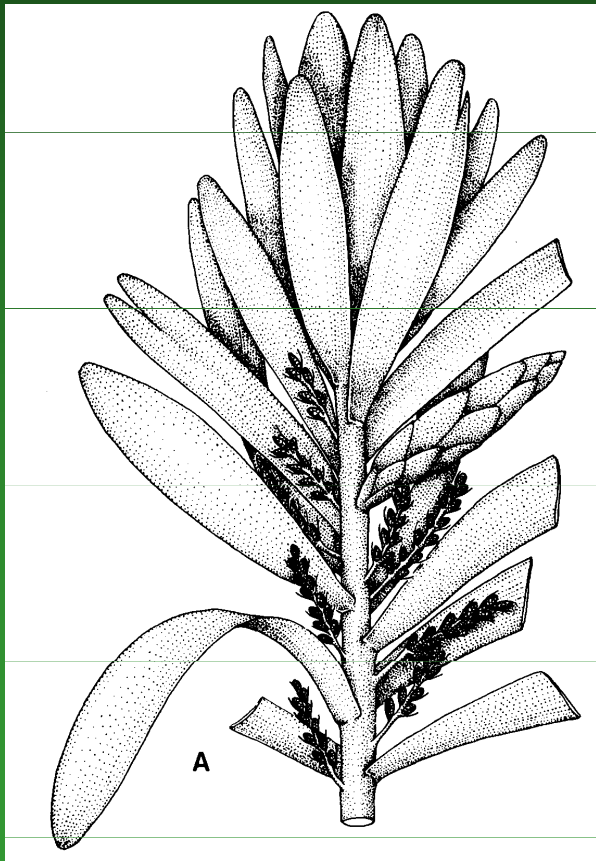
- poprvé svrchní perm
- vrchol v juře a křídě
- ústup ve třetihorách



V současnosti jediný druh - *Ginkgo biloba* - živoucí fosílie (200 mil. let), jeden z nejstarších existujících rostlinných druhů na Zemi.

Evolučně navazují jinany pravděpodobně na kordaity

Cordaites



fosilní *Ginkgo*



Ginkgo biloba



Někteří odborníci soudí, že také jinany byly podstatnou složkou potravy a tedy i jednou z podmínek expanze dinosaurů.



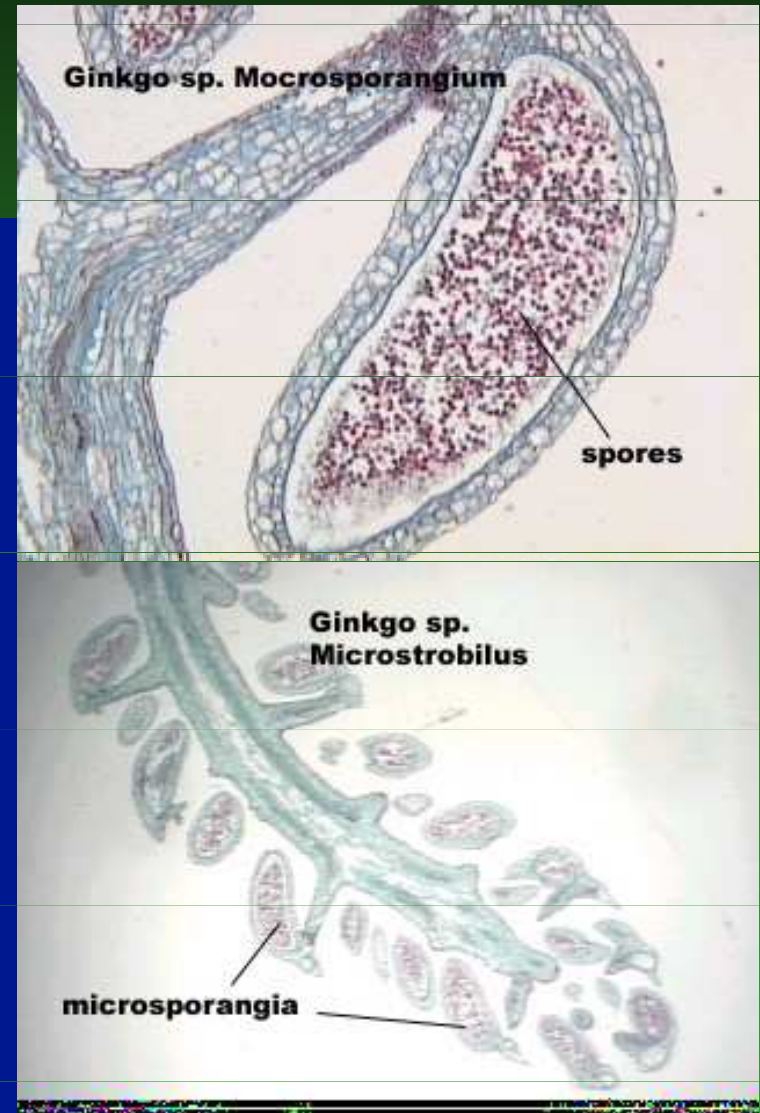
Jinan je
dvoudomý
strom s
pohlavními
chromosomy



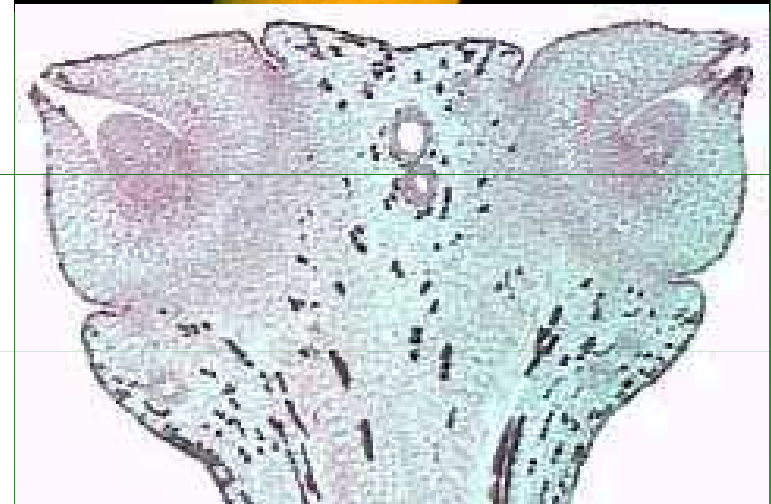
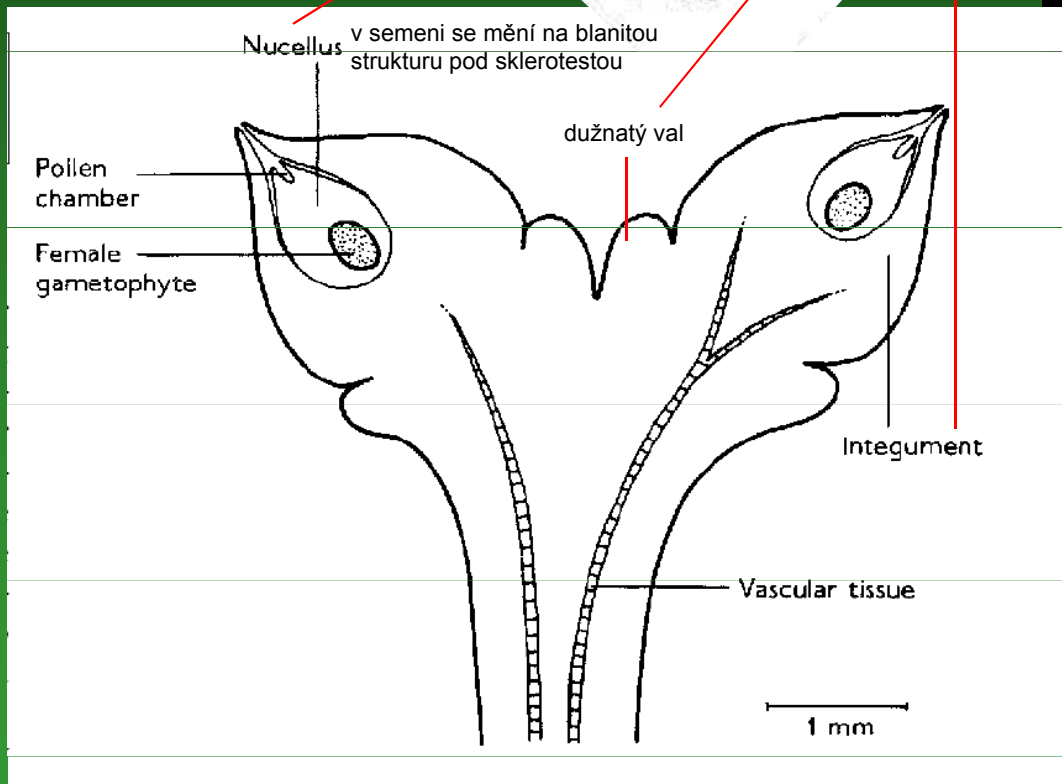
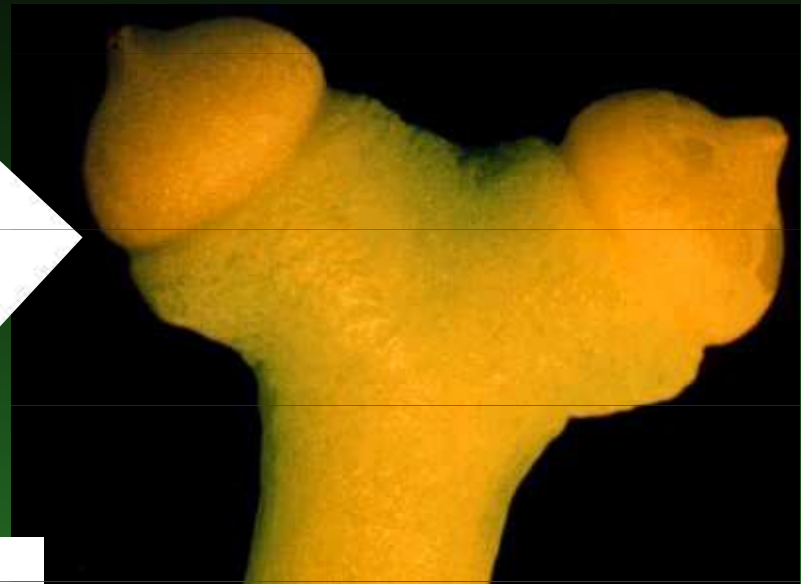
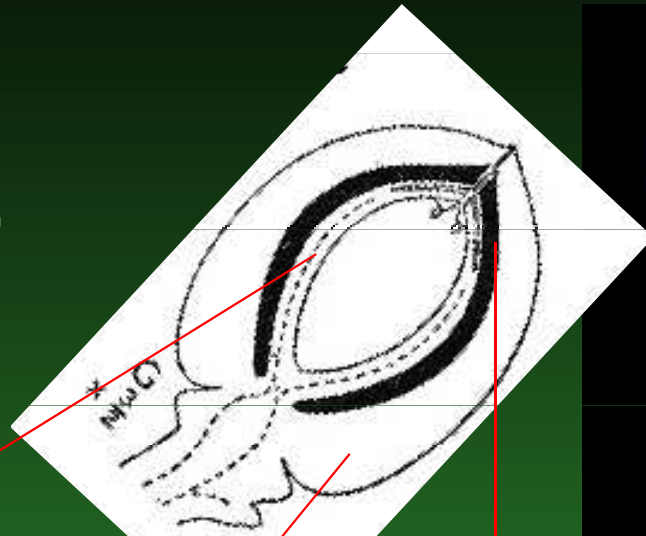
má tedy samčí a
samičí jedince

Mikrosporofyly (mikrosporangiofory)
v jehnědovitých strobilech, obvykle
se dvěma sporangii.

Pyl se tvoří na jaře.



Vajíčka nahá,
na stopkách
zpravidla dvě,
transverzálně
postavená



Jedno z vajíček zpravidla nedozrává - zakrňuje.



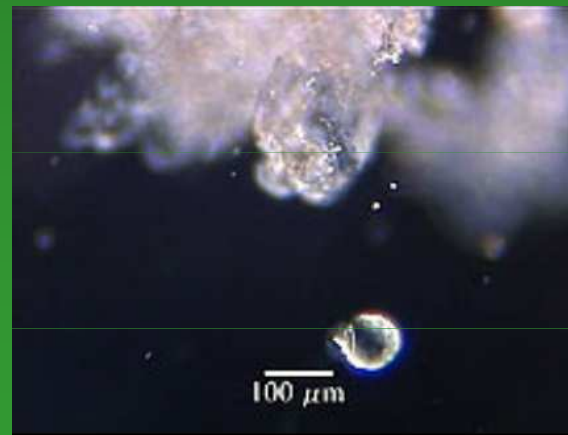
Vysycháním polinační kapky pyl vtahován do pylové komory

V pylové komoře vyklíčí láčka a proroste skrz stěnu nucellu do archegoniální komory

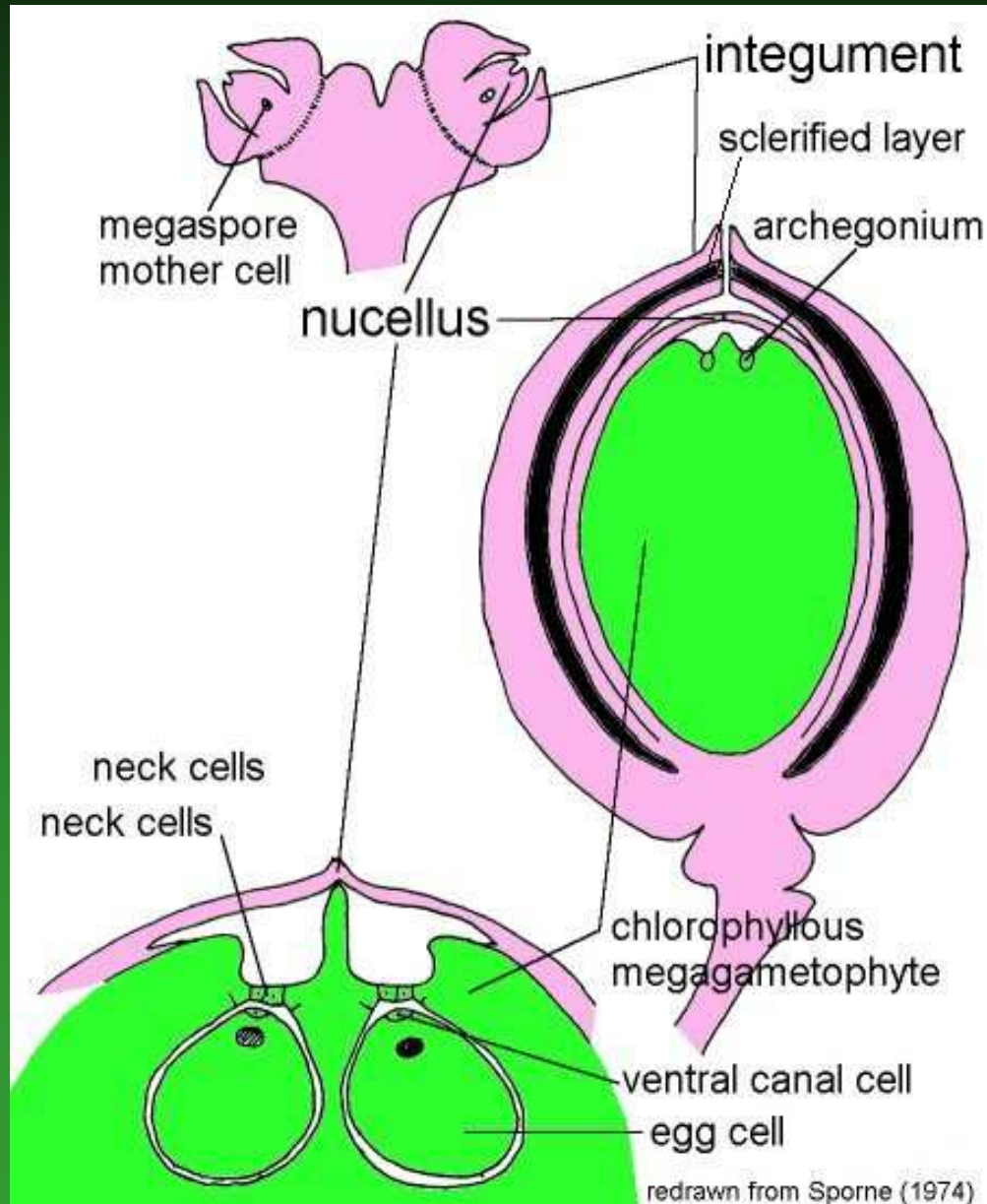
Do archegoniální komory ústí krčky 2-3 archegonií.

Na konci láčky vznikají dva polyciliární spermatozoidy (u cykasů a jinanů se s nimi setkáváme naposledy).

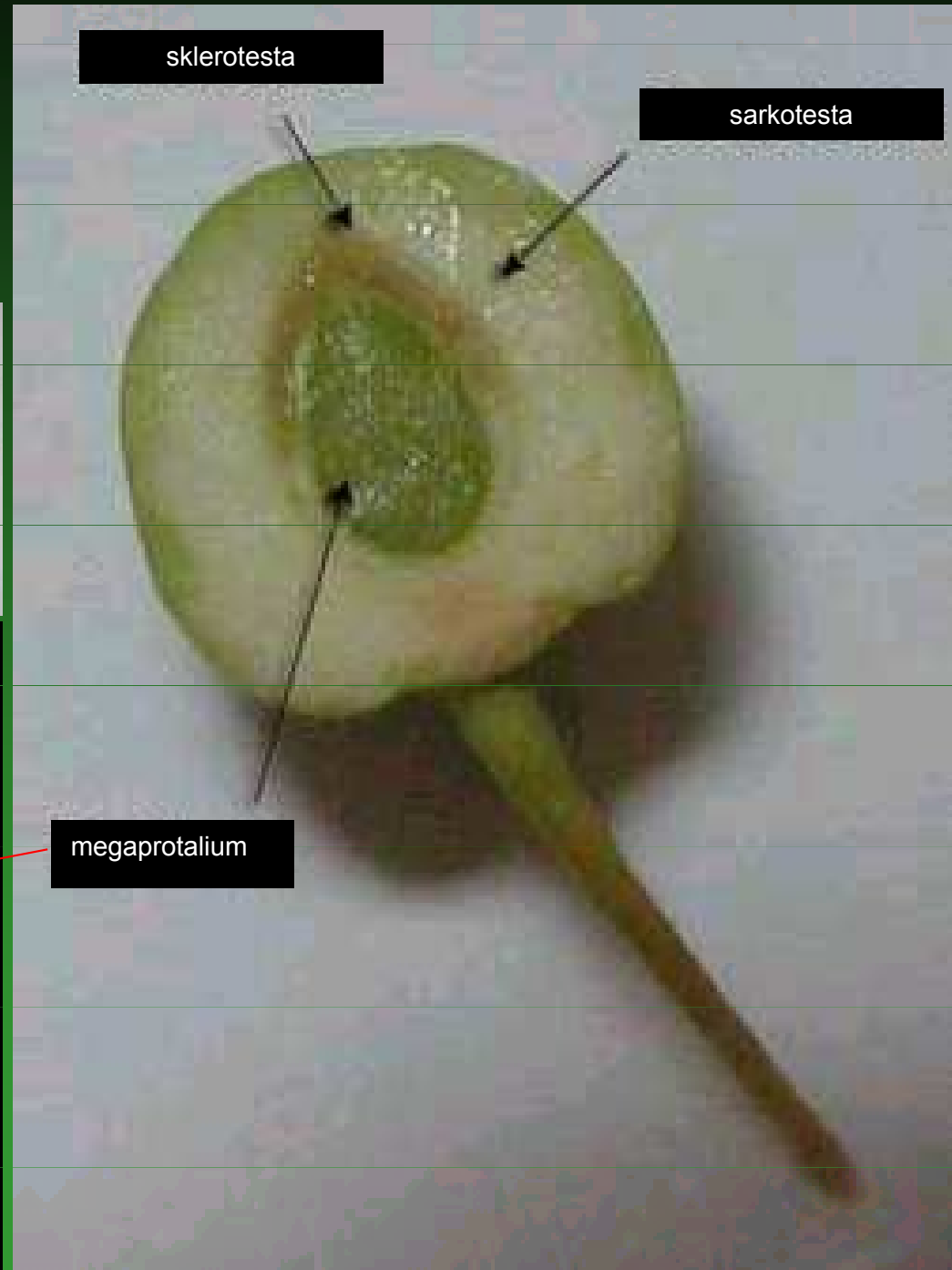
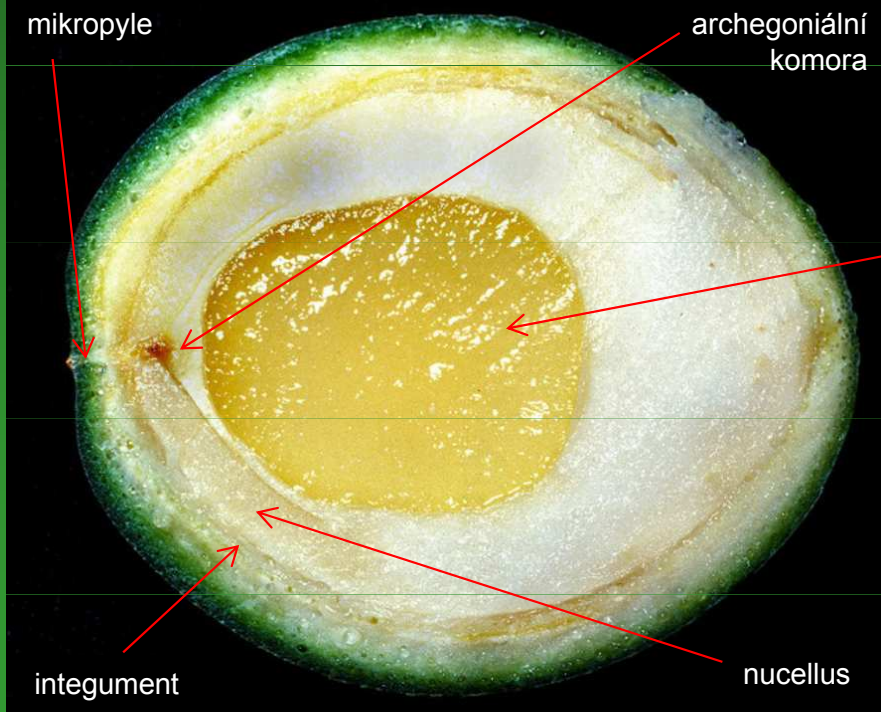
Spermatozoid (70–90 μm) oplodní vaječnou buňku až po odpadu semene na zem 4-7 měsíců po opylení



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



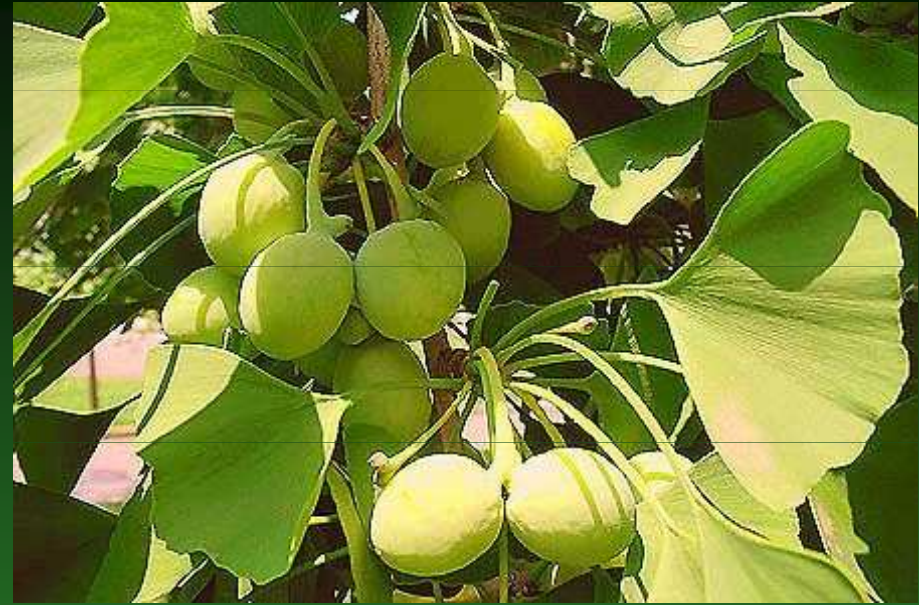
Semeno až 3 cm v průměru -
na povrchu dužnatá sarkotesta,
unitř tuhá sklerotesta, pod ní je
škrobnaté živné pletivo s
dvouděložným embryem.



Semena nejprve zelené
barvy.

Po opadu na zem žloutnou a
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 až 2000 let stáří.



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

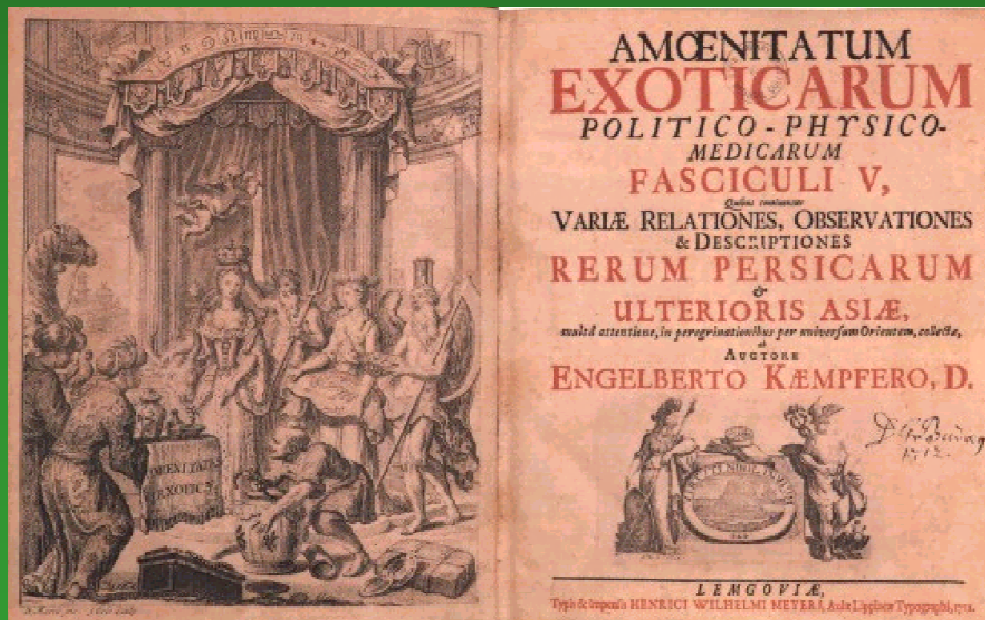
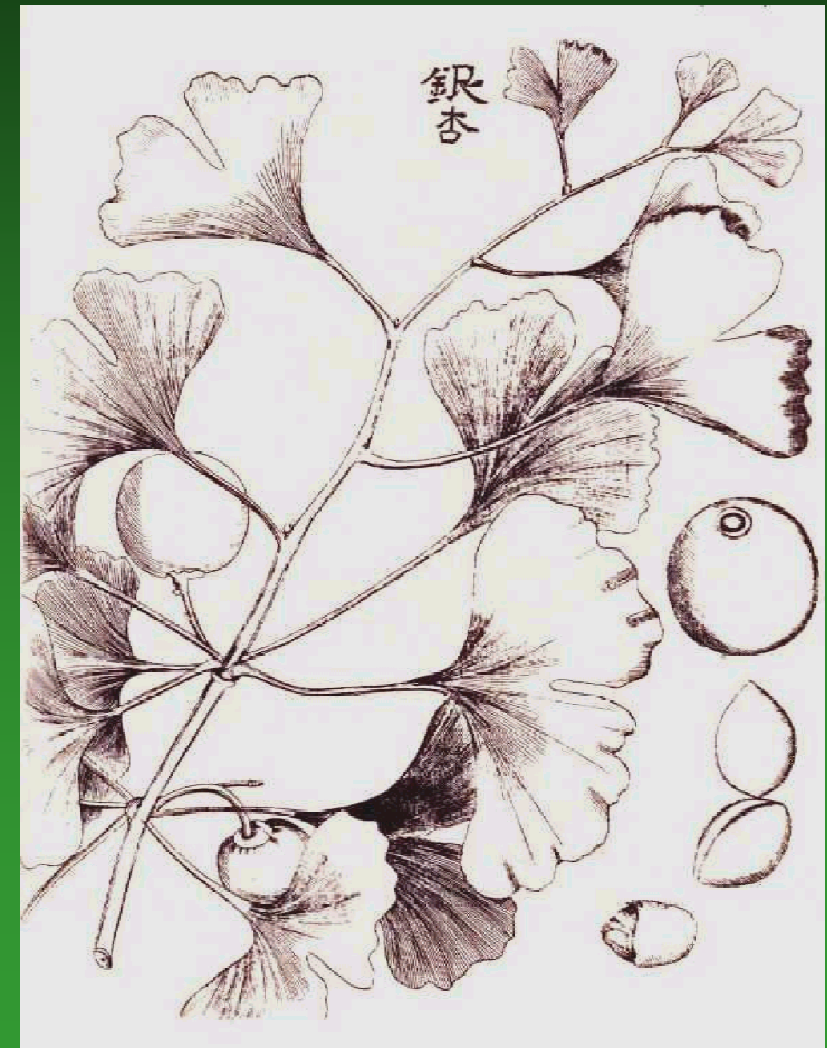


Odsud byl přenesen i do Japonska a Koreje ke stejnému účelu.



Prvním Evropanem, který jej objevil byl lékař holandského velvyslanectví Engelbert Kaempfer v roce 1690 v jap. městě Nagasaki. Jméno gink-go znamená v překladu stříbrný plod nebo také stříbrná meruňka. V roce 1730 přivezl Kaempfer tento strom do milánské bot. zahrady.

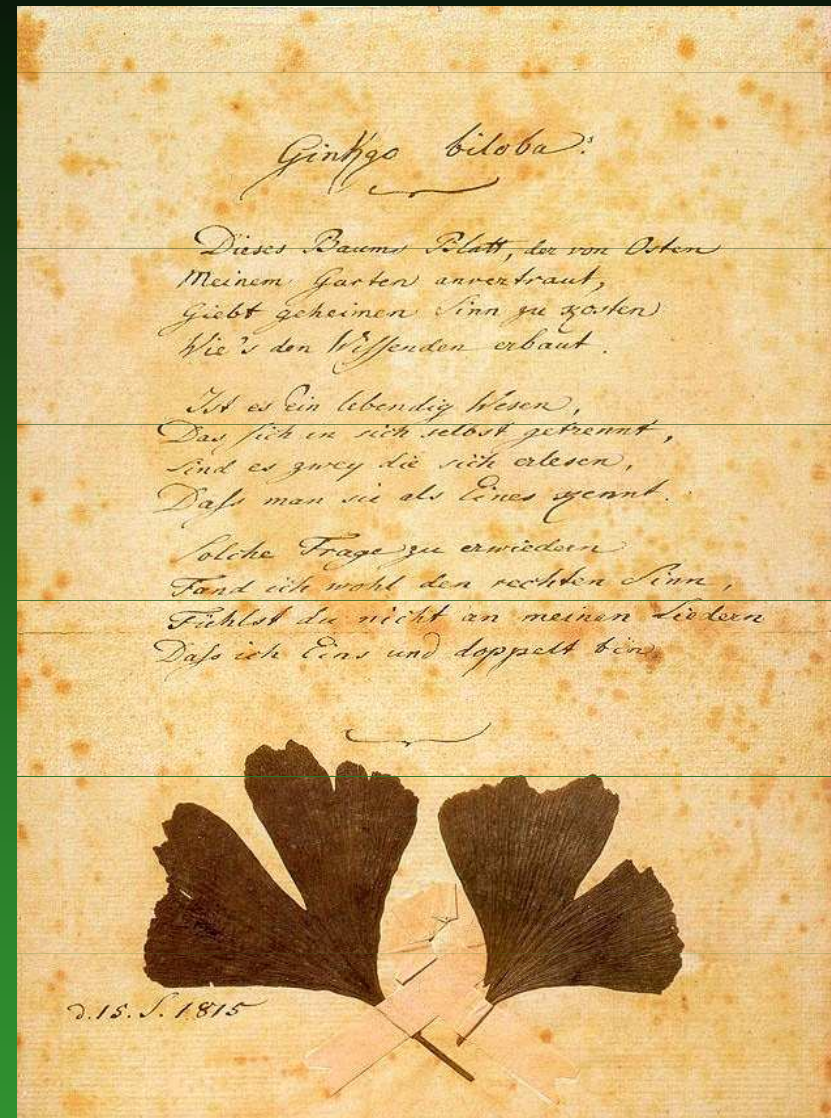
白果



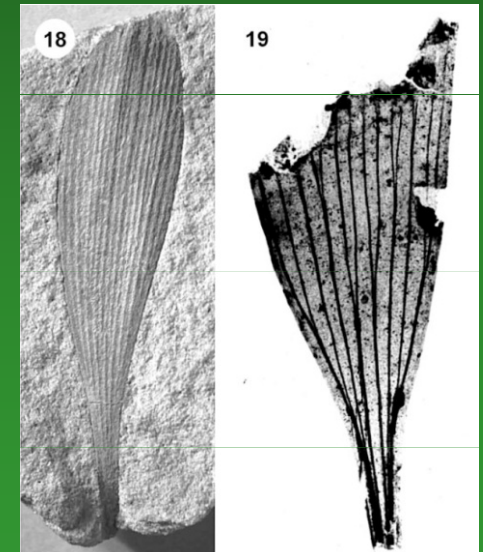
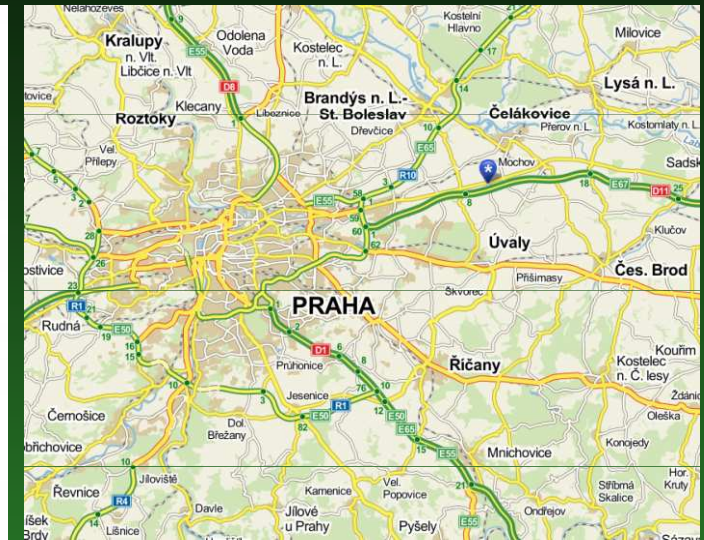
Teprve v roce 1956 bylo objeveno refugium v JV Číně - v horách Tien Mu Shan mezi provinciemi Zhejiang a Anhwei. Třetihorní areál zabíral téměř celou severní polokouli.



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



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.

5. tř. *Pinopsida* (jehličnany)



Jméno konifery se do češtiny obvykle překládá jako jehličnany, ve skutečnosti ale jeho doslovný překlad zněl šiškonoši (conus = šiška)



Řád zahrnuje fosilní i recentní dřeviny

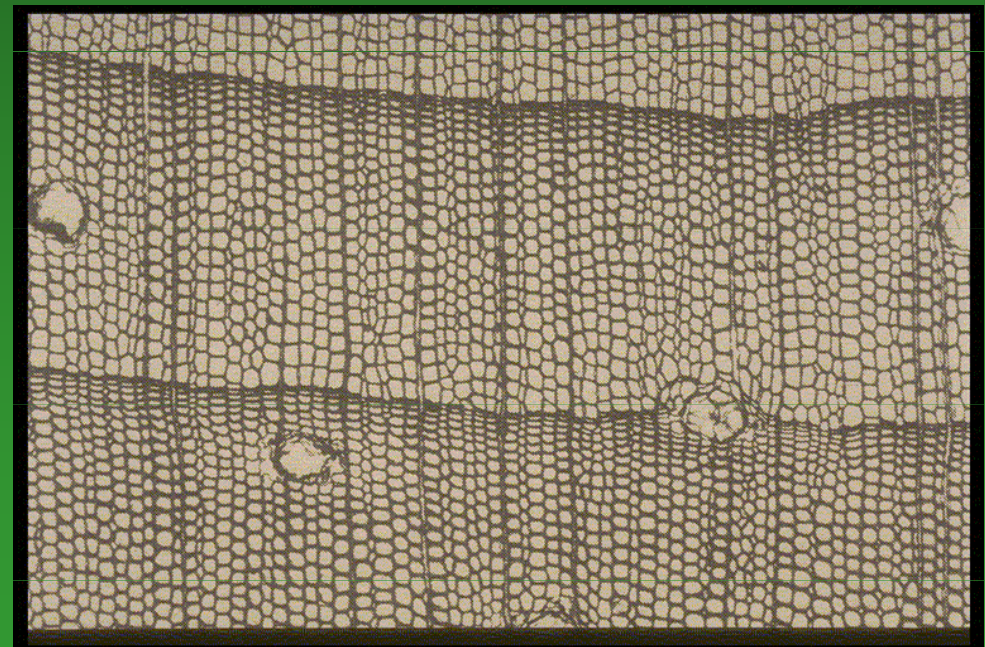
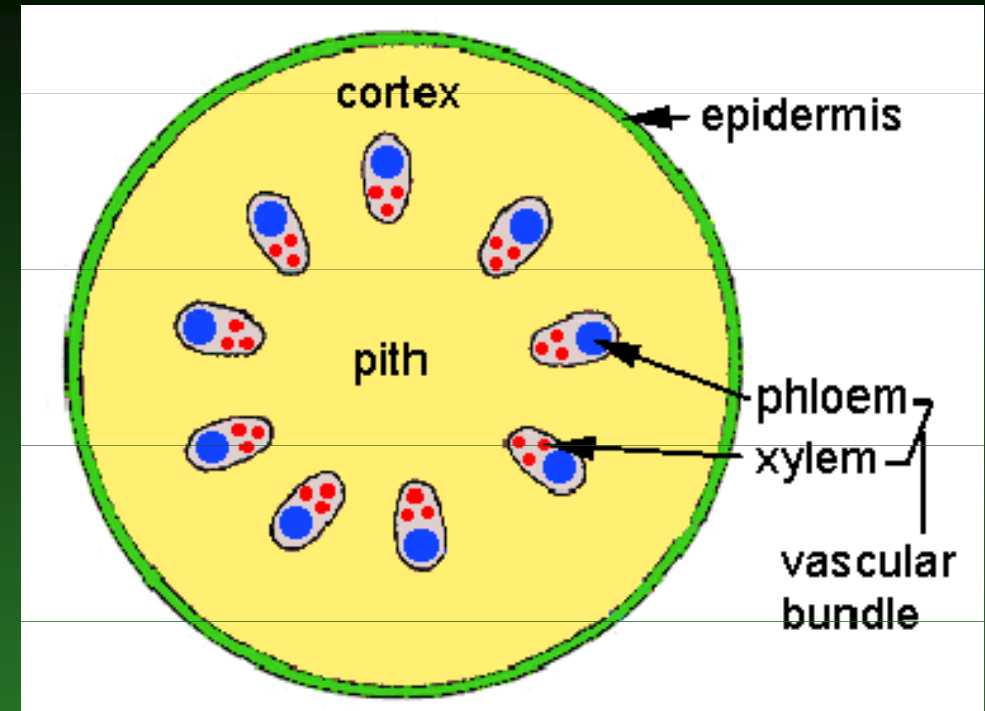
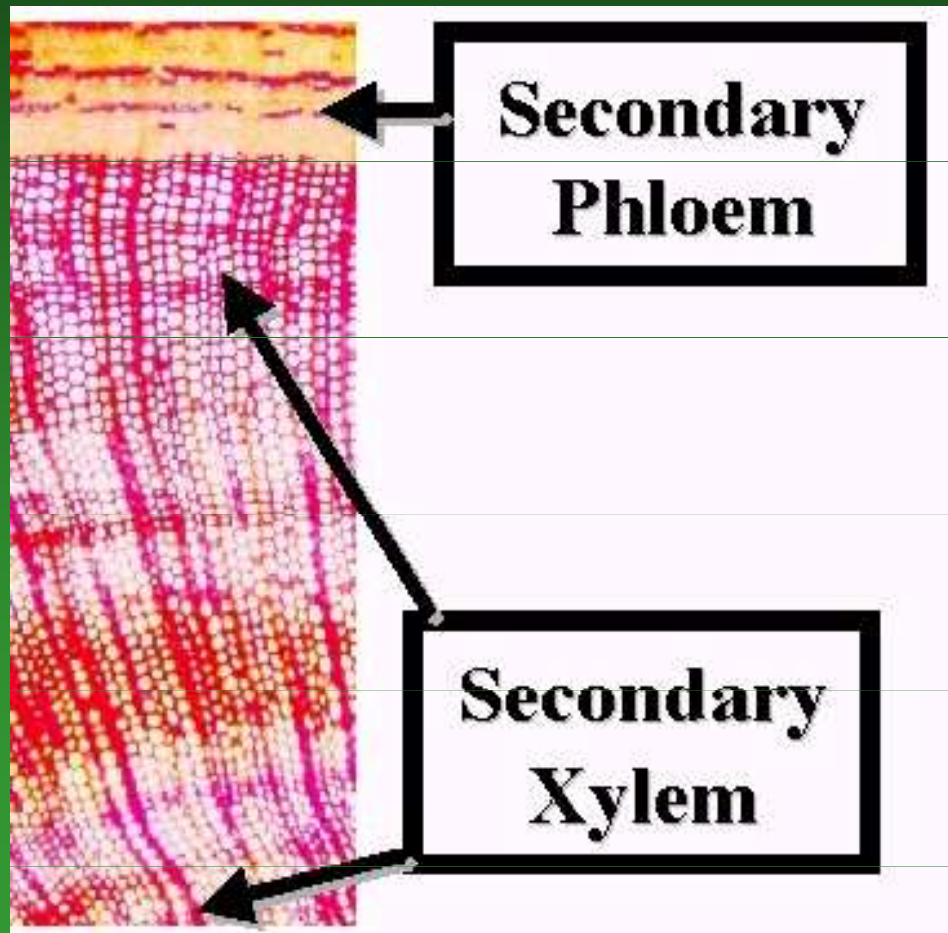


Morfologie výhradně dřeviny převážně stromy (řidčeji keře)

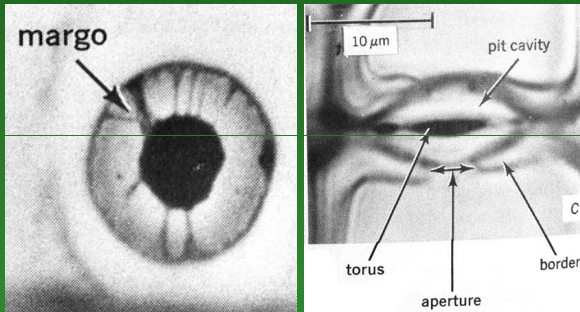
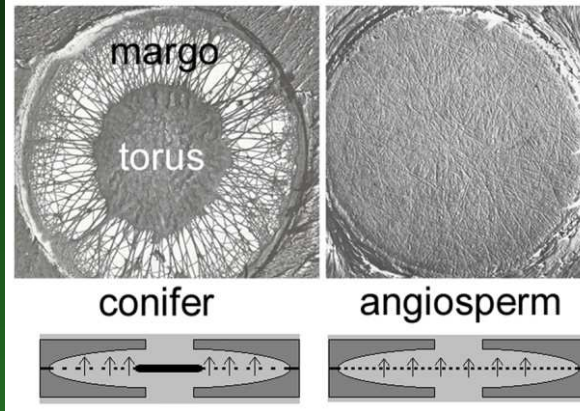
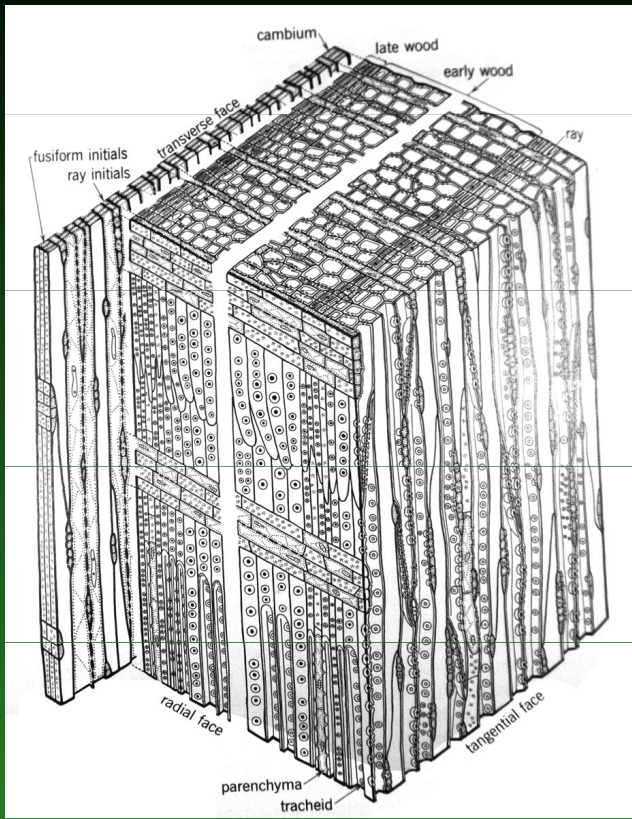


Vodivé elementy eustélické stavby.

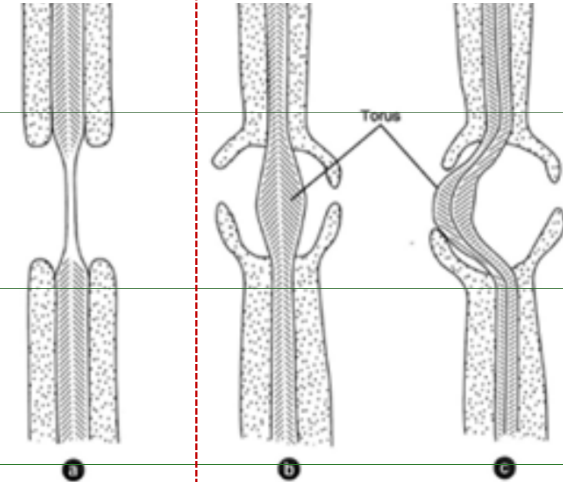
Kmen s druhotným tloušťnutím s letokruhy, pyknoxylické struktury (bez parenchymatické dřevě, dobře odolává mrazu)



Tracheidy s dvůrkatými ztenčeninami

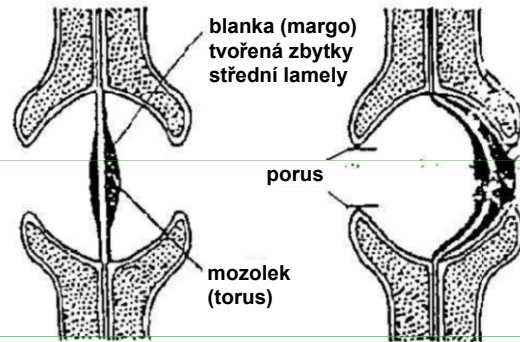
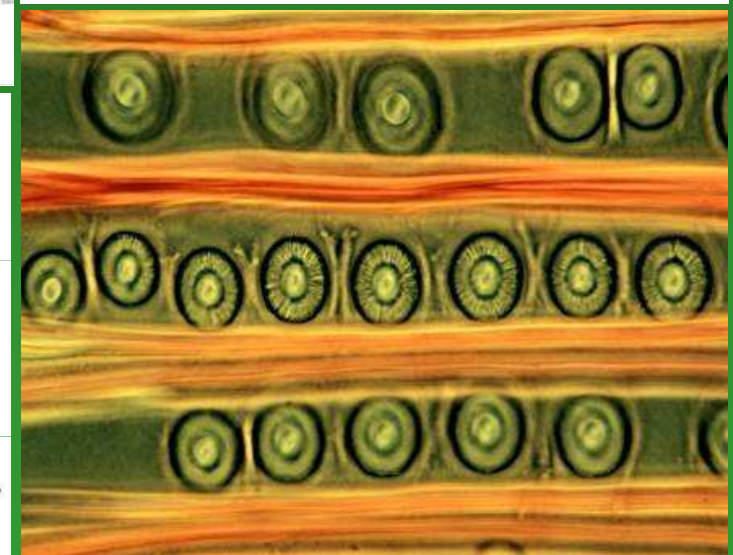


Ztenčeniiny na tracheidách



Krytosemenné

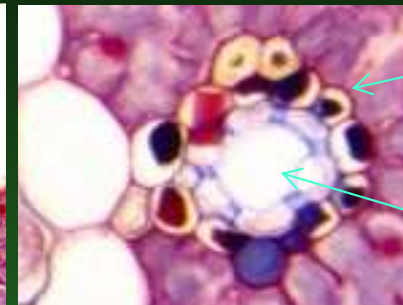
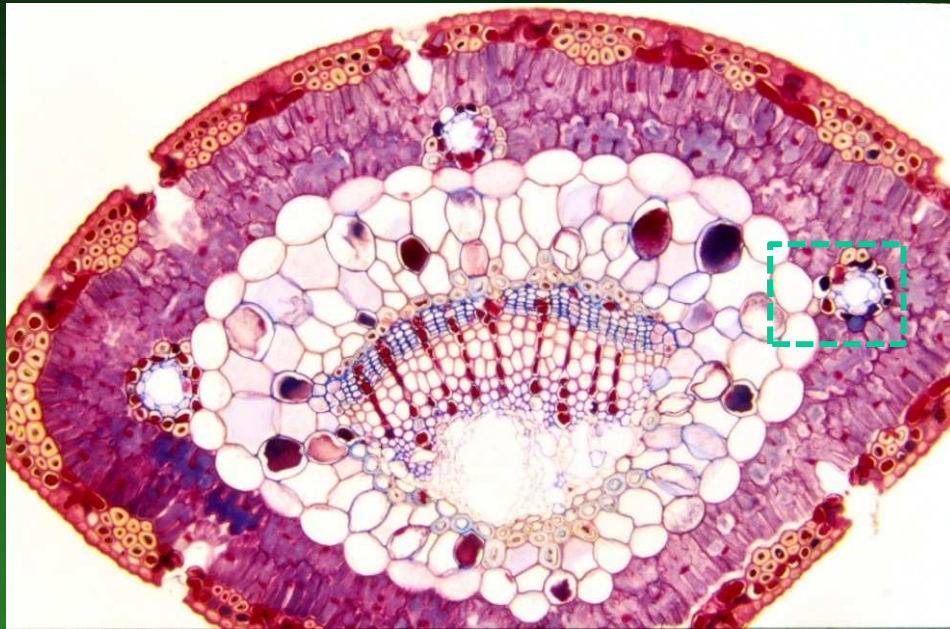
Nahosemenné



Dvůrkatá ztenčenina

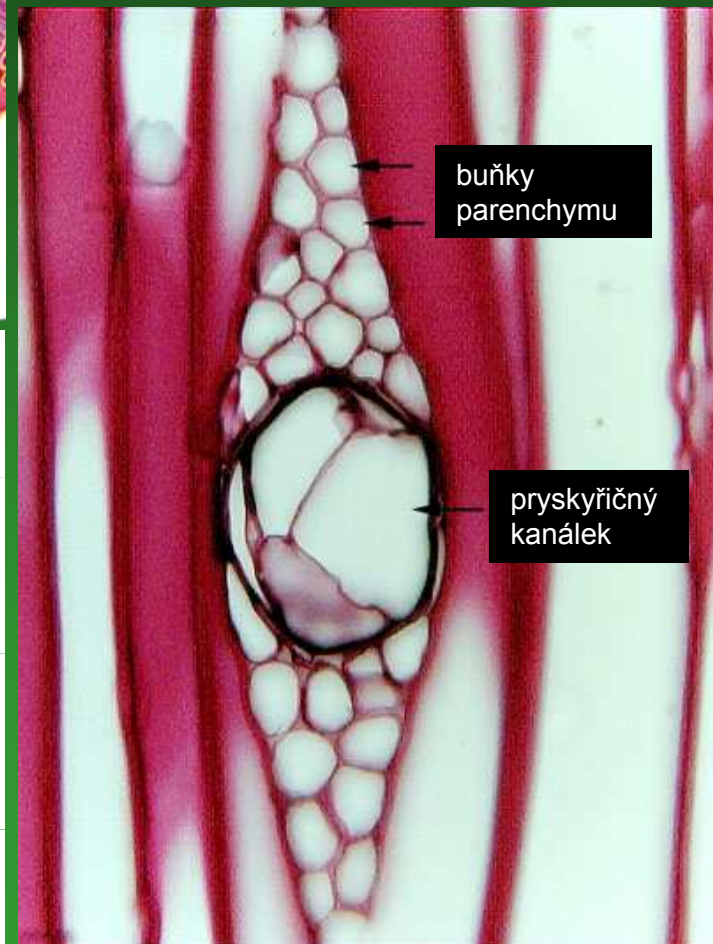
Dvůrkatá ztenčenina, kdy otvor (porus) je uzavřen torusem

Dřevo i listy často s pryskyřičnými kanálky = ochrana před herbivorním hmyzem a druhotnými infekcemi (bakterií a hub)



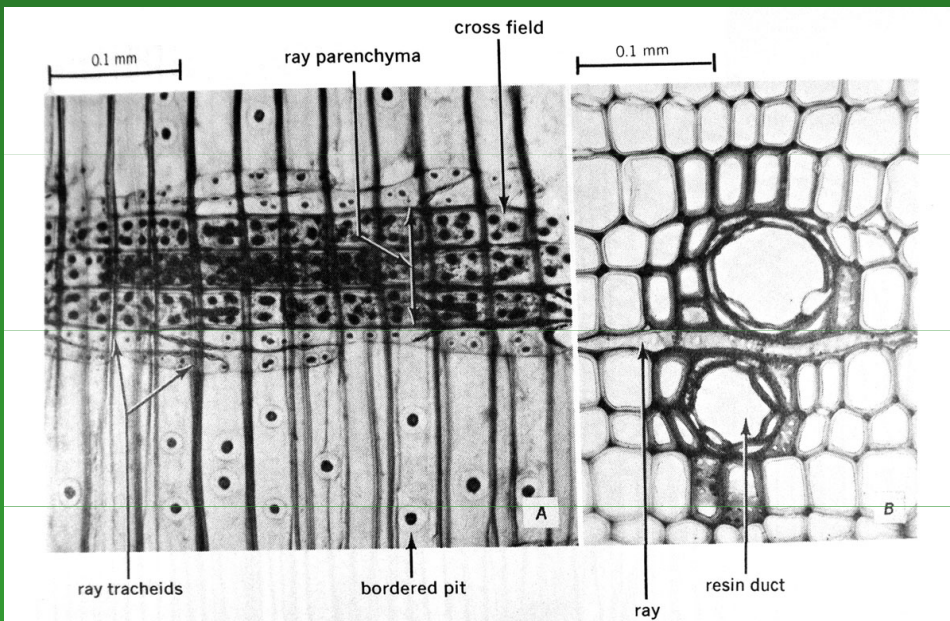
buňky parenchymu

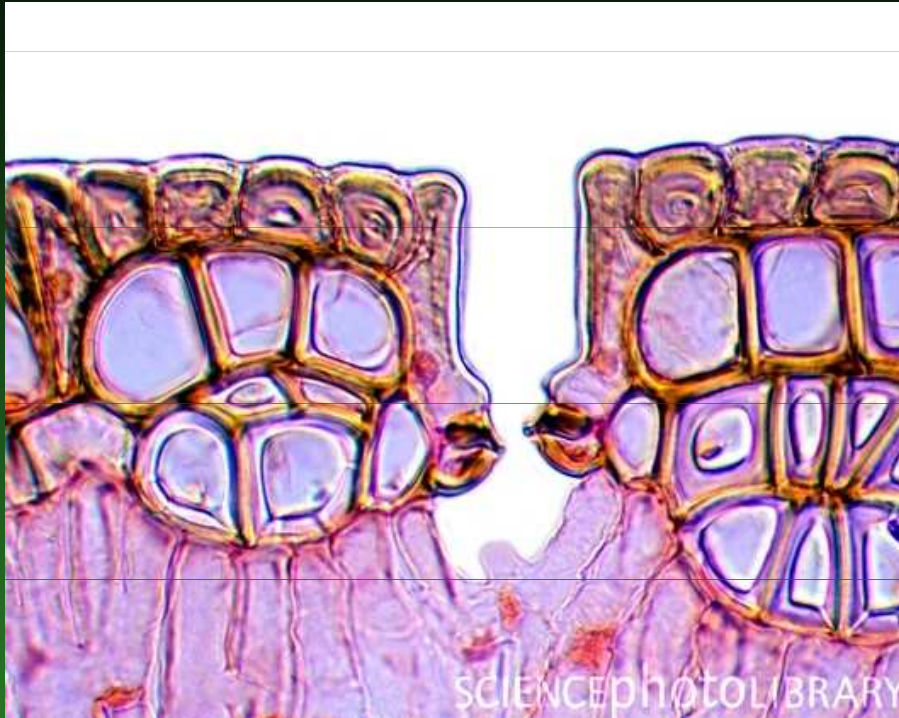
pryskyřičný kanálek



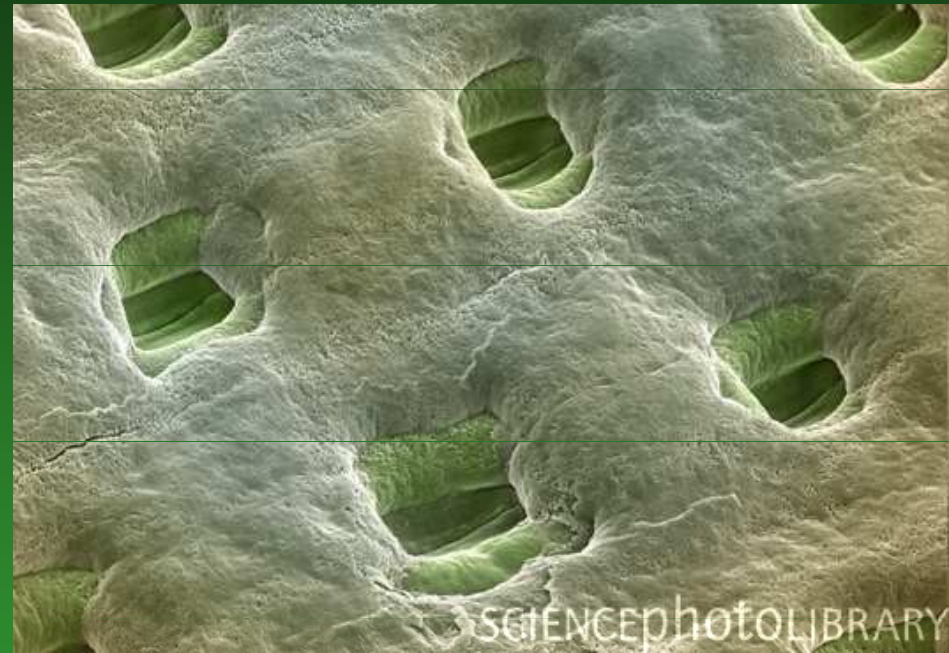
buňky parenchymu

pryskyřičný kanálek





Průduchy hluboce
zanořené pod povrch
kutikuly a epidermis



Kutikula často silná

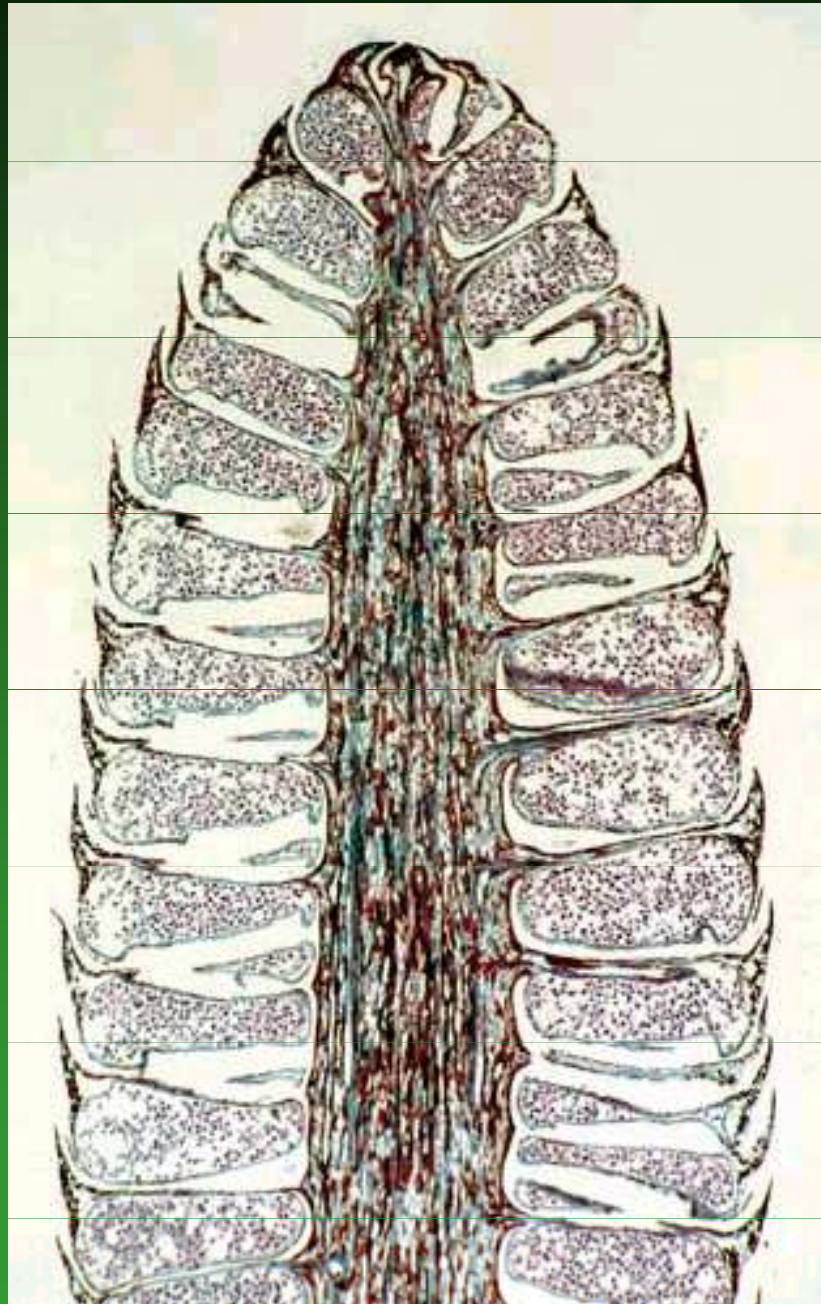
Větve často s brachyblasty (nejvýraznější u modřínu)



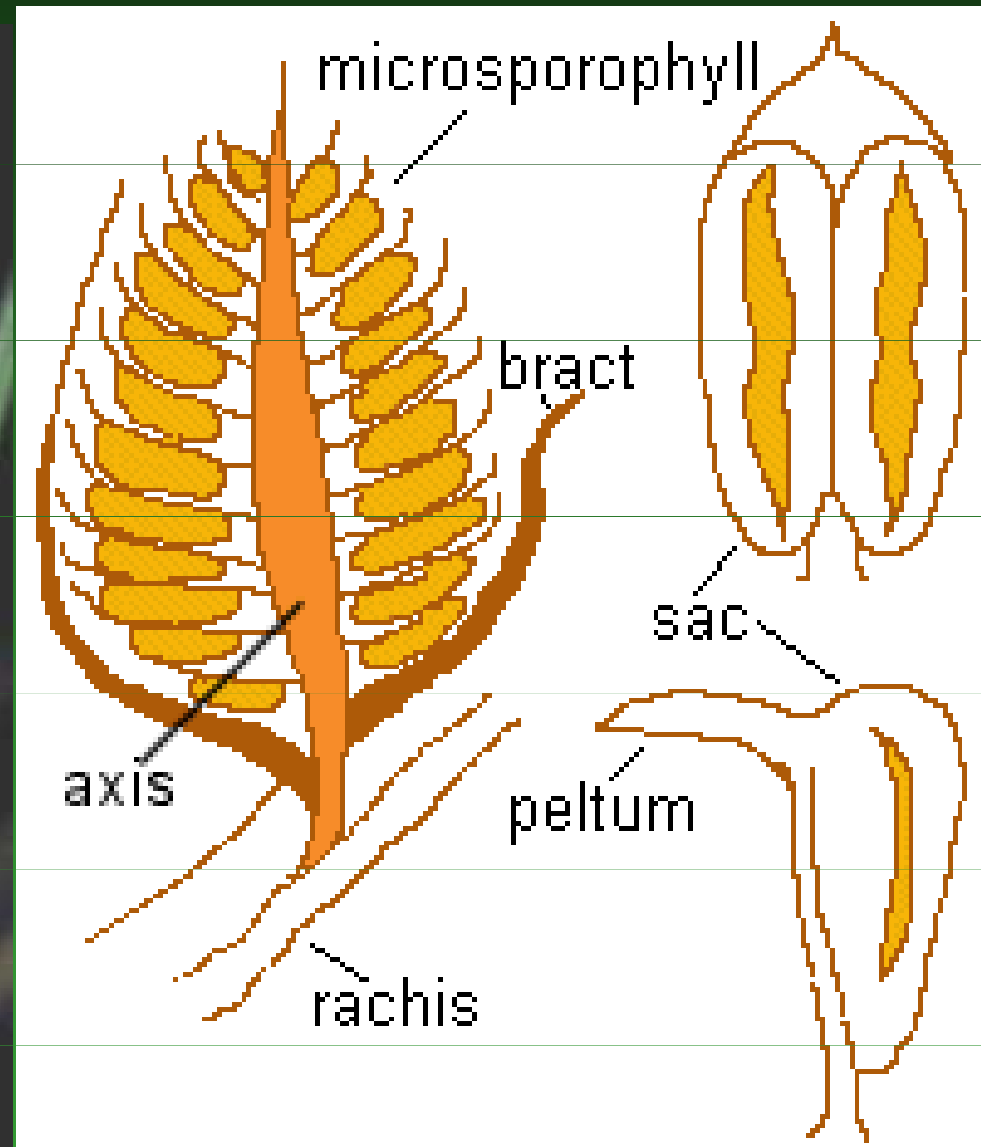
Listy většinou malé, jehlicovité nebo šupinovitě, většinou jednožilné



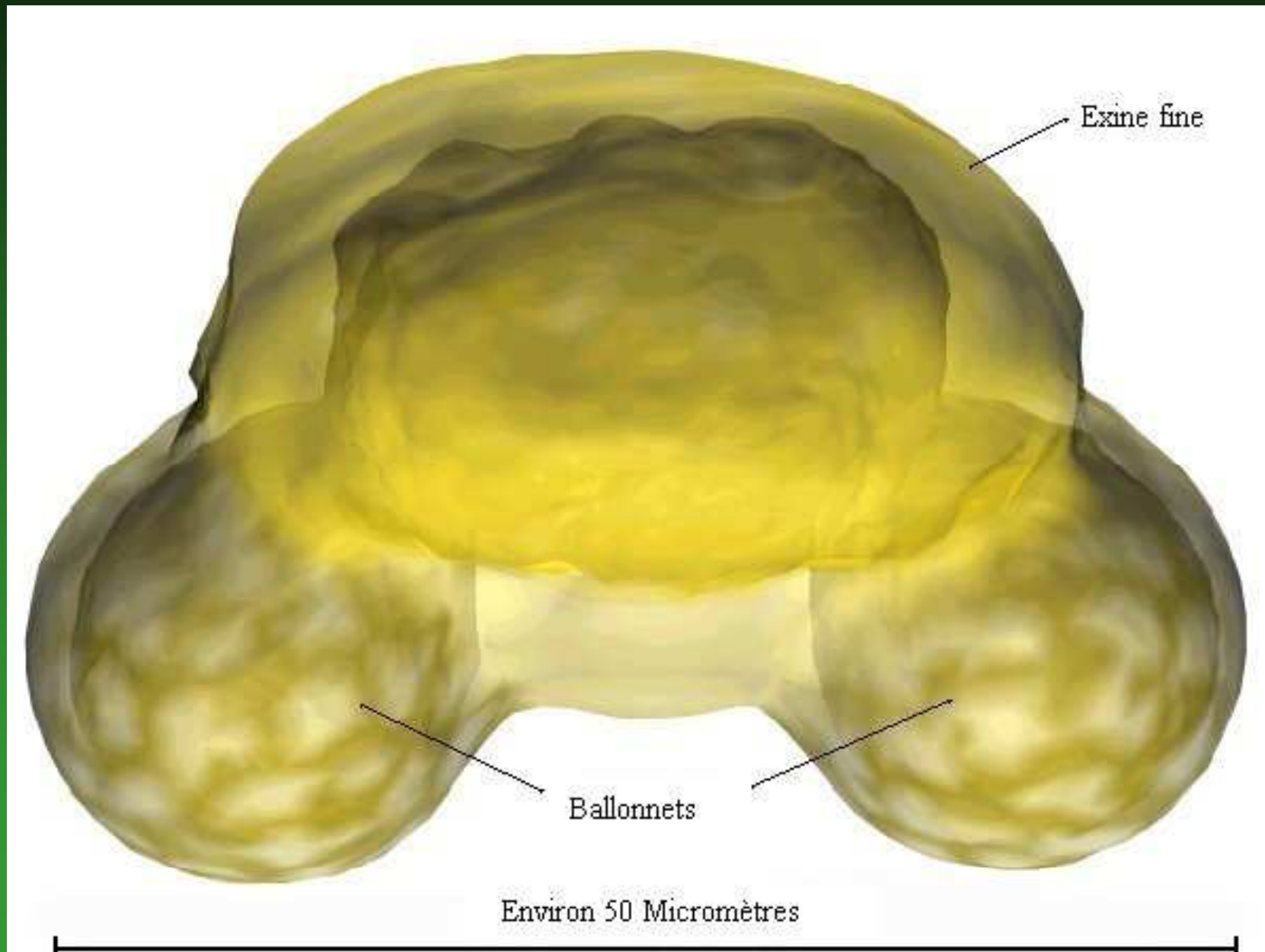
Sporofyly šupinovitě, ve strobilech



Mikrostrobily na bázi s několika sterilními šupinami
mikrosporofyly na spodu se 2-20 mikrosporangii - prašnými
pouzdry

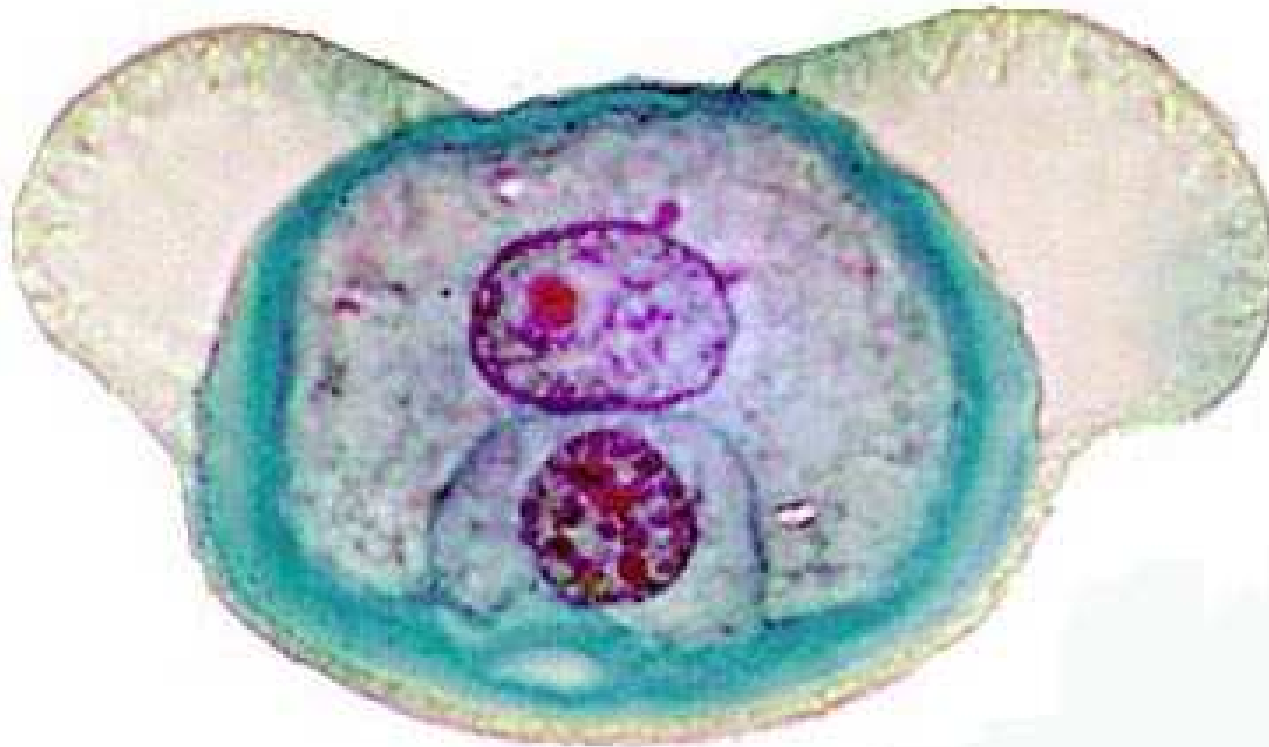


Pyl často se 2 vzdušnými postranními nebo jedním obvodovým vzdušným vakem (opylení výhradně anemogamní)



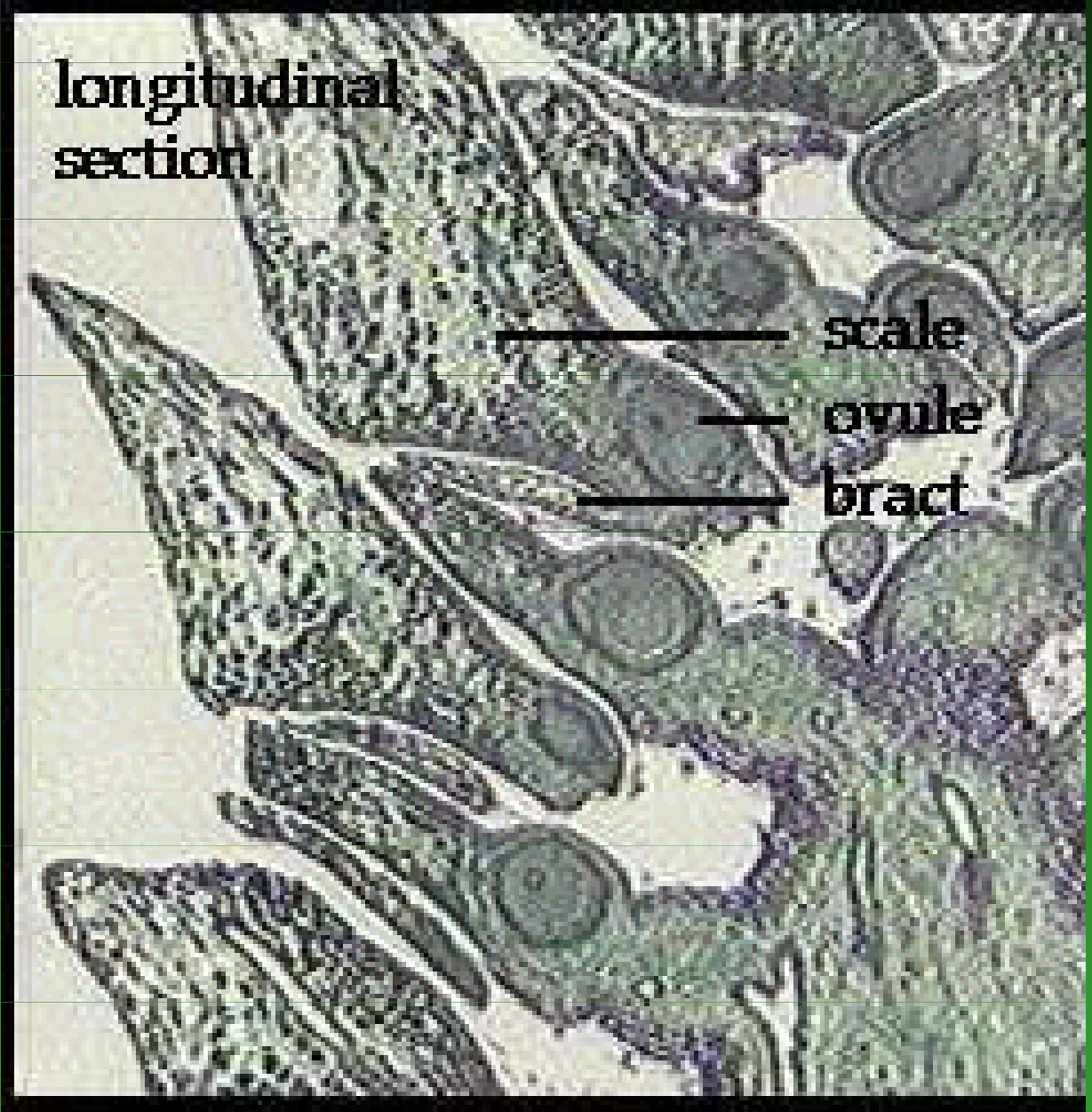
Zralé pylové zrno sestává ze dvou buněk

Pinus pollen



From *Multimedia Toolkit for Educators in the Plant Sciences*
Produced by Michael Clayton
Used with permission

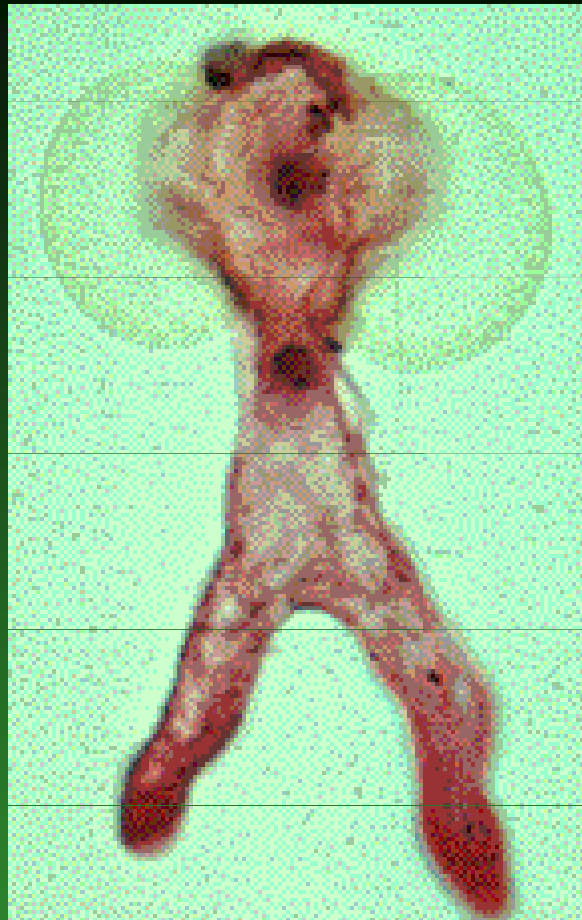
Megastrobily jsou tvořené 2 typy šupin - semennými a podpůrnými



Semenné šupiny jsou stonkového původu vzniklé srůstem úžlabních větví, podpůrné šupiny jsou původu listenového



Mikroprothalamium má i zde 5 buněk: prothaliovou, nástěnnou, vegetativní a 2 spermatické

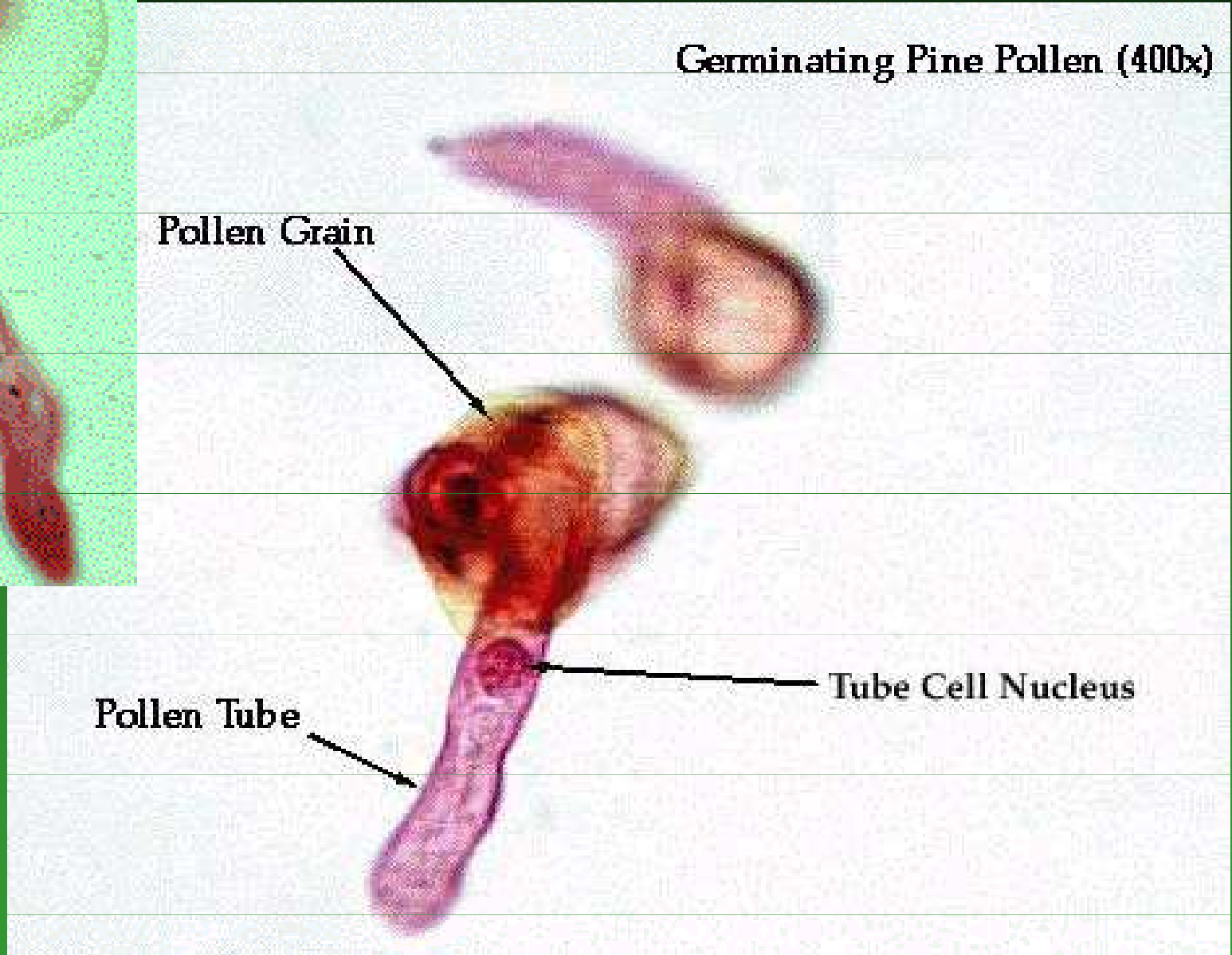


Germinating Pine Pollen (400x)

Pollen Grain

Pollen Tube

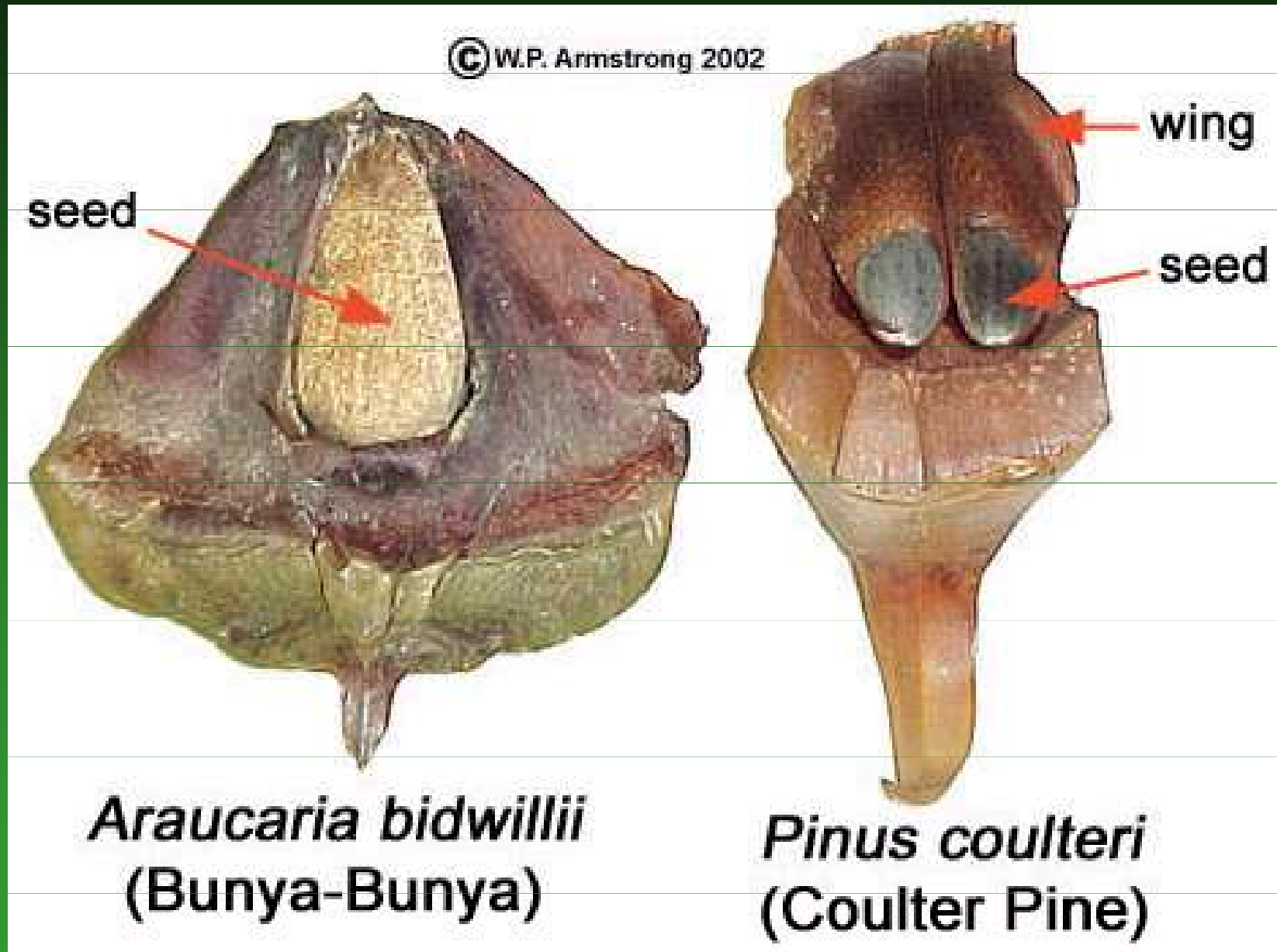
Tube Cell Nucleus



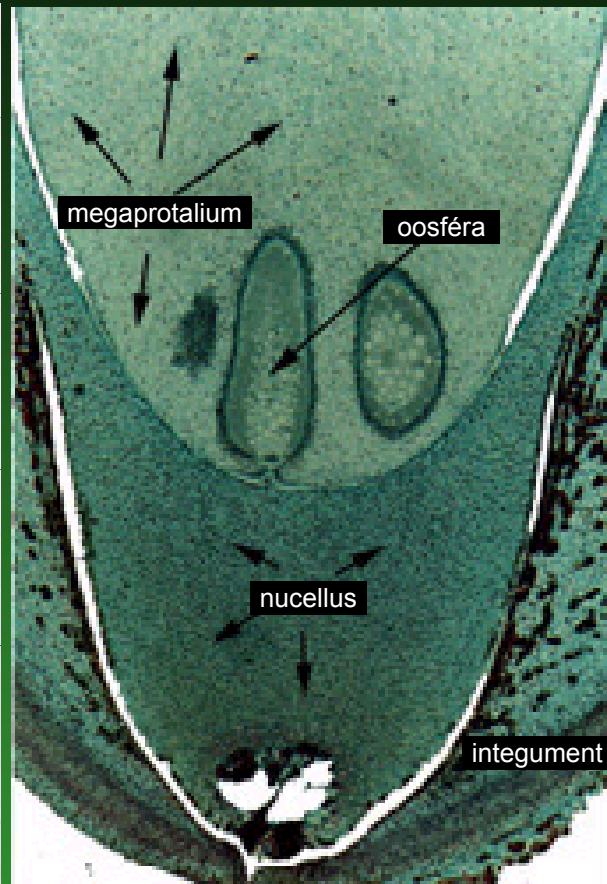
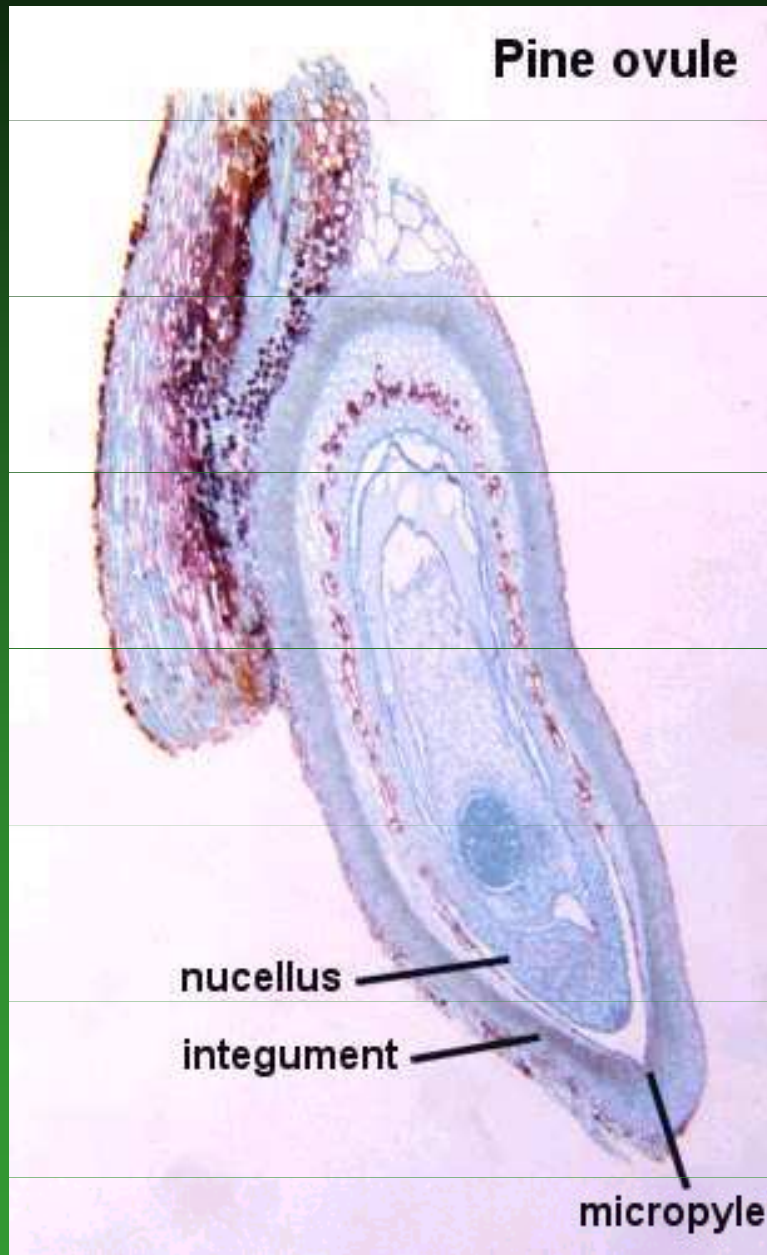
Megastrobilus je složitěji stavěný u primitivnějších jehličnanů



Vajíčka obvykle 2 (vzácně jedno nebo víc než 2) na adaxiální straně semenných šupin

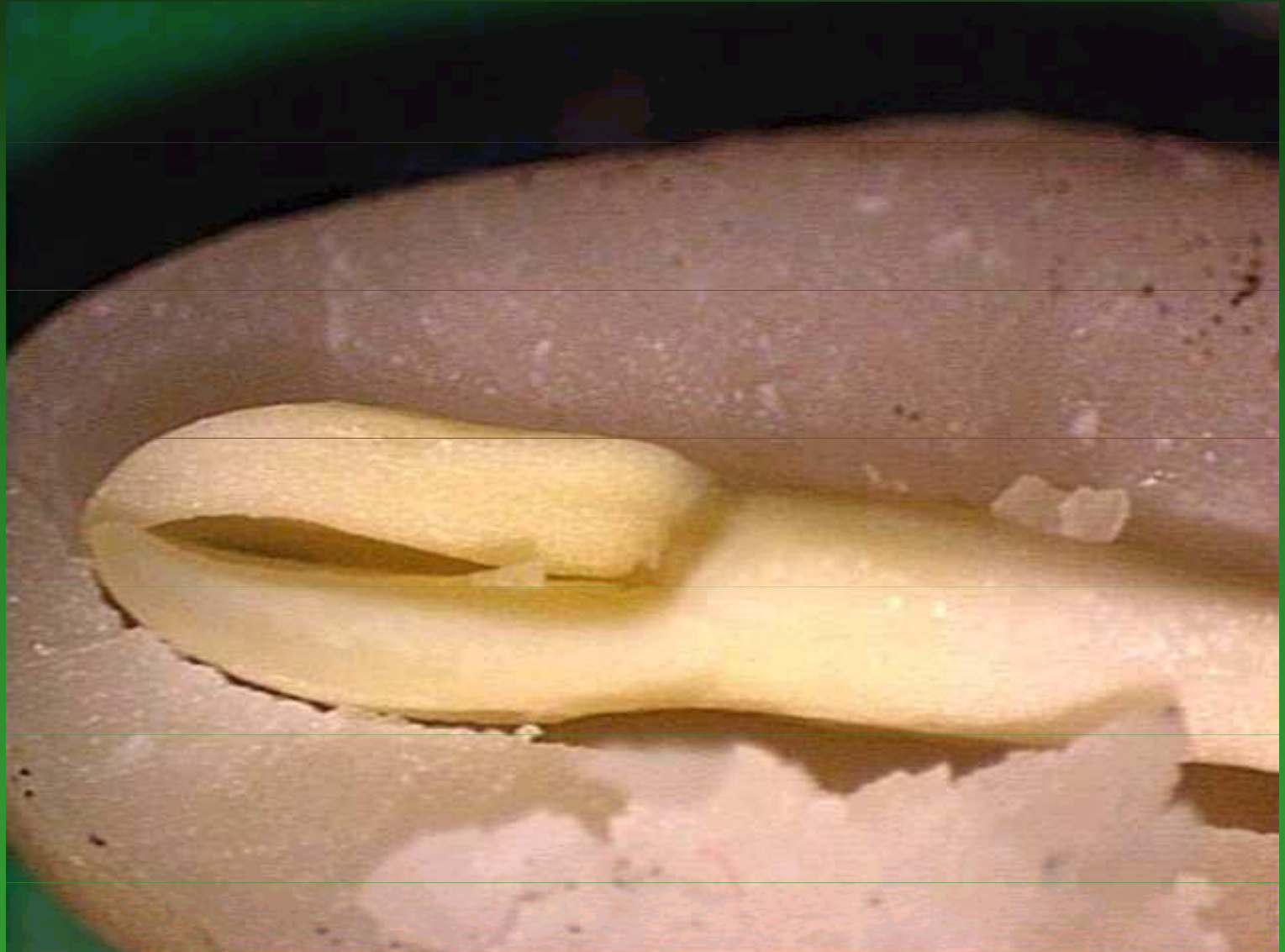


Vajíčka s jedním integumentem, s archegonií ještě vyvinutými



Vývoj vajíčka a mikrospóry obdobný jako u cykasů, s tím rozdílem, že ze spermatogenní buňky vznikají 2 neobrvené (!) buňky spermatické (jedna oplozuje oosféru, druhá zaniká)

Embryo má dvě, často však více (až 14 děloh).



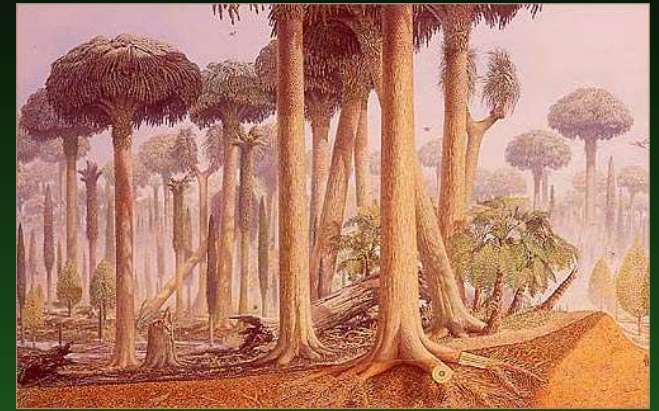
Historie

poprvé - konec karbonu

divergence tvarů a druhů - v juře,

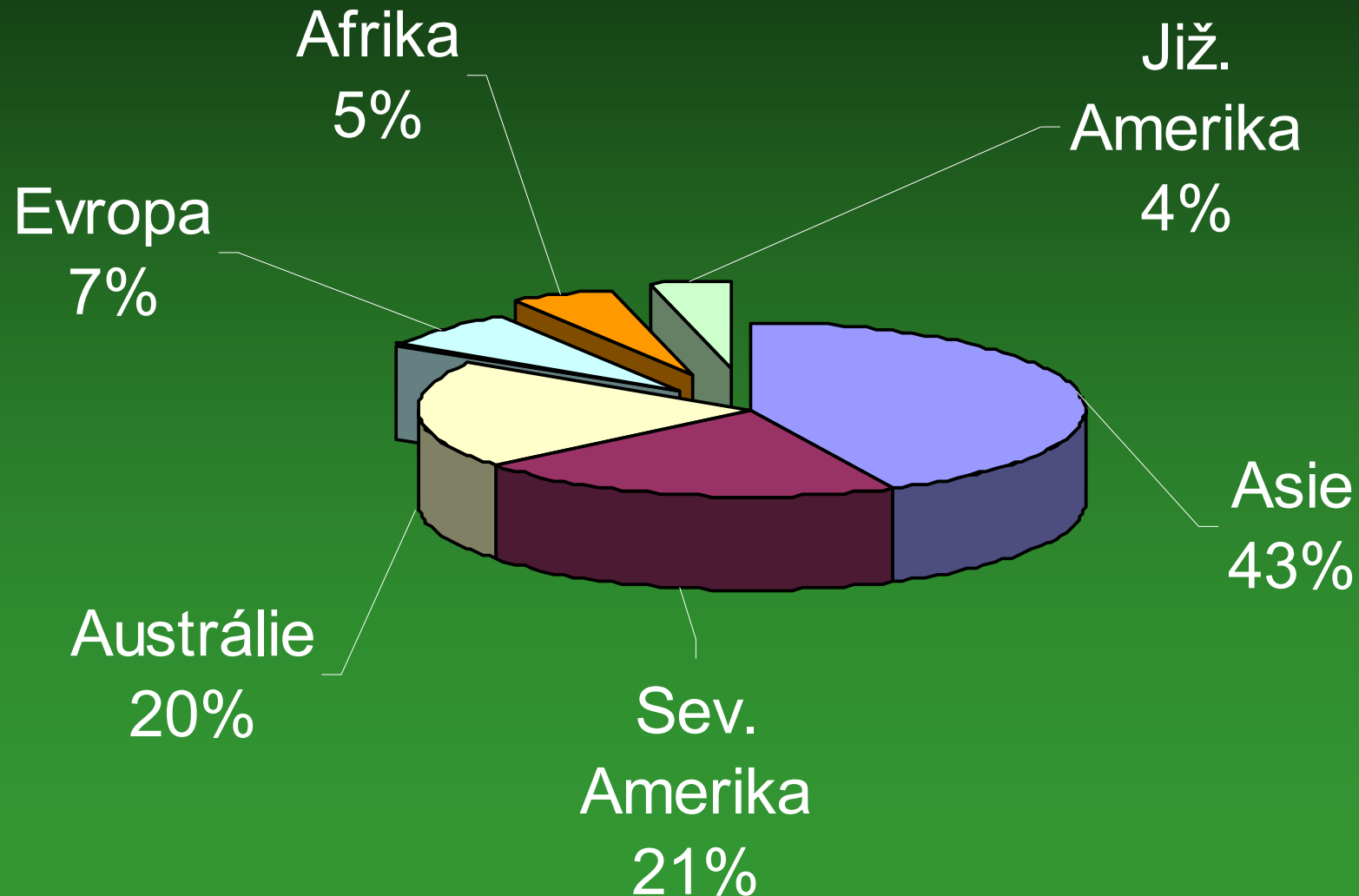
vrcholu - v křídě

V současnosti - druhově nebohatá skupina (60/600) – přesto významná dominancí v lesích především chladnějším klimatických pásem a horských oblastí



Recentní geografické distribuce jehličnanů:

- nejvíce druhů v Asii, Sev. Americe a Austrálii,
- v Evropě, Africe a jižní Americe je relativně málo druhů



1. čel. *Araucariaceae* 3/40

Fosilní i recentní převážně dvoudomé stromy dosahující 60, 70 i více metrů výšky; kmen má bazální průměr až 2.5 m;

Dožívají se až 2000 let;

Fosilně doloženy již z Triasu



Větve araukarií v symetrických přeslenech (přesleny někdy 4
četné - *Araucaria excelsa*) nápadně pravidelná stavba koru-
ny působí až pravěkým dojmem



Listy neopadávají,
často ploché
vícežilné



Araucaria araucana
© Daniel Vega



Mikrostrobily střední velikosti, s až 1000 šupinami;

mikrosporofyly s 10-15 prašnými pouzdry;

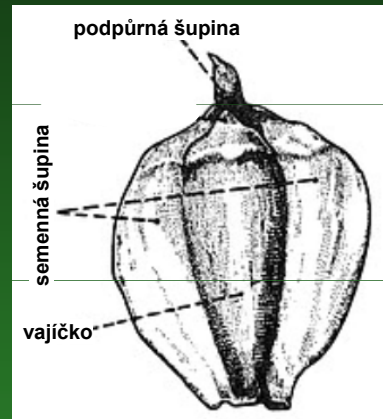


Megastrobily

velké - až 35 cm,

kulovité

šupina semenná
srůstá s podpůrnou
a nese jediné
vajíčko



© W.P. Armstrong 2006

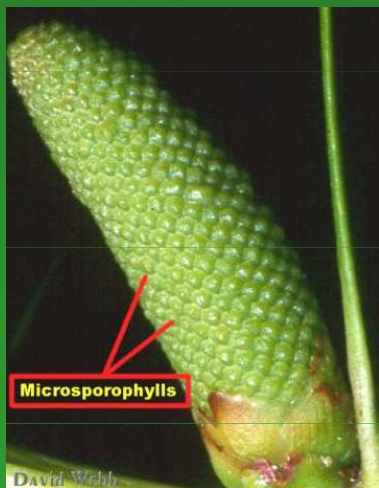
U nás se pěstuje často jako pokojová dřevina *Araucaria excelsa* - blahočet ztepilý, původní je na ostrově Norfolk u Nového Zélandu



Araucaria araucana - až 4 cm dlouhá semena
nazývaná v Chile pinoni;
potrava indiánů kmene Araucos v J Chile, podle kmene
dostala název tato provincie i samotná rostlina



Rod *Agathis* má asi 20 druhů - poskytují pryskyřici kauri kopal - k výrobě fermeží a laků, domorodci ji žvýkají, vyskytuje se v kulovitých útvarech pod zemí v subfossilním stavu.





Wollemia nobilis, třetí rod, objeven až 1994 v jednom z kaňonů nár. parku Wollemi v Austrálii

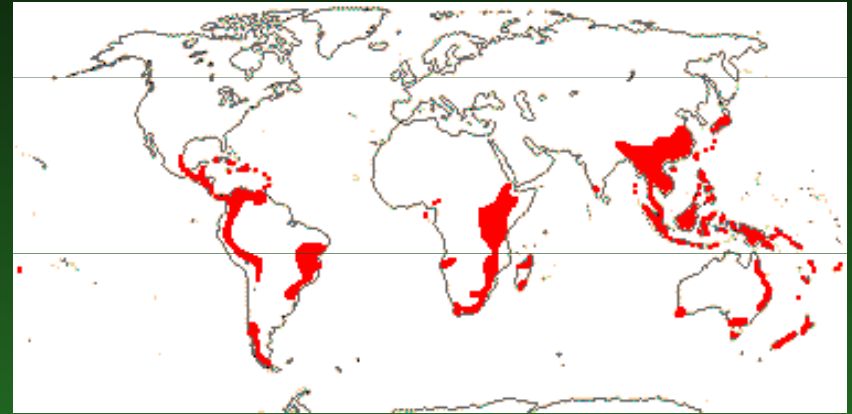


2. čel. *Podocarpaceae* 6-7/130

recentní i fosilní převážně stromové jehličnany s často širšími listy.

Již ve svrchním triasu.

Dnes hlavně v horách tropů a subtropů jižní polokoule.



Listy často ploché, kopinaté
nebo čárkovité

Podocarpus neriifolius



Podocarpus amarus



Rod *Phyllocladus* z Nového Zélandu má listy nahrazeny fylokladii - přeměněnými brachyblasty



Phyllocladus trichomanoides

Phyllocladus alpinus



Mikrostrobily i megastrobily malé, mikrosporofyly se 2 prašnými pouzdry; megastrobily jen z několika podpůrných šupin, někdy jen

s jediným vajíčkem, semenné šupiny zanikly



Podocarpus macrophyllum semena na zdužnatěném míšku - arillus



Podocarpus angustifolius mladé mikrostrobily

Pyl se dvěma postranními vzdušnými vaky



Podocarpus nerifolius
Podocarpaceae
Gordon Daida

Dřevo
zástupců rodu
Podocarpus je
ceněné - např.
v Africe tvoří až
polovinu
celkové
průmyslově
zpracovávané
dřevní
produkce.

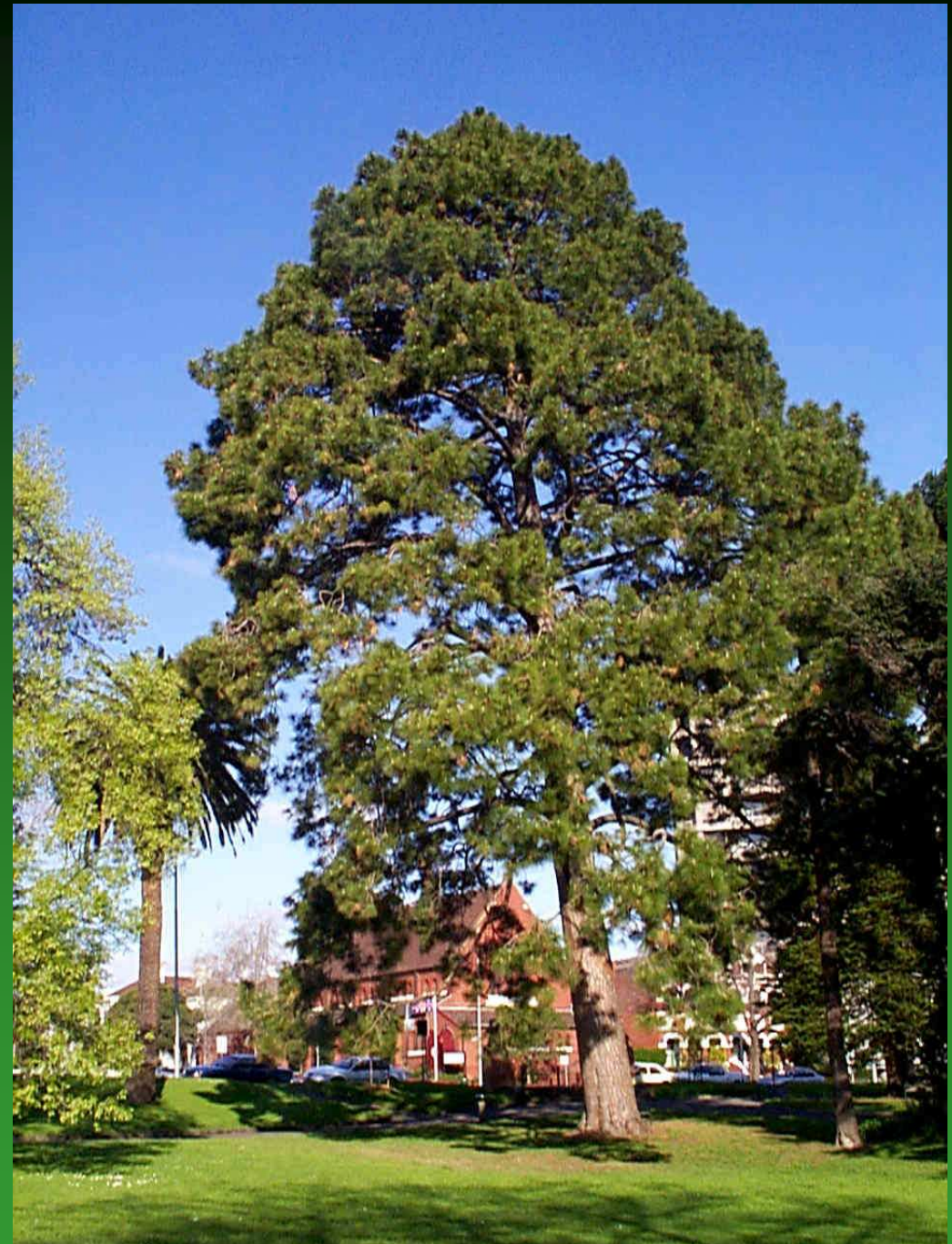
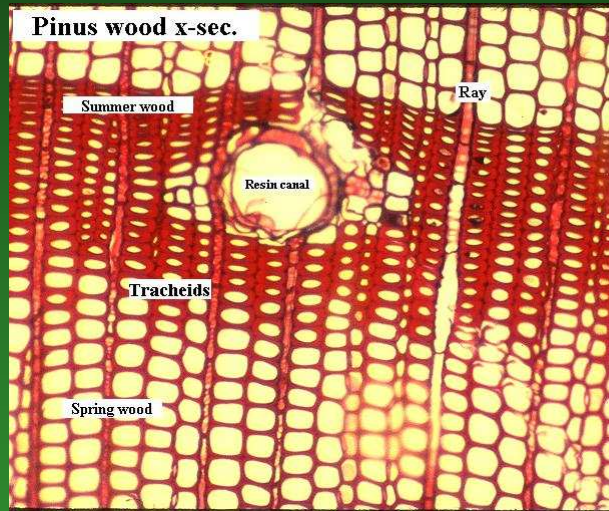


*Podocarpus
falcatus*

3. čel. *Pinaceae*

jednodomé stromy s
vytrvávajícími jehlicemi (výjimka
modřín)

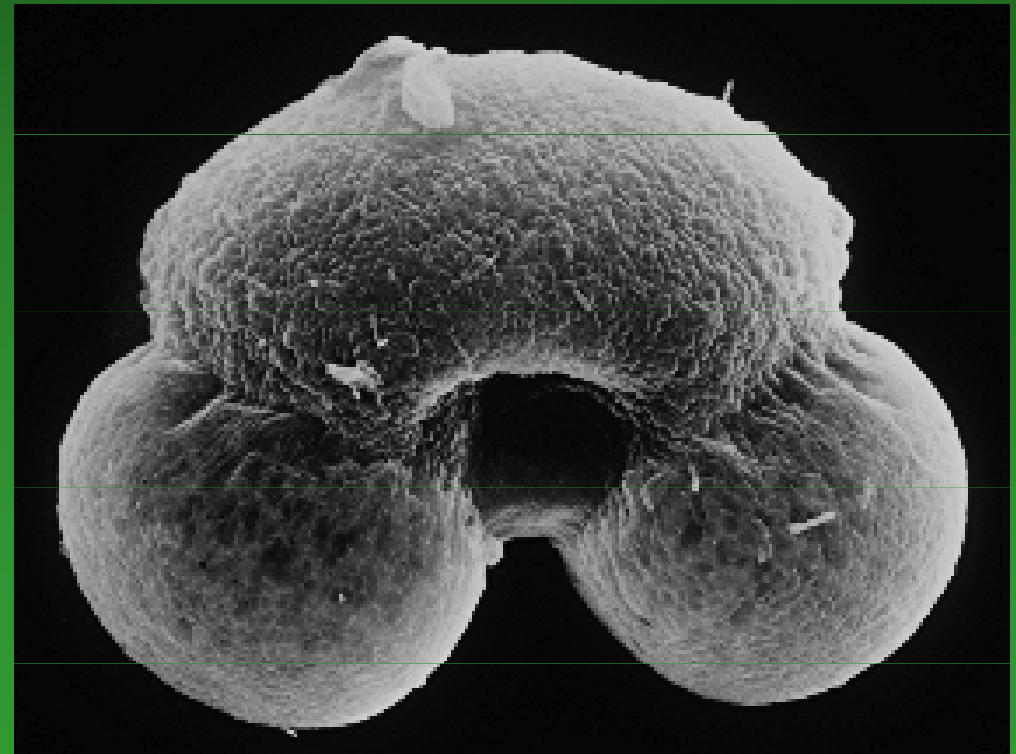
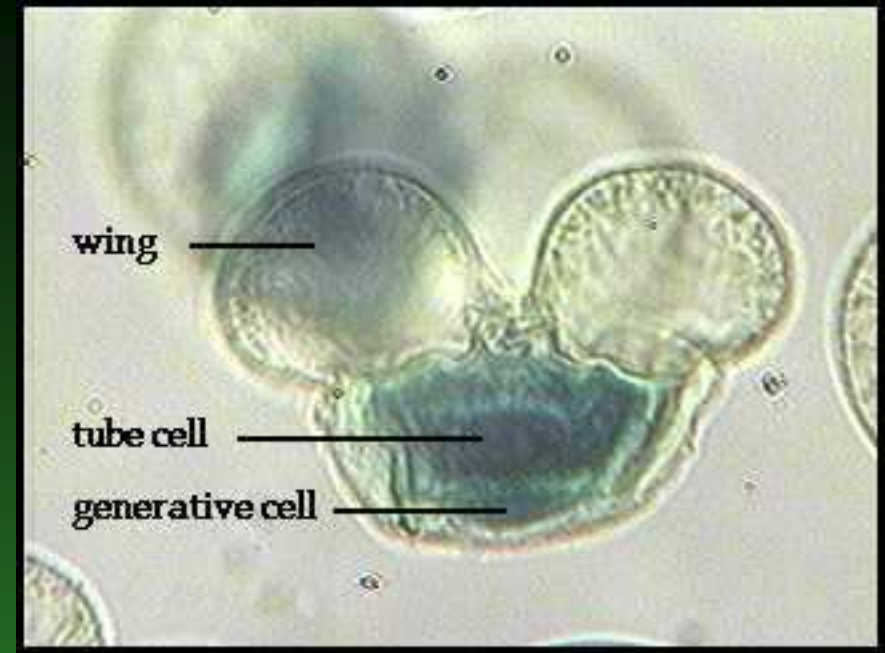
ve všech vegetativních částech
mají pryskyřičné (balzámové)
kanálky



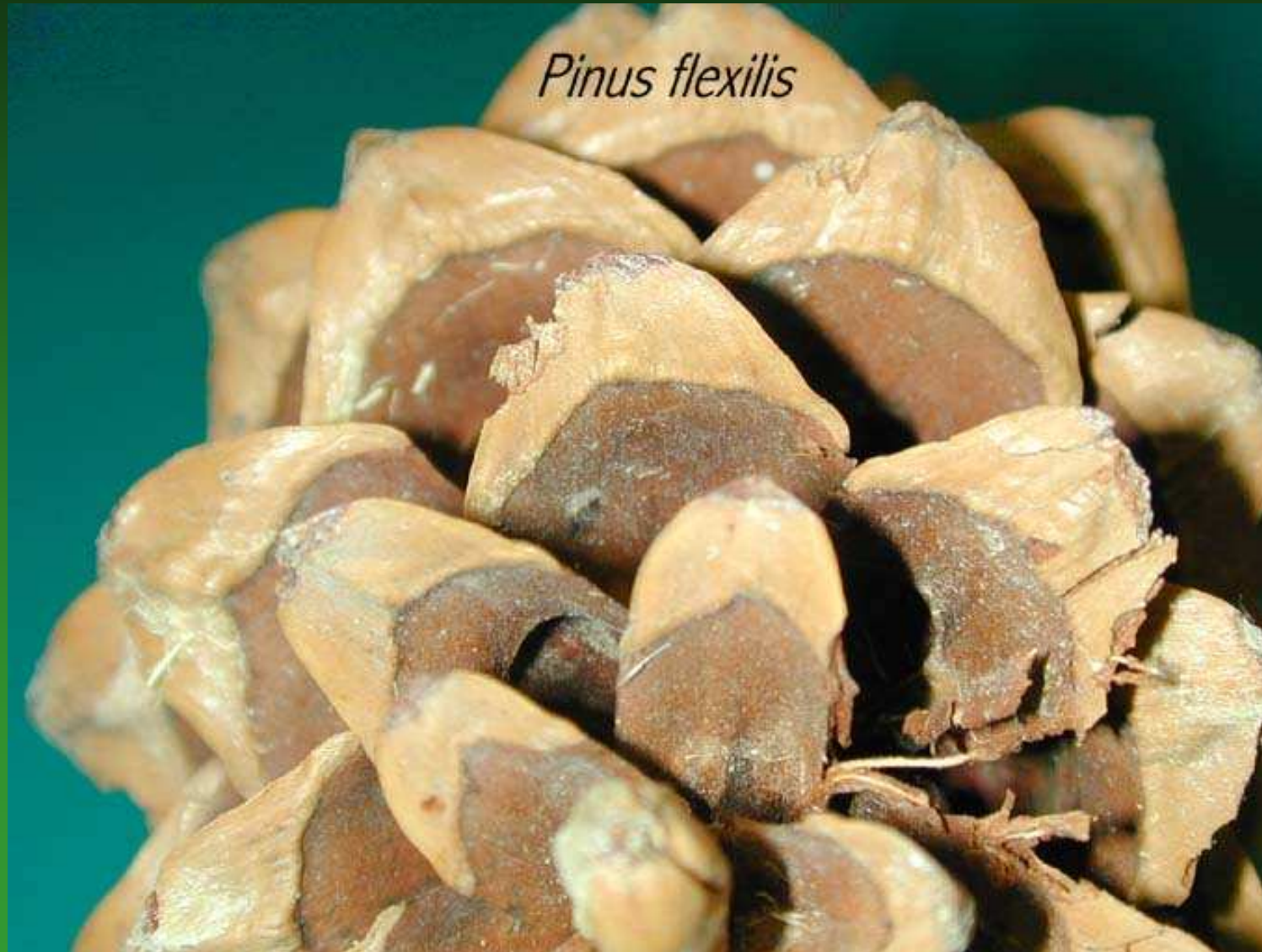
mikrostrobily malé

mikrosporofyly se 2 praš.
pouzdry

mikrospóry se 2 vzduš. vaky



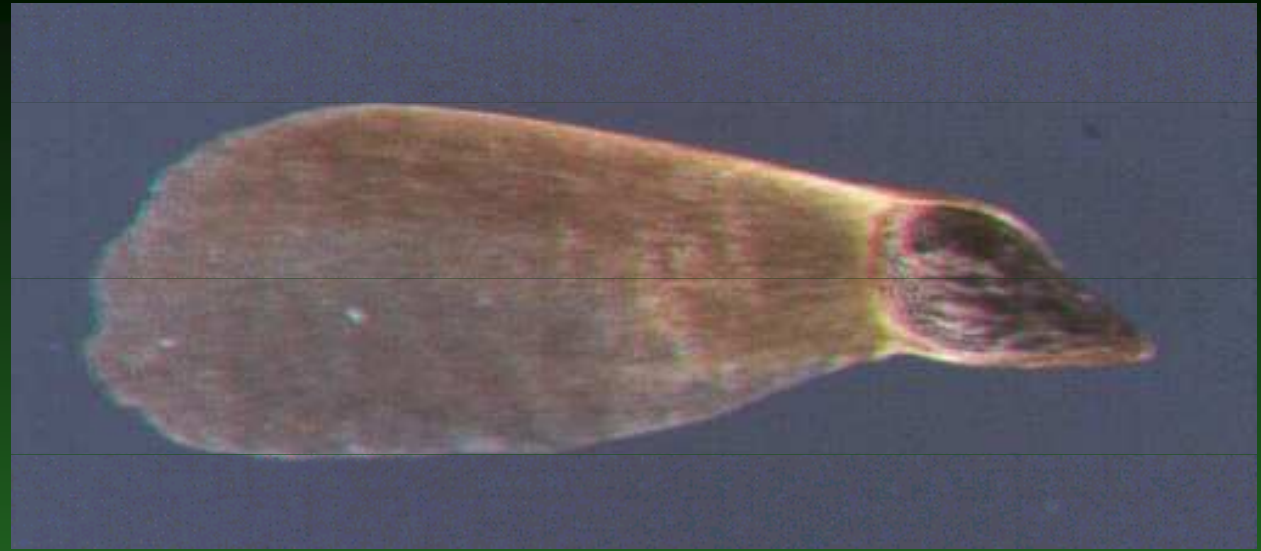
megastrobily velké, v době zralosti dřevnatí



na svrchní straně semenných šupin 2 vajíčka (mezi opylením a oplozením uplyne často i 1 rok)



semena s jednostranným blanitým křídlem, vznikajícím z povrchových pletiv semenné šupiny (slouží k anemochorii) embryo s větším počtem děloh



Historie

poprvé - střední jura

rozmach - křída

recenně zhruba 10/220

U nás původních 6 druhů, patřících k 4 rodům: borovice (*Pinus*), smrk (*Picea*), jedle (*Abies*) a modřín (*Larix*)

ale ještě dalších 21 nepůvodních, patřících částečně ještě k dalším rodům, se pěstuje (*Tsuga*, *Pseudotsuga*)

Pinus – borovice

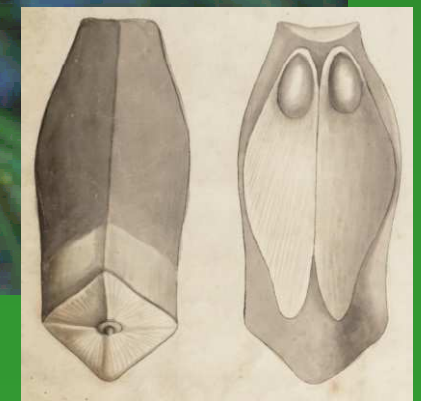
Semenná šupina má kosočtverečný štítek.

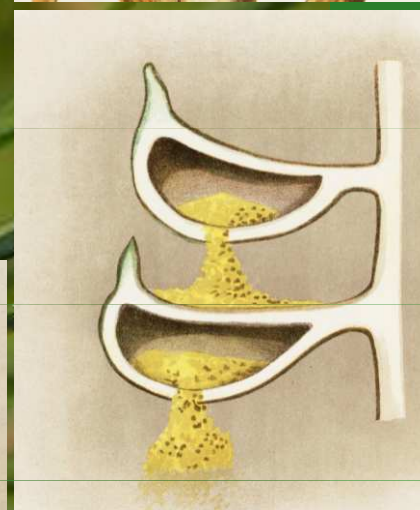
Jehlice ve svazečcích (po 2, 3, 5) - naši zástupci mají jehlice po dvou

Pinus sylvestris - borovice lesní;
U nás součást řídké vegetace na konci glaciálu, pak ustoupila na „nevýhodné“ substráty (písky, skály, rašeliniště), kde tvoří reliktní bory a kde jediné odolala konkurenci jiných dřevin.

Často i sekundárně vysazovaná;

Za příhodných podmínek dosahuje výšky až 50 m a stáří až 500 let.





Samčí šištice složené



Foto: Anna-Lena Anderl

Coniferae.



Pinus silvestris L.

W.M.

Pinus mugo - kleč - tvoří klečové pásmo nad horní hranicí lesa, v dobách postglaciálních rostla i v nižších polohách - např. ve Žďárských vrších - pak ale vyhynula.



Vysazuje se často i *Pinus nigra* - borovice černá - má taky 2četné svazečky jehlic jinak roste v Alpách a v Dinaridech



Ze severoamerických
druhů se často vysazuje
Pinus strobus -
vejmutovka 5četné
svazečky



Picea – smrk



Samčí šištice jednoduché

Brachyblasty nenápadné,
téměř zakrnělé s jednotlivými
jehlicemi

Jehlice uspořádané víceméně
všesměrně



U nás jen *Picea abies* - smrk ztepilý (= *P. excelsa*)

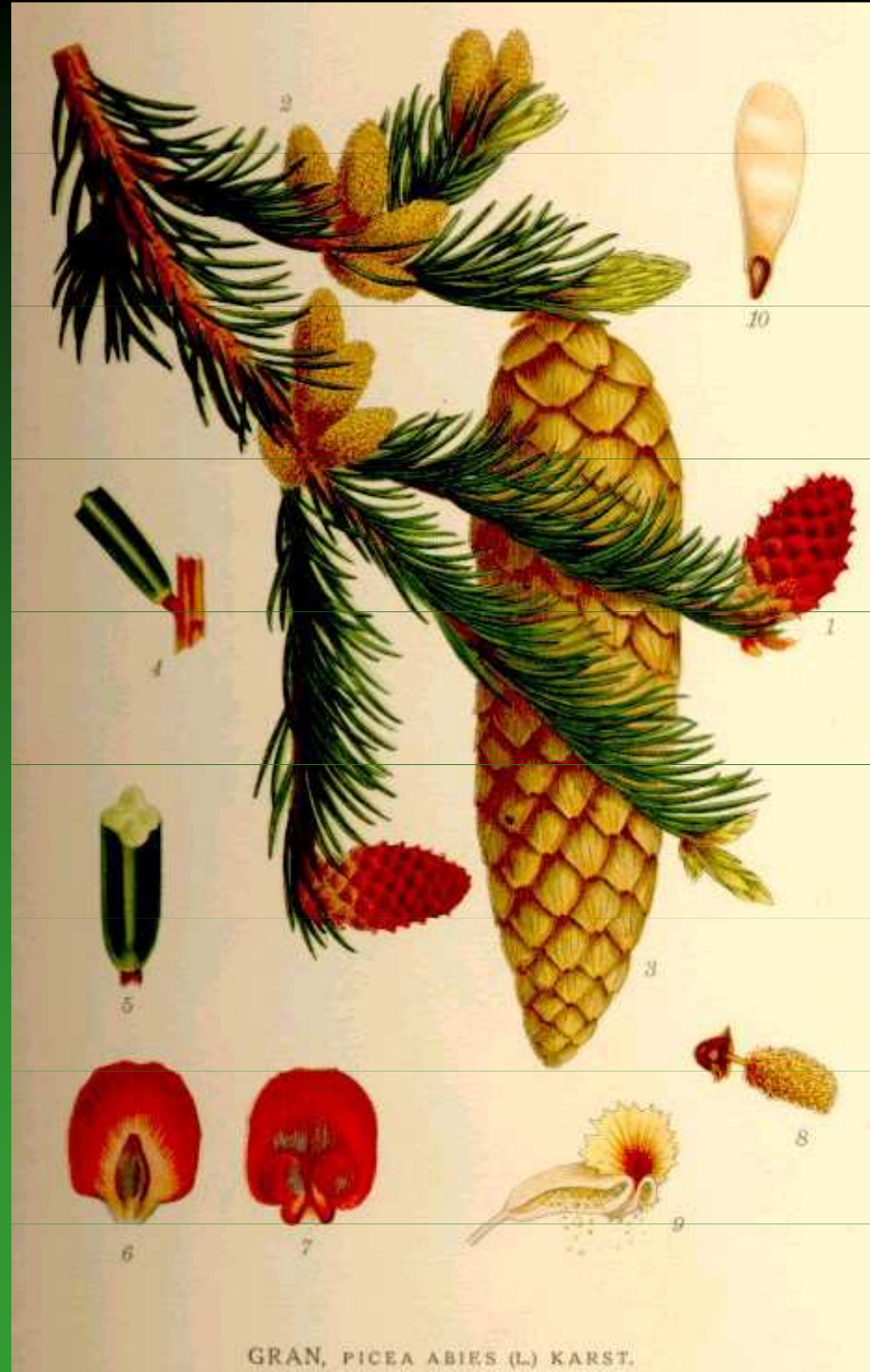
Dnes hlavní produkční dřevina, dorůstá až 50 m výšky.

V postglaciálu se k nám vrátil zhruba před 8 tis. lety

Před lesní kolonizací ve 13. stol. nebyl hojný, pak ale nabyl na dominanci v důsledku:

1. „malé doby ledové“,
2. holosečí,
3. skelných a železných hutí,
4. výsadby

Vznikly monokultury s drasticky jinými podmínkami než pův. smíšené lesy ve vyš. polohách.



Picea pungens - smrk pichlavý - pěstuje se nejčastěji pro okrasu často tzv. stříbrný smrk původní v Sev. Americe



Abies – jedle

- bez brachyblastů
- jednotlivé jehlice přisedají ploškou, často dvouřadě uspořádané
- samčí šištice jednoduché, s téměř štítkovitými šupinami



U nás jen *Abies alba* -
jedle bělokorá,
Až 65 m vysoká.

Může žít až 1200 let.

Na konci glaciálu byla v
refugiích na jihu Evropy
odkud se k nám vrátila
zhruba před 8.000 lety

Ve středověku dominantní
dřevina, dnes na ústupu.

Příčiny složité - faktory
ekotoxikologické,
genetické, fytopatologické,
historické



V provincii Quebec v Kanadě roste *Abies balsamea* - jedle balsámová, skýtající kanadský balsám - významné uzavírací médium v mikroskopické technice.



Larix – modřín

výrazné brachyblasty svazečky 30-50 jehlic,
které na zimu opadávají.

Často vysazován *Larix decidua* - modřín
opadavý - původní jen v Jeseníkách - domácí v
Karpatech a v Alpách. Kůra má vysoký obsah
tříslovin - využívána v koželužnictví; dřevo dobře
odolává hnilobě



Na pilotech z modřínů stojí
Benátky a stavěl se na nich i
Petrohrad.

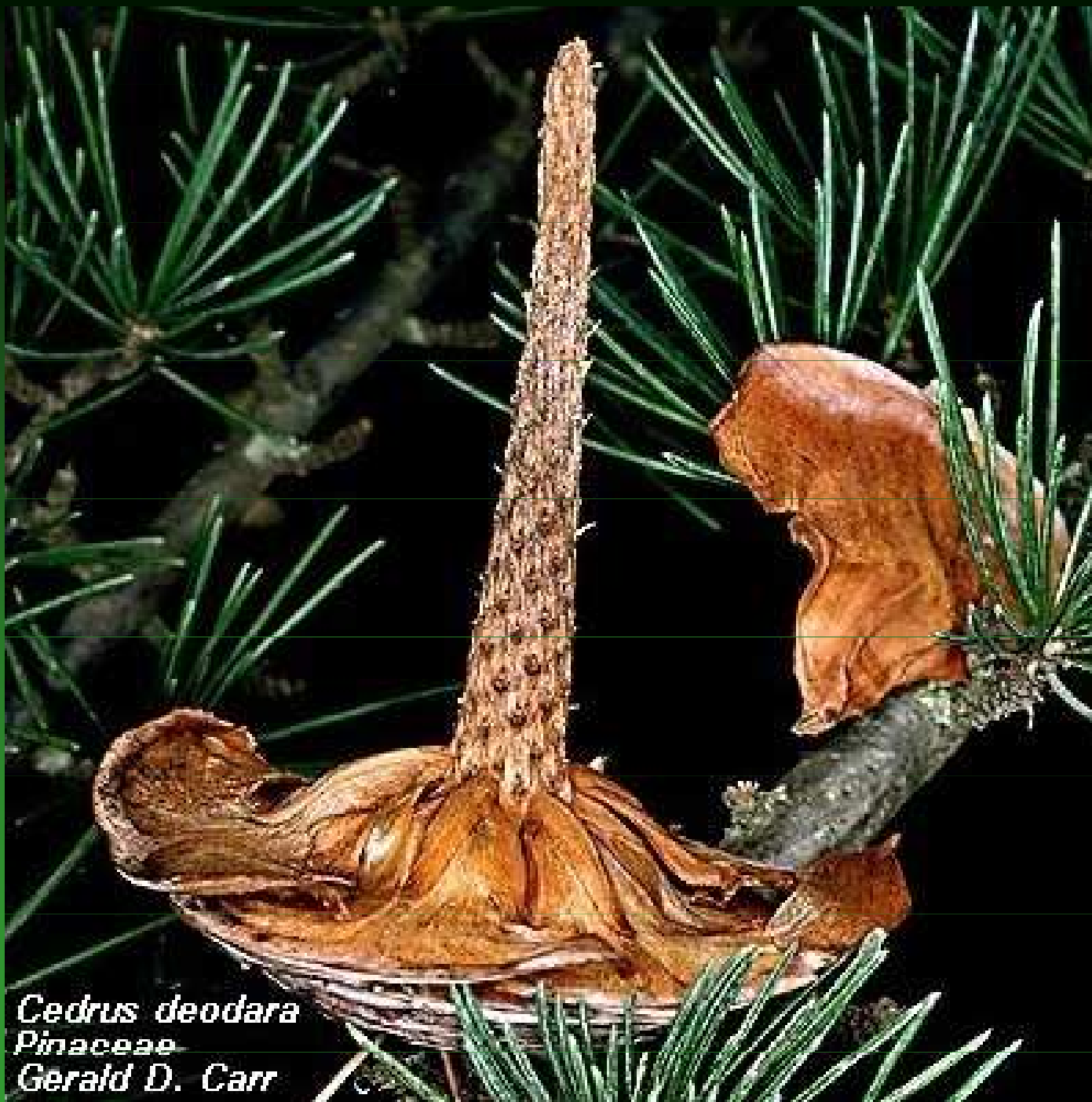
Známý je ještě *Cedrus* - cedr
jehlice v bohatých svazečcích na brachyblastech



Cedrus libani - cedr libanonský od pohoří Taurus po Libanon



rozpadavá
šišťice cedru



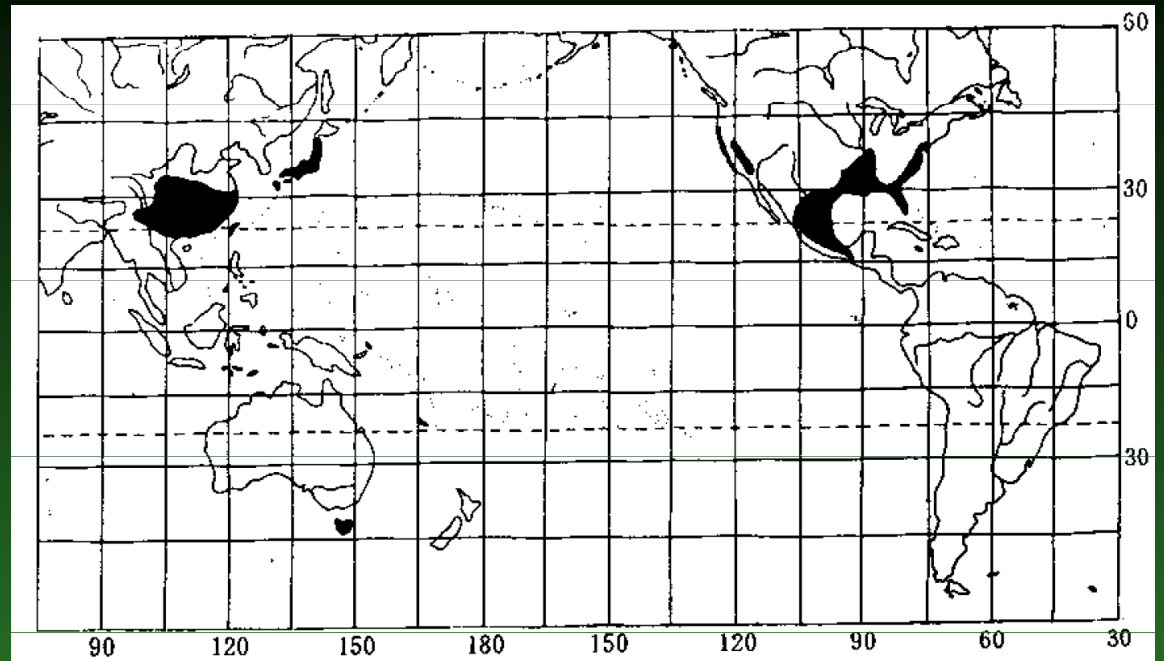
Cedrus deodara
Pinaceae
Gerald D. Carr



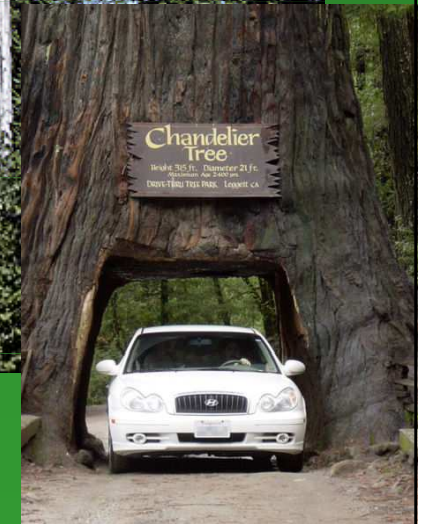
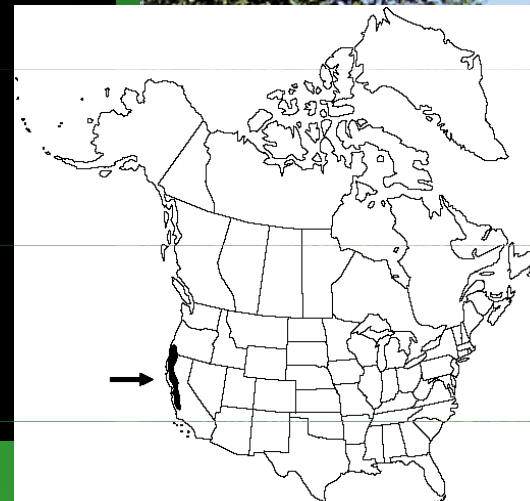
4. čel. *Taxodiaceae* - tisovcovité

9/15, u nás 0;

obrovské stromy;
listy šupinovitě, nebo krátce
jehlicovité;
mikrosporofyly s 2-9 praš.
pouzdry,
pyl bez vaků,
semena bez křídel
borka až 1 m silná chrání
stromy před požáry, které jsou
důležité pro obnovu



Sequoia sempervirens -
sekvoje vždyzelená - až 110 m
vysoká původní v Kalifornii, stejně
jako následující druh.



Sequoiadendron gigantea - sekvoja obrovská

výška - až 100 m

stáří - až 4.000 let

objev - náš botanik Tadeáš Haenke 1791

Sierra Nevada - národní park (zal. 1890)



Taxodium distichum

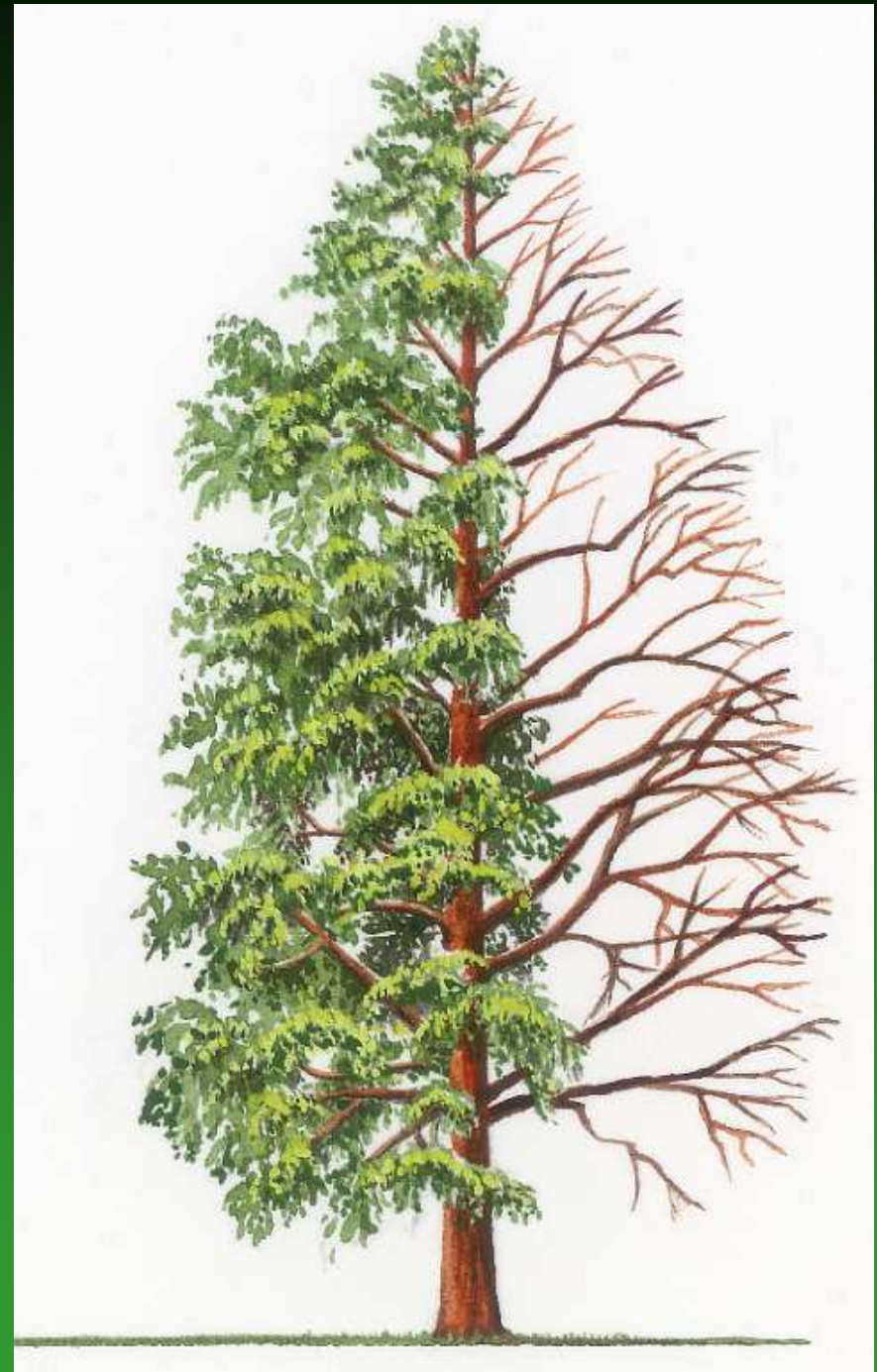
- tisovec dvouřadý
- dole silný kmen
- vertikální dýchací kořeny – pneumatofory (až 30 m vys.)

Původní v Golfském zálivu - od Floridy po Mexiko



Metasequoia glyptostroboides

Střední Čína - objevená až roku 1941 v
 prov. Hubei a Hunan, do té doby známá
 jen z fosilních dokladů.



Cryptomeria japonica – kryptomérie japonská

Kuželovitá koruna

ve své domovině dorůstá až 70 m při tloušťce
kmene až 4 m. Může se dožít věku i přes 7000 let!

Spirálně uspořádané srpovitě zahnuté krátké (do 1
cm) jehlice

strobily drobné do 2 cm v průměru

původní ve východní Asii



5. čel. *Cupressaceae* - cypřišovitě

stromy a keře pryskyřičné kanálky jen v primární kůře

20/130

u nás 1/1 ale řada se pěstuje



Listy - šupinovitě, vz.
jehlicovitě, vstřícně,

Strobily – drobné

Mikrosporofyly - se
2-6 prašnými pouzdry

Megastrobily –
drobné s málo šupinami,

Semenné a podpůrné
šupiny srůstají

Mikrospóry – bez
vaků,

Semena – bez křídel



U nás jen *Juniperus communis* - jalovec obecný - ten byl dříve zvláště na pastvinách značně rozšířen, dnes je na ústupu.

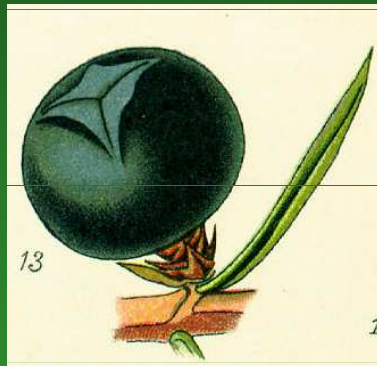
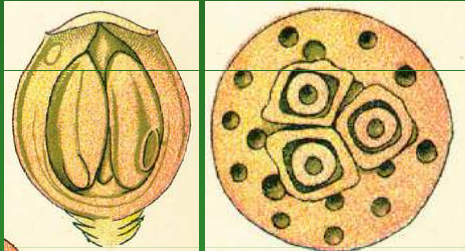
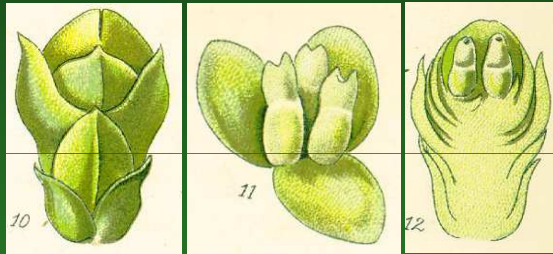
- jehlice v trojčetných přeslenech

- v semenné zralosti terminální semenné šupiny zdužnatí a srostou, tím se vytvoří zdužnatělá šištice = galbulus vzhledu bobule, sloužící k endozoochorii.



Juniperus communis – megastrobily s křížmostojnými šupinami

na vrcholu 3 vajíčka,
každé v paždí semenné
šupiny, tyto tři terminální
šupiny zdužnatí a srostou
v galbulus vypadající jak
bobule



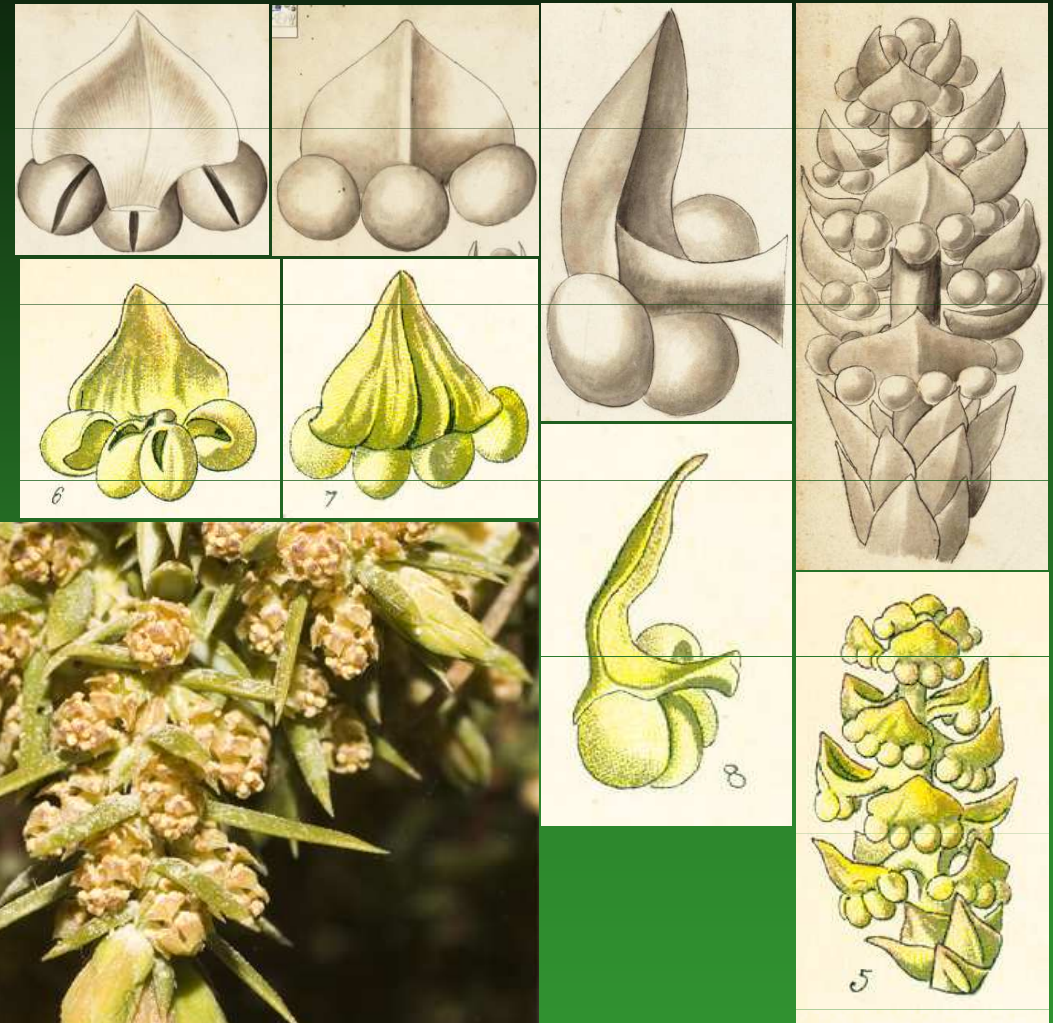
počet
zdužnatělých
šupin může být u
různých druhů
různý –

*Juniperus
californica*

mladý megastrobilus

Juniperus communis – mikrosporofyly v mikrostrombilu křížmostojně

Jeden mikrosporofyl nese na bázi 3–4 mikrosporangia



Jalovčinky *Juniperus communis* = koření na maso a sýry; výroba Ginu a Borovičky.



Z dřeva *Juniperus virginiana* se vyrábějí tužky a získává se z něj olej pro imersní objektivy.



U nás se často pro okrasu a v živých plotech pěstují cypřišky (*Chamaecyparis*) a zeravy (*Thuja*)



6. čel. *Taxaceae* - tisovité

5/20 u nás jen 1/1,

Taxus baccata - tis červený

V minulosti častější, dnes velmi vzácný a ohrožený strom.

Roste na pro jiné dřeviny nevýhodných stanovištích (skály)

Mírný až tropický pás S polokoule.

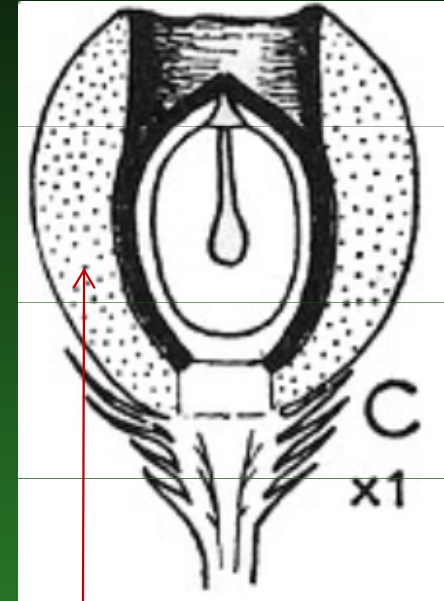
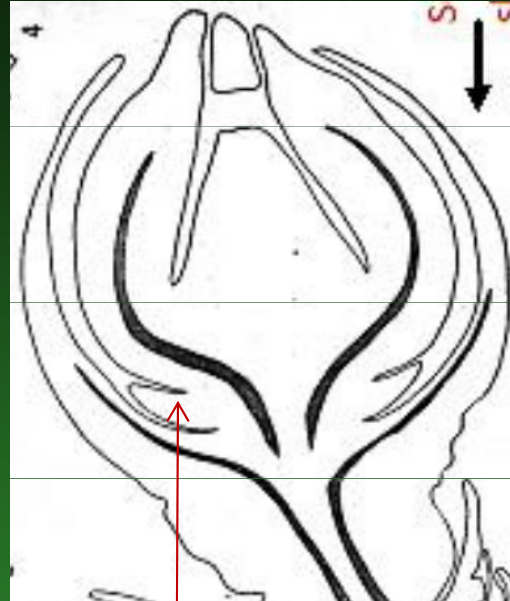
Listy jehlicovité, vytrvalé, dvouřadě uspořádané;



Zpravidla dvoudomý, ale někdy i jednodomý.



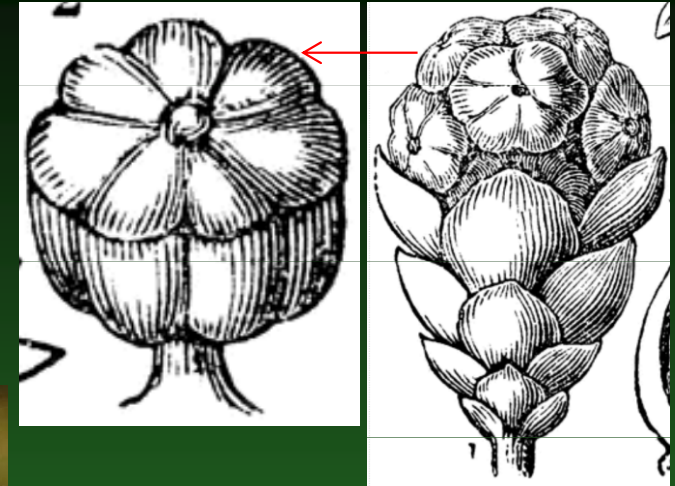
Megastrobily – drobné, jakoby pupeny s několika páry křížmostojných šupin na bázi, s jediným vajíčkem na vrcholu; mají dobře patrný mikropylární otvor s polynační kapkou



základ míšku = prstencovitý val



Mikrostrobily – malé, na bázi s několika páry křížmostojných šupin; mikrosporofyly štítkovité tvoří kulovitý strobilus, každý má na spodu 5-9 prašných vaků





Taxus baccata L.
©Thomas Schoepke

prstencovitý val srůstající pod vajíčkem se mění
době zralosti na červeně zbarvený míšek -
epimacium, který obklopuje téměř celé semeno.

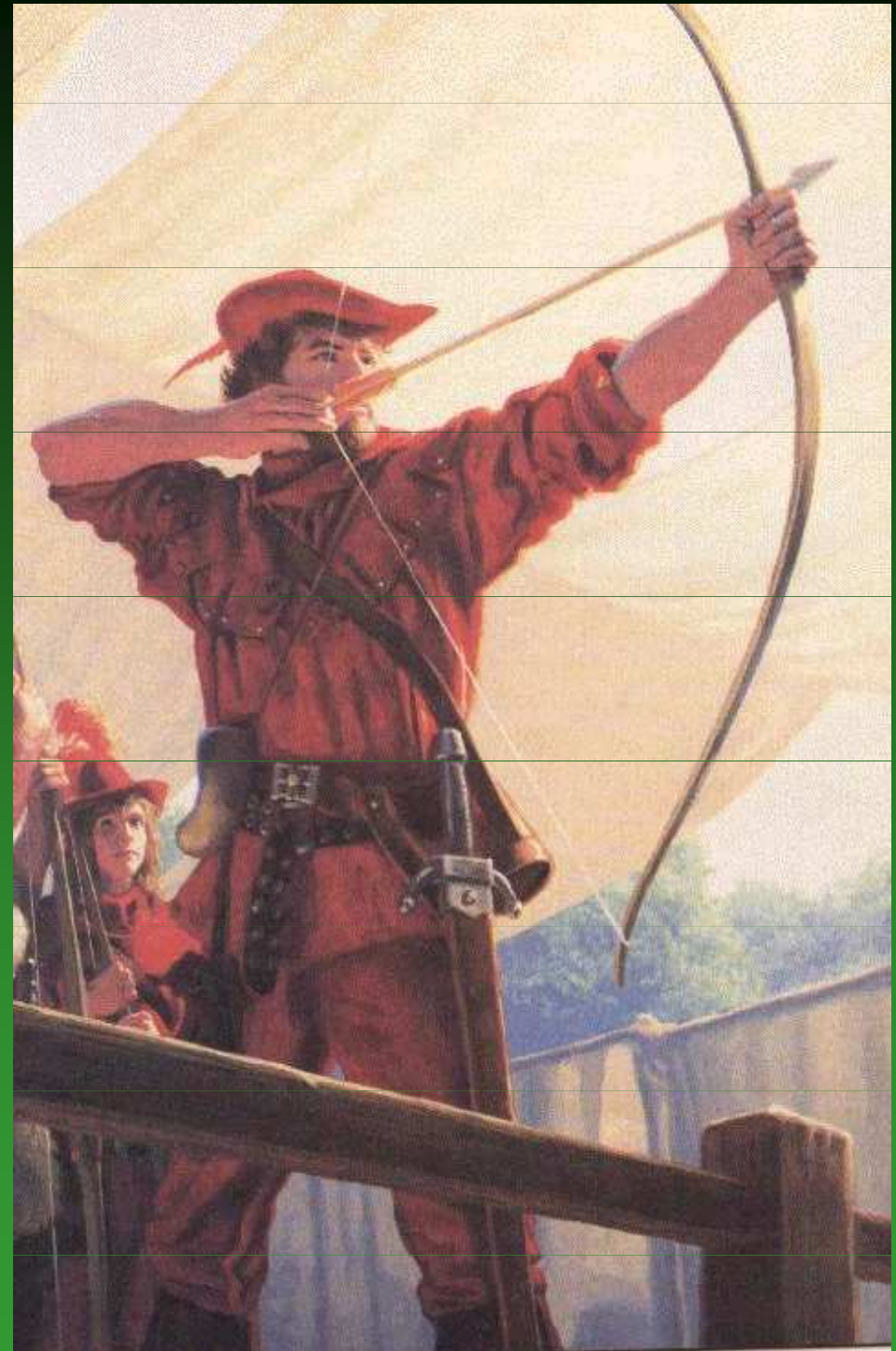
Dřevo tisu

výroba luků a kuší

v nábytkářství "německý eben"

ve středověku se
vyváželo i do Anglie

Ze severoamerického
Taxus brevifolia vyráběli
svá vesla, oštěpy a luky
indiáni.

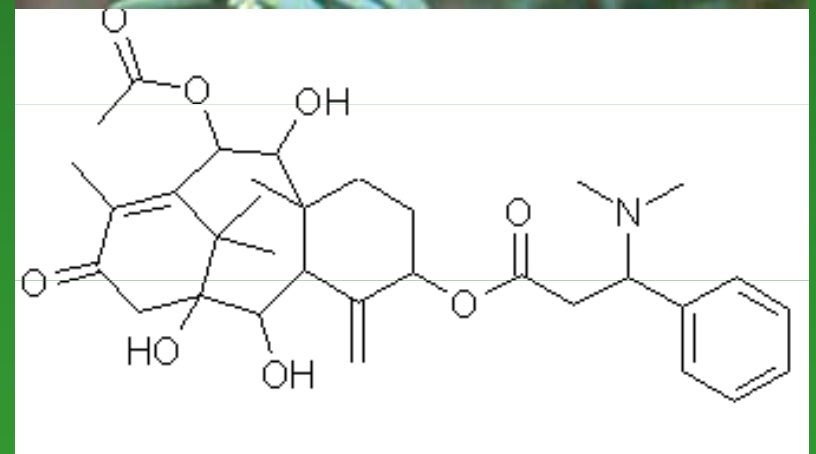


Celá rostlina s výjimkou dužnatého míšku obsahuje jedovatý alkaloid taxin. (ochrnutí dýchacího svalstva, mozkové edémy, smrt).

Dále obsahuje i glykosid taxatin.

Míšek sladký nejedovatý, semena prudce jedovatá.

Na některé ptáky a hmyz však jed nepůsobí (endozoochorie). Používán od středověku jako abortivum.



Taxin B

6. tř. *Gnetopsida* (liánovce)

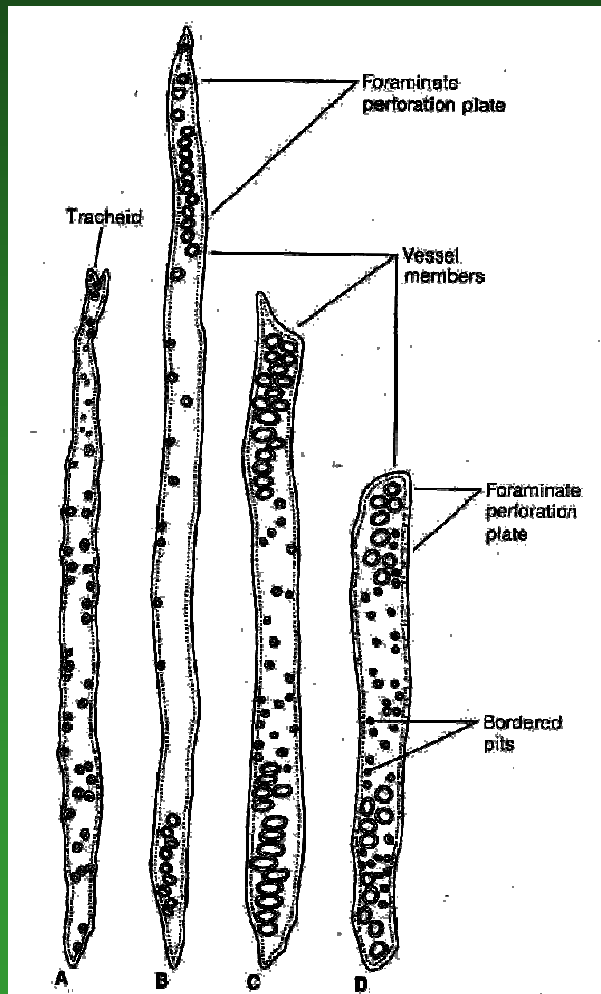


Dvoudomé i jednodomé dřeviny rozmanitého vzhledu, spíše nižšího vzrůstu

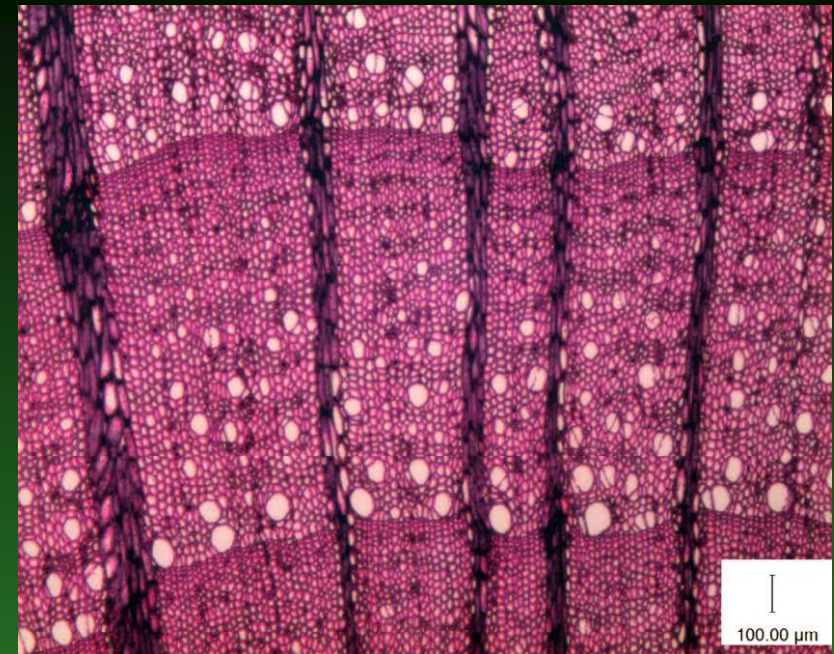


Cévní svazky – eustélické

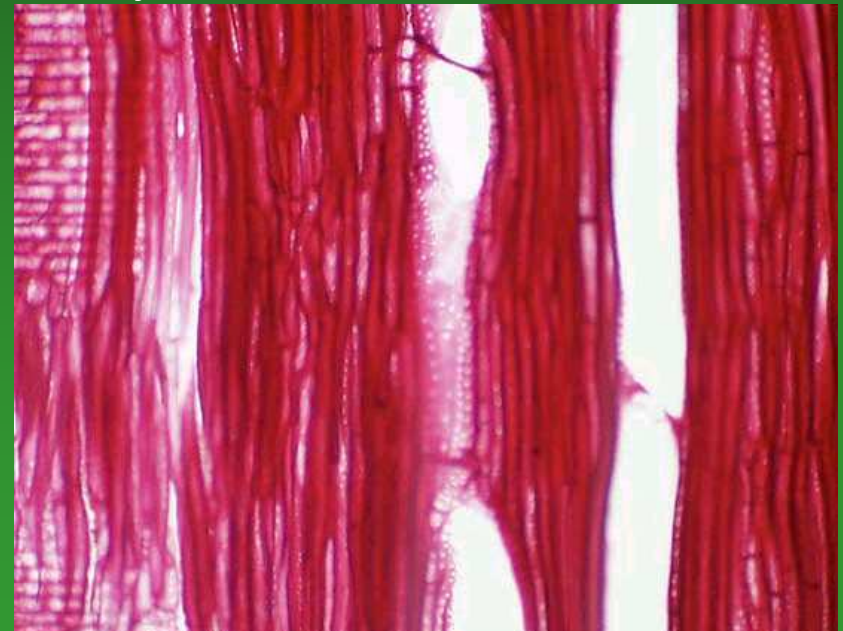
- kromě tracheid mají i atypické tracheje
- dřevo bez pryskyřičných kanálků



Ephedra californica



Ephedra trifurca - příčný řez stonkem s trachejemi v mladších částech letokruhů



Listy velké, jednoduché, rozmanitého tvaru, **vstřícně postavené**

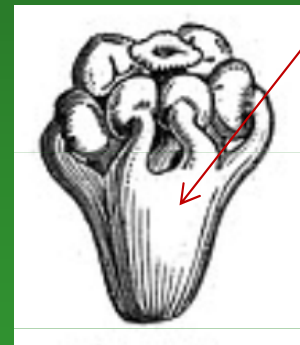
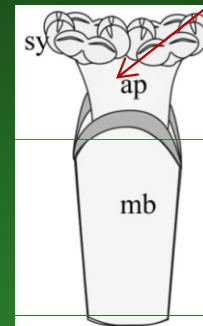
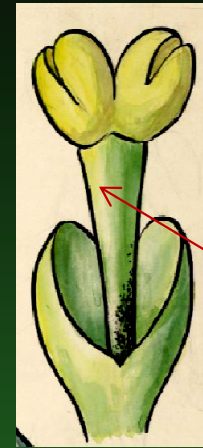


Mikrosrobily

- s přeslenitými límečky

nebo

- s křížmostojnými šupinami



Mikrosporofyly

= „tyčinky“

„nitkami“ srůstají ve sloupek

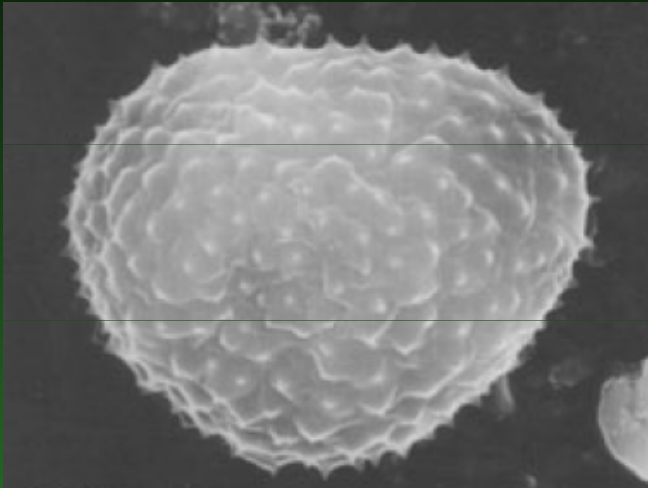
nebo

„baňku“

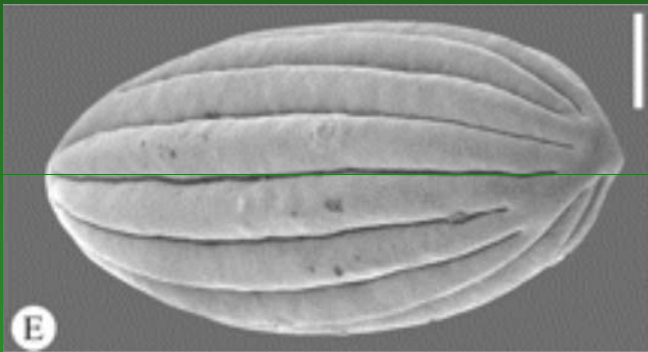
- na vrcholu nesou jedno až několik synangií

- mikrosynangia 2-3 pouzdrá

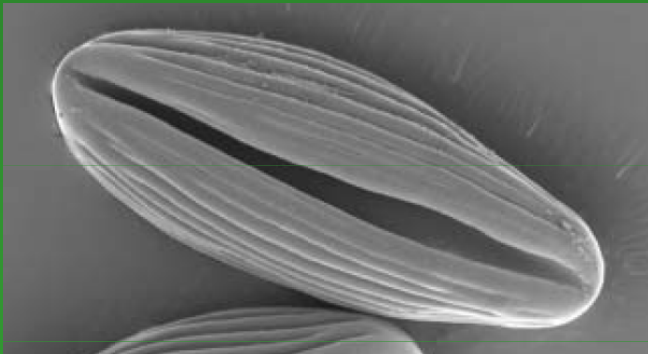
Pyl bez vzdušných vaků



Gnetum



Ephedra

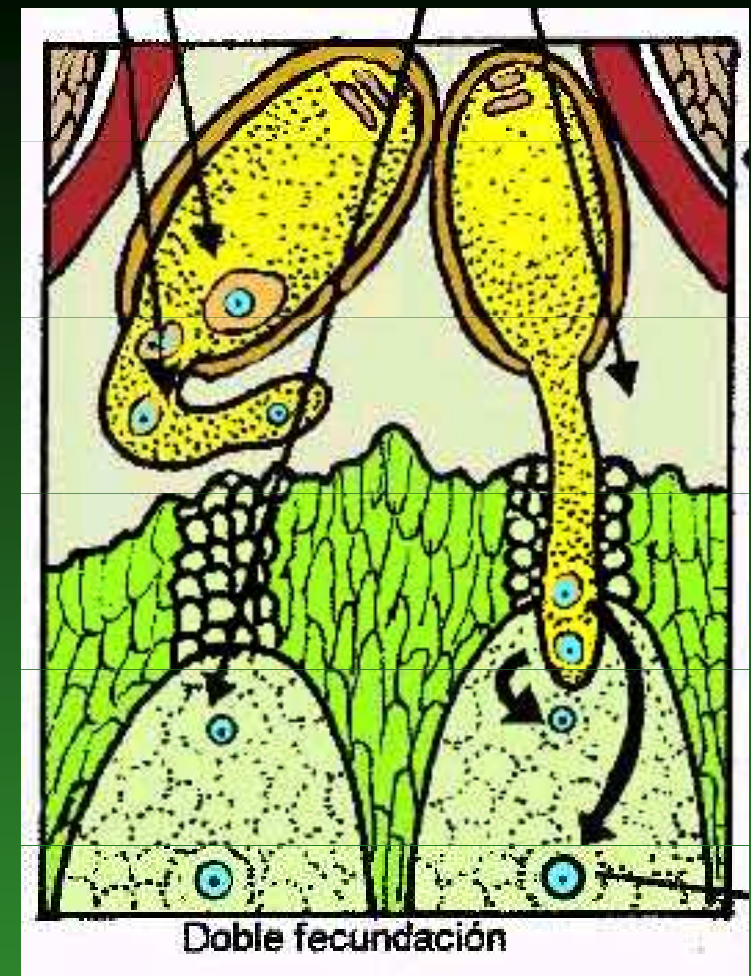


Welwitschia

„Dvojit oplození“

(*Ephedra* a *Gnetum*)

- Jedna ze spermatických buněk z pylové láčky splyne s buňkou vaječnou → standardní zygota → embryo
- Druhá spermatická buňka splyne s břišním kanálovým jádrem → nadbytečná zygota,
- Nadbytečná zygota se může dokonce několikrát mitoticky rozdělit a hrát roli při iniciaci diferenciaci standardního embrya

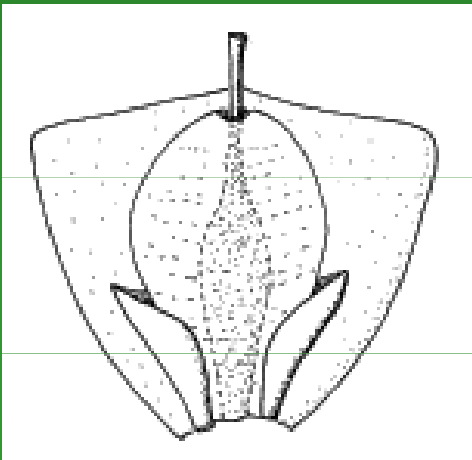
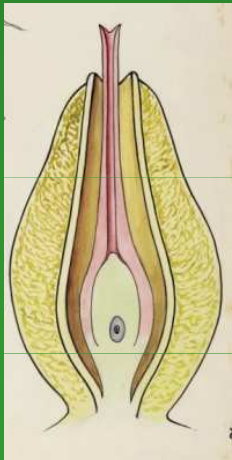
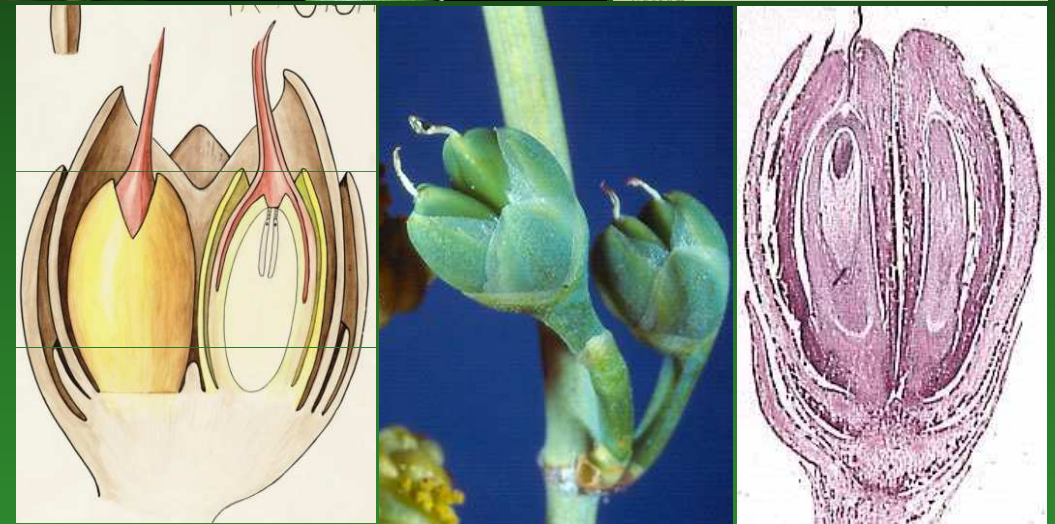


Samičí strobily s křížmostojnými šupinami nebo límečky



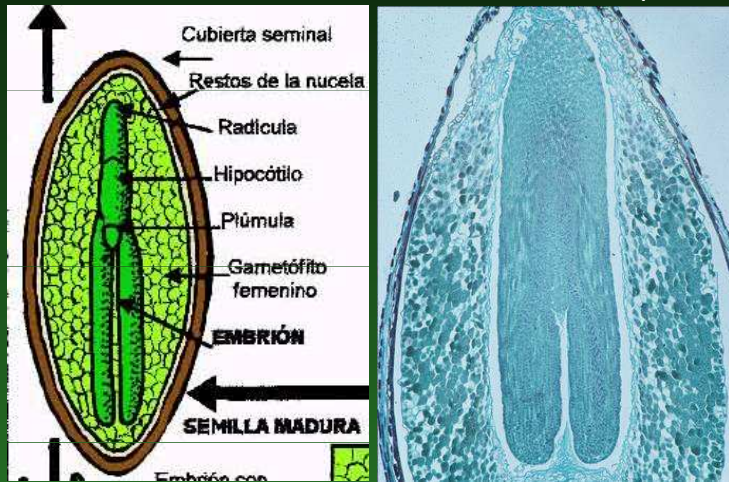
Vajíčka

- chráněná dalšími 1–2 obaly
- také šupiny strobilů vajíčka chrání
- integument protažen v polinační trubku vyčnívající z vaječných obalů nebo ze strobilu

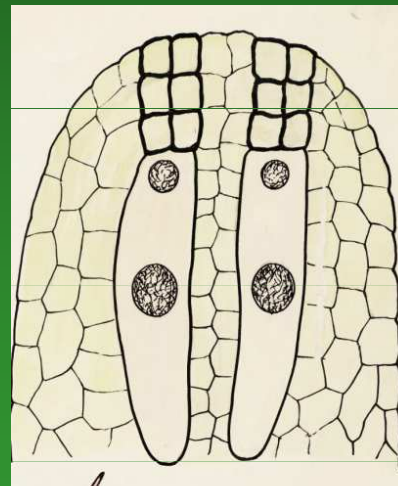
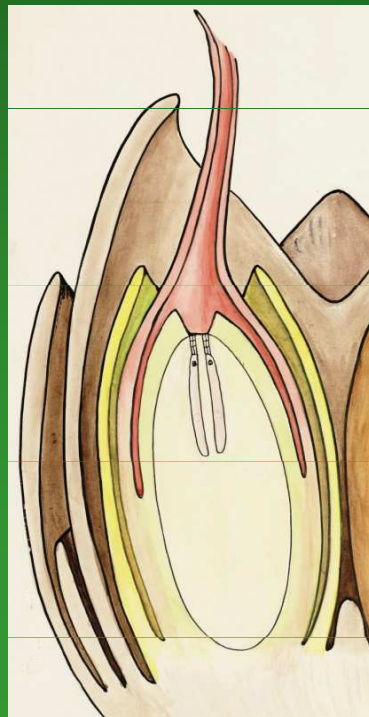
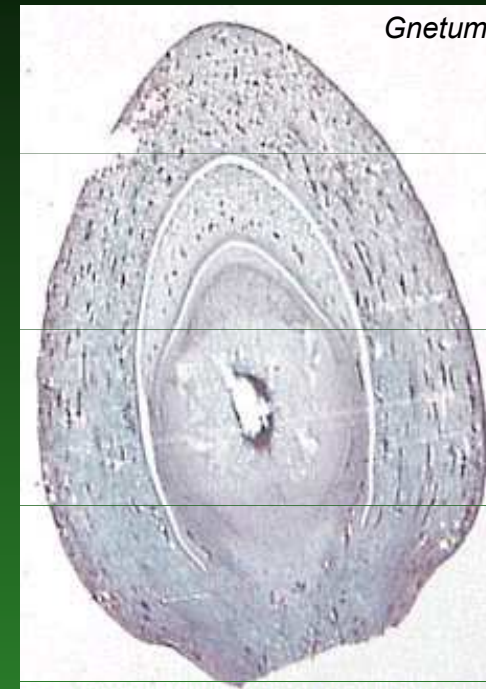


Embryo se 2 dělohami

Ephedra



Archegonia vyvinuta jen u
rodu *Ephedra*
U rodů *Gnetum*, *Welwitschia*
redukovaná na nahé oosféry

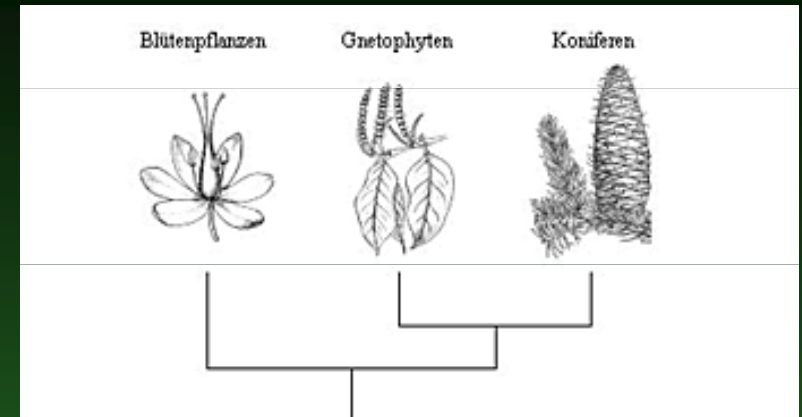


Fylogenetický původ a historie

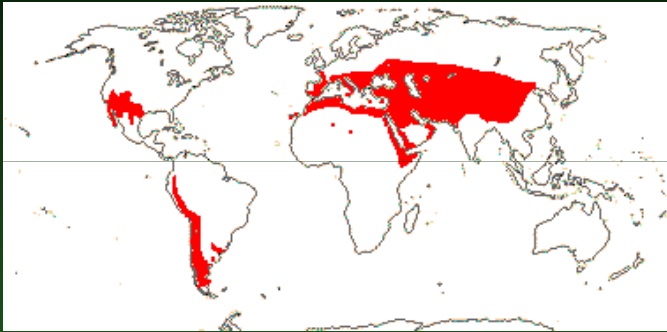
poprvé ve spodní
juře

dnes jejich zástupci
tvoří 3 izolované
rody - ve třech
samostatných
podtřídách

sesterská linie odd.
Pinopsida



1. čeleď *Ephedraceae* - jediný rod *Ephedra*; 1/40



Keře v aridních (suchých) oblastech v Evropě, Středozeří, Stř, Asii, Sev. a Již. Americe.

Na Slovensku ojedinele u Štúrova.



větévky článkované, asimilující

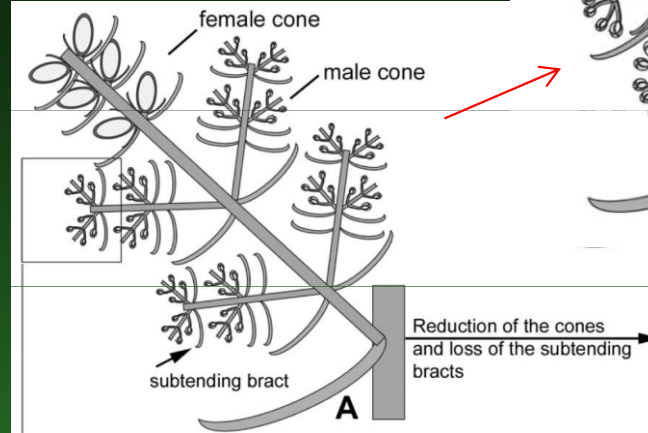
listy drobné, šupinovitě,
křížmostojné, v pochvy srostlé;



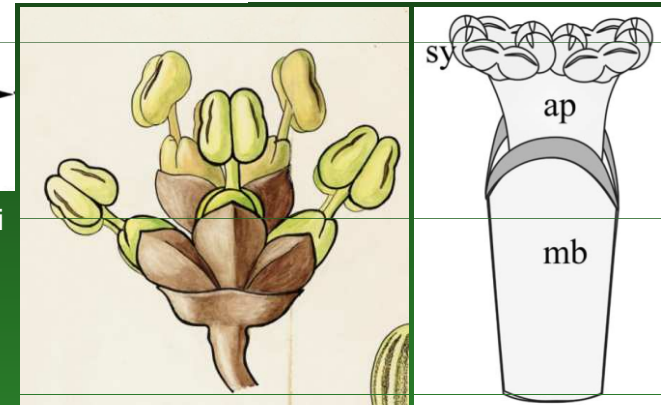
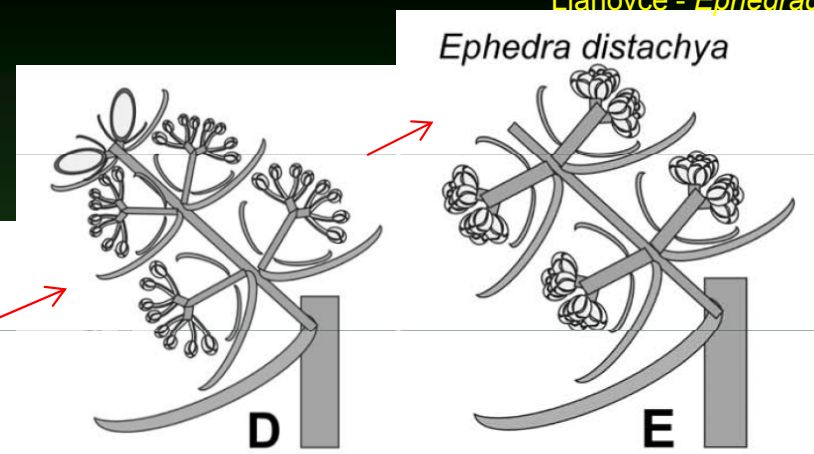
Mikrostrobilus má 8–12 synandrií (= mikrospoangioforů)



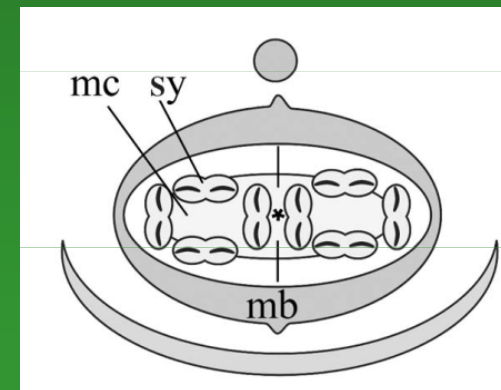
Evuce mikrostrobilu u *Ephedra*



Hypotetický ancestor s oboupohlavnými šišticemi

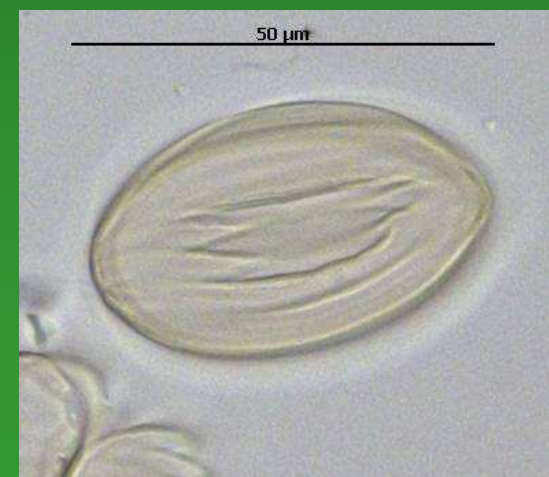
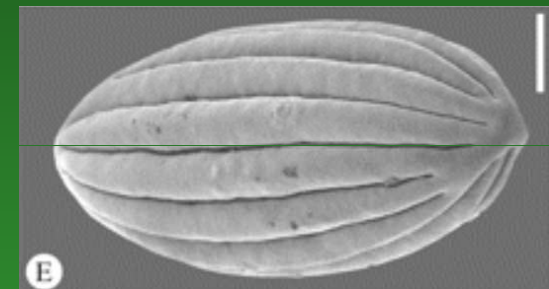
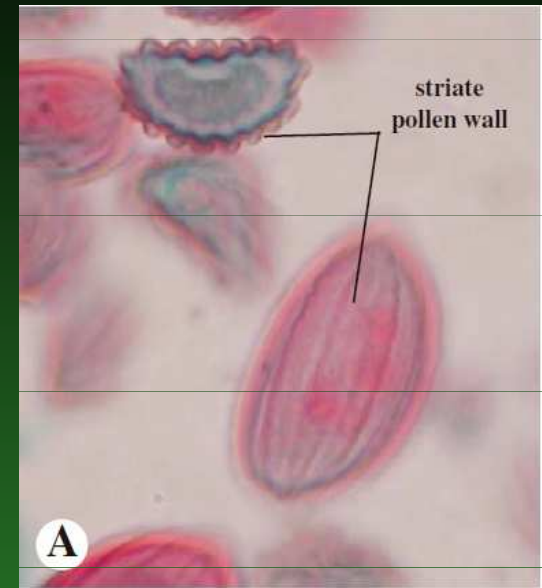


Synandrium vzniklo srůstem 4 nebo 8 tyčinek =
každé nese 4 nebo 8 dvoupouzdrých synangií

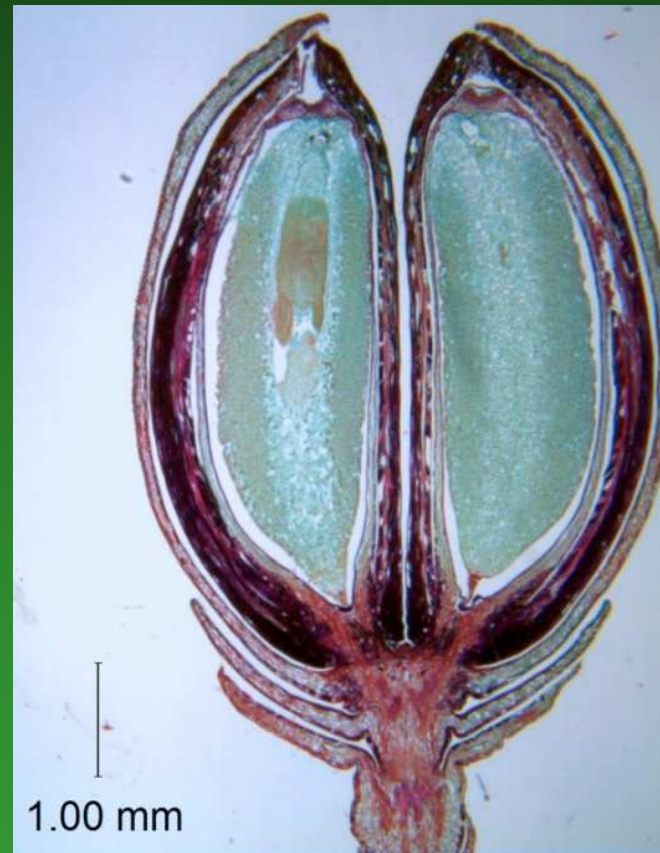


Synandrium podepřeno dvěma srostlými
vstříčnými listeny
Navíc leště jednou šupinou (listenem)

Pyl chvojníků má charakteristický striátní povrch



V megastrobilu obvykle 2 vajíčka
v zárodečném vaku 2 archegonia



Semena

- hnědá až černá, jedovatá
- obalená zdužnatělými šupinami megastobilu
- červené až bělavé barvy



Ephedra aphylla



Ephedra aphylla



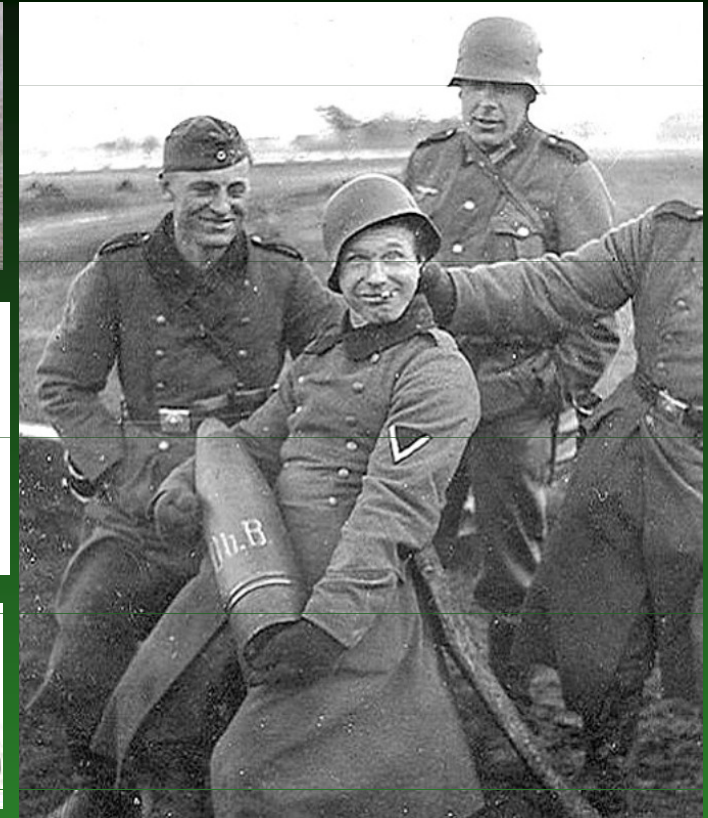
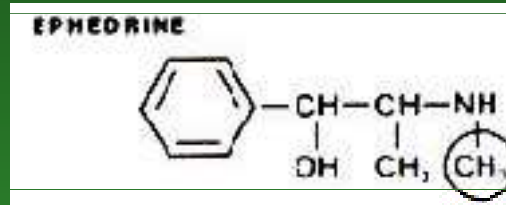
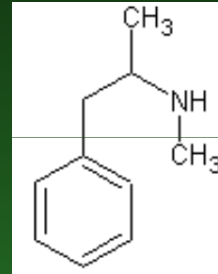
Ephedra ciliata



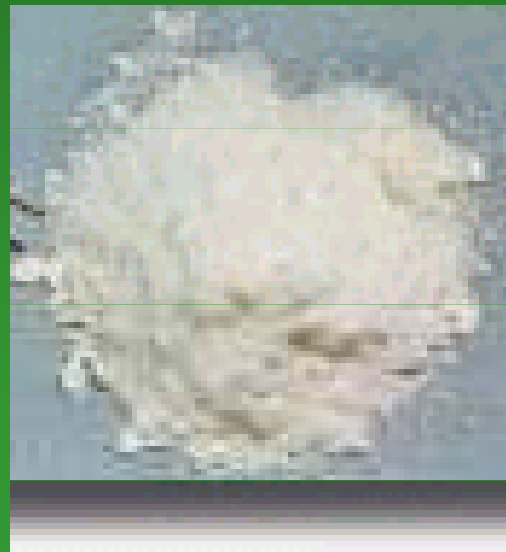
Ephedra frustillata



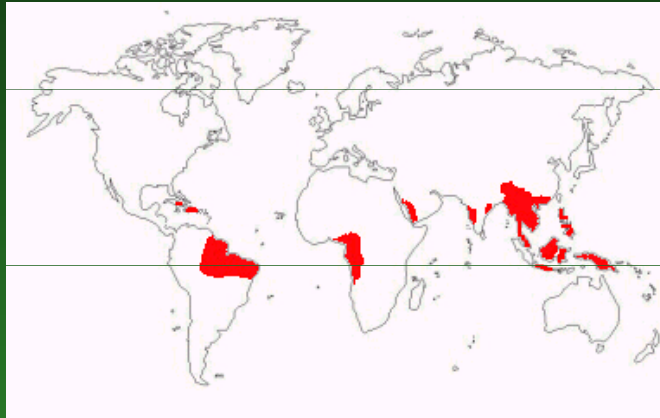
pervitin



Alkaloid ephedrin bývá součástí antitusik. Vyrábí se však synteticky (používán také jako surovina při výrobě pervitinu).

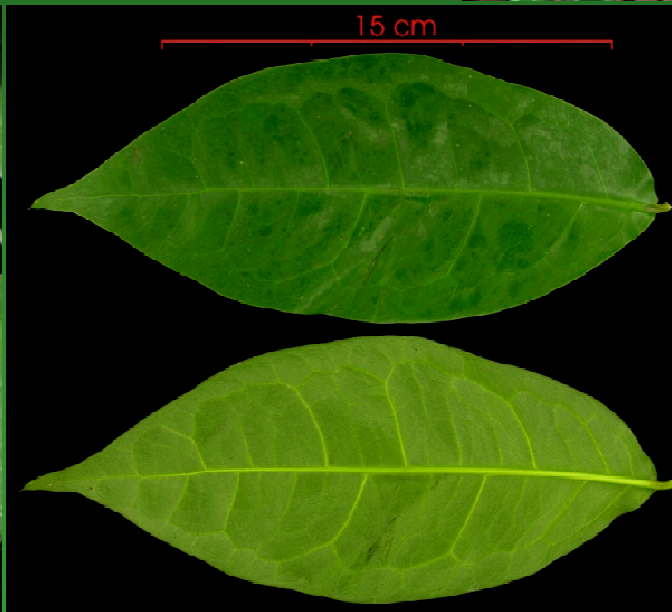


2. čel. *Gnetaceae* 1/30;
většinou dvoudomé dřeviny -
liánovité, stromovité až
keřovité; listy kožovité, široce
kopinaté



Listy

- lesklé, kožovité,
- široce kopinaté
- vstřícně postavené
- se zpeřenou žilnatinou

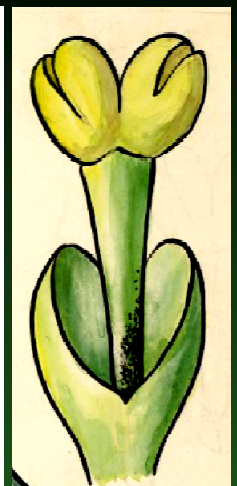
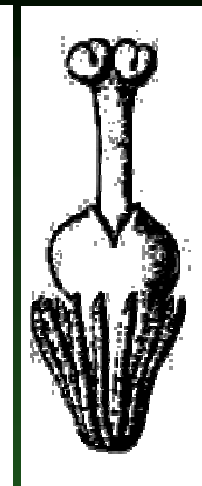
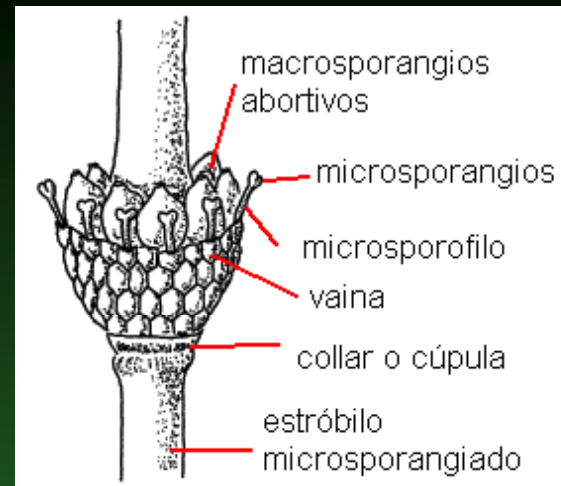


Samčí strobily

- jehnědovité, s „tyčinkami“ v přeslenech, chráněnými límečkem ze srostlých šupin

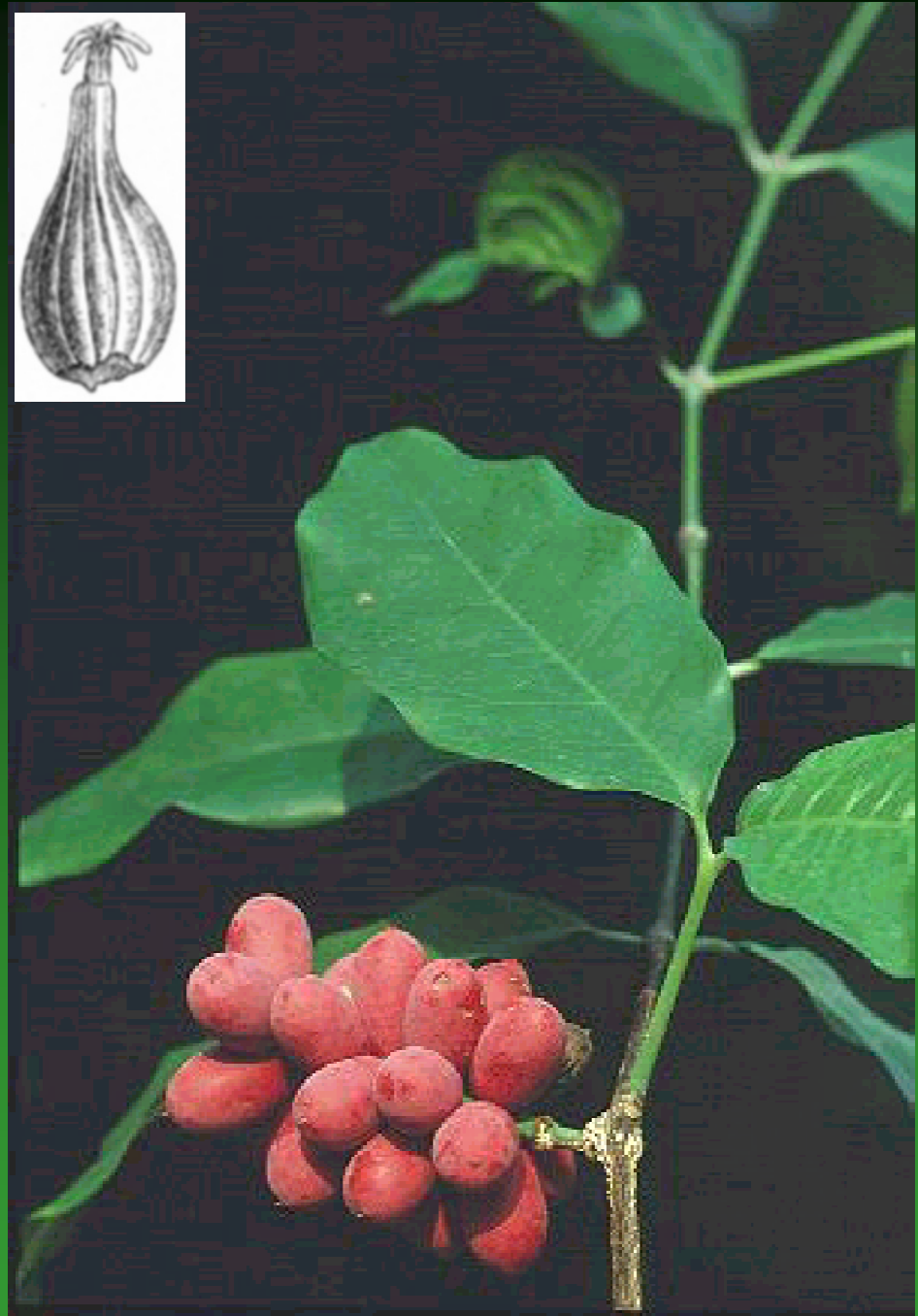
„tyčinky“ = nitka + dvoupouzdré synangium

báze nitky - obalena pochvou (= srostlá dvojice šupin) a věnečkem trichomů



Samčí šištice rovněž s límečky šupin

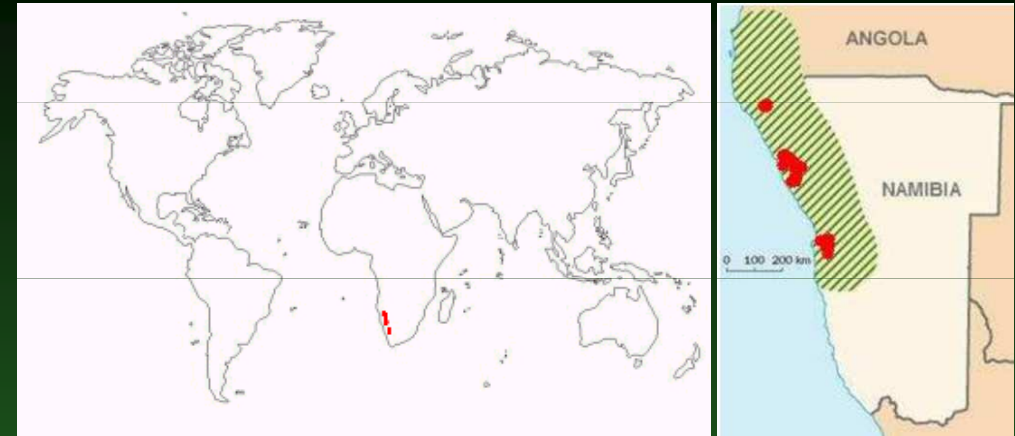
Archegonia se nevytvářejí semena s dužnatým obalem (pěstují se proto v JV Asii jako ovoce (*Gnetum gnemon*))



Gnetum gnemon pěstuje se v JV Asii jako ovoce



3. čel. *Welwitschiaceae*,
 monotypická až do druhu
Welwitschia mirabilis. Roste v JZ Africe,
 v poušti Namib v Angole.



Objevil ji tam v 19.
 století německý
 botanik Friedrich
 Welwitsch



Dvoudomá rostlina - z dálky připomíná habitem hromadu odpadků - není to ani keř, ani strom ani bylina.





Kmen - nízký (0,5 m vysoký a až 1,2 m široký) řepovitého tvaru, hypokotylního původu; kořen křulovitý, ca 3 m dlouhý



Listy jen dva na vrcholu kmene, obrovské (až 6m dlouhé, široké až 1,5 m) pentlicovité, žebnaté a silně sklerenchymatizované, takže připomínají spíše dřevo, na bázi stále rostou, na koncích se působením větru třepí a odumírají

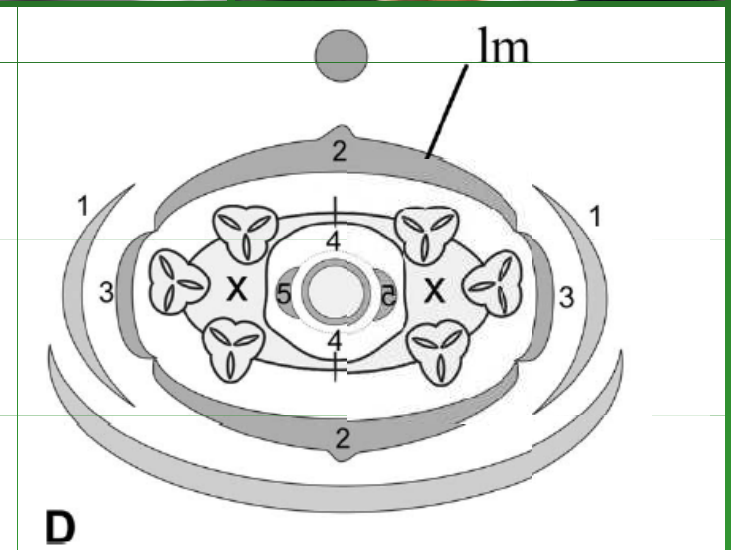
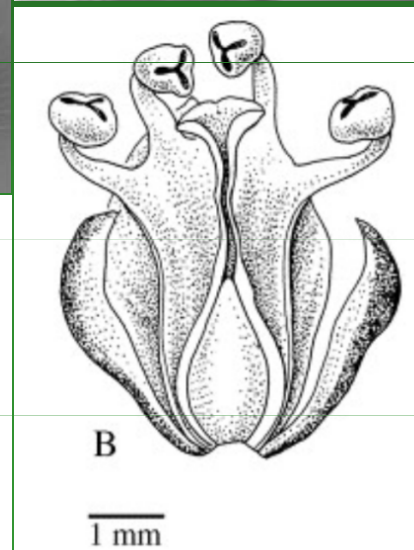
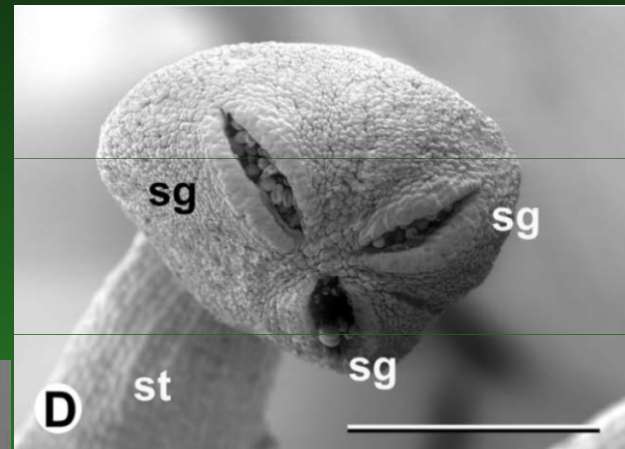
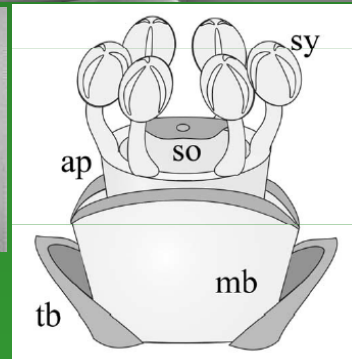
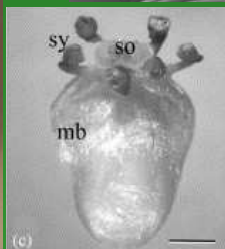
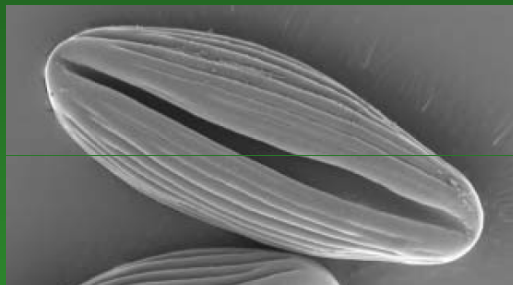


Samčí šištice ze 4 řadě postavenými šupinami



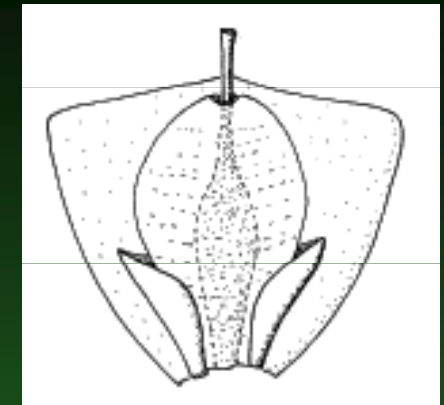
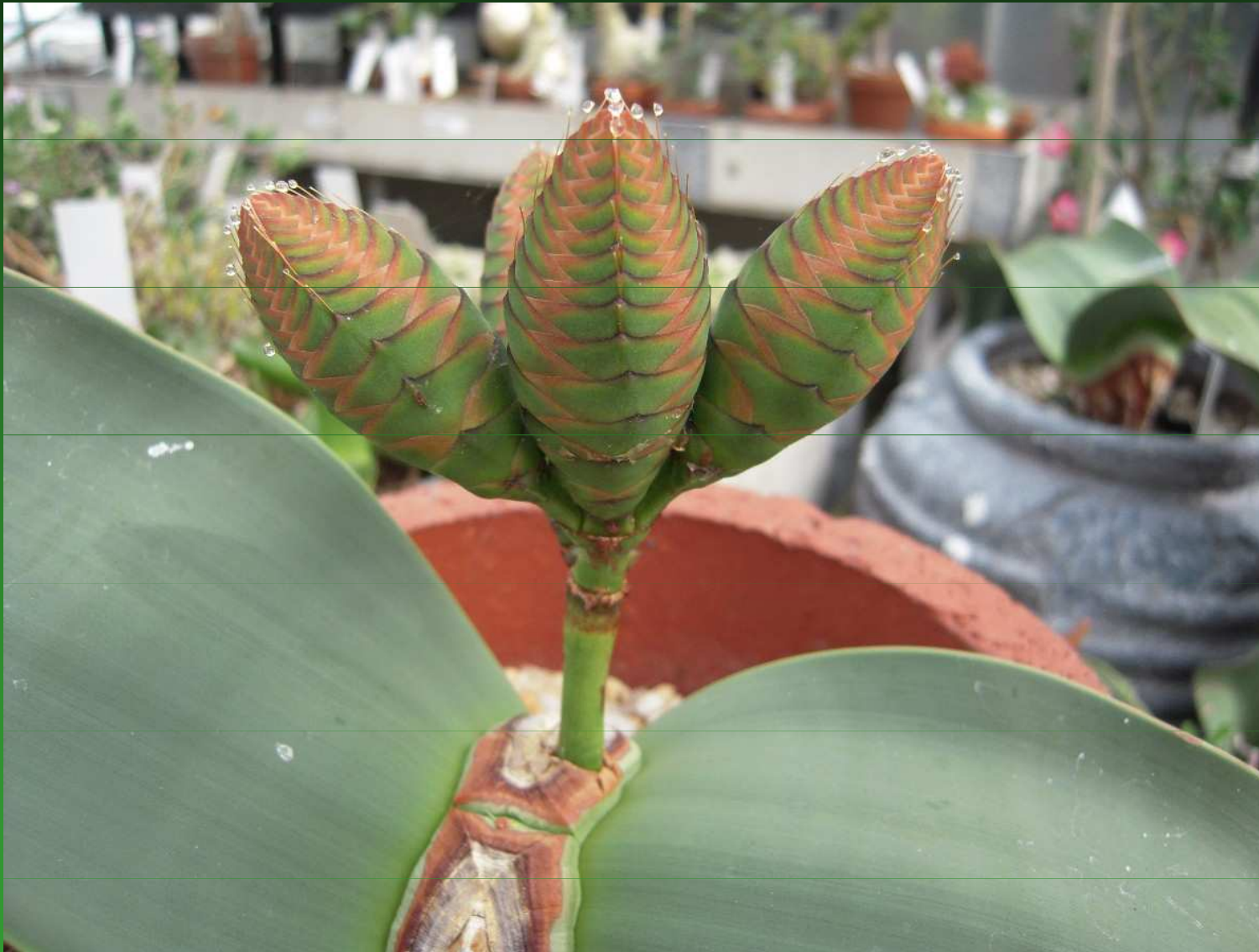
Synandrium

- Vzniklo srústem 6 tyčinek srostlých k sobě nitkami
- Srostlé nitky tvoří baňkovitou „trubičku“ na obvodě jejího ústí je šest trojpouzdrých synangií
- Ve středu baňkovité trubičky je rudiment vajíčka
- Synandrium je na bázi podepřeno 3 páry křížmostojných šupin (2 + 2 nejvnitřnější srůstají) a dále ještě jednou vnější šupinou
- pyl monosulkátní



Samičí šištice

- 4-řadé;
- v paždí každé šupiny po jednom vajíčku;

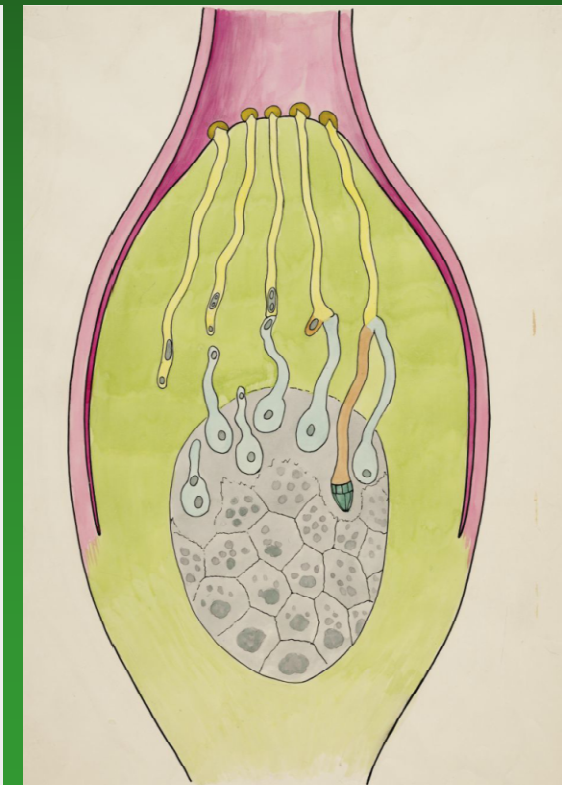
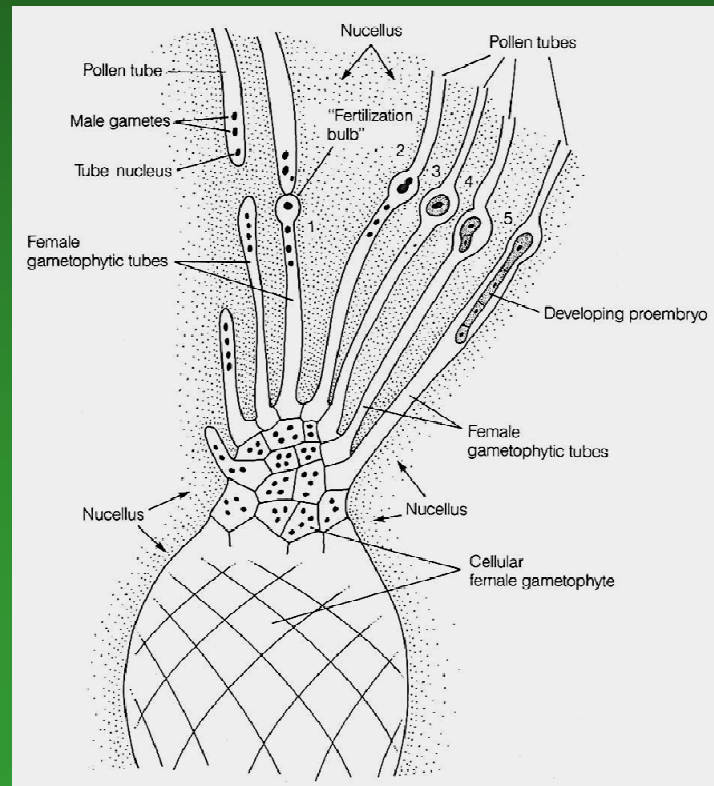


Opylení větrem nebo plošticemi *Probergrothius sexpunctatus*



Oplození – poněkud bizarní

- archegonia se nevytvářejí
- pylová láčka proroste do nucellu
- naproti ní vyrazí „vaječná“ láčka
- v místě setkání a spojení láček dojde ke splynutí jádra oosféry s jádrem spermatické buňky
- embryo roste směrem do megagametofytu



Semena okřídlená



V místech, kde se vyskytuje neprší, ale vláhu získává z husté mlhy pronikající od pobřeží do vnitrozemí. Najdeme ji proto nejdále 100 km od pobřeží.

Domoroci ji nazývají odžitumboa = velký pán, radiokarbonovou metodou bylo zjištěno, že se dožívá stáří až 2.000 let



Shrnutí: Unikátní znaky nahosemenných rostlin

odlišující je od

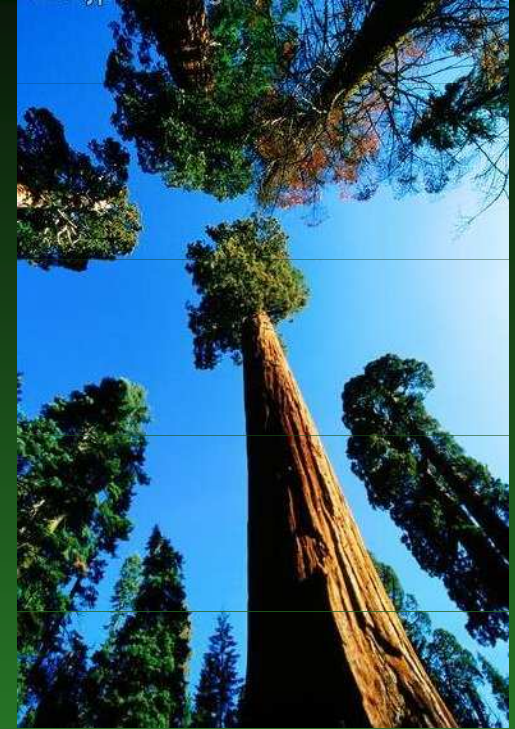
krytosemenných rostlin

1. Dřevinný charakter

dlouhověké stromy (nejstarší a nejtěžší živé organismy)

zřídka keře, nikdy byliny

Sequoia



Ginkgo

Ephedra



Juniperus

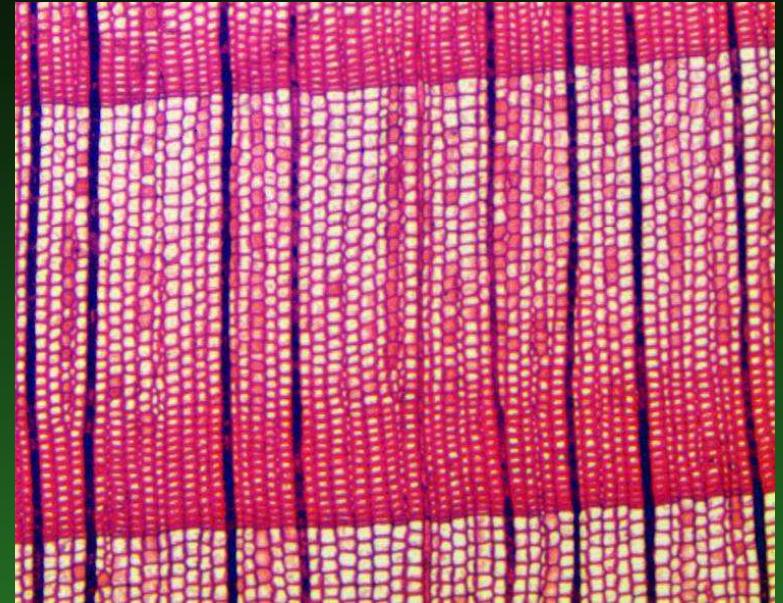


Zamia

2. Homoxylární dřevo bez trachejí

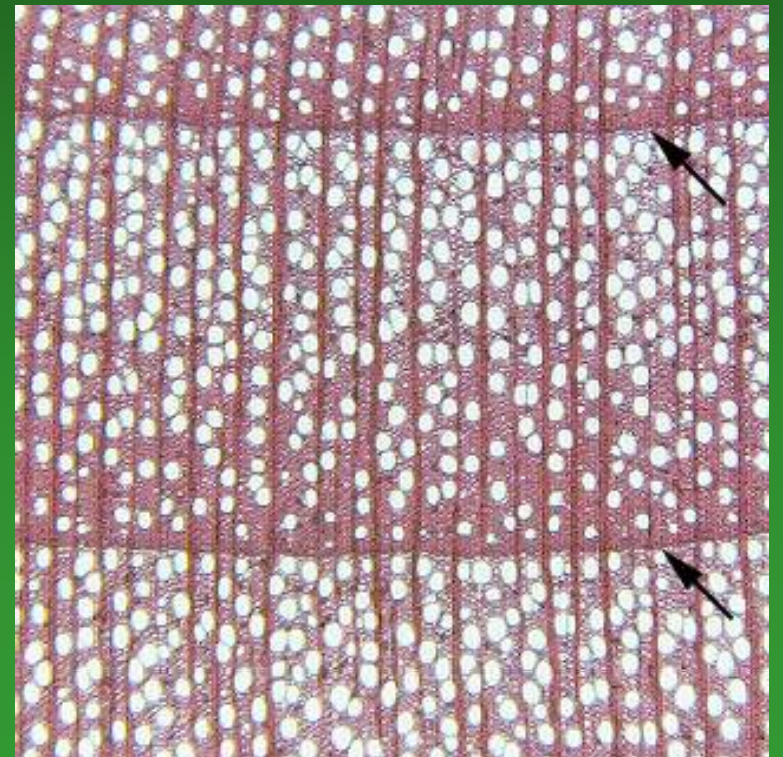
zerav (*Thuja*)
příčný řez

homoxylární dřevo bez trachejí

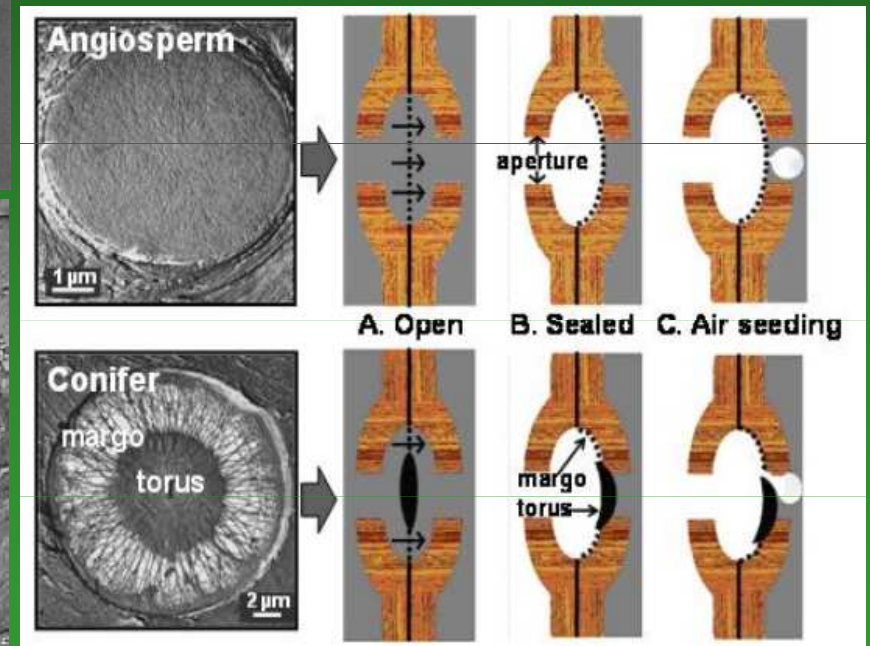
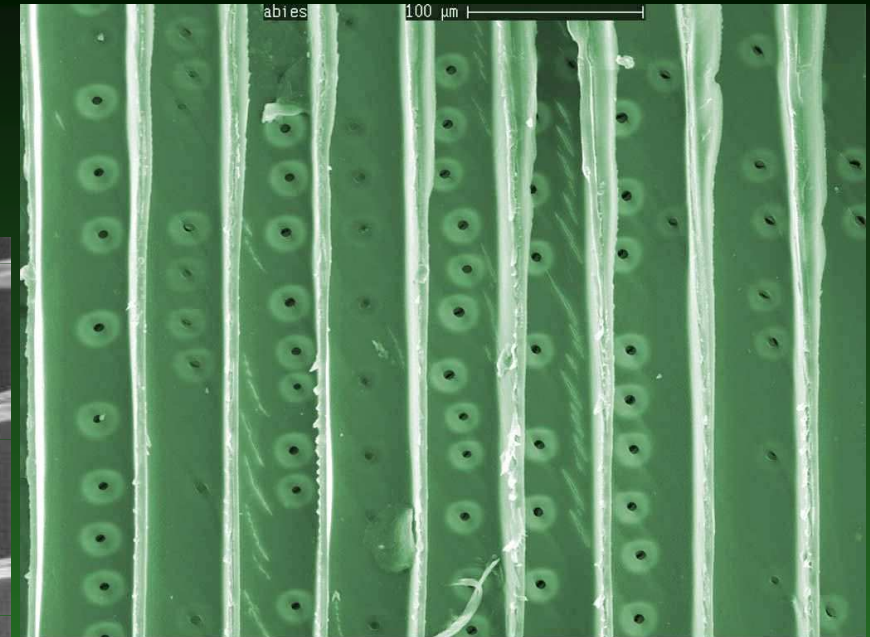
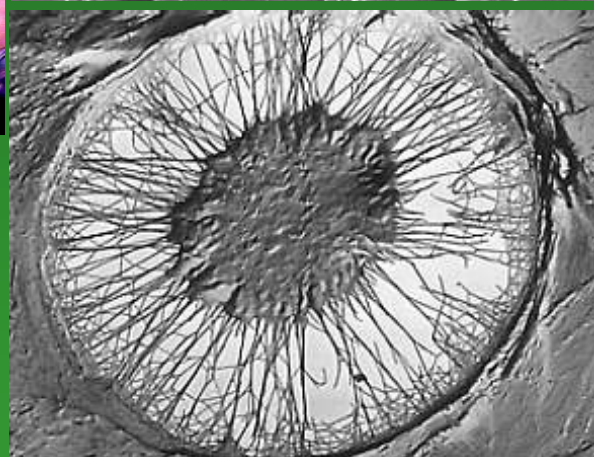
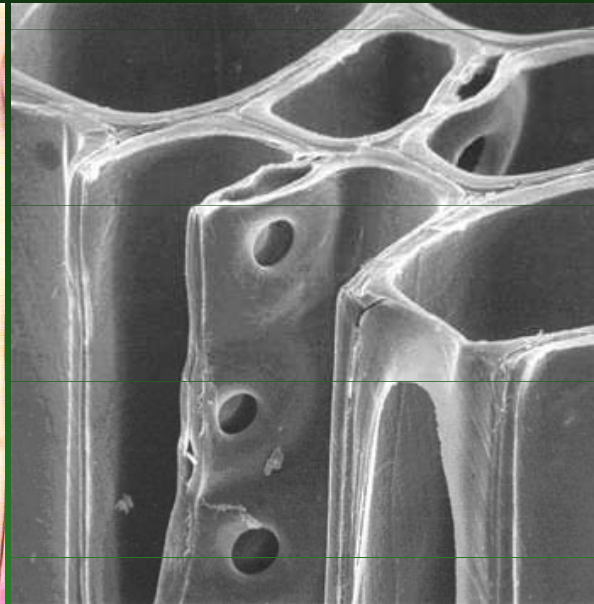
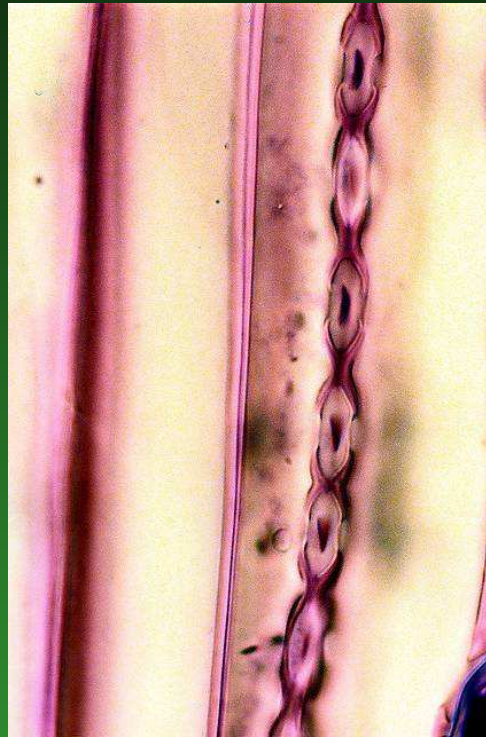


hrušeň (*Pyrus*)
příčný řez

heteroxylární dřevo s trachejemi

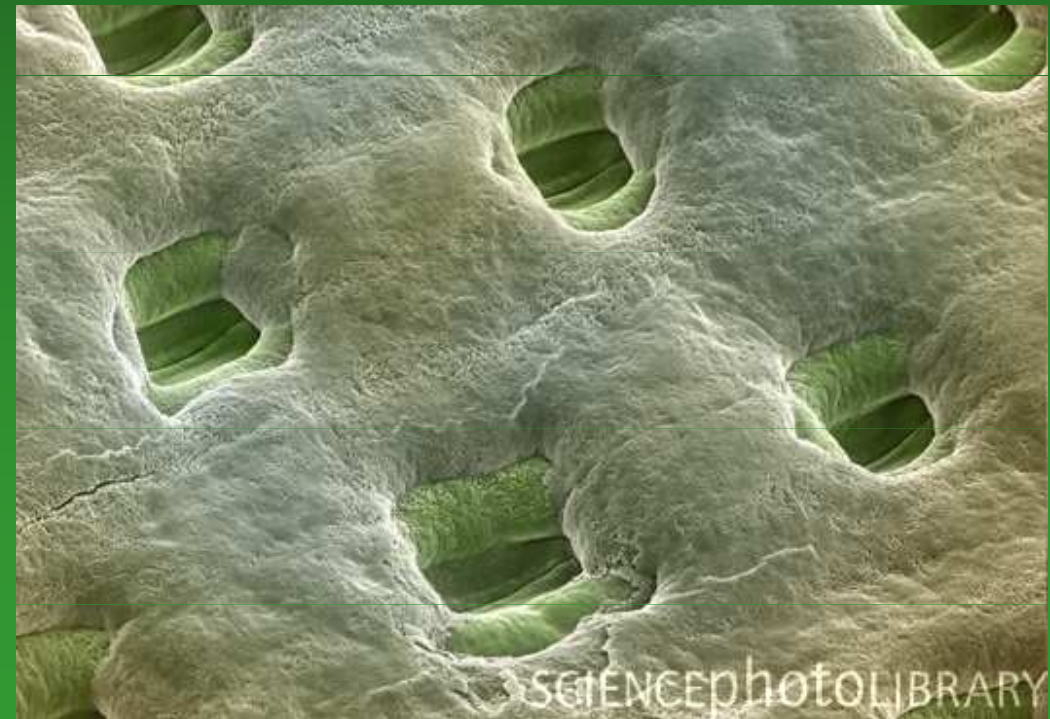
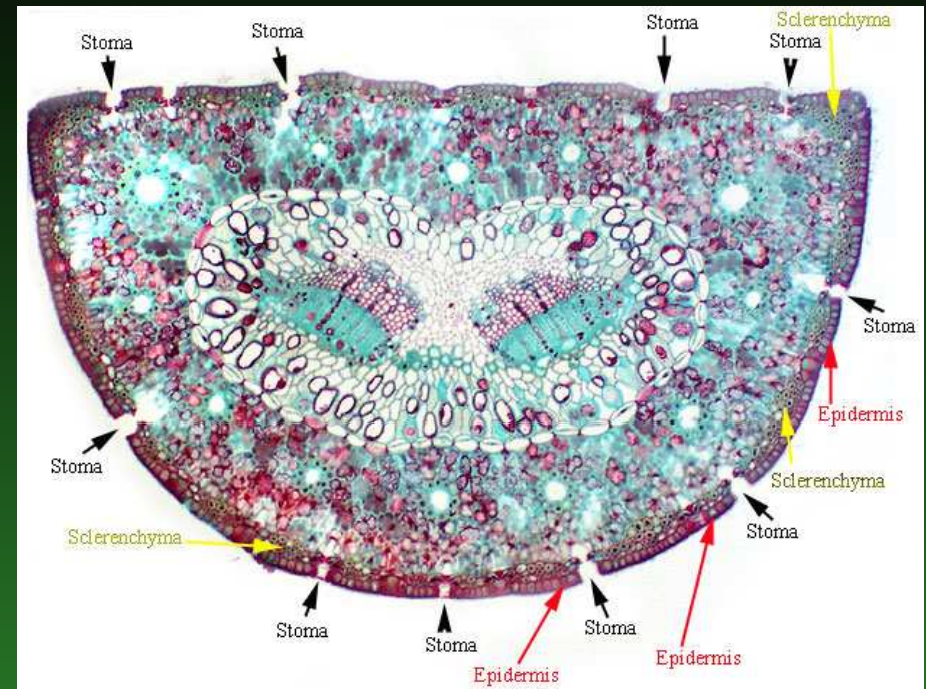


3. Tracheidy s dvůrkatými tečkami



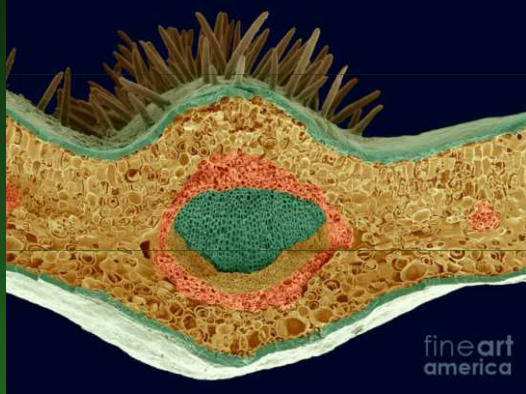
4. Xeromorfní adaptace listů

- tlustá kutikula
- zanořené průduchy
- sklerenchymatické svazky



4. Jednoduchá žilnatina listů

Cycas jediná centrální žilka v listovém úkrojků



Stangeria zpeřená žilnatina s rovnoběžnými bočními žilkami



Pinus dvě žilky jehlicovitým úkrojků listu



Zamia – souběžná žilnatina listových úkrojků



Ginkgo – vějířovitá žilnatina listů



Picea dvě žilky jehlicovitém listu



5. Generativní orgány v šišticích

(megastrobilech a mikrostrombilech)
také xeromorfní adaptace

často dvoudomé nebo
jednodomé

oboupohlavné strobily
výjmečně

tendence k redukci počtu
vajíček a mikrosporangii na
sporofylech



6. Častá anemogamie

při vzniku nahosemenných asi chyběli hmyzí opylovači

přesto v některých liniích specifická evoluce entomogamie (cykasy, liánovce; snad i *Cycadeoideopsida*)



7. Samčí gametofyt často redukovaný jen na 5 buněk, spermatozoidy velké

pylové zrno = endosporicky vzniklý nezralý samčí gametofyt = 3 buňky

Zralý samčí gametofyt = 5 buněk = prothaliová buňka + láčkové jádro + vegetativní buňka + 2 spermatické buňky

tendence ke ztrátě bičíků

tendence k dvojímu oplození (*Ephedra*, *Gnetum*)

8. Jednotná vnitřní stavba vajíček

velká vajíčka

mohutný integument

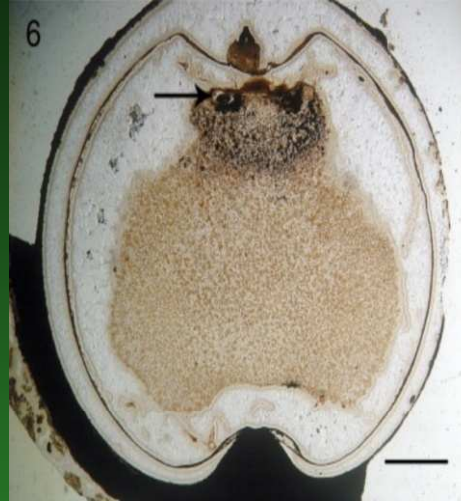
pylová komora

archegoniální komora

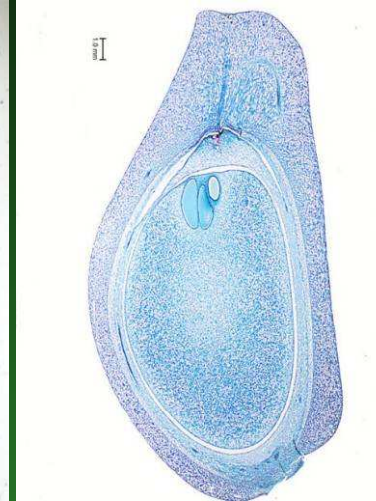
tendence od
jednoduchých archegonií
k „nahým“ oosférám

primární živné pletivo

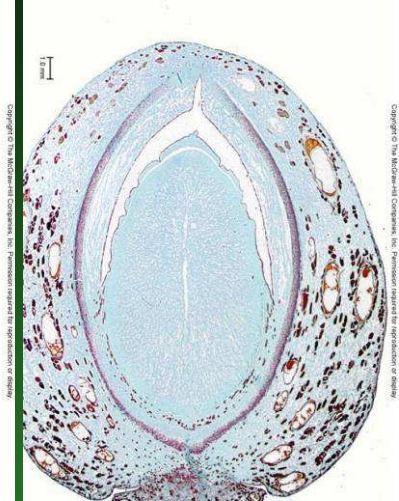
1. *Cordaites*



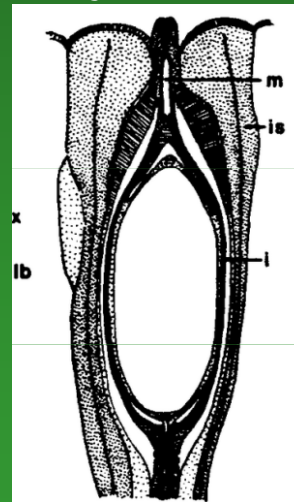
2. *Cycas*



3. *Ginkgo*



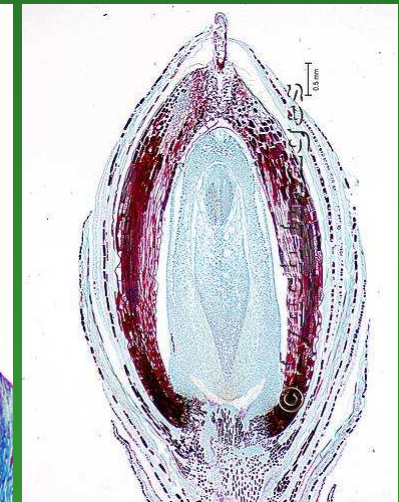
4. *Cycadeoidea*



5. *Pinus*



6. *Ephedra*



9. Polinační kapka = „blizna“ nahosemenných

Polinační tekutina = produkt nucellu

Stimuluje pyl vlastního druhu, potlačuje pyl jiných druhů a zabíjí bakterie a spory hub

U jinanu vydrží na vajíčku až 240 hodin, avšak poté co absorbuje vlastní pyl, mizí do 36 hodin

