



System a evoluce vyšších rostlin

Nahosemenné

Petr Bureš



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Společné znaky semenných rostlin,
(nahosemenných i krytosemenných)

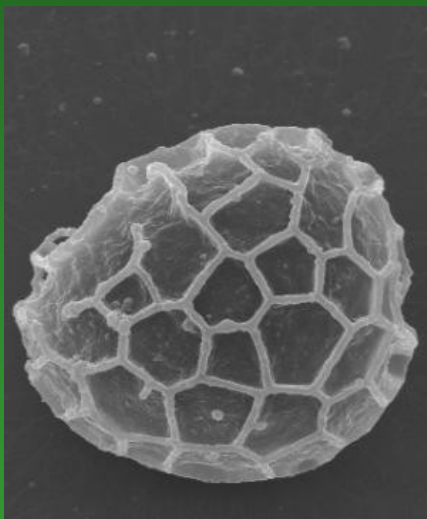
odlišující je od

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

Spora vers. semeno

Spora čili výtrus

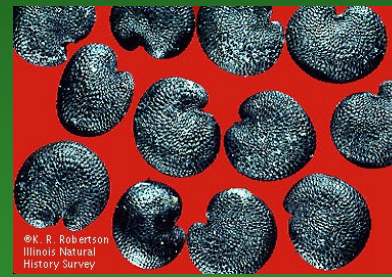
jednobuněčné
rozmnožovací tělísko,
vzniklé meiotickým
dělením v zárodečné
vrstvě sporangia



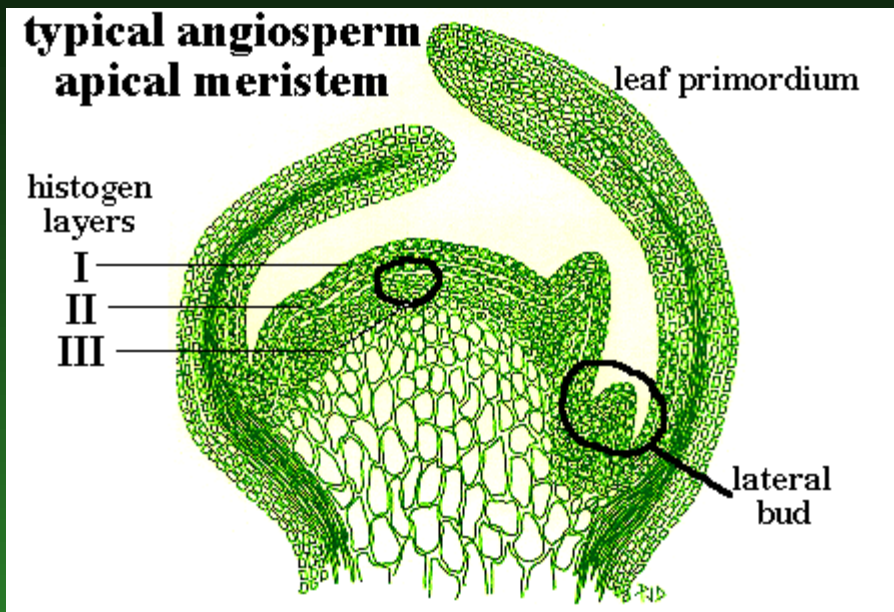
spóra *Lycopodium clavatum*

Semeno

mnohobuněčný rozmnožovací orgán vzniklý z
oplozeného vajíčka, na povrchu s osemením
(testou),
uvnitř s živným pletivem (perisperm popř.
endosperm) a zárodkem (embryo).

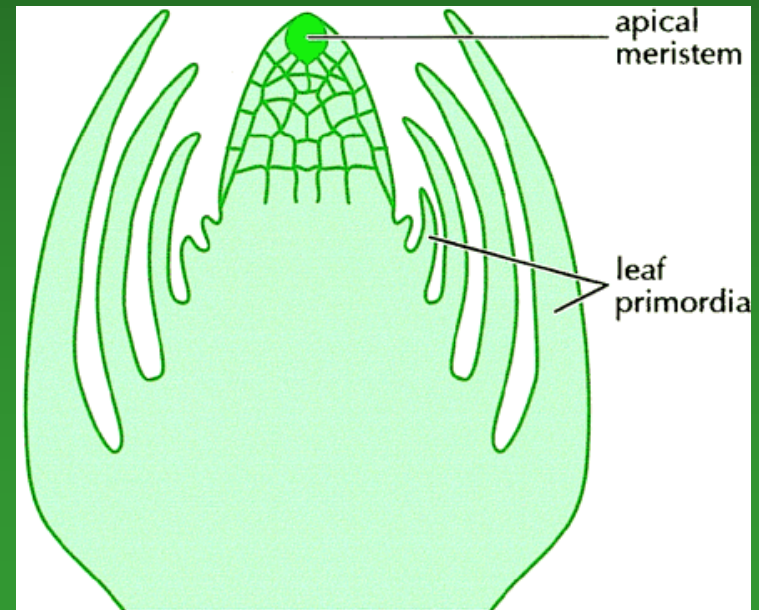


Apikální meristém



U semenných rostlin (nahosemenných i krytosemenných) je apikální meristém mnohobuněčný, vícevrstevný

U výtrusných vyšších rostlin (mechorostů, plavuní a monilofytů) je apikální meristém tvořený jedinou buňkou.



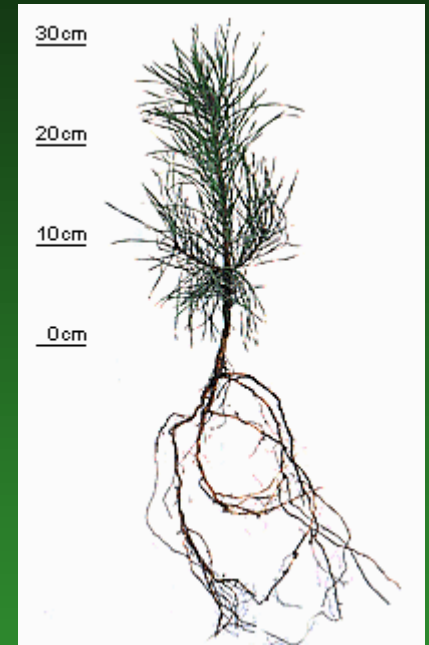
Kořeny

Nepravé kořeny výtrusných



Pravé kořeny semenných rostlin

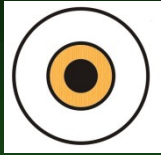
(semenáček cykasu)



(klíčící jinan)



Vodivé elementy stonku



Protostélé – nejpůvodnější typ
(ryniofyty, palvuně, vz. kapradiny,
Potamogeton, *Elodea*)



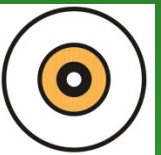
Aktinostélé – odvozeno od protostélé
(plavuně, eusporangiální
kapradiny)



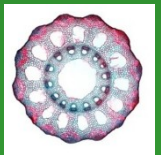
Pseudoeustélé – přeměněné
aktinostélé v sekundárně
tloustnoucích kořenech



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



Sifonostélé – odvozeno od
protostélé, v centrální části válec
dřeně (sifon), (kapradiny)



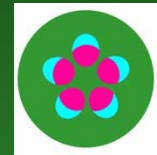
Arthrostélé – odvozeno od
sifonostélé, do kruhu uspořádané
uzavřené cévní svazky ve
stoncích přesliček



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



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



Eustélé – odvozeno od sifonostélé,
souvislé válce lýka a dřeva
rozdělené radiálně procházejícími
dřeňovými paprsky na větší počet
cévních svazků kolaterálních, které
jsou kruhovitě uspořádány
**nahosemenné a
dvouděložné**



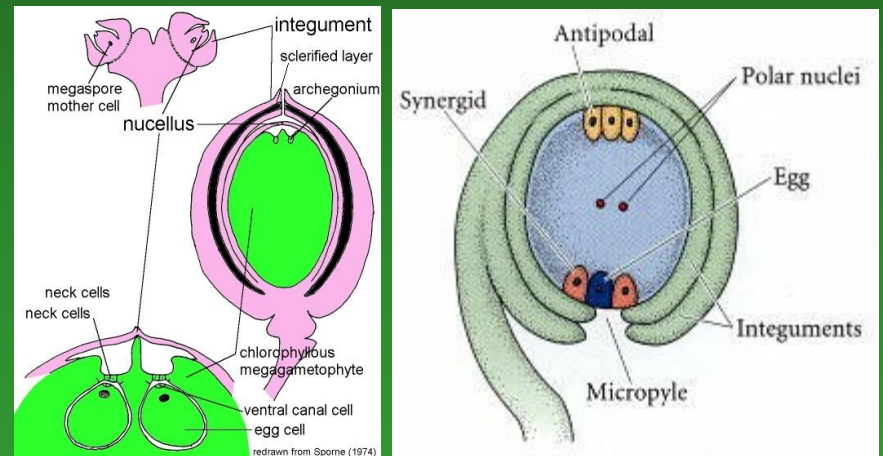
Ataktostélé – odvozený typ od eustélé,
u tohoto typu se cévní svazky
nepravidelně rozložily v
parenchymu, nevyvíjí se zde
kambium a rostliny tohoto typu tedy
nemohou druhotně tloustnout
jednoděložné, *Piperaceae*,
některé *Amaranthaceae*)

Redukce gametofytu

Mikroprothalamium (samčí gametofyt)



Megaprothalamium (samičí gametofyt)



nahosemenné

krytosemenné

Řád *Progymnospermales*
(pranaňosemenné)

Devon – karbon, stromy, keře, habitus jehličnanů, listy podobné kapradinám, kmen kryla korková borka

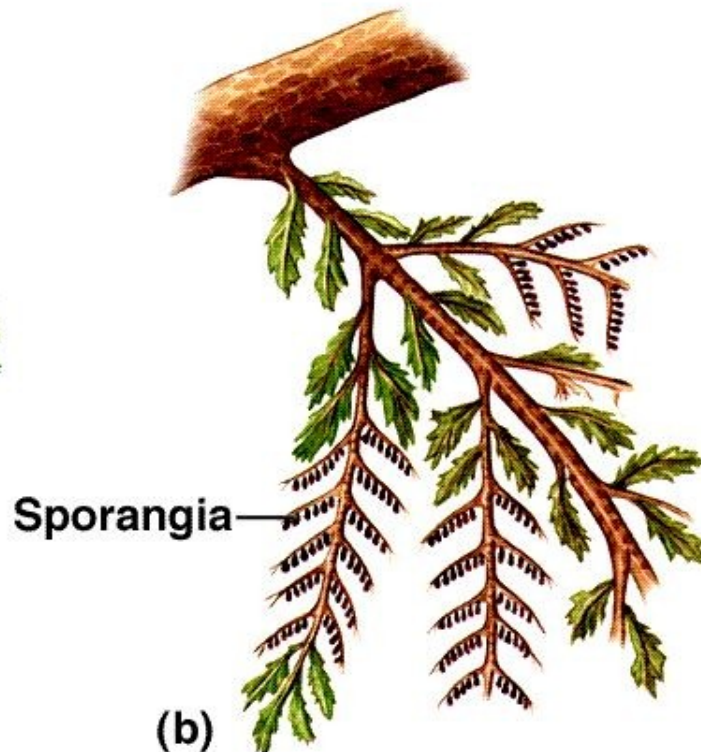


Randy Moore, Dennis Clark, And Darrell Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Progymnosperms

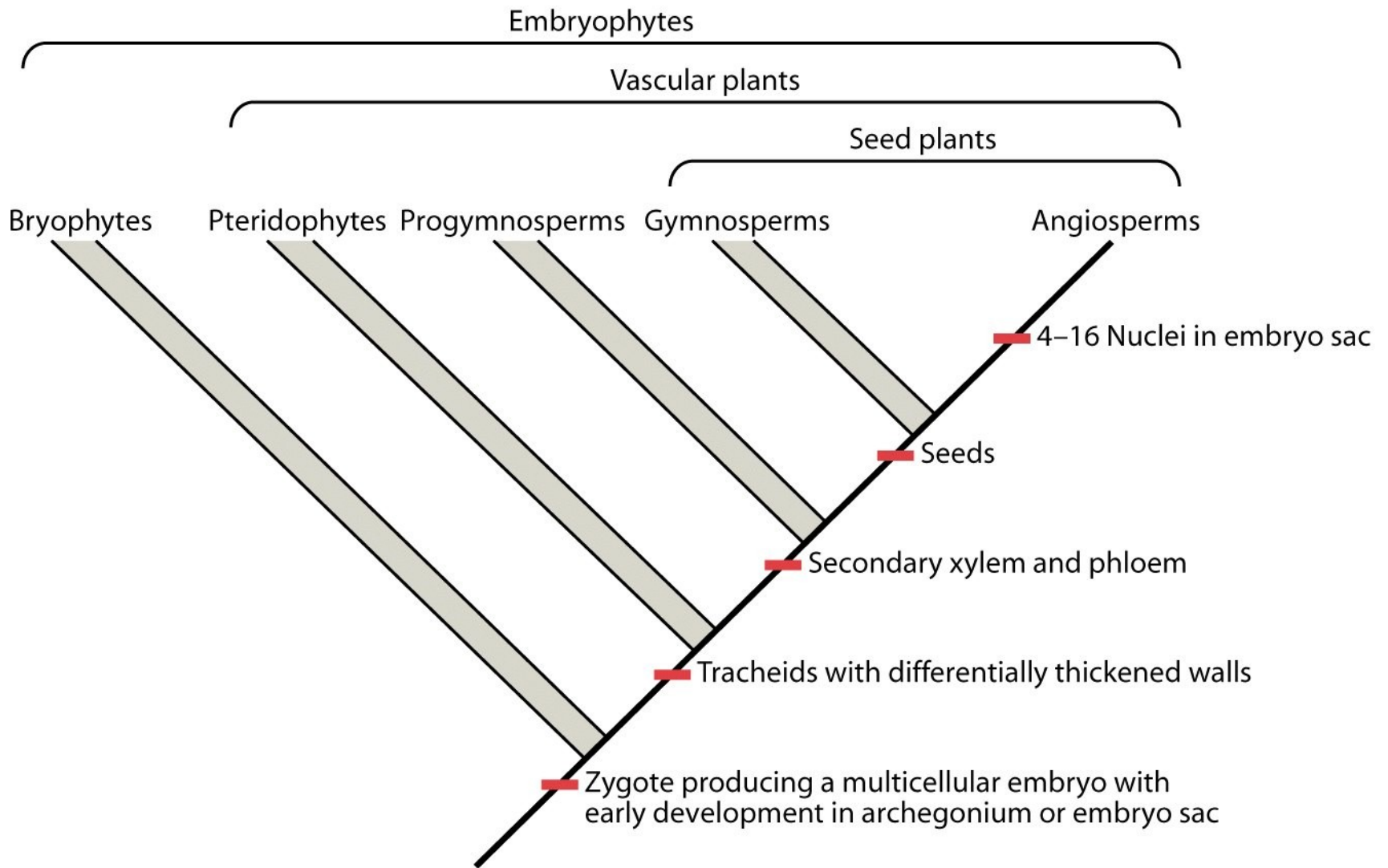


(a)



(b)

sekundárně tloustnoucí kmen, pyknoxylický (kompaktní stavby s minimem parenchymu); větve uspořádané spirálně



Archaeopteris tvoří fylogenetický spojovací článek mezi kapradinami a kordaity a na ně navazujícími jehličnany

Pinus

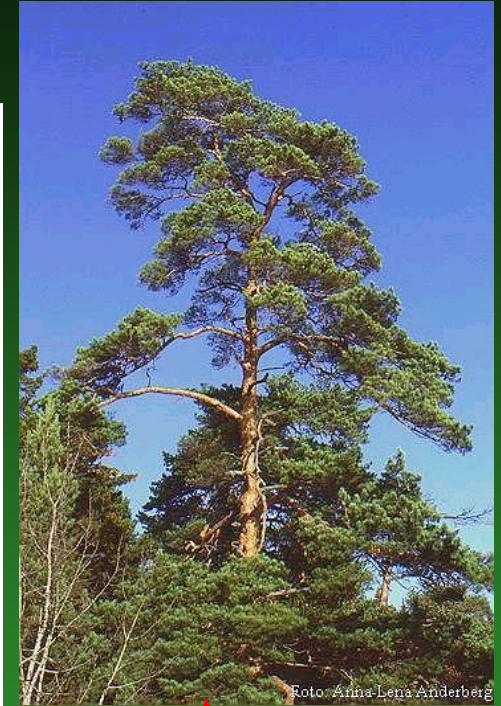
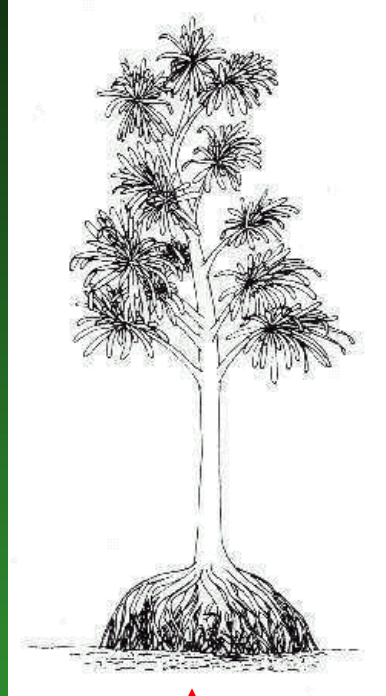
Cyathea



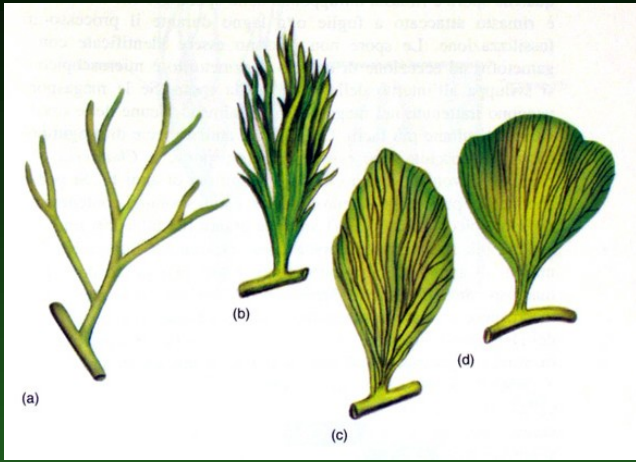
Archaeopteris



Cordaites



Progymnospermophyta mají jedinou třídu *Progymnospermopsida*



Archaeopteris macilenta
strom asi 4 m vysoký



Řád *Cordaitales* (kordaity)



Fosilní nahosemenné dřeviny s páskovitými listy ? Předchůdci jehličnanů

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



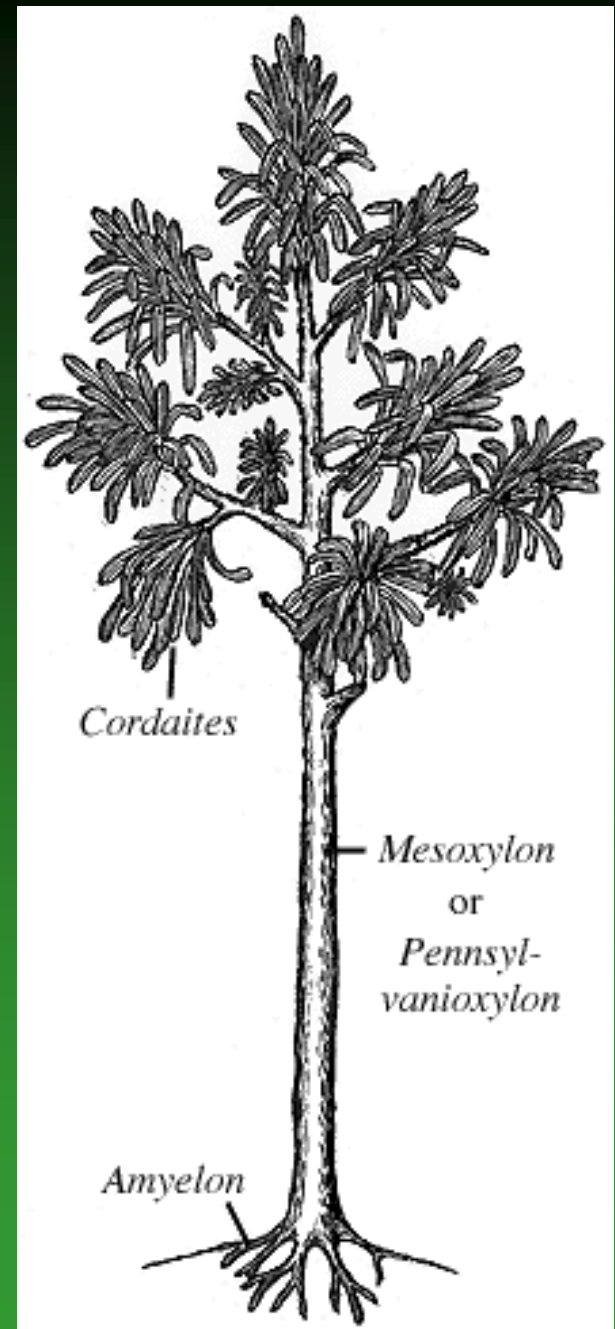
Původně rekonstruovány až jako 30 m vysoké stromy, podle novějších poznatků byly však menších rozměrů

Kmen na bázi 1 m v průměru, druhotně tloustne

Vodivé elementy eustélické stavby

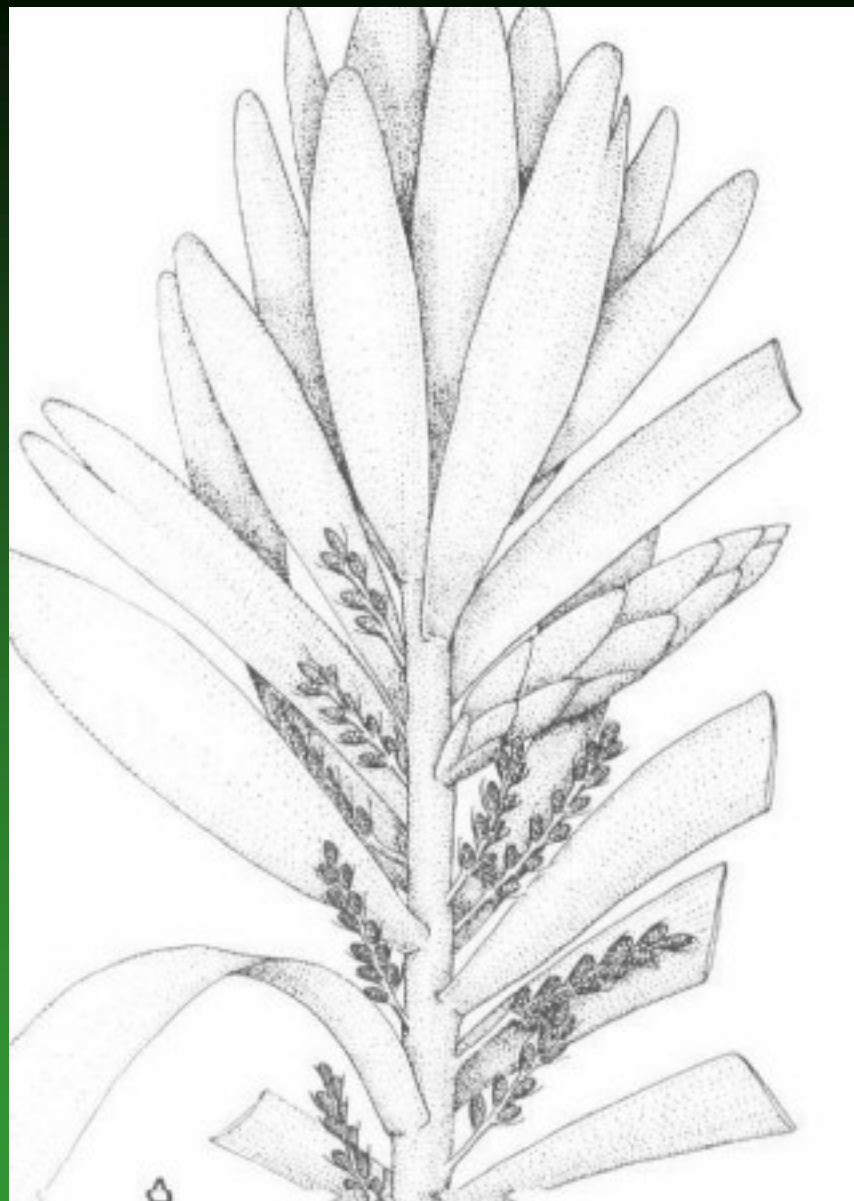
Dřevo husté pyknoxylické jako u recentních jehličnanů.

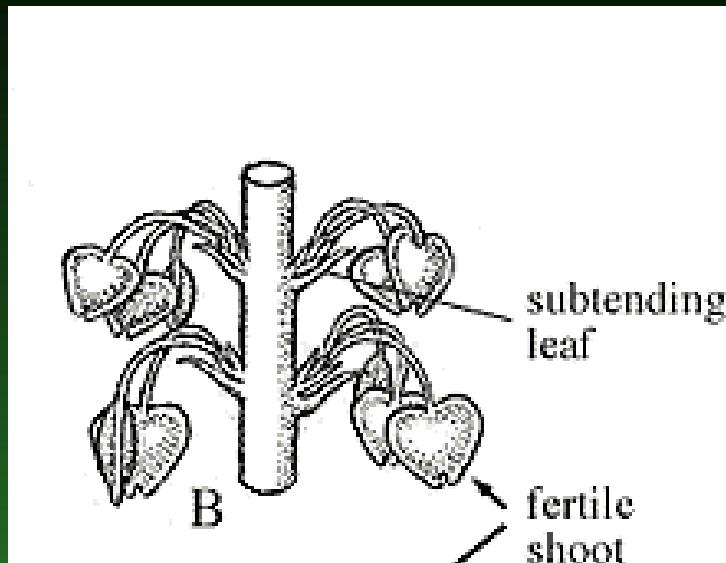
Větve četné bohatě větvené



Listy jednoduché, nedělené, kopinaté až podlouhlé, se souběžnou žilnatinou, 20-70 cm dlouhé, střídavě postavené

Sporofyly šupinovitého tvaru, spirálně uspořádané v jednopohlavných klasovitých nebo jehnědovitých strobilech



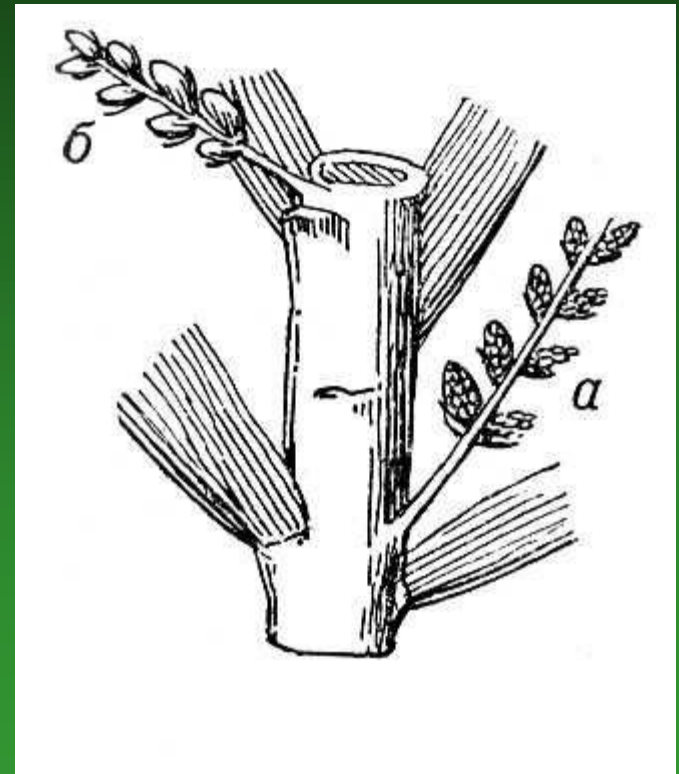
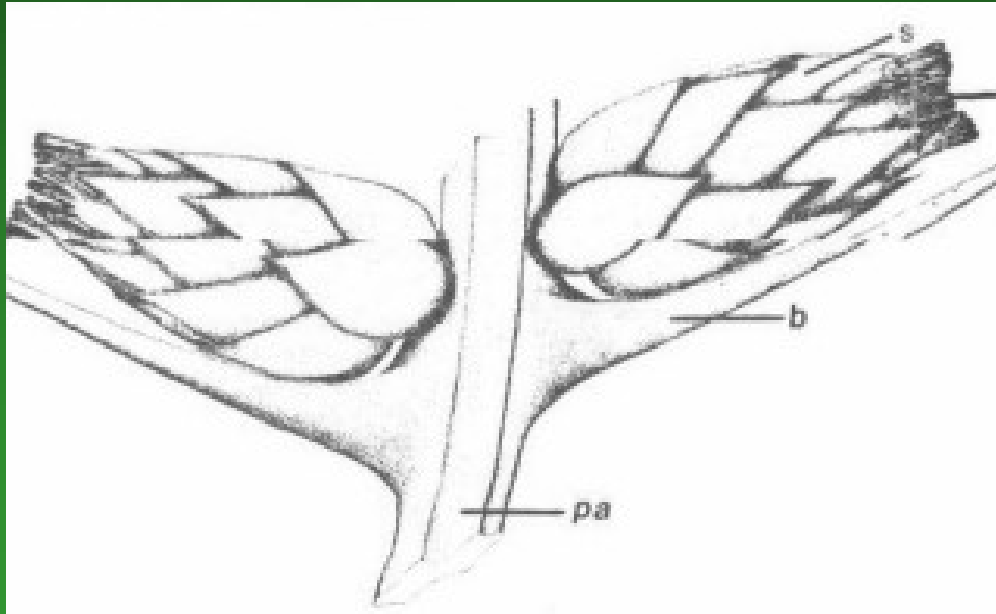


Mikrosporofyly s více (4-6) prašnými puzdry vyrůstají na jehnědovitých útvarech v paždí šupin



mikrospóry s jedním nebo 2 vzdušnými vaky (! souvisí s anemogamií).

Megasporofyty ve spodu strobilu sterilní, nahoře několik nebo jediný fertilní, nesoucí 2 nebo 1 vajíčko (k oplození a dokončení vývoje embrya došlo zřejmě až po opadu na zem) některé druhy byly dvoudomé



Historie

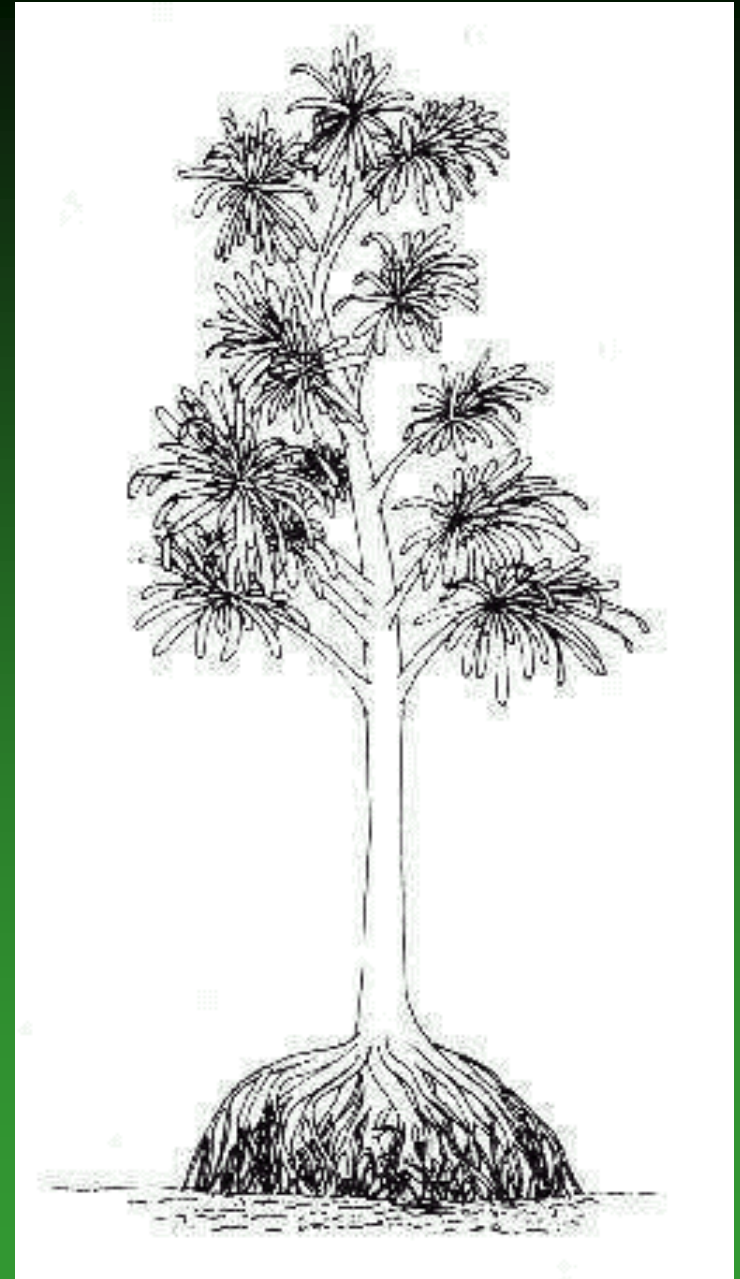
objevují se ve svrchním karbonu
záhy dosahují vrcholu na
přelomu karbonu a permu, kdy
tvořily dominanty lesní vegetace
vymírají ve svrchním permu

Evoluční původ a význam

navazují pravděpodobně na
Progymnospermopsida jako
mezičlánek k jehličnanům

Zástupci - rody *Cordaites*
principalis, *C. ludlowi*,

Naleziště: Německo, Belgie



Řád *Cycadales* (cykasy)

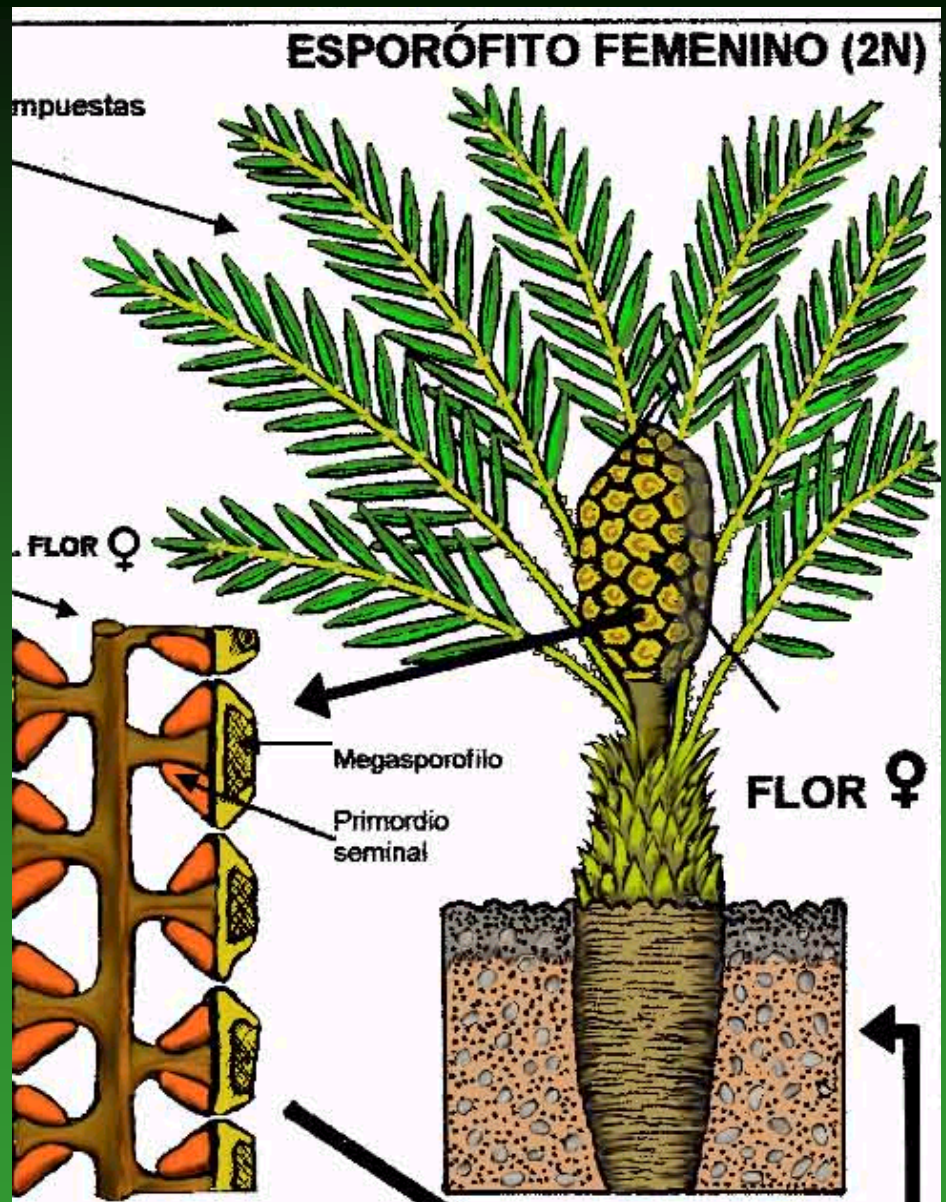


Stálezelené recentní i fosilní dvoudomé dřeviny, vzhledem připomínající palmy; recentně řád zahrnuje kolem 300 druhů.

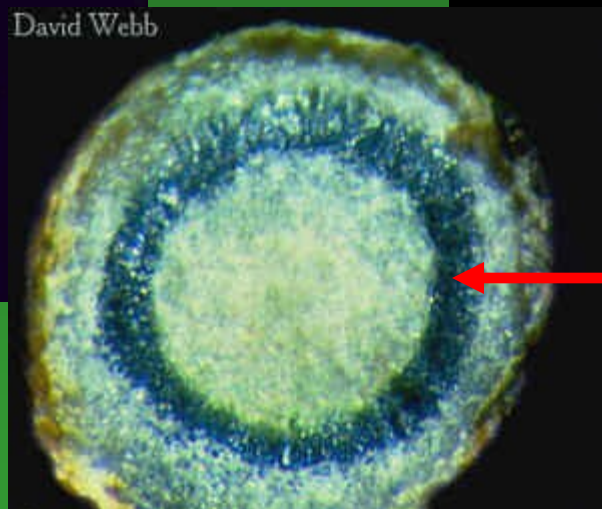
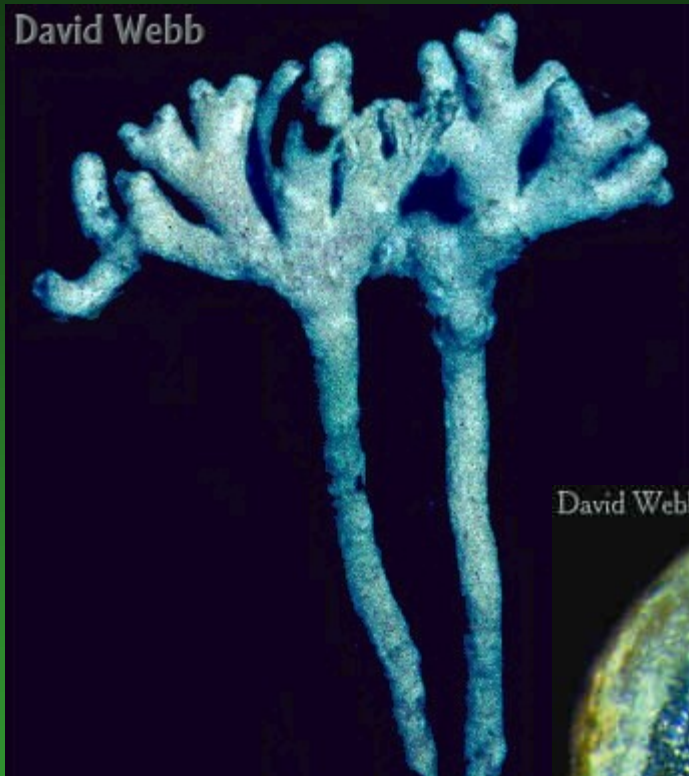


hlavní kořen kůlovitý, s
četnými postranními,
dichotomicky větvenými

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* nebo *Trichormus* fixujících vzdušný dusík do biologicky využitelné formy - např. dusičnanů.



tmavá vrstva
se sinicemi

Sinice produkují neurotoxin beta-N-methylamino-L-alanin, který se ukládá v semenech

Kmen štíhlý, válcovitý nebo kulovitý, většinou nevětvený vysoký až 20 m (tu dosahuje australská *Lepidozamia hopei*)



Kmen obsahuje mnoho parenchymu, má proto „řidkou“ manoxylickou strukturu, nemůže odolávat mrazu.



Z dřeně kme-
nů některých
cykasů se
dobývá
nepravé ságo



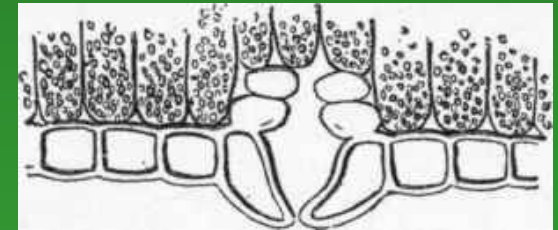
Je to škrobnatá
opalizující kaše,
která se suší a drtí
na mouku.

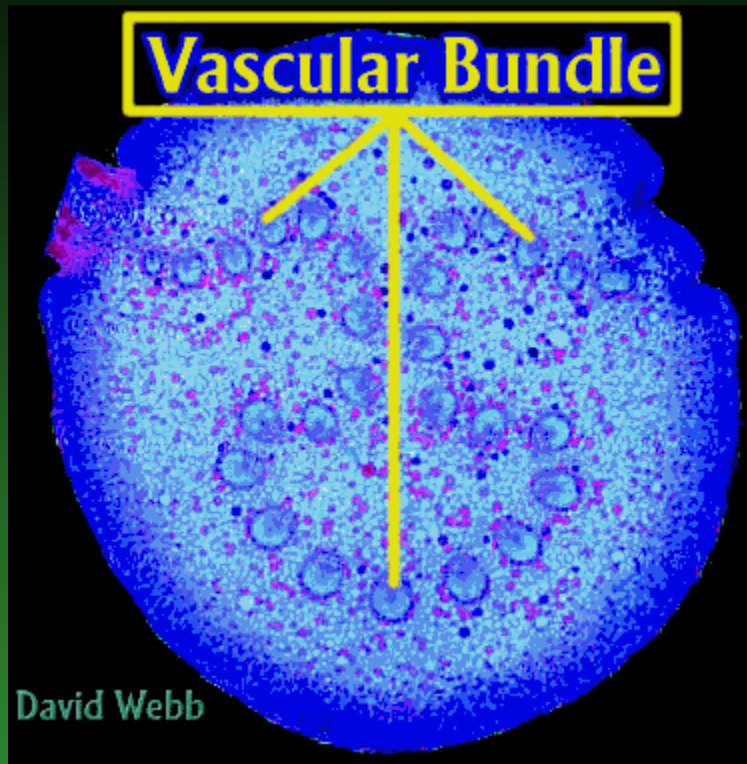


Listy cykasů jsou nahloučené v chocholu nebo růžici na vrcholu kmene, řapíkaté, až 7 m dlouhé, zpravidla 1x, vzácně 2x zpeřené, vzácně jednoduché, kožovité



Průduchy hluboce zanořené





Cévní svazek v listech
cykasů má tvar obráceného
písmene omega

Sporofyly často ve strobilech, nebo ve spirálovitém terminálním chocholu



Na jednom sporofylu dvě, u nejprimitivnějších až 8 vajíček



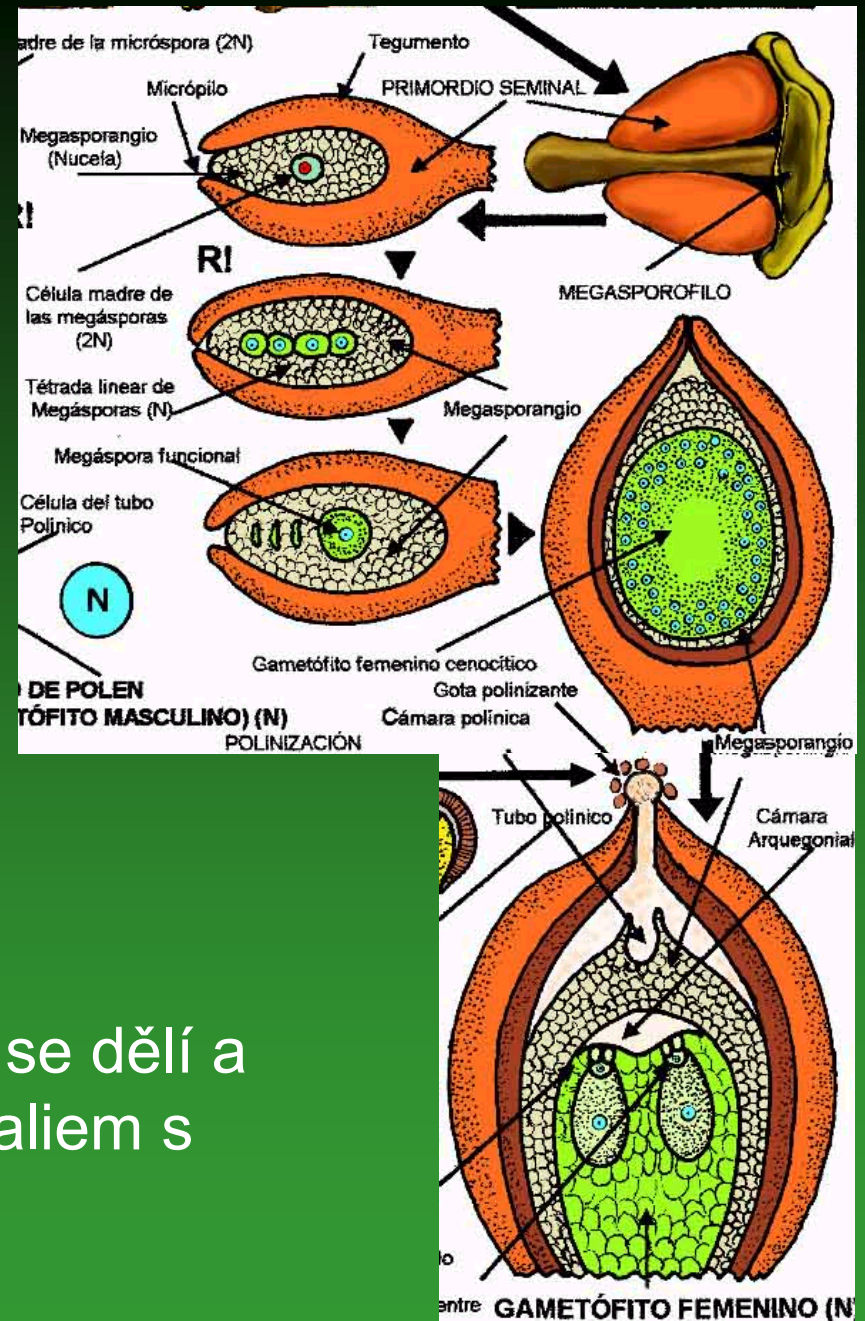
Vajíčko (= homolog megasporangia)

Pletivo uvnitř vajíčka = nucellus = (homolog archesporiu)

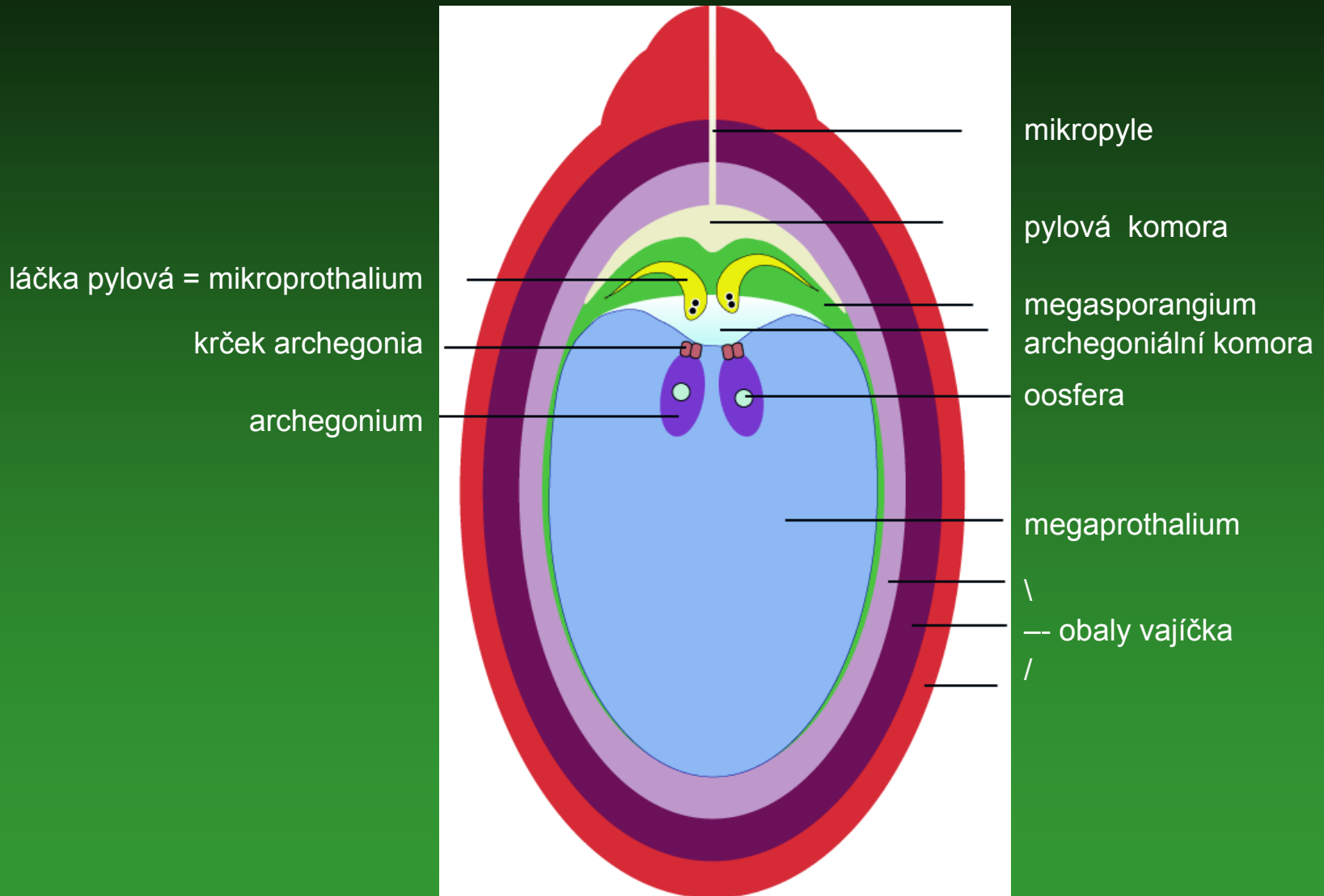
(1) Jedna z buněk nucellu se meiózou rozdělí na 4 megaspory;

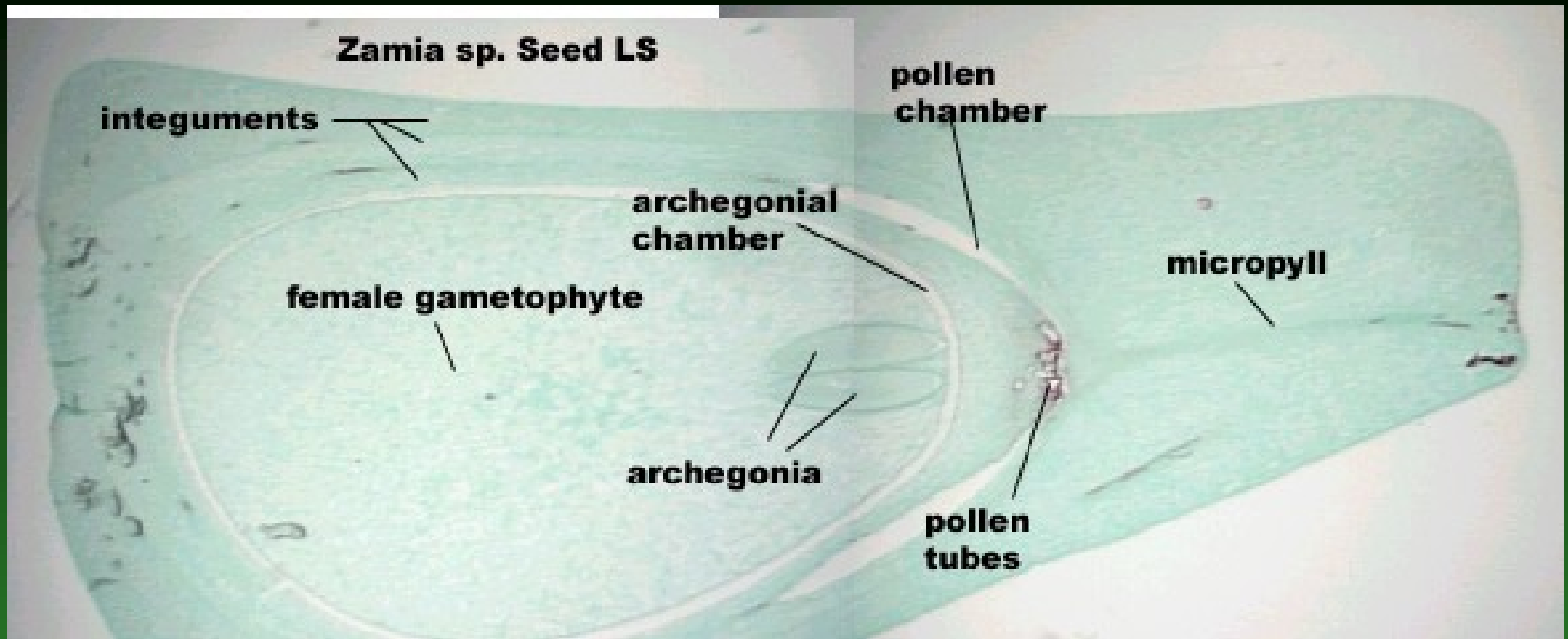
(2) Tři z nich zaniknou

(3) Zbylá jediná haploidní buňka se dělí a vyplní vnitřek vajíčka megaprothaliem s archegonií.

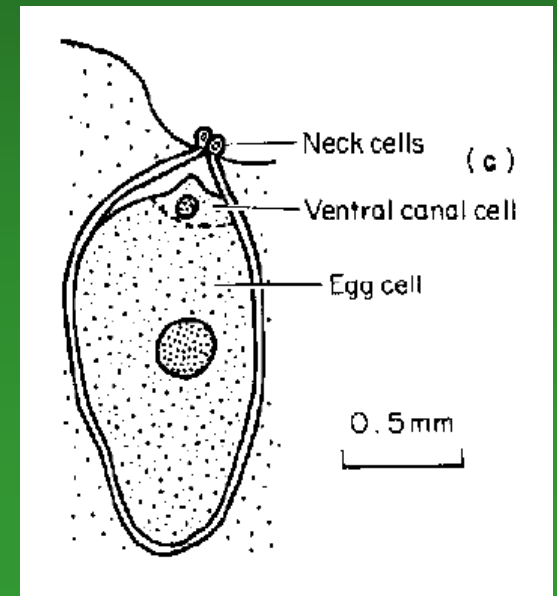


Vajíčka mají vícevrstevný obal





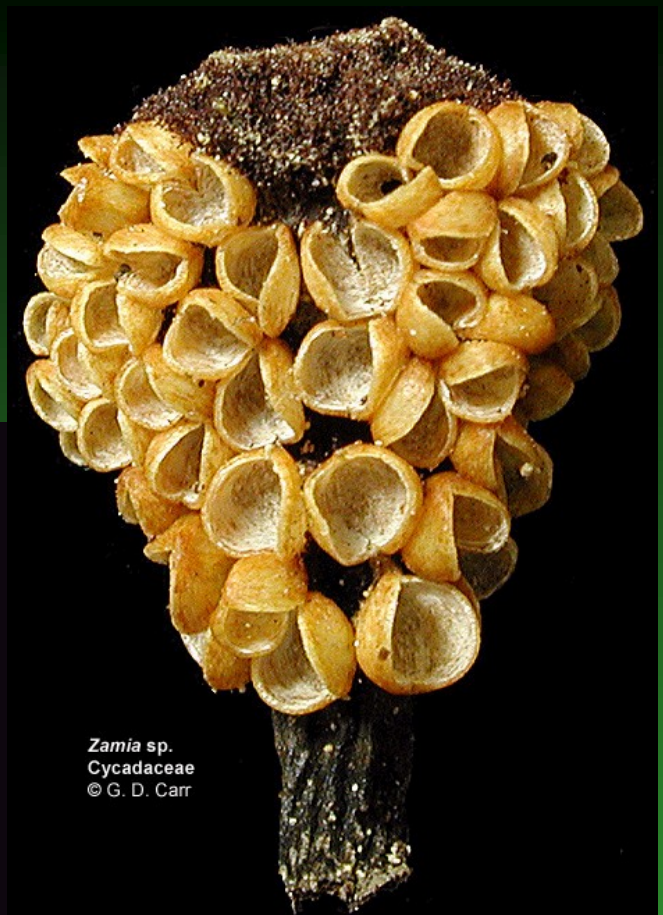
Párovitá archegonia poměrně jednoduché stavby





Zamia sp.
Cycadaceae
© G. D. Carr

Mikrosporofyly
štítkovité nebo
šupinovit  vždy
ve strobilech



Zamia sp.
Cycadaceae
© G. D. Carr

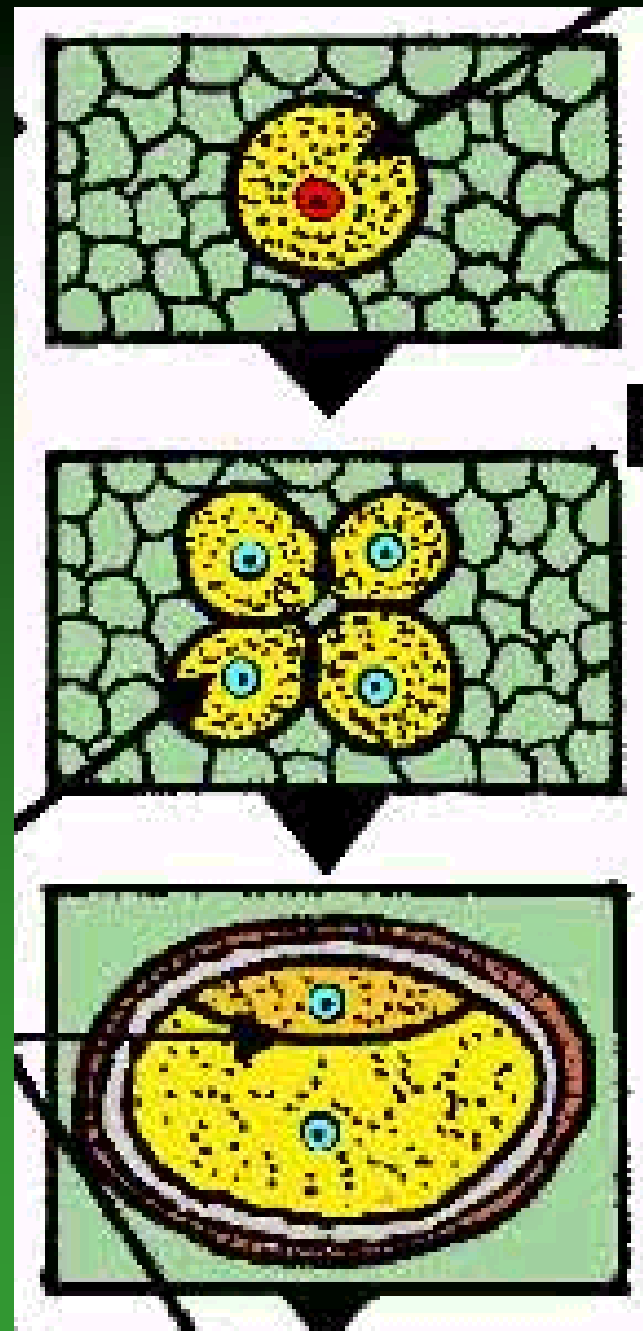
Na jednom
mikrosporofylu
vždy více
mikrosporangii 

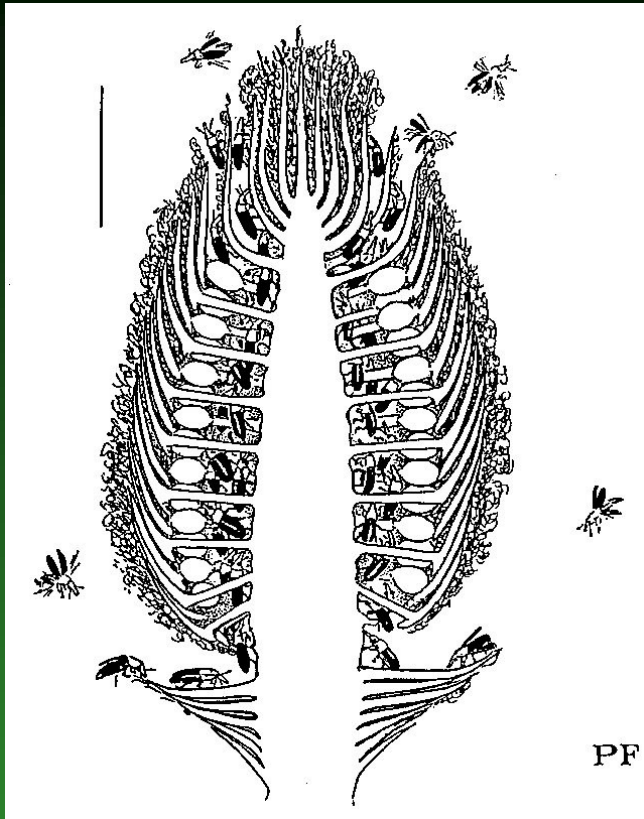
Zrání mikrospóry v mikrosporangiu

Redukčním dělením vzniká tetráda haploidních mikrospór.

Každá z mikrospór se rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno, tvořené:

(1) velkou buňkou vyživovací (láčkovou) a (2) malou buňkou rozmnožovací (antheridiovou - homologická antheridiu), která je jakoby uvnitř buňky vyživovací.





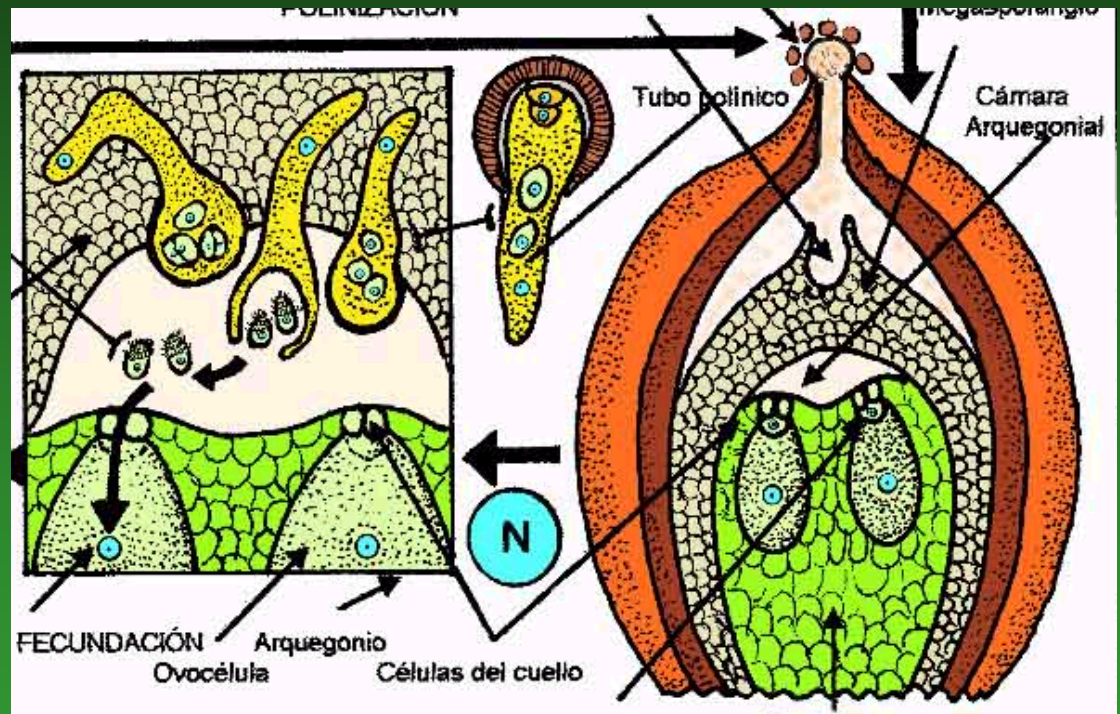
Mikrospóry cykasů přenášejí někteří brouci jejichž larvy se vyvíjejí v mikrostrokelech

Pylová zrna přenesou brouci nebo vítr na polinační kapku.
Vysycháním kapky jsou zrna vtažena mikropylárním otvorem do pylové komory
V pylové komoře vyklíčí láčka, která proroste skrz vnitřní obal (nucellus) vajíčka
Antheridiální buňka v láčce se rozdělí na buňku nástěnnou a spermatickou

Obě se ještě jednou rozdělí tak, že ze spermatické buňky vzniknou dva polyciliální spermatozoidy.

Finální samčí gametofyt má tedy 5 jader.

-- Spermatozoidy se uvolní z láčky do archegoniální komory

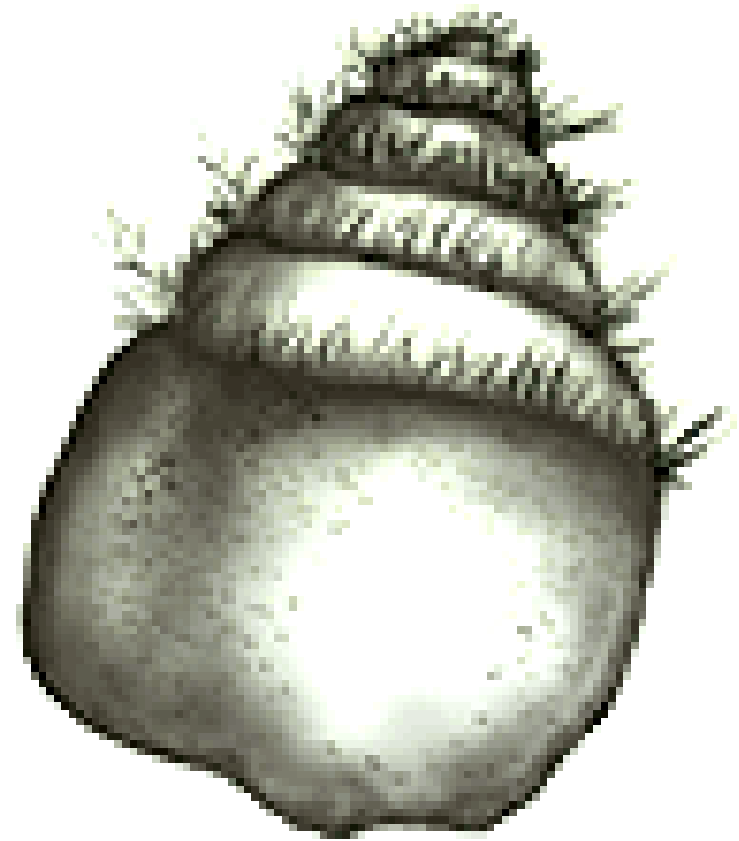


--- pomocí bičků doplavou tekutinou v archegoniální komoře až k oosféře v archegoniu

Spermatozoidy
obrovské, až 0.5 mm
velké

Největší samčí pohlavní
buňky v rámci rostlinné i
živočišné říše

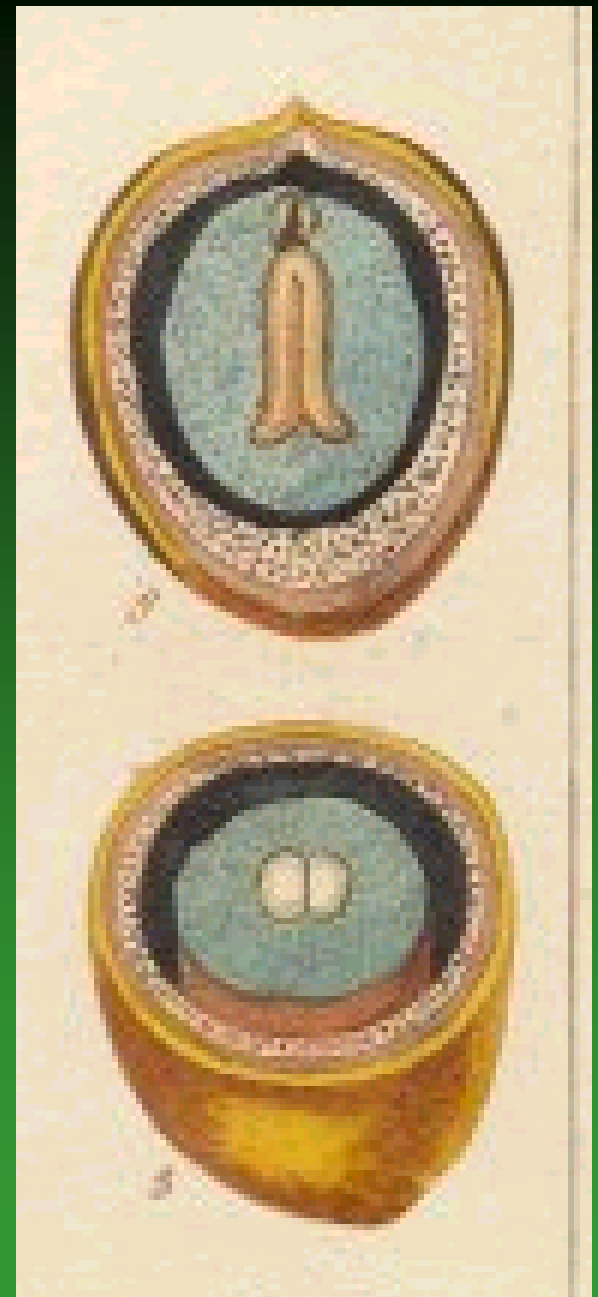
mají až desítky tisíc
spirálovitě uspořádaných
bičků



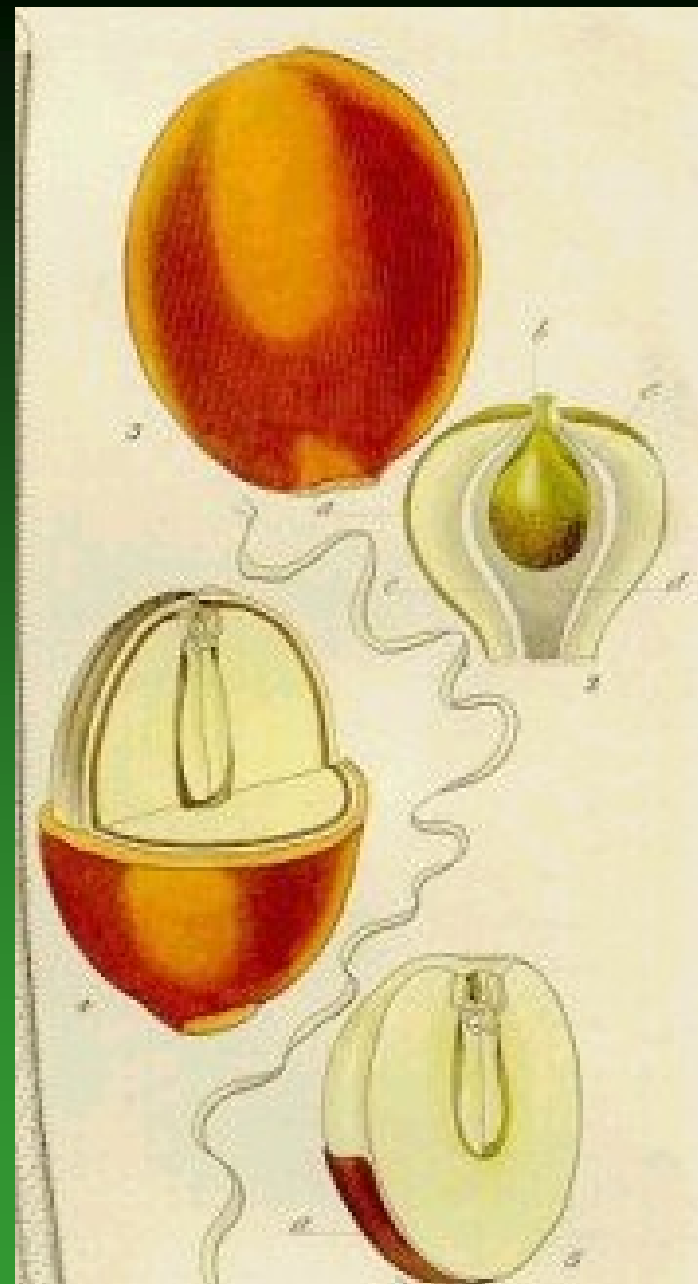
© E.M. Collins 2001

Oplozením oosféry se diferencuje
embryo s 2-6 dělohami

Embryo vyživováno pletivem
megaprothalia (má funkci
primárního endospermu)



Zráním oplozeného vajíčka vzniká semeno. Jeho vnější obal je dužnatý sarkotesta; střední je tvrdý dřevnatý – sklerotesta; vnitřní je blanitý.



1. třída *Cycadopsida*

jsou dvoudomé! recentní i
fosilní dřeviny (poprvé v
permu, vrchol v juře) nyní 10
rodů se zhruba 300 druhy



Fylogeneticky navazují
Cycadopsida na řád *Medullosales*
z oddělení *Pteridospermophyta*



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

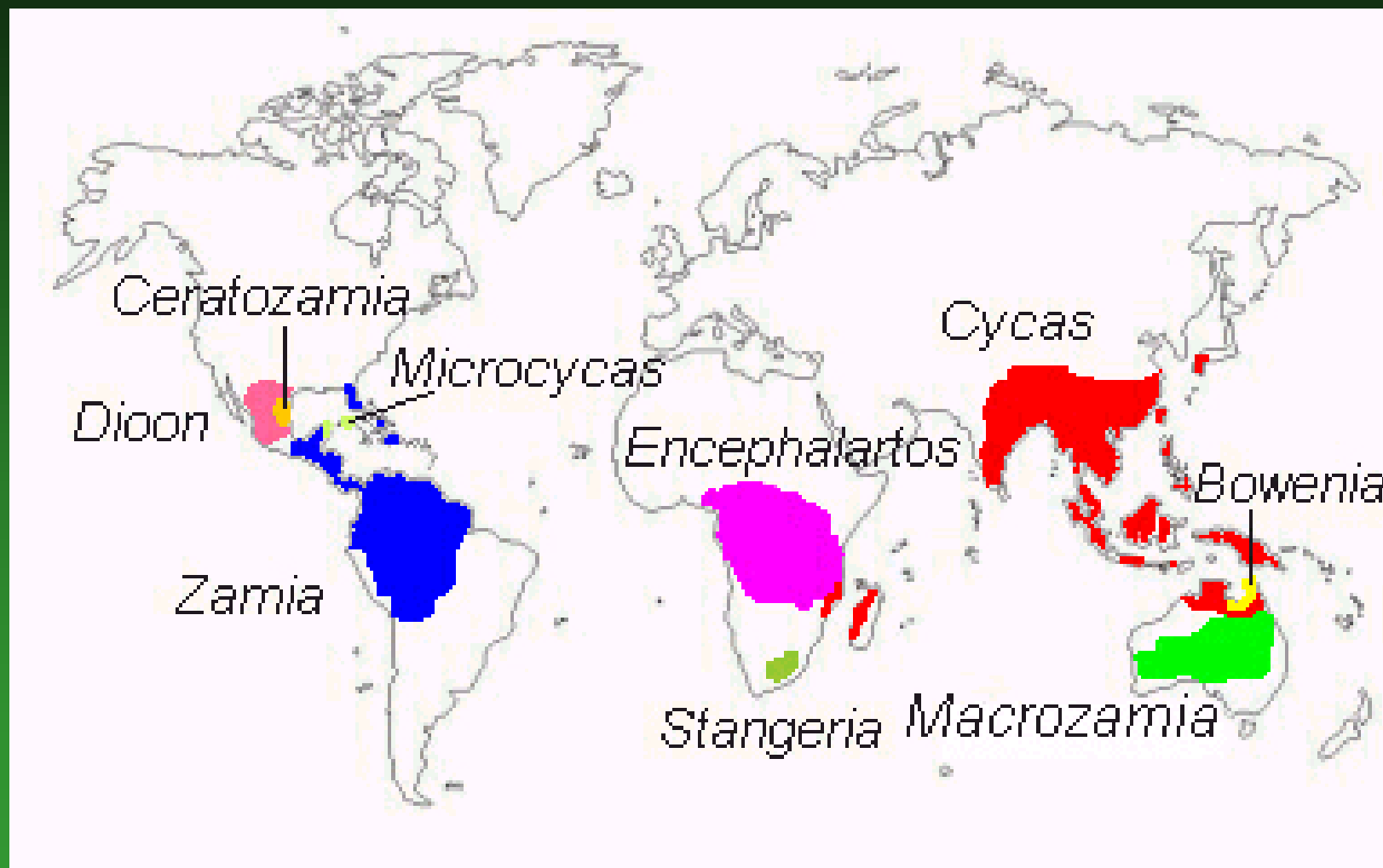
Úkrojky cykasových listů jsou v mládí circinátně svinuté



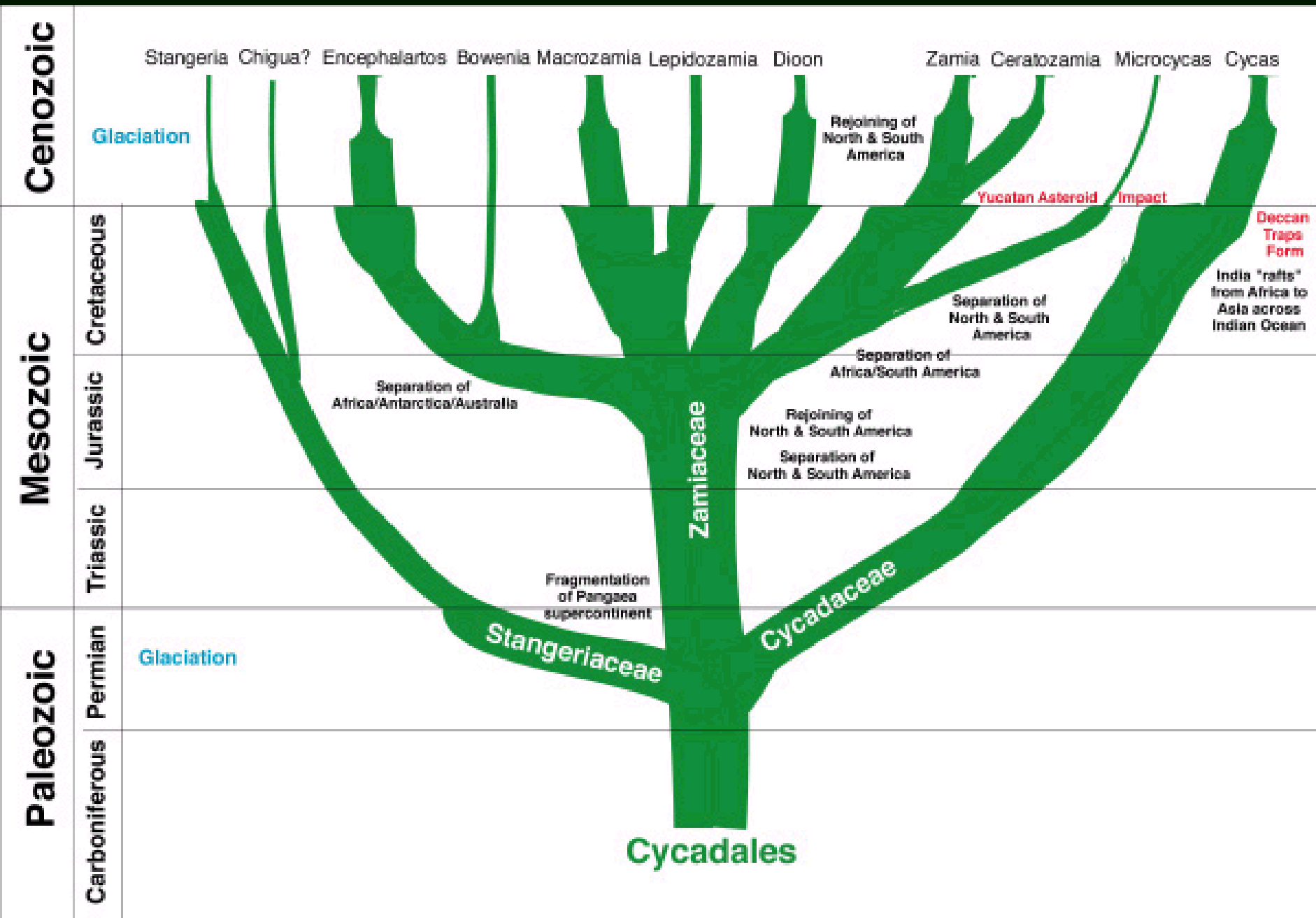
Kmen cykasů je pokrytý zbytky řapíků (holé jen u těch kde opadávají celé listy - rod *Zamia*)

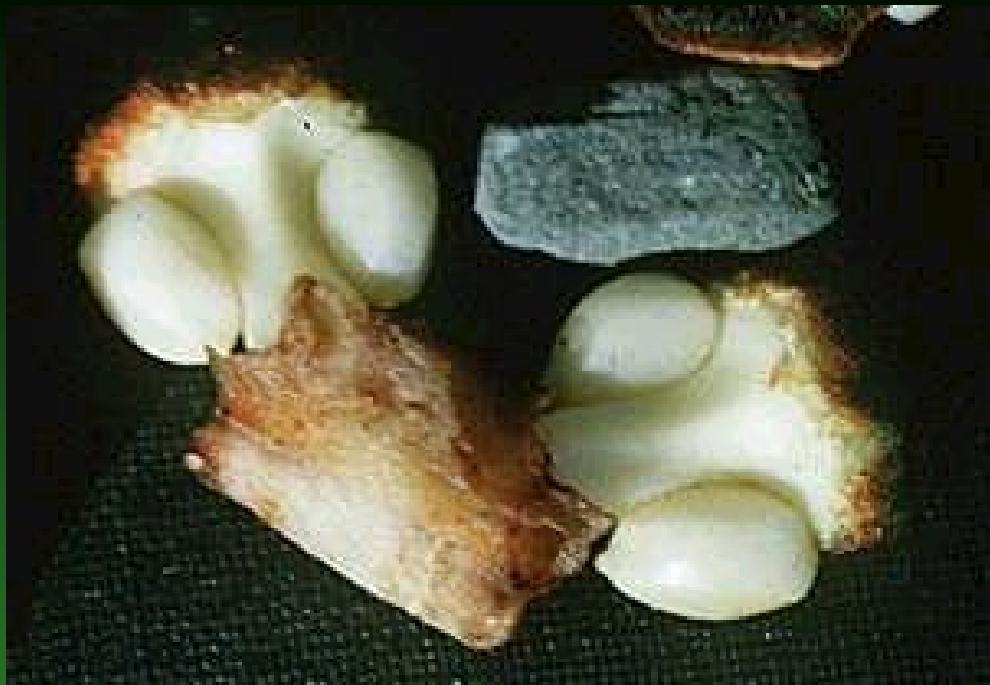


Cycas je jediný rod čel. *Cycadaceae*. Vyskytuje se převážně v jihovýchodní Asii. Jediný druh zasahuje na Madagaskar a pobřeží východní Afriky.



Geografické rozšíření současných cykasovitých





čel. *Zamiaceae* má na rozdíl od *Cycadaceae*

Megasporofyly se 2 vajíčky.
Úkrojky listů jsou vícežilné v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeleď zahrnuje 8 rodů

Kmen často hladký (na obr. *Encephalartos*)



Zamia

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





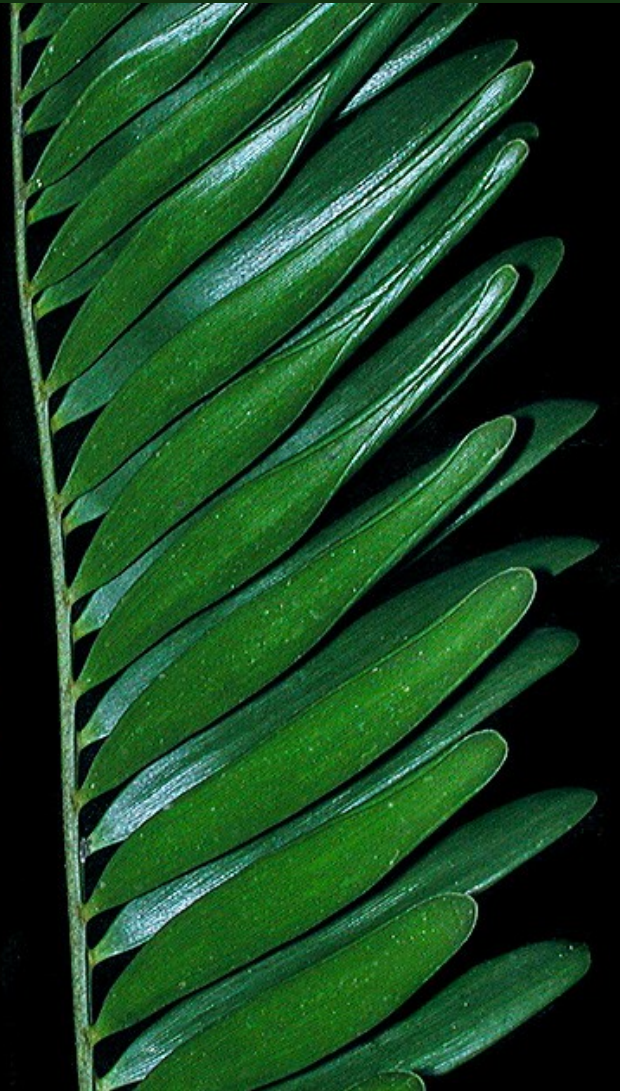
Zamia pumila
Zamiaceae
Male (Abaxial)
© G. D. Carr



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



Zamia pumila
Zamiaceae
© G. D. Carr



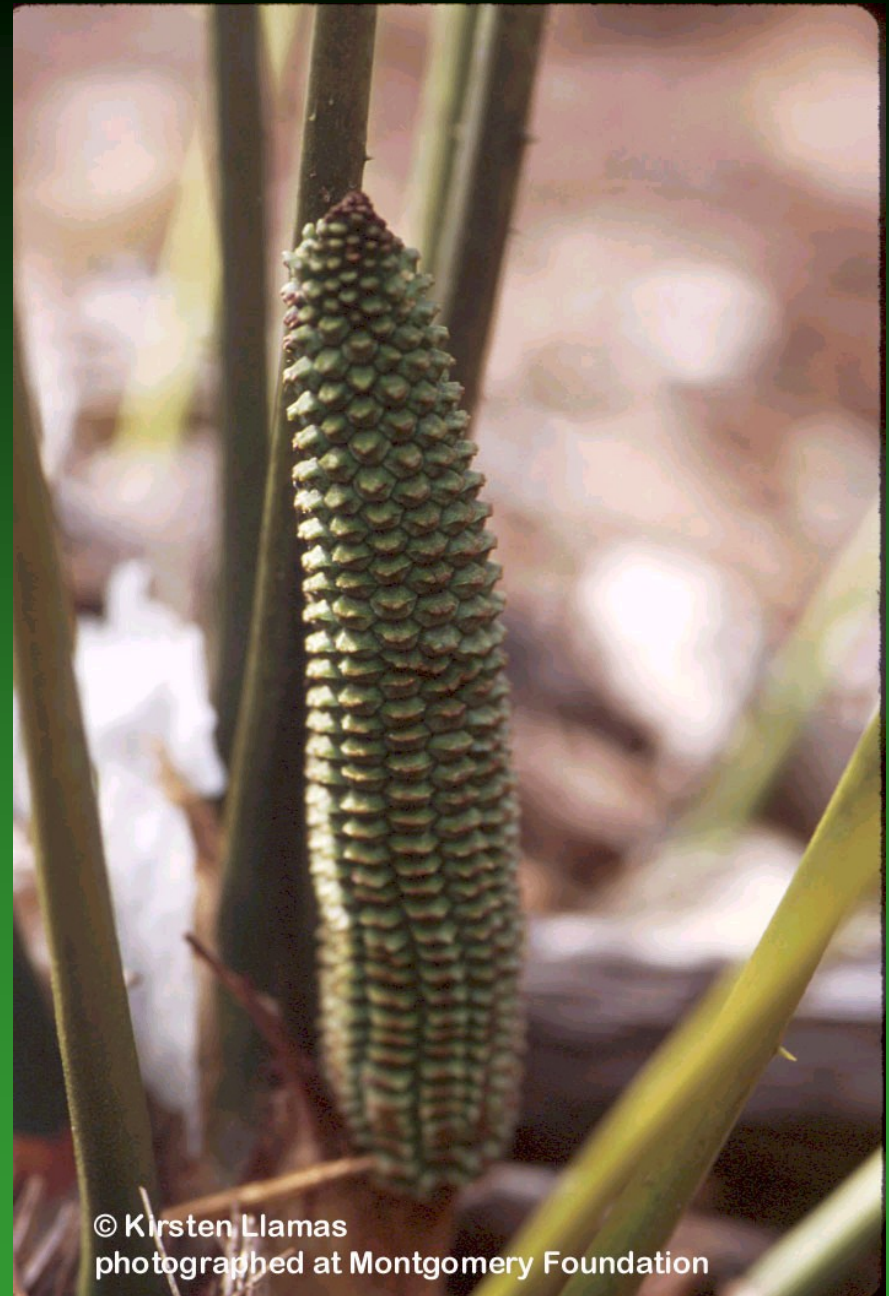
Microcycas calocoma - endemit Kuby, strobily až 90 cm



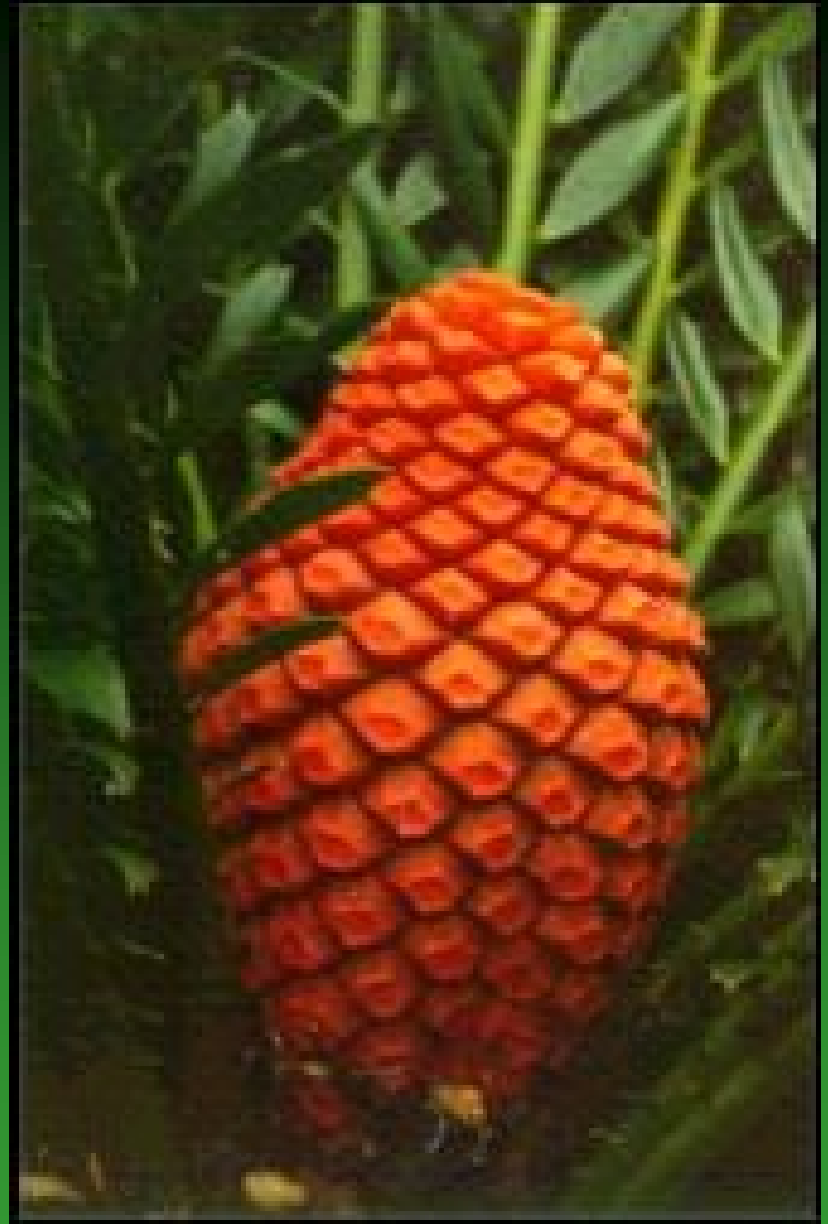
Dioon - Stř. Amerika, má obrovské oosféry - až 6 mm!



Ceratozamia - Mexiko



Počet rostlin v populacích většiny cykasovitých stále klesá, jestliže dojde k poklesu počtu jedinců v populaci pod kritickou mez, má to vzhledem k anemogamii zpravidla za následek totální absenci generativního rozmnožování, což proces vymírání urychlí. Celá řada druhů je proto ohrožena např. *Encephalartos*.



Encephalartos
(Presly nazývaný
píchoš) roste v Jižní
Africe,



jeho strobily
dosahují
hmotnosti až 45
kg, nejbohatší rod

Řád *Bennettitales*

fosilní dřeviny, vzhledem připomínající současné cykasy.
Zásadně se však liší oboupohlavnými strobily!

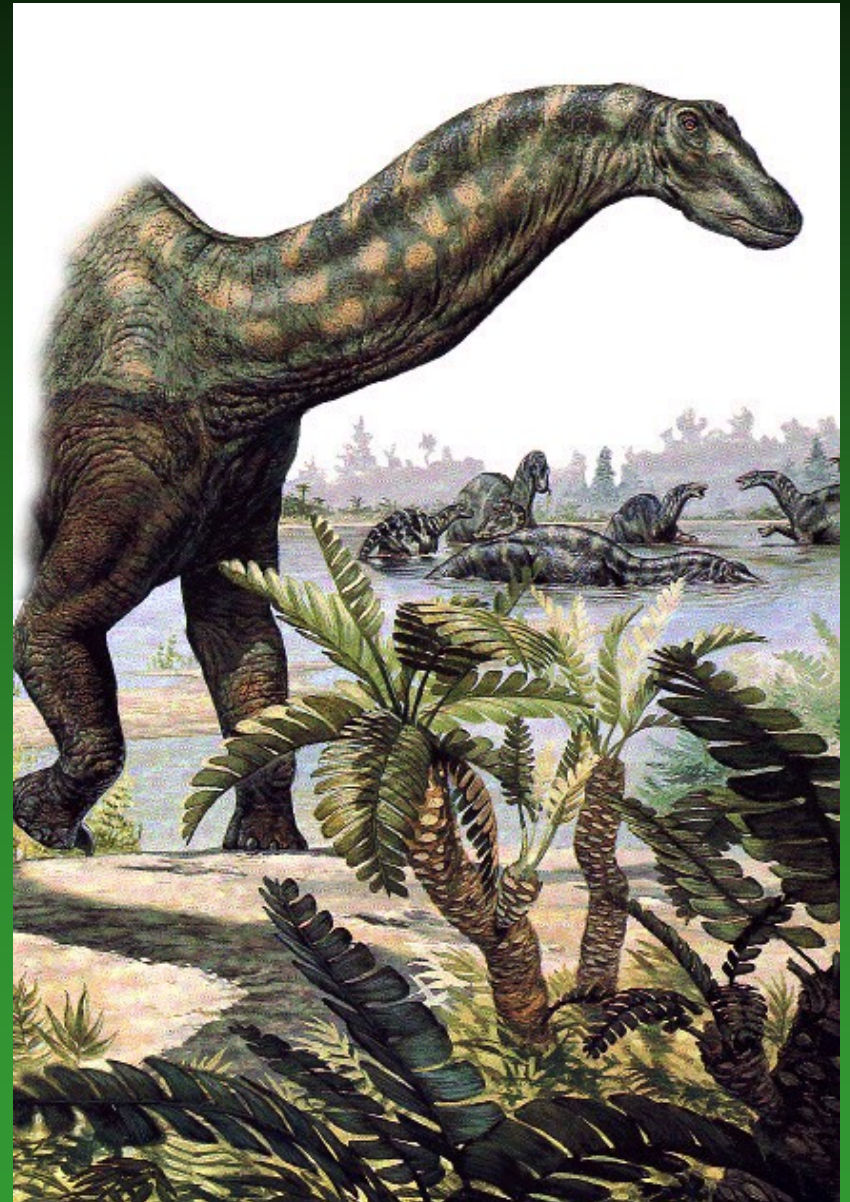


Jejich původ není zcela jasný - navazují však zřejmě na některý z řádů odd. kaprad'osemenných *Pteridospermales* (= *Cycadofilicales*)

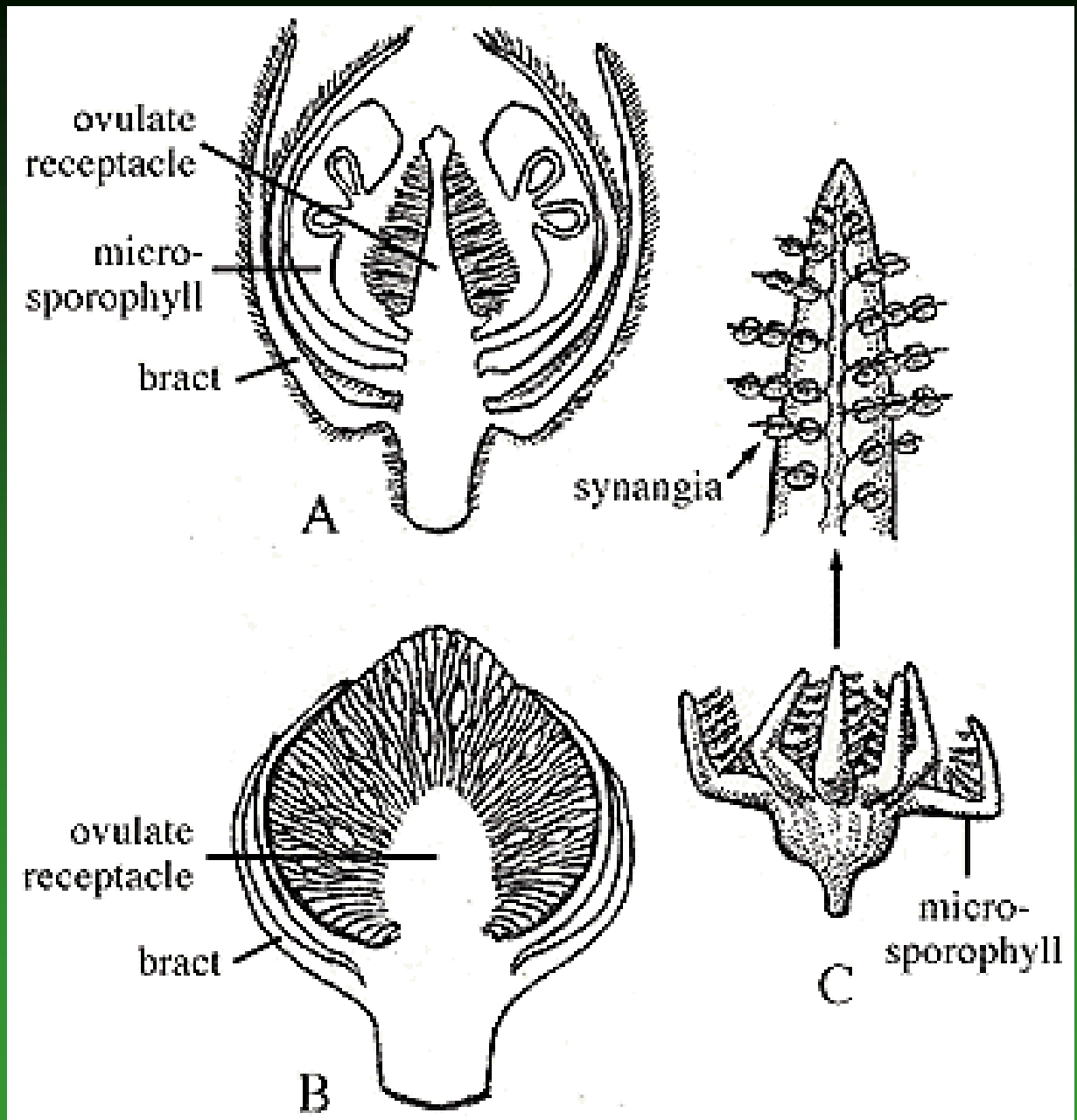
Vymřely v horní křídě.



Dominovaly v druhohorách a byly proto pravděpodobně složkou potravy dinosaurů



1. Vnější obal z trofofylů, připomínající okvěti, 2. Zpeřené mikrosynangiální tyčinky, v přeslenech nebo ve spirále 3. Ve středu kuželovitě vyklenutá část se stopkatými vajíčky (ovulární sporofyly) stopky vajíček spirálovitě stočené – kontraktilní. mezi zdužnatělými (interseminálními) šupinami

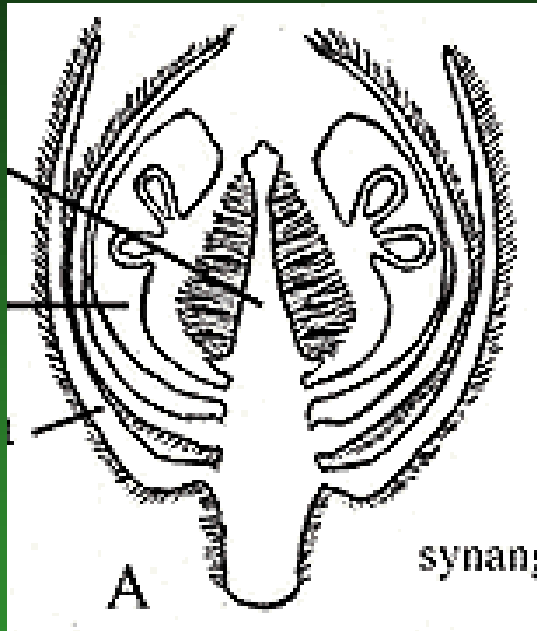


Popsaný strobilus připomíná organizaci, vzhledem a vlastnostmi oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

Williamsonia

Magnolia

Lilium



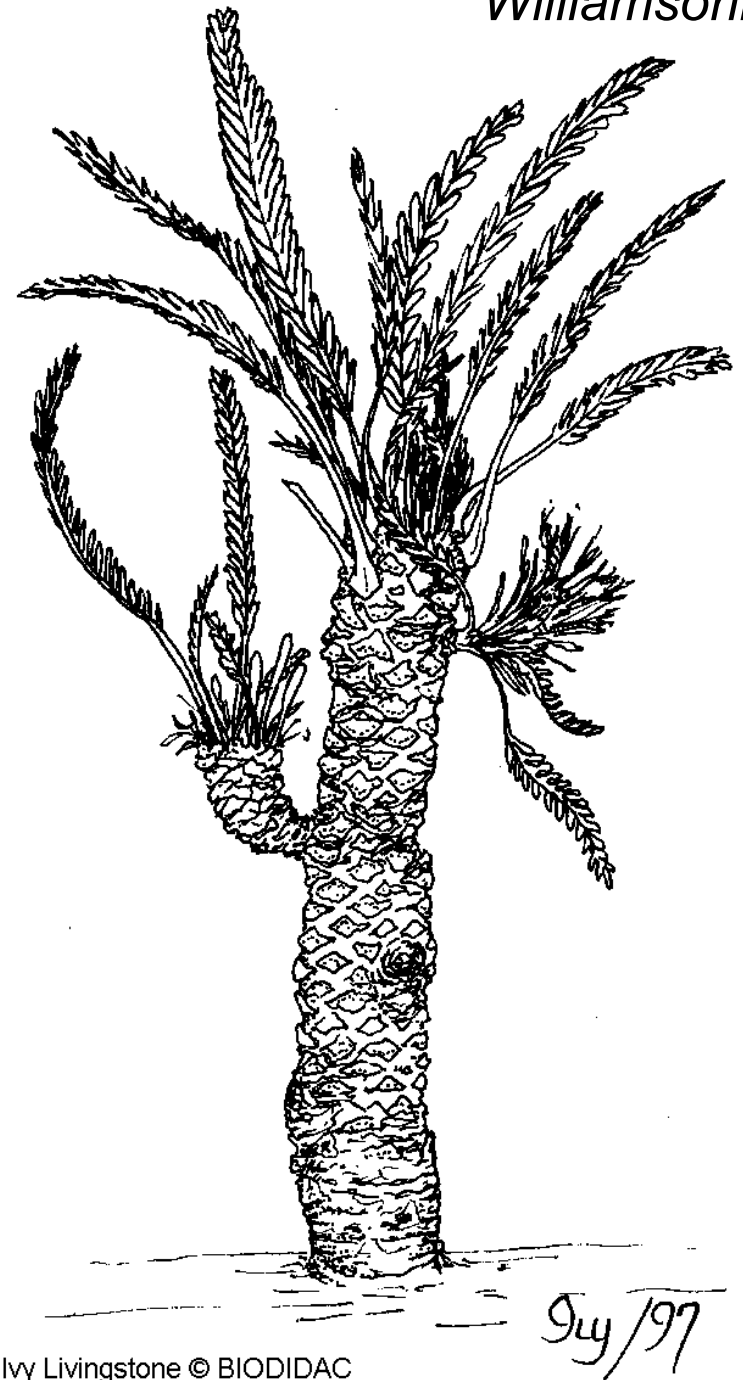
To považuje řada autorů za jeden z kardinálních předpokladů **teorie strobilární (=euanthiové)** odvozující od tohoto strobilu právě vznik oboupohlavného květu; tedy považují *Bennetiales* za ancestors krytosemenných.

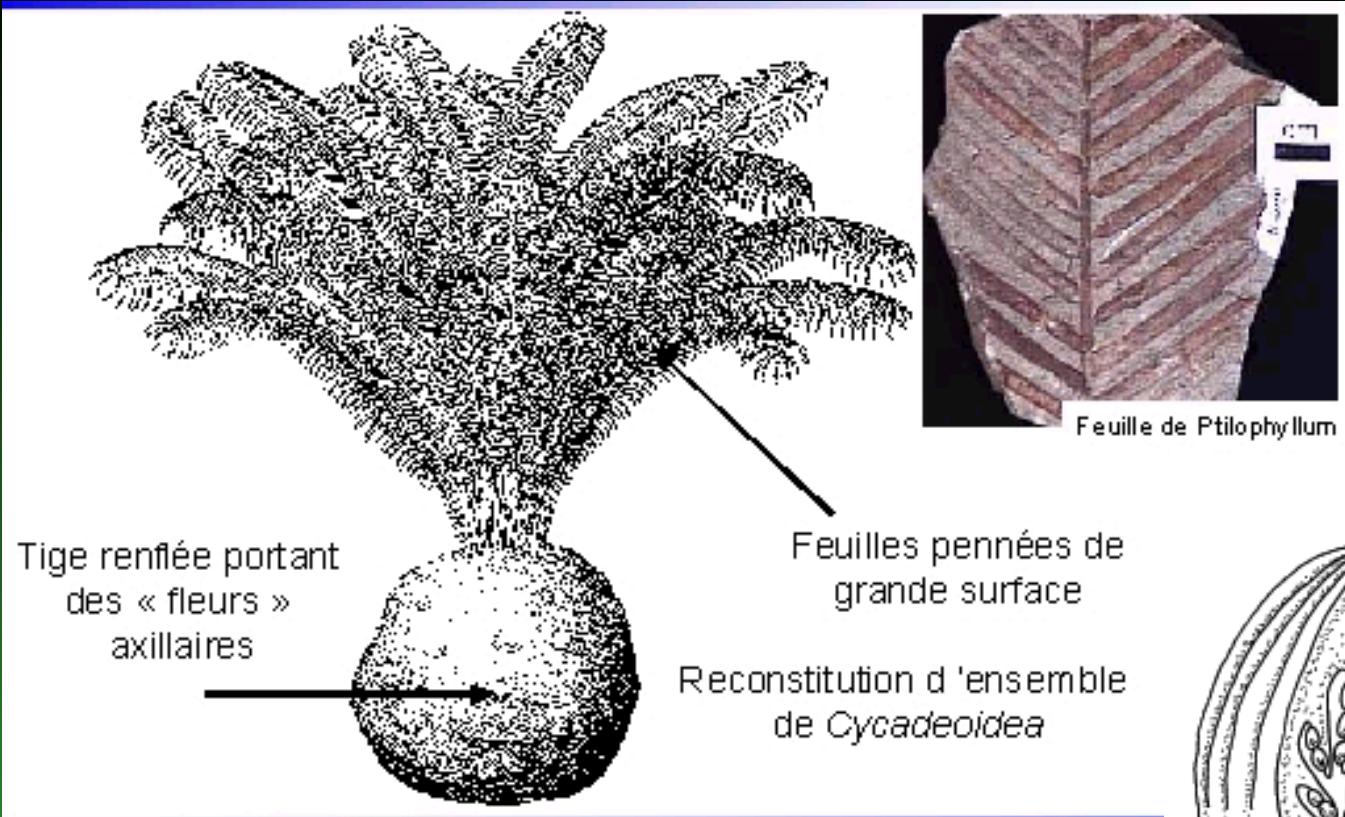
Williamsonia - štíhlý kmen,
několik m vysoký, již ve svrchním
triasu, strobily na koncích větví,
semena oválná,



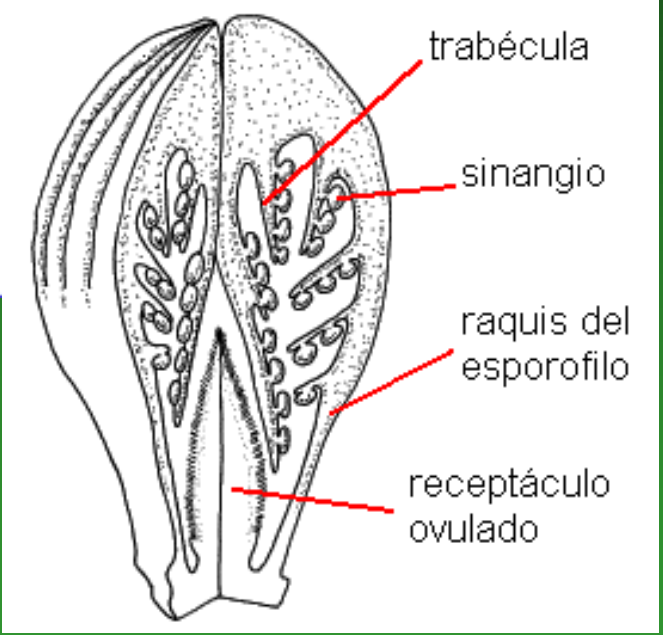
Williamsoniella

Williamsonia





Cycadeoidea - krátký kůlovitý kmen, strobily přisedlé mezi listy megasporofyly téměř dokonale uzavřené v primitivních "pestících" s "pouzdry", uzavírajícími větší množství vajíček. Semena žebernatá až křídlatá



Řád *Ginkgoales* (jinany)



Nahosemenné druhotně
tloustnoucí dřeviny –
stromy s pyknoxylickou
stavbou



Fosilní, s jediným
recentním zástupcem

jinanem dvoulaločným
(*Ginkgo biloba*)



Listy jinanů opadávají, větve jsou téměř vodorovně odstálé, s výraznými brachyblasty



Listy jednoduché,
vějířovité

ve dva laloky
rozdělené

žilnatina vějířovitá



vyrůstají ve svazečcích
na brachyblastech

Jinany se objevily objevují se již ve spodním karbonu.

Vrcholu dosáhly během druhohor, hlavně ve střední juře, ve třetihorách ustupují.



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

Evolučně navazují jinany pravděpodobně na kordaity

Ginkgo biloba

Cordaites



Fosilní *Ginkgo*



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



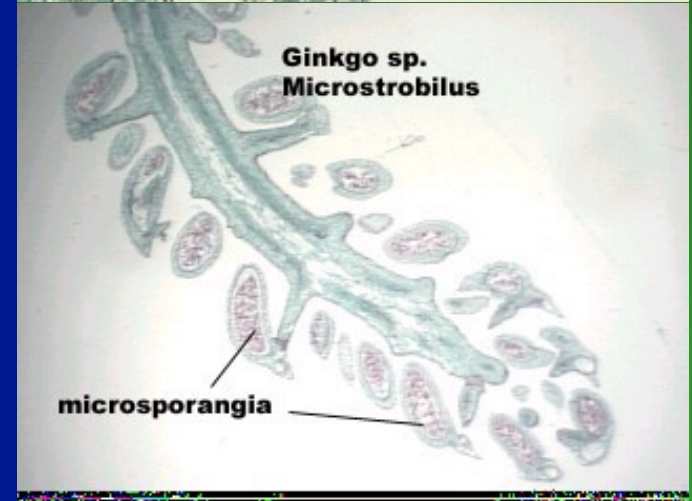
John N. Agnew ©2000

Jinan je
dvoudomý
strom

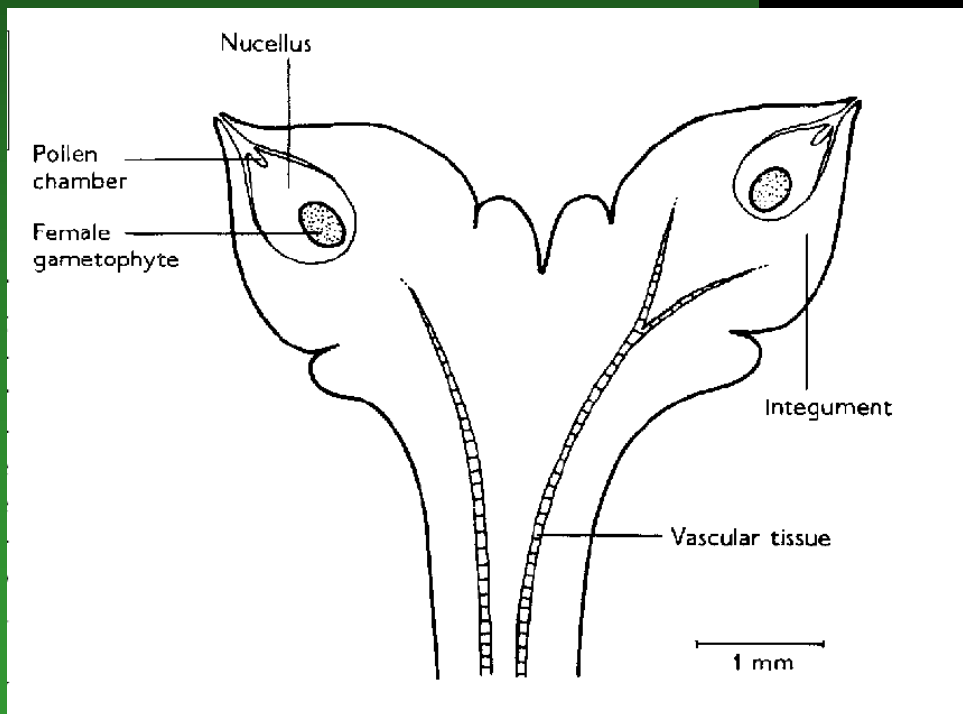


má tedy samčí a
samičí jedince

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



Vajíčka nahá,
na stopkách
zpravidla dvě,
transverzálně
postavená



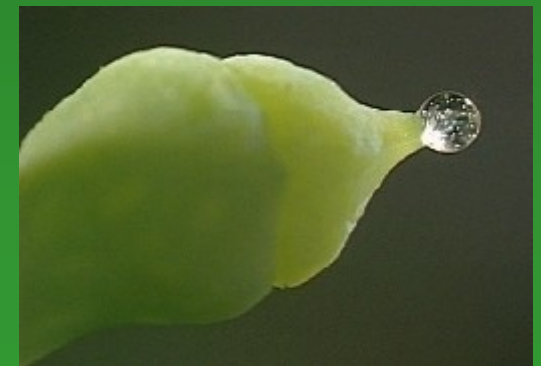
Jedno z vajíček
zpravidla nedozrává -
zakrňuje.



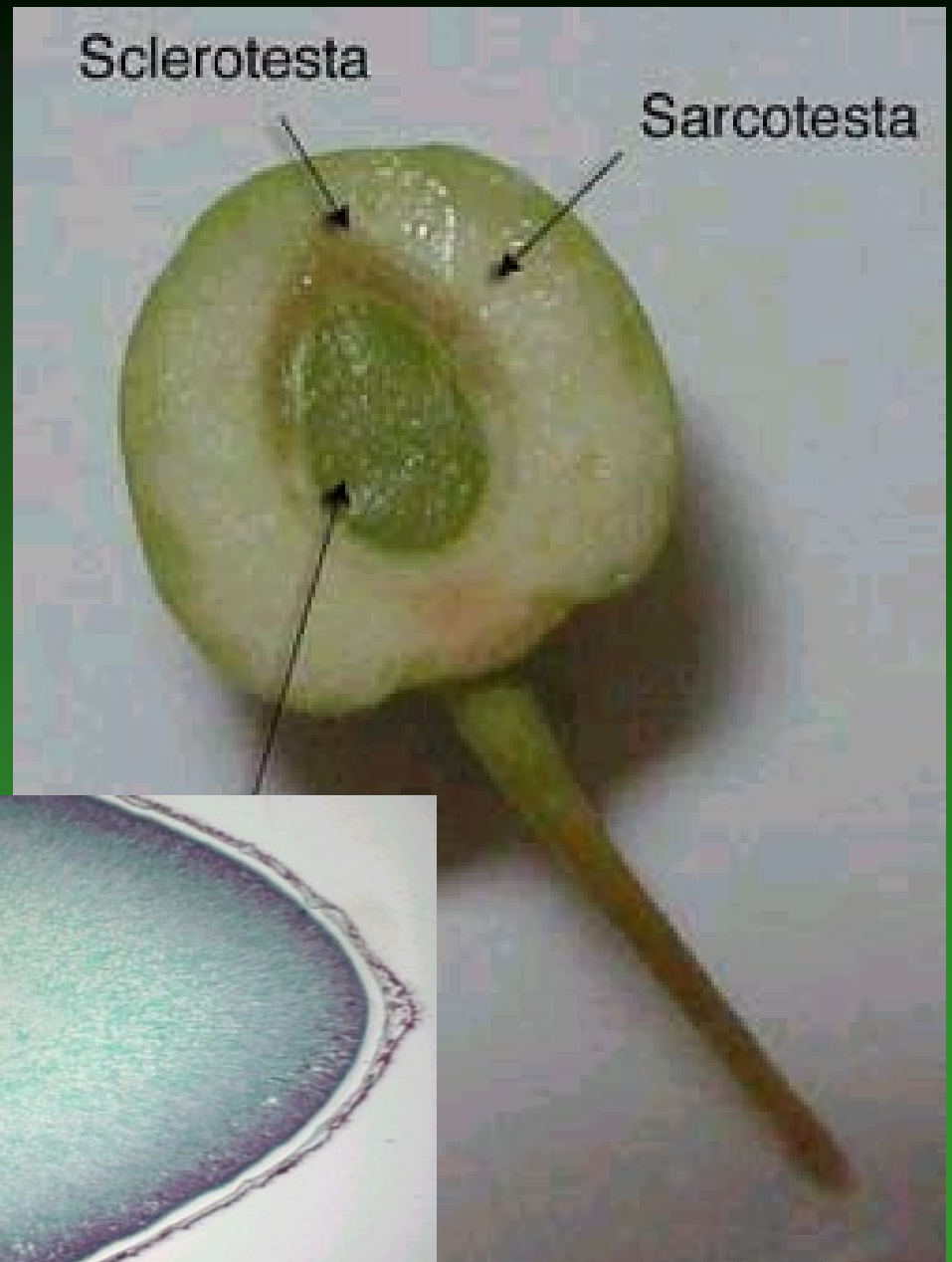
Pyl je při vysychání polynární kapky vtahován do pylové komory.



Uvnitř vyklíčené pylové láčky vznikají dva polyciliární spermatozoidy (u cykasů a jinanů se s nimi setkáváme naposledy); k oplození vaječné buňky dochází zpravidla až po odpadnutí semene na zem;



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



Semena mají nejprve zelenou barvu, po opadu na zem žlutnou a odporně páchnou.



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.

Zejména v posledních letech je z jinanu získávána řada léčivých produktů



Samotná rostlina se za příhodných podmínek dožívá až 2000 let stáří.



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

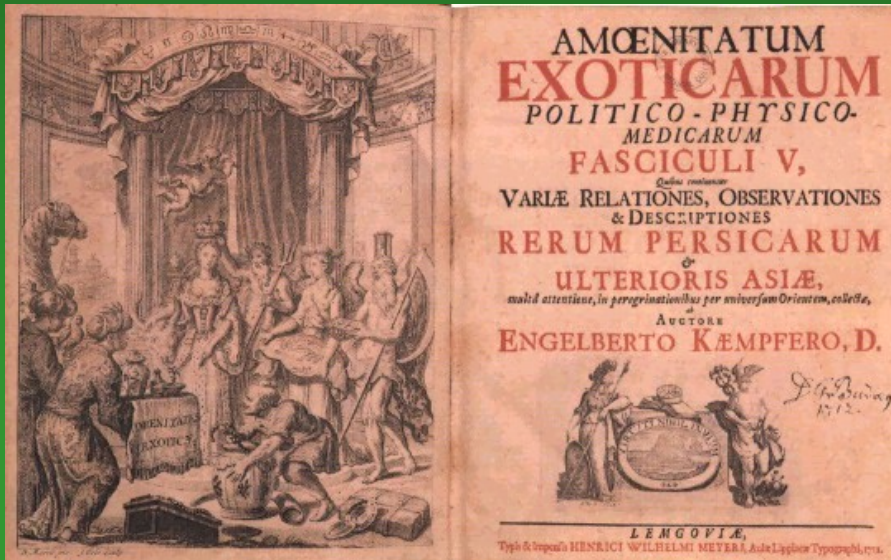
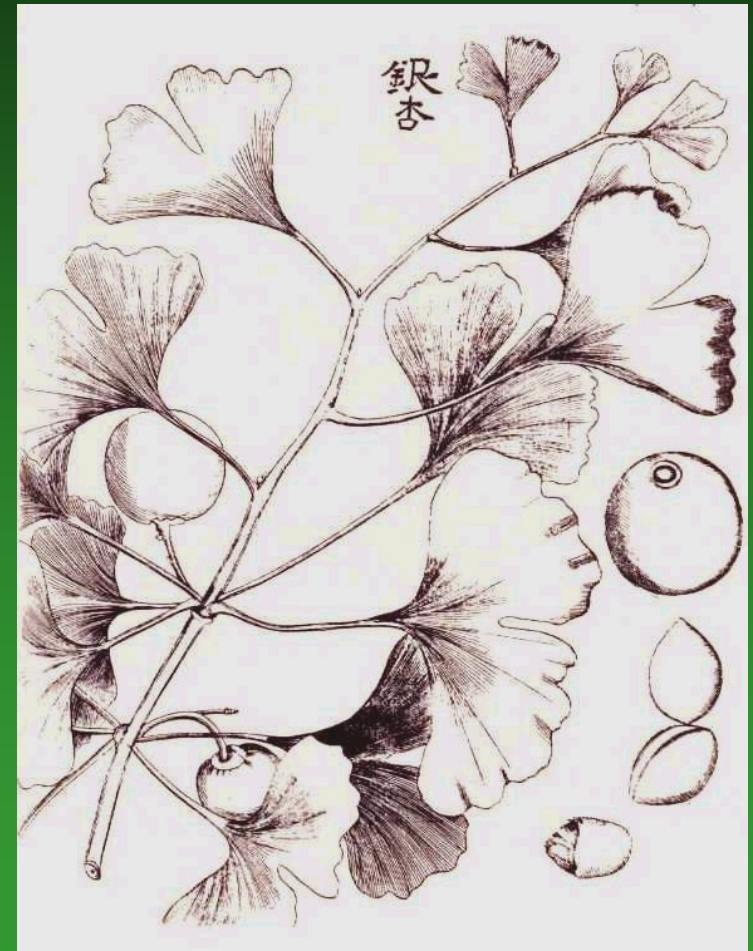


Odsud byl přenesen i do Japonska a Koreje ke stejnému účelu.



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



řád *Pinales* (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

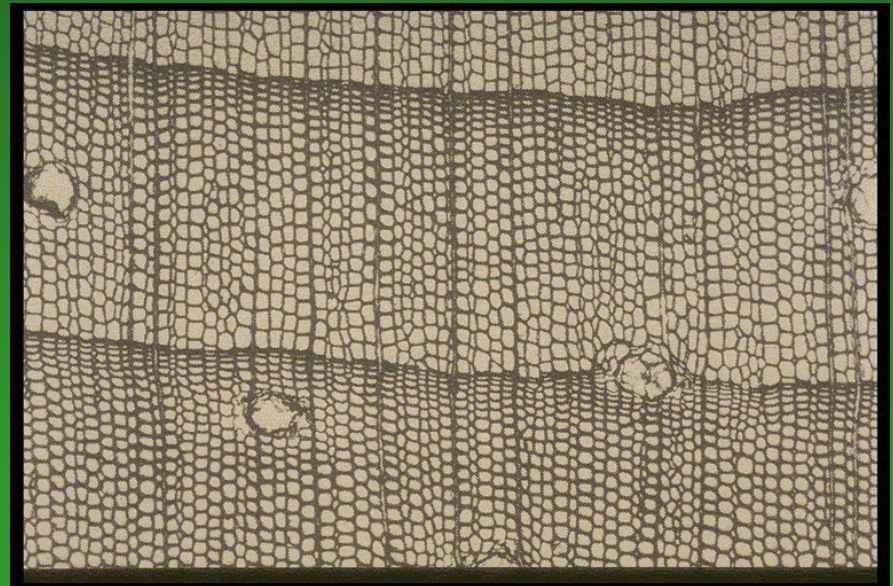
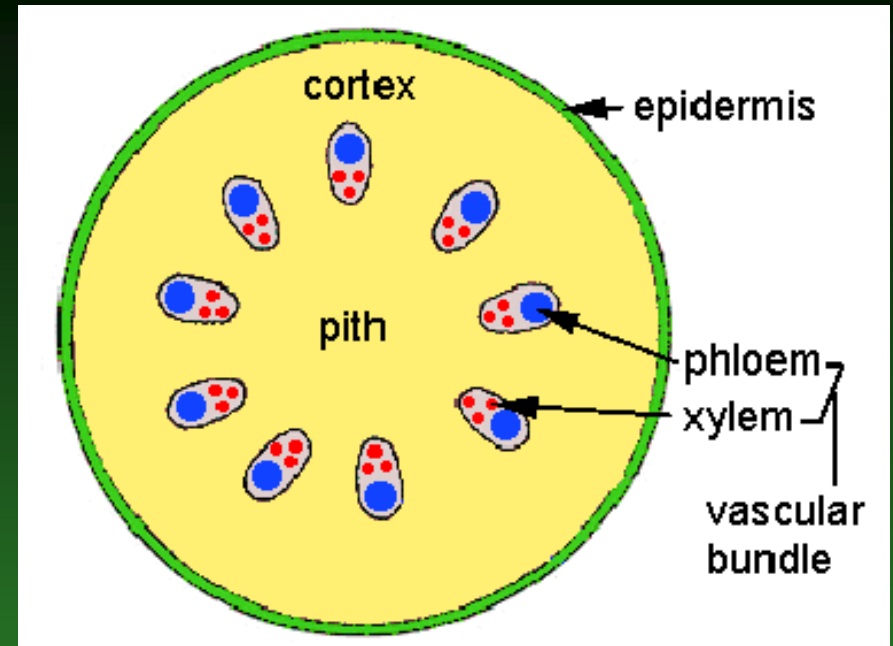
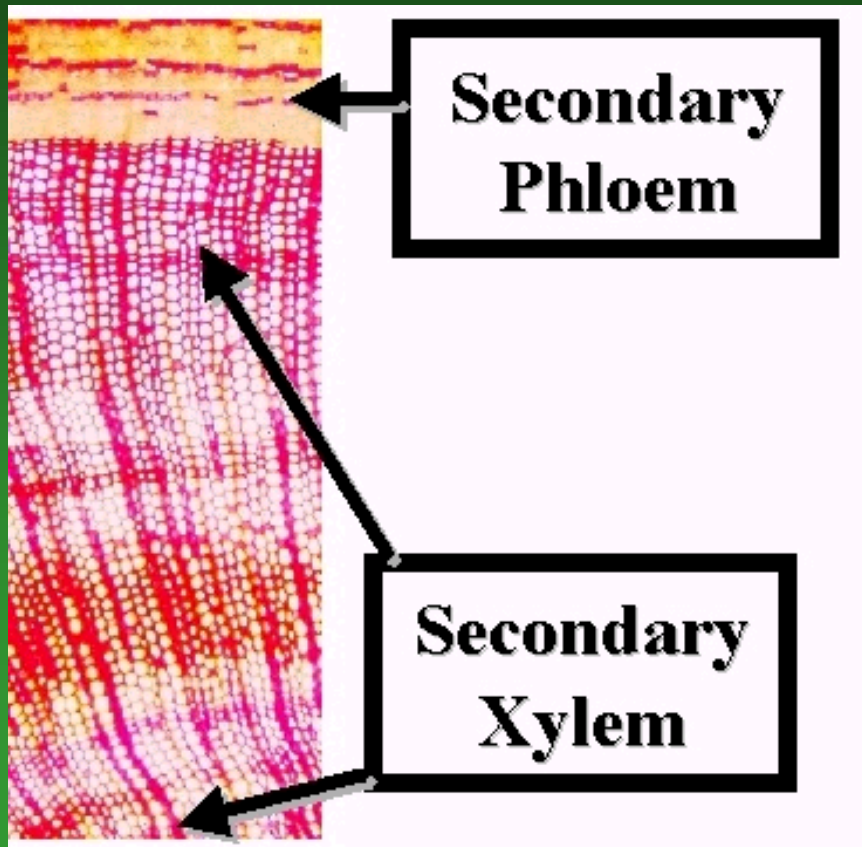


Morfologie výhradně dřeviny převážně stromy (řidčeji keře)

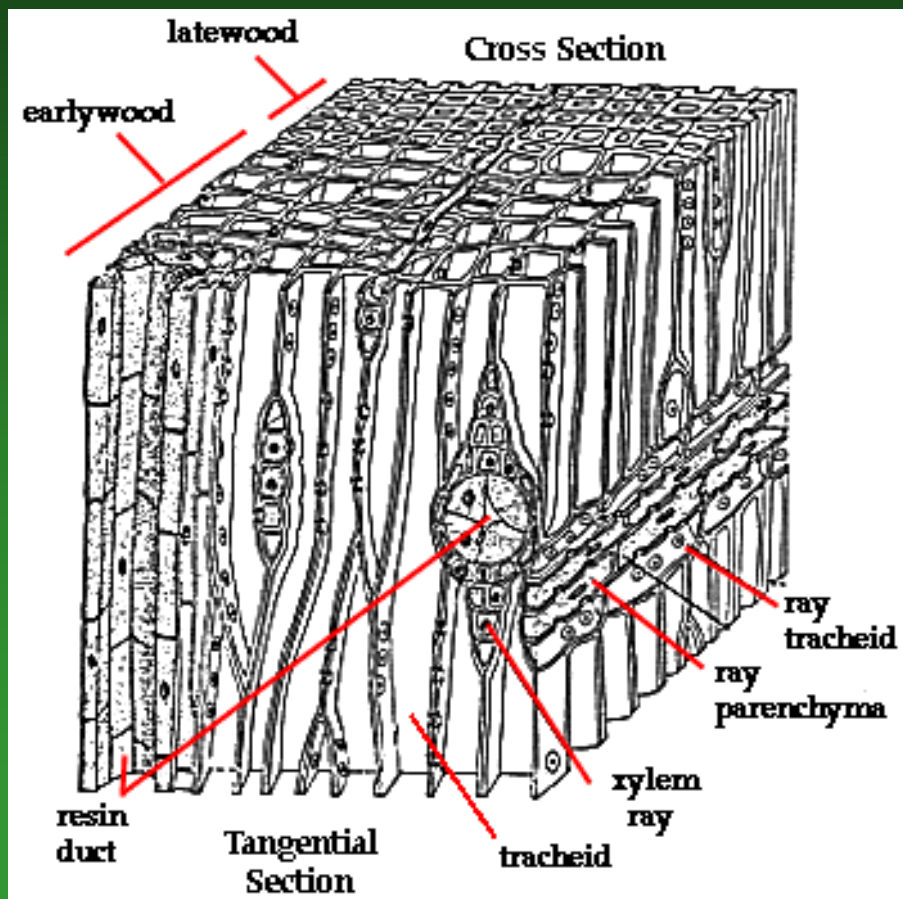


Vodivé elementy eustélické stavby.

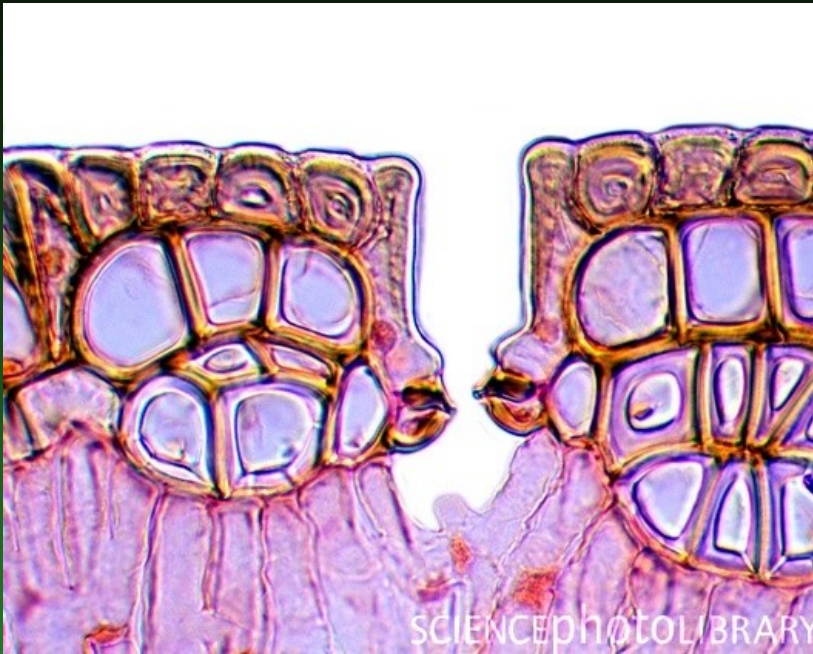
Kmen s druhotným tloušťnutím s letokruhy, pyknoxylické struktury (bez parenchymatické dřevě, dobře odolává mrazu)



Xylem pouze s tracheidami,
často s pryskyřičnými kanálky



Průduchy hluboce
zanořené pod povrch
kutikuly a epidermis



Kutikula často silná

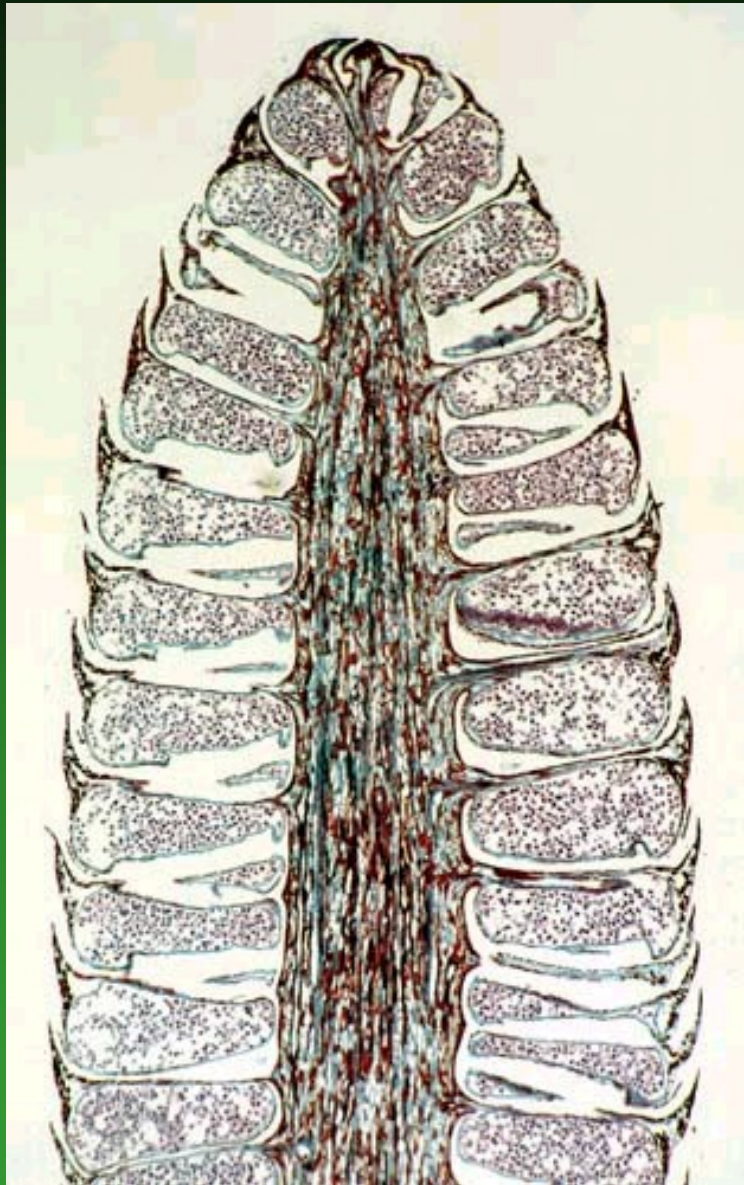
Větve často s brachyblasty (nejvýraznější u modřínu)



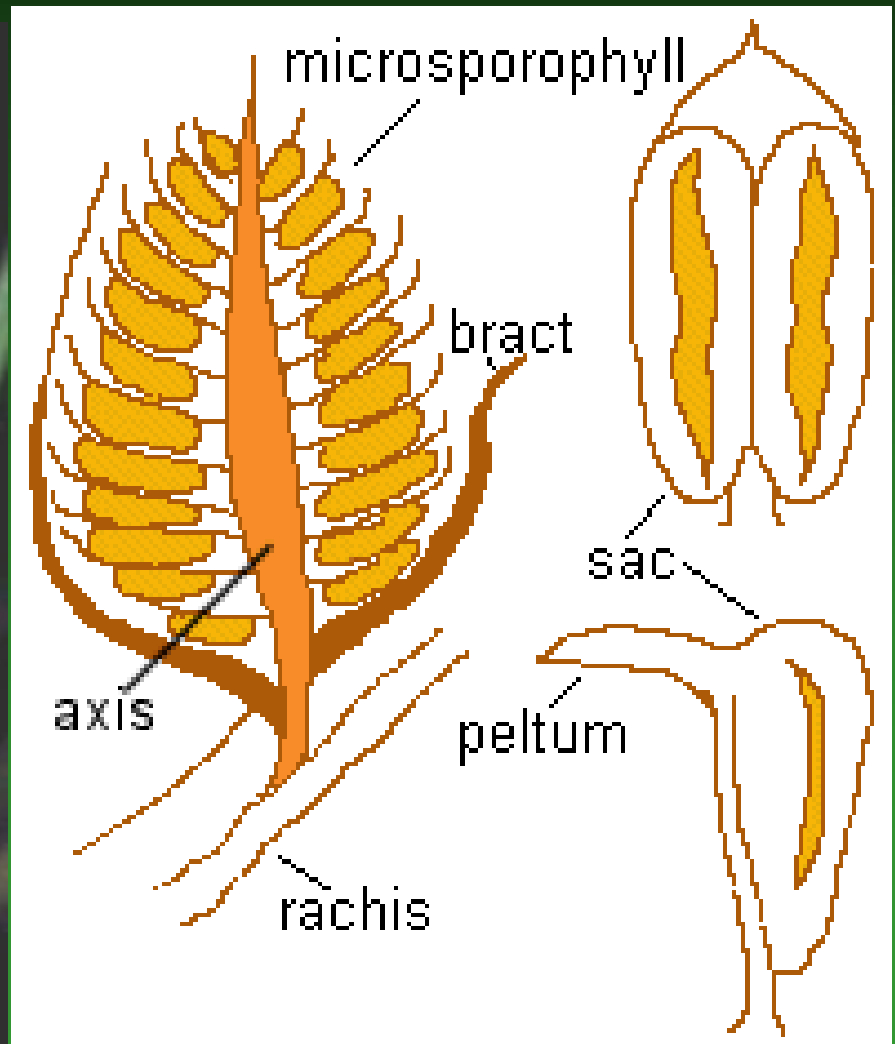
Listy většinou malé, jehlicovité nebo šupinovitě, většinou jednožilné



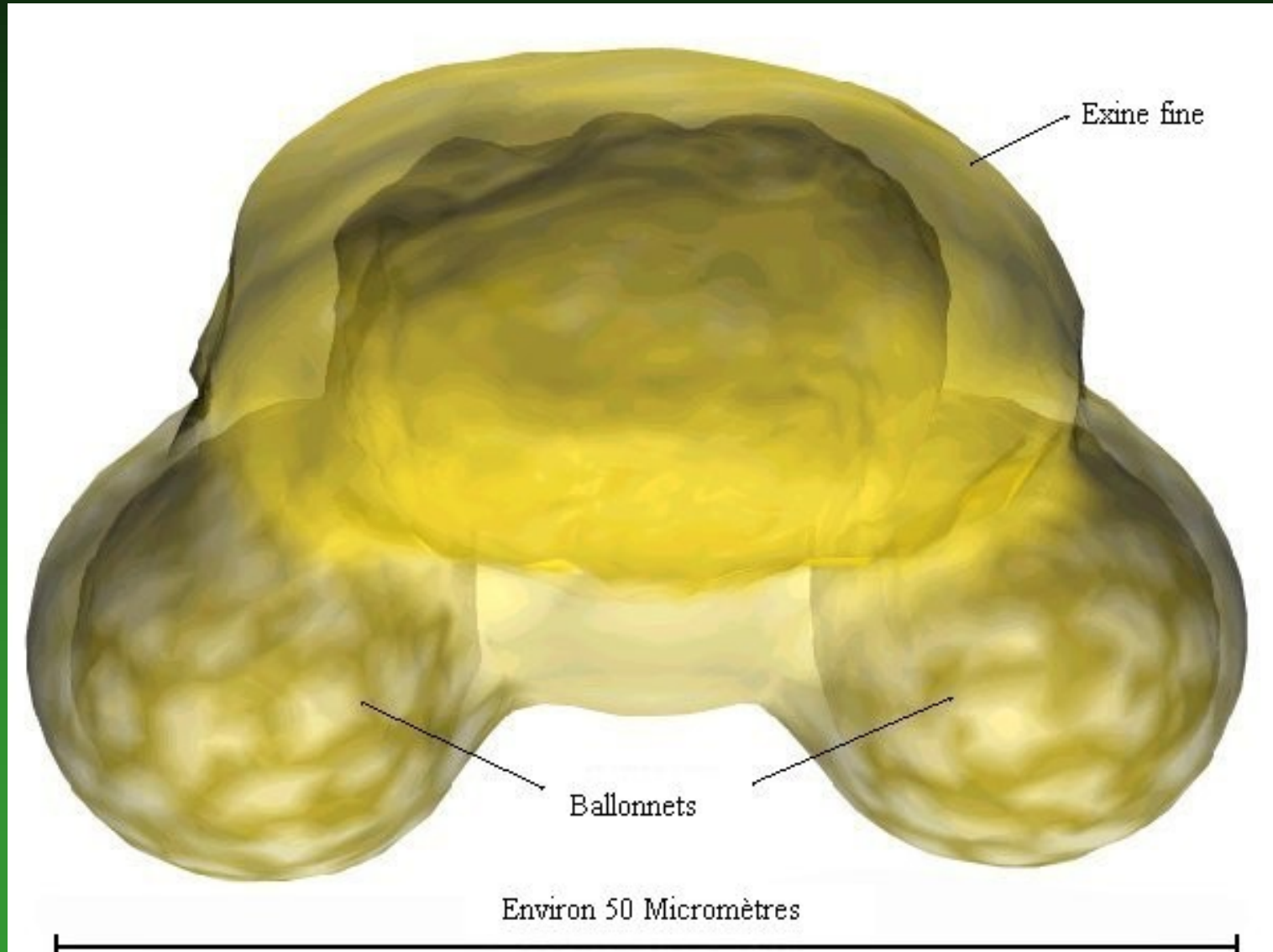
Sporofyly šupinovitě, ve strobilech



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)



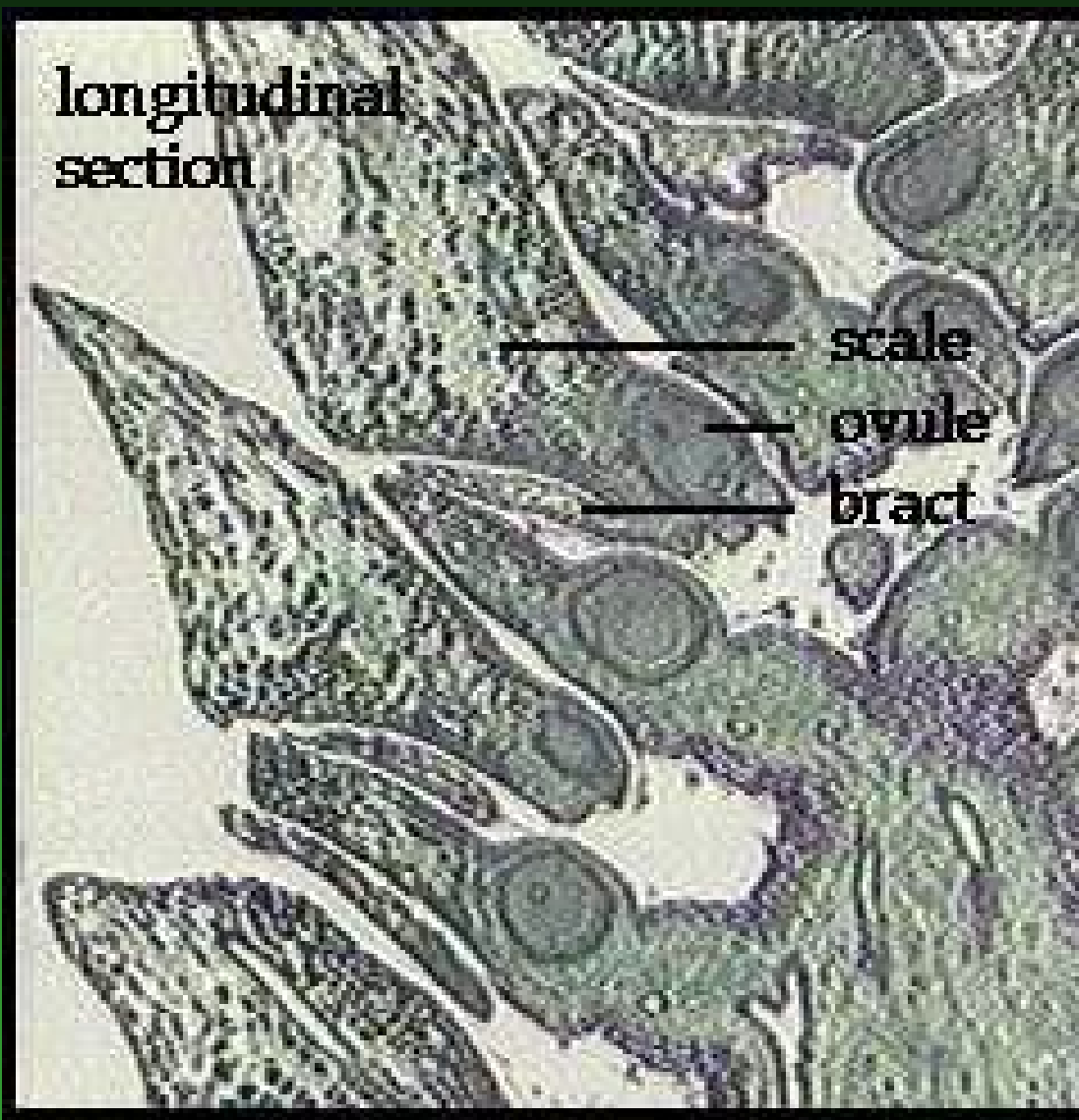
Zralé pylové zrno sestává ze dvou buněk

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



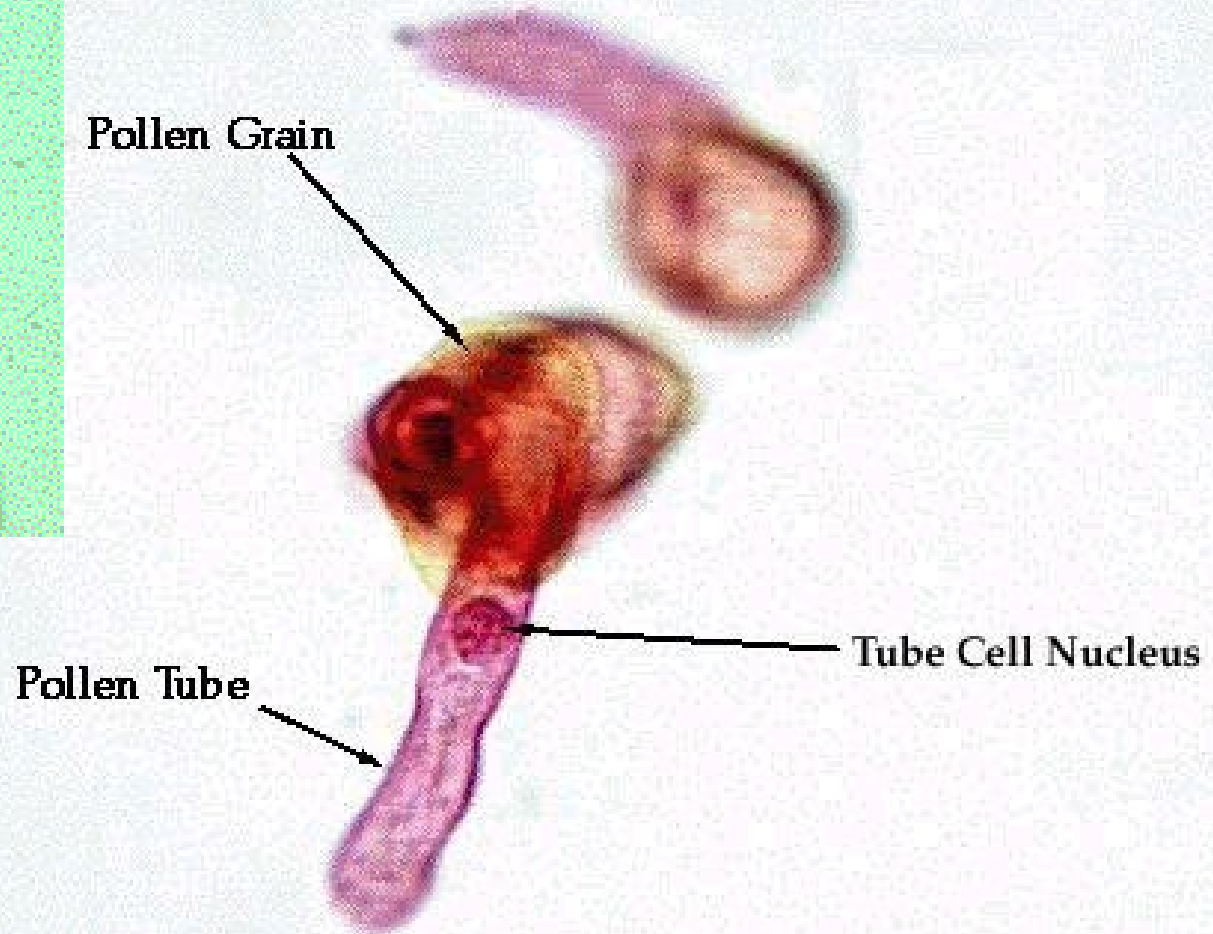
Semenné šupiny jsou stonkového původu vzniklé srůstem úžlabních větví, podpůrné šupiny jsou původu listenového



Mikroprothalamium má již jen 5 buněk: prothaliovou, nástěnnou, vegetativní a 2 spermatické



Germinating Pine Pollen (400x)

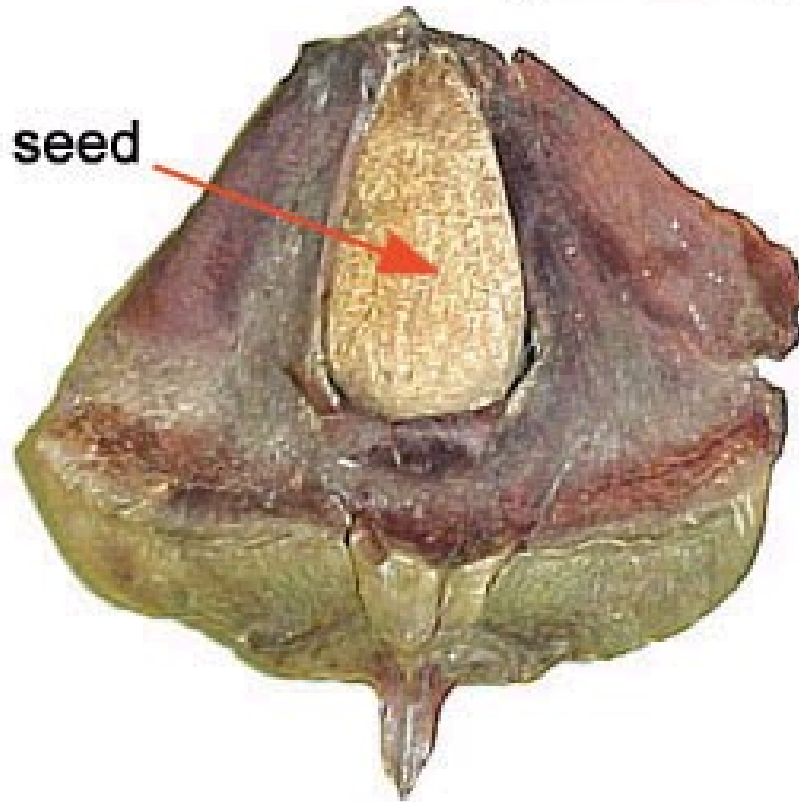


Megastrobilus je složitěji stavěný u primitivnějších jehličnanů



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

© W.P. Armstrong 2002

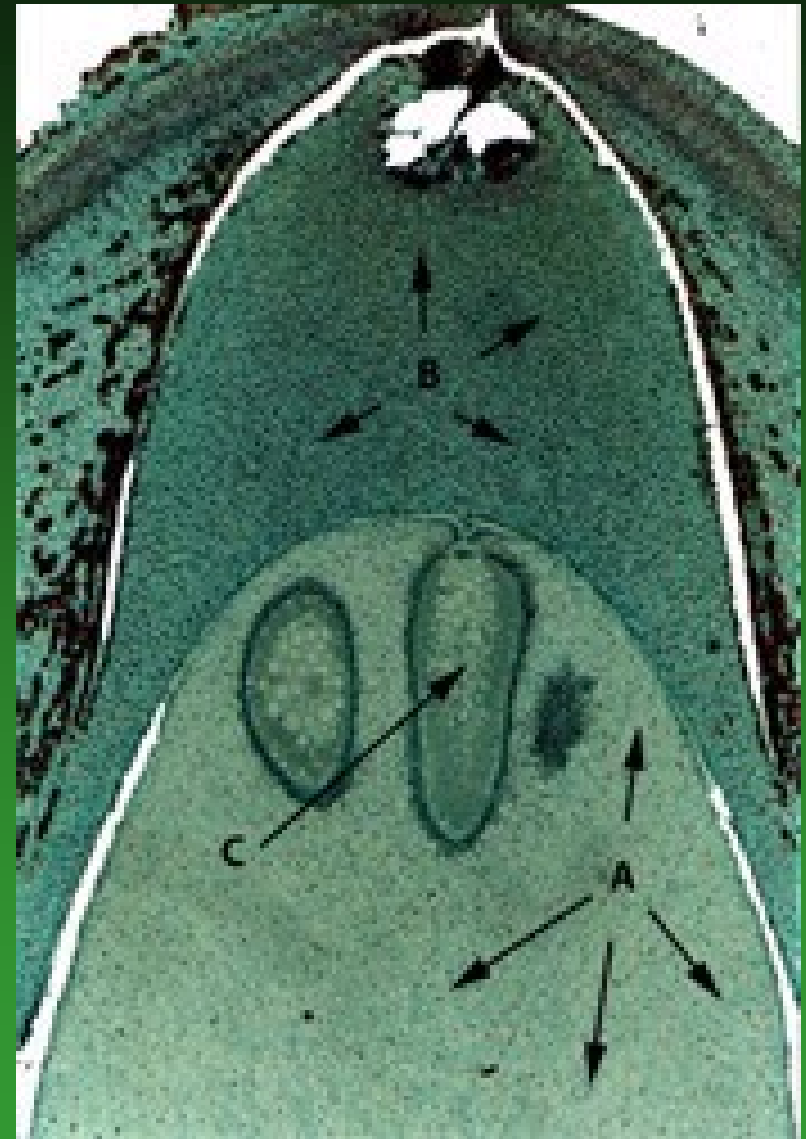
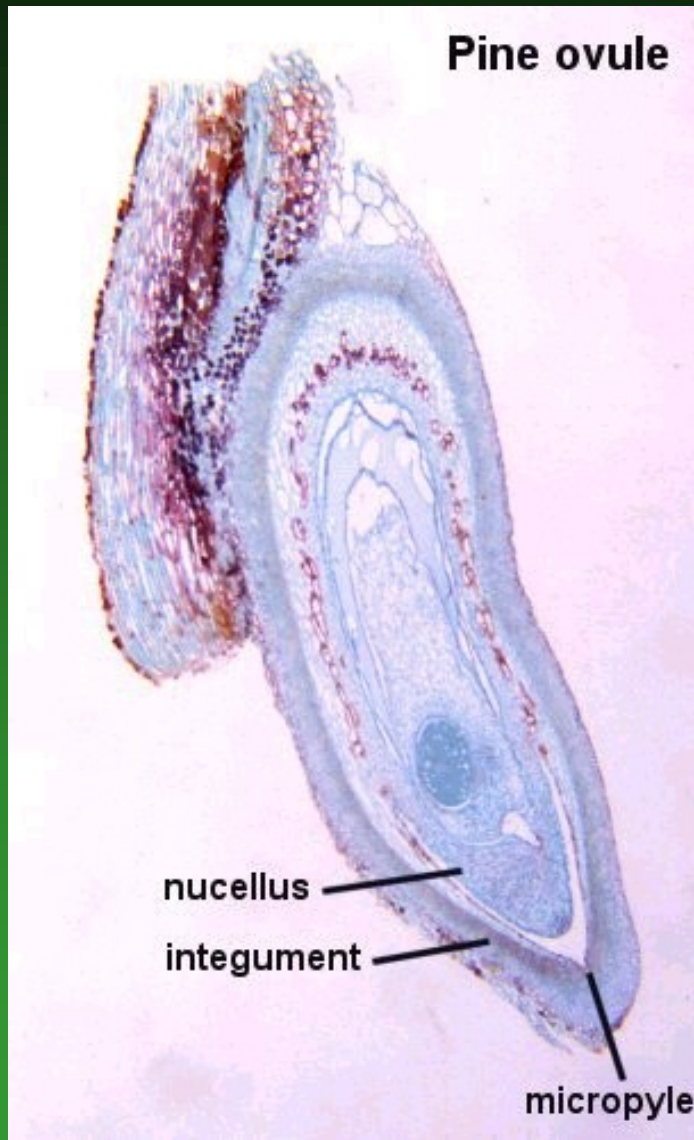


Araucaria bidwillii
(Bunya-Bunya)



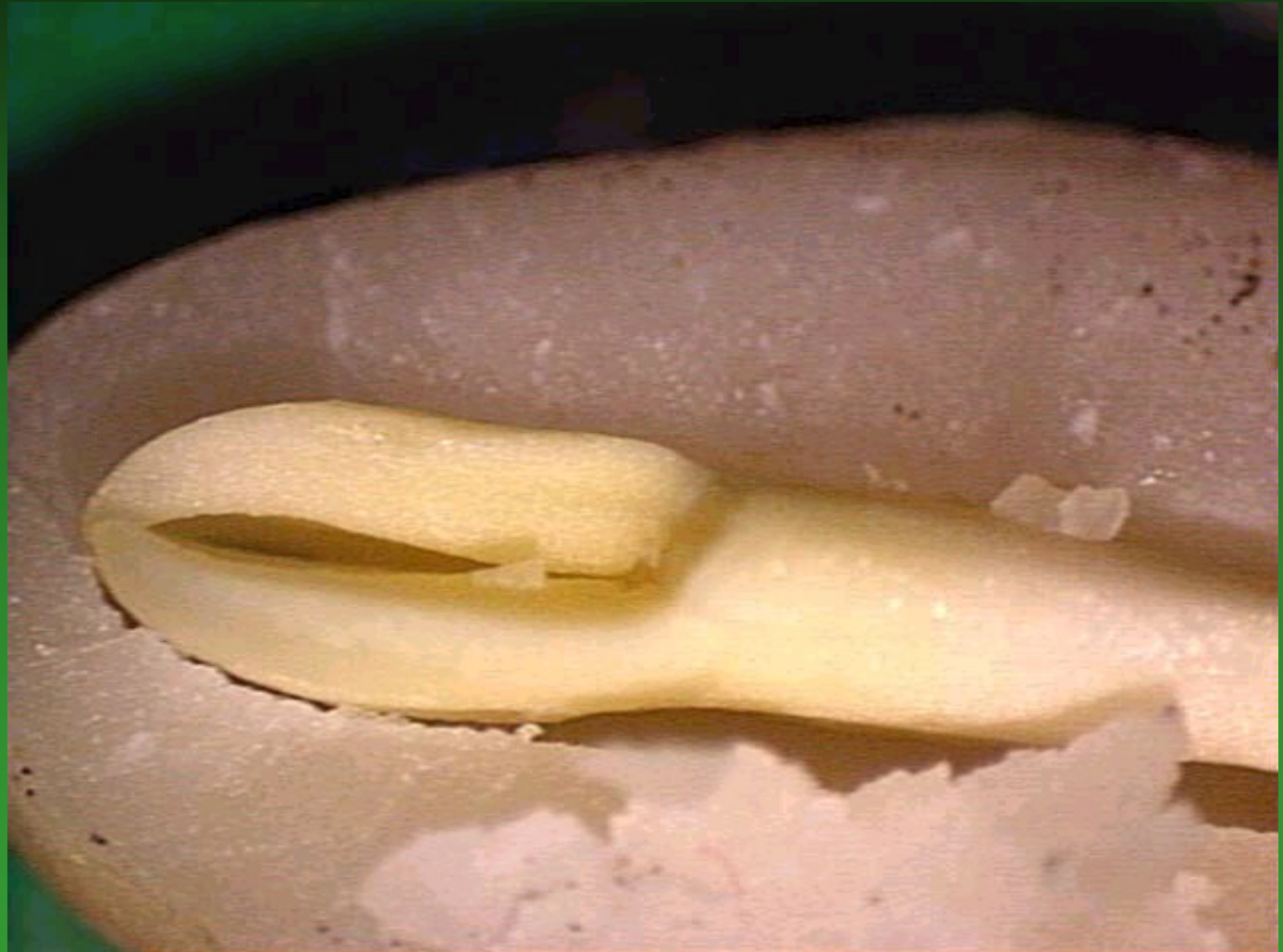
Pinus coulteri
(Coulter Pine)

Vajíčka s jedním integumentem, s archegonii 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

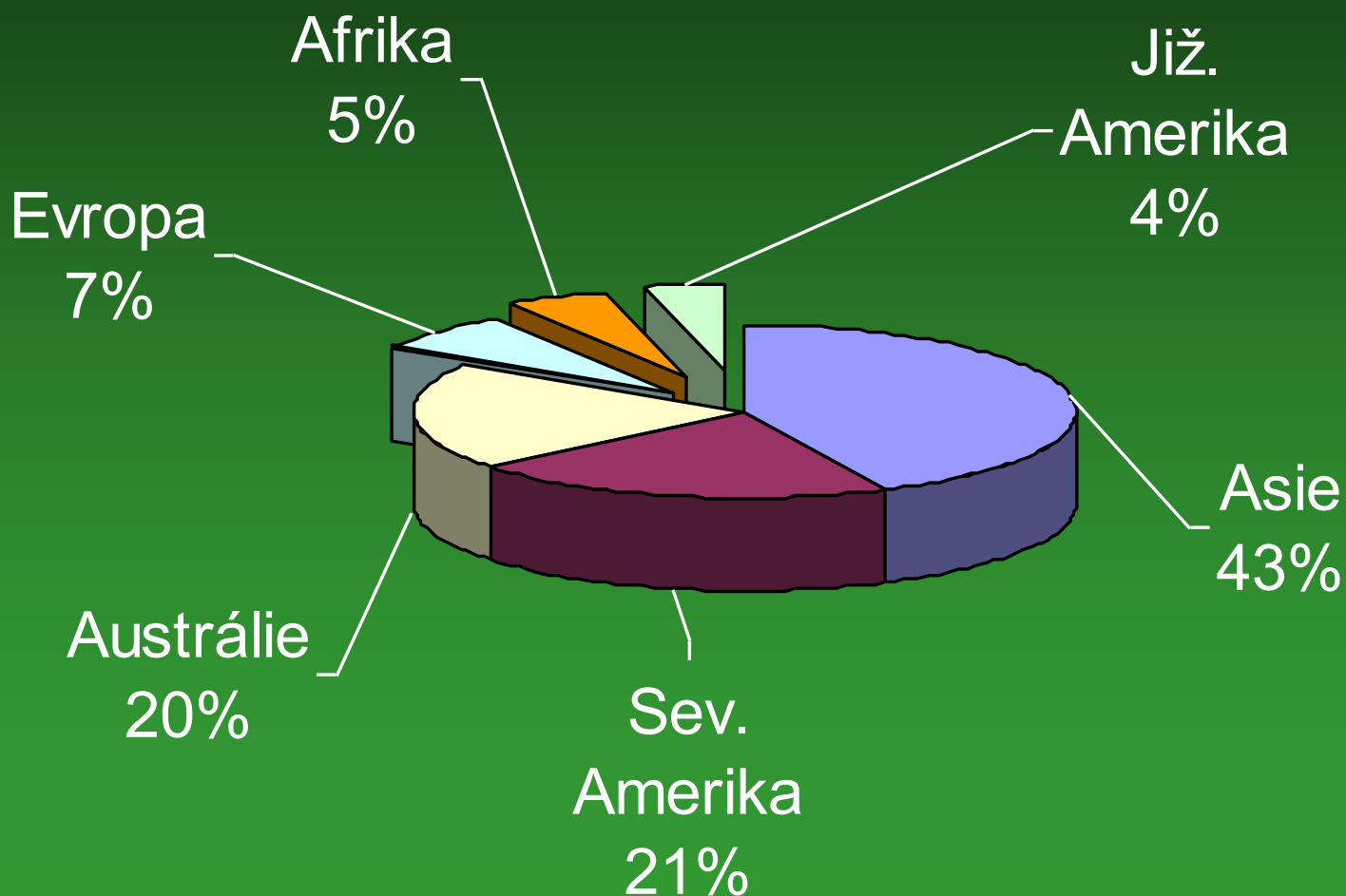
Nejprimitivnější *Pinales* se objevují již koncem karbonu

Rozmanitost tvarová a druhová se výrazněji objevuje v juře,

Vrcholu dosahují v křídě

I v současnosti tvoří významnou skupinu - ne tak bohatou co do počtu druhů (60/600), ale významnou svým dominantním postavením ve vegetaci především chladnějších klimatických pásem a horských oblastí.

Zajímavé jsou recentní geografické vazby jehličnanů: největšího druhového bohatství dosahují v Asii, S Americe a v Austrálii, naproti tomu v Evropě, Africe a jižní Americe roste 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 araukarií
vytrvávají, jsou
ploché, vícežilné
nebo jehlicovité,
jednožilné



Mikrostrobily střední
velikosti, s až 1000
šupinami;

mikrosporofyly s 10-15
prašnými pouzdry;



Megastrobily velké - až 35 cm,
kulovité
šupina semenná někdy srůstá s
podpůrnou a nese jediné vajíčko

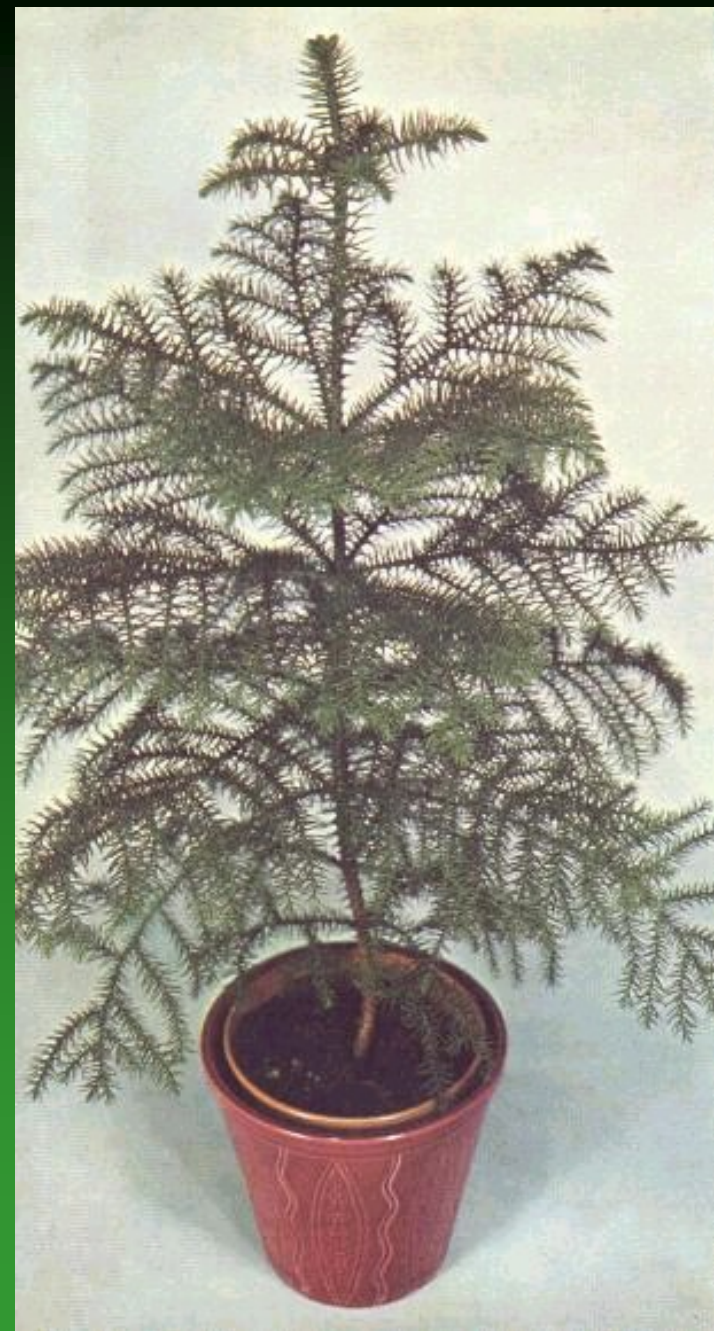


Araucaria sp.
Araucariaceae
Gerald D. Carr



© W.P. Armstrong 2006

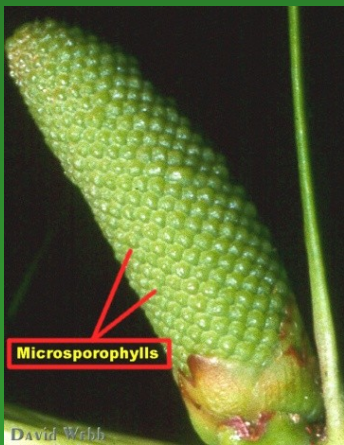
U nás se pěstuje často jako pokojová dřevina *Araucaria excelsa* - blahočet ztepilý, původní je na ostrově Norfolk u Nového Zélandu



Araucaria má až 4 cm dlouhá semena nazývaná v Chile pinoni; jsou hlavní potravou indiánů kmene Araucos v J Chile, podle nichž dostala jméno nejen tato provincie, ale i samotná rostlina.

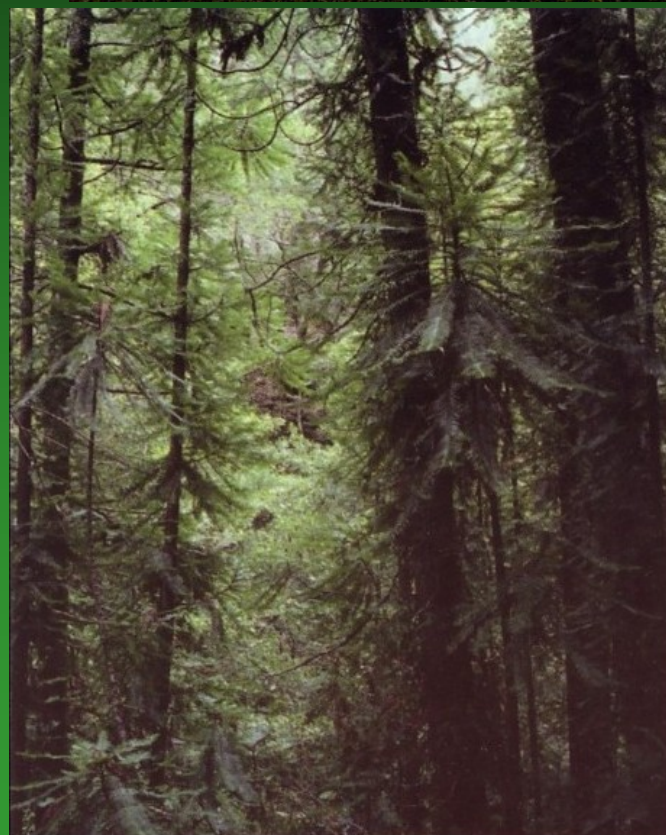


Rod *Agathis* má asi 20 druhů - poskytují pryskyřici kauri kopal - k výrobě fermeží a laků, domorodci ji žvýkají, vyskytuje se v kulovitých útvarech pod zemí v subfossilním stavu.





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

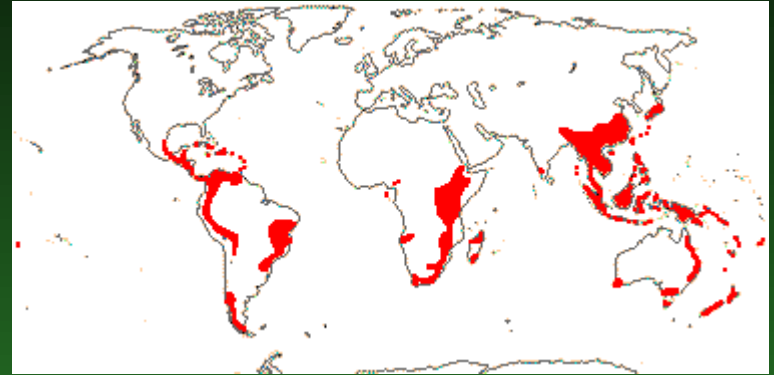


2. čel. *Podocarpaceae* 6-7/130

recentní i fosilní převážně stromové jehličnany s často širšími listy.

Již ve svrchním triasu.

Dnes hlavně v horách tropů a subtropů jižní polokoule.





Podocarpus amarus

Listy jsou u *Podocarpaceae*
často ploché, kopinaté nebo
čárkovité

Podocarpus neriifolius



Na jehličnany naprosto atypickým vzhledem vyhlížejí zástupci rodu *Phyllocladus* z Nového Zélandu u nichž jsou 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 macrophyllus 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.



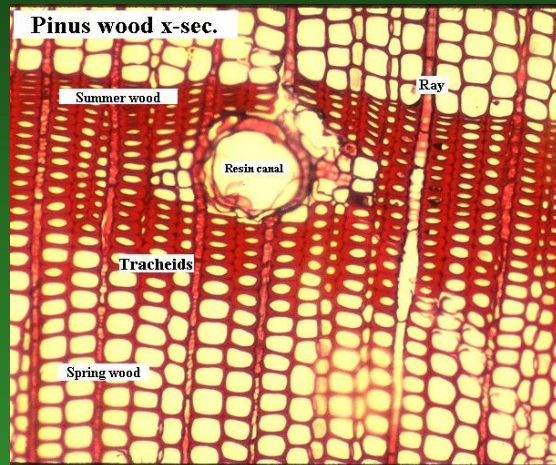
*Podocarpus
falcatu*

3. čel. *Pinaceae*

jednodomé stromy s
vytrvávajícími jehlicemi (výjimka
modřín)

ve všech vegetativních částech
mají pryskyřičné (balzámové)

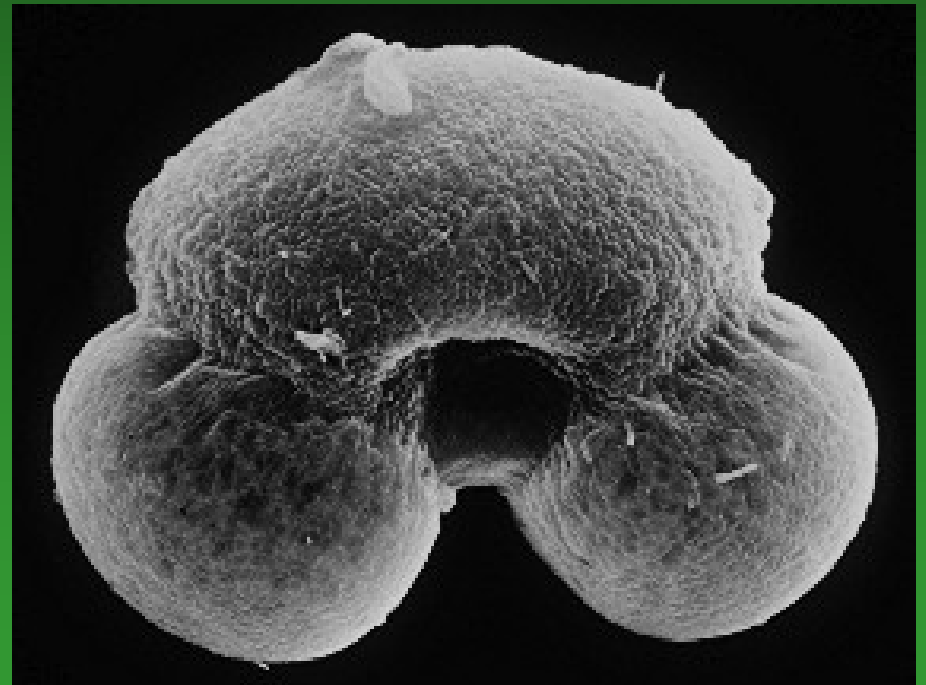
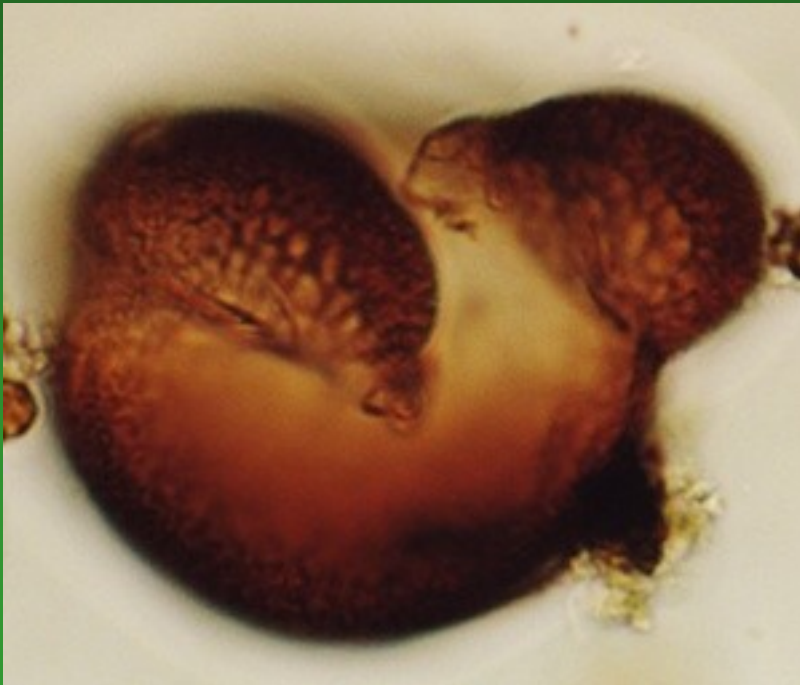
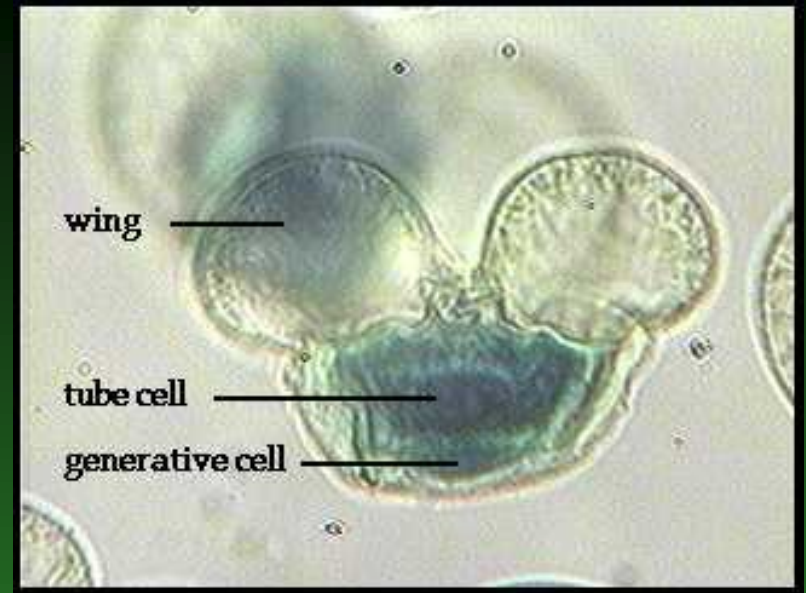
kanálky



mikrostrobily malé

mikrosporofyly se 2 praš.
pouzdry

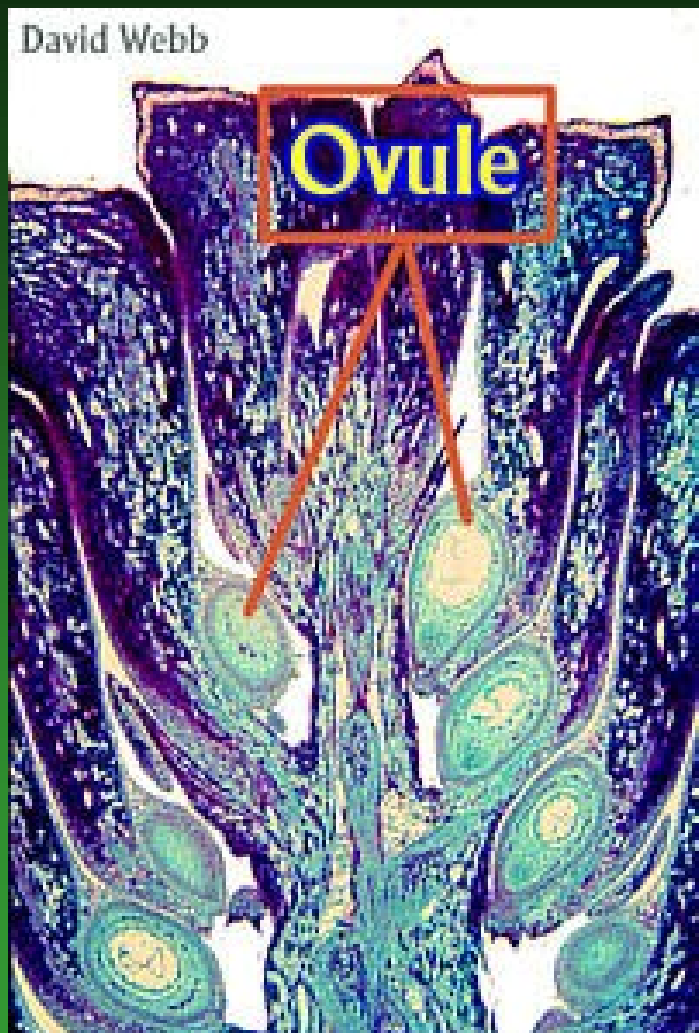
mikrospóry se 2 vzduš. vaky



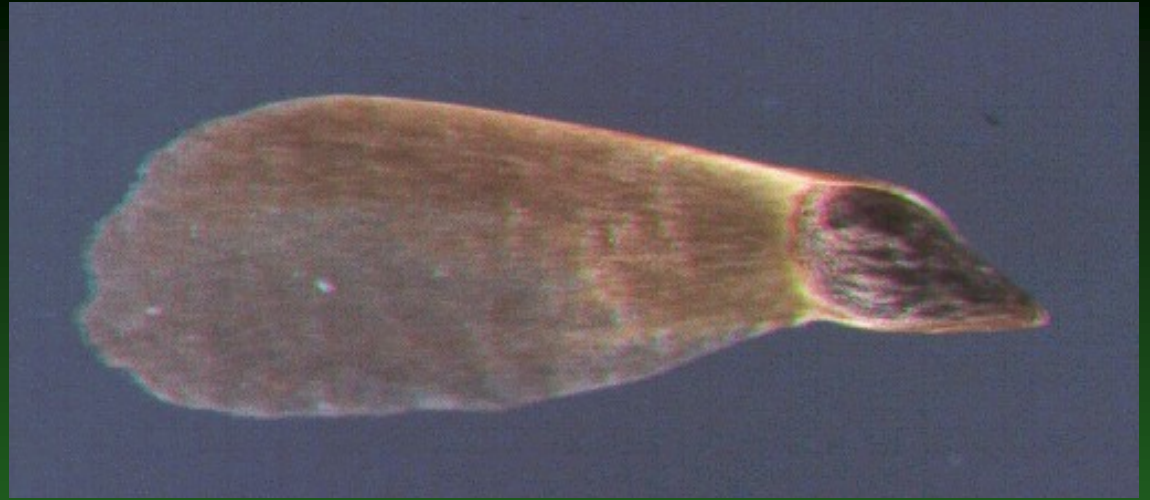
megastrobily velké, v době zralosti dřevnatí



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

nejstarší zástupci ve střední juře

rozmachu na sklonku křídy

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
všichni naši zástupci mají
jehlice po dvou

Pinus sylvestris - borovice
lesní; tvořila podstatnou část
vegetace u nás na konci
glaciálu; pak ustoupila na
nevýhodné substráty (písky,
skály, rašeliniště), kde tvoří
reliktní bory a kde jediné
odolala konkurenci jiných
dřevin, jinak je ale často i
sekundárně vysazovaná;
za příhodných podmínek
dosahuje výšky až 50 m a stáří
až 500 let.







Foto: Anna-Lena Anderb

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.



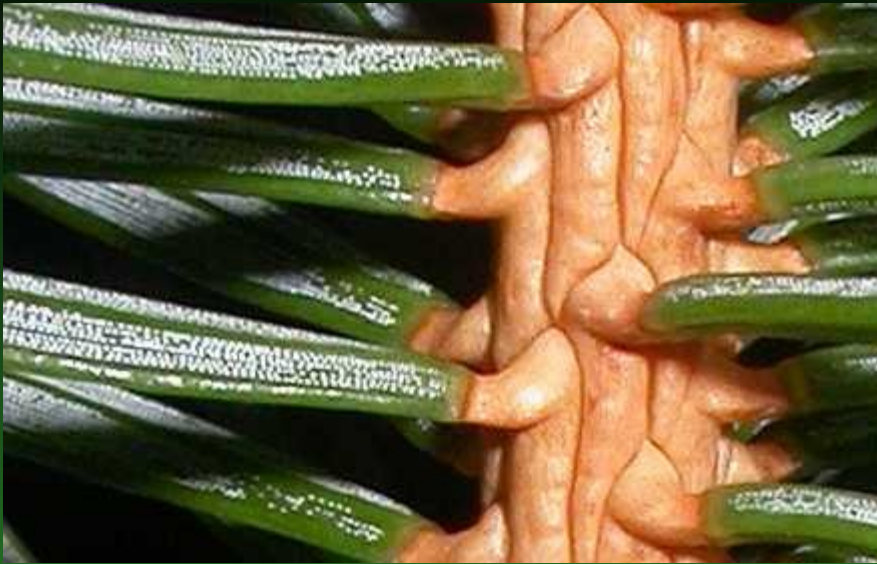
Vysazuje se často i *Pinus nigra* - borovice černá - má taky 2četné svazečky jehlic jinak roste v Alpách a v Dinaridech



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



Picea – smrk



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:
(malá doba ledová, holoseče, skelné a železné hutě, výsadba)
výsledek monokultury s drasticky jinými podmínkami než pův. smíšené lesy ve vyš. polohách.



GRAN, PICEA ABIES (L.) KARST.

Picea pungens - smrk pichlavý - pěstuje se nejčastěji pro okrasu často tzv. stříbrný smrk



Abies – jedle

bez brachyblastů
jednotlivé jehlice přisedají
ploškou, často jsou
dvouřadě uspořádané



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



Abies alba Miller.

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



Larix - modřín

s výraznými brachyblasty se svazečky s nejčastěji 30-50 jehlicemi, které na zimu opadávají. U nás původně velmi vzácně, ale často vysazován *Larix decidua* - modřín opadavý. Původní jen v Jeseníkách jinak je ale v Karpatech a v Alpách. Kůra modřínu byla pro vysoký obsah tříslovin využívána v koželužnictví; dřevo dobře odolává hnilobě - lépe než dřeva ostatních našich jehličnanů.



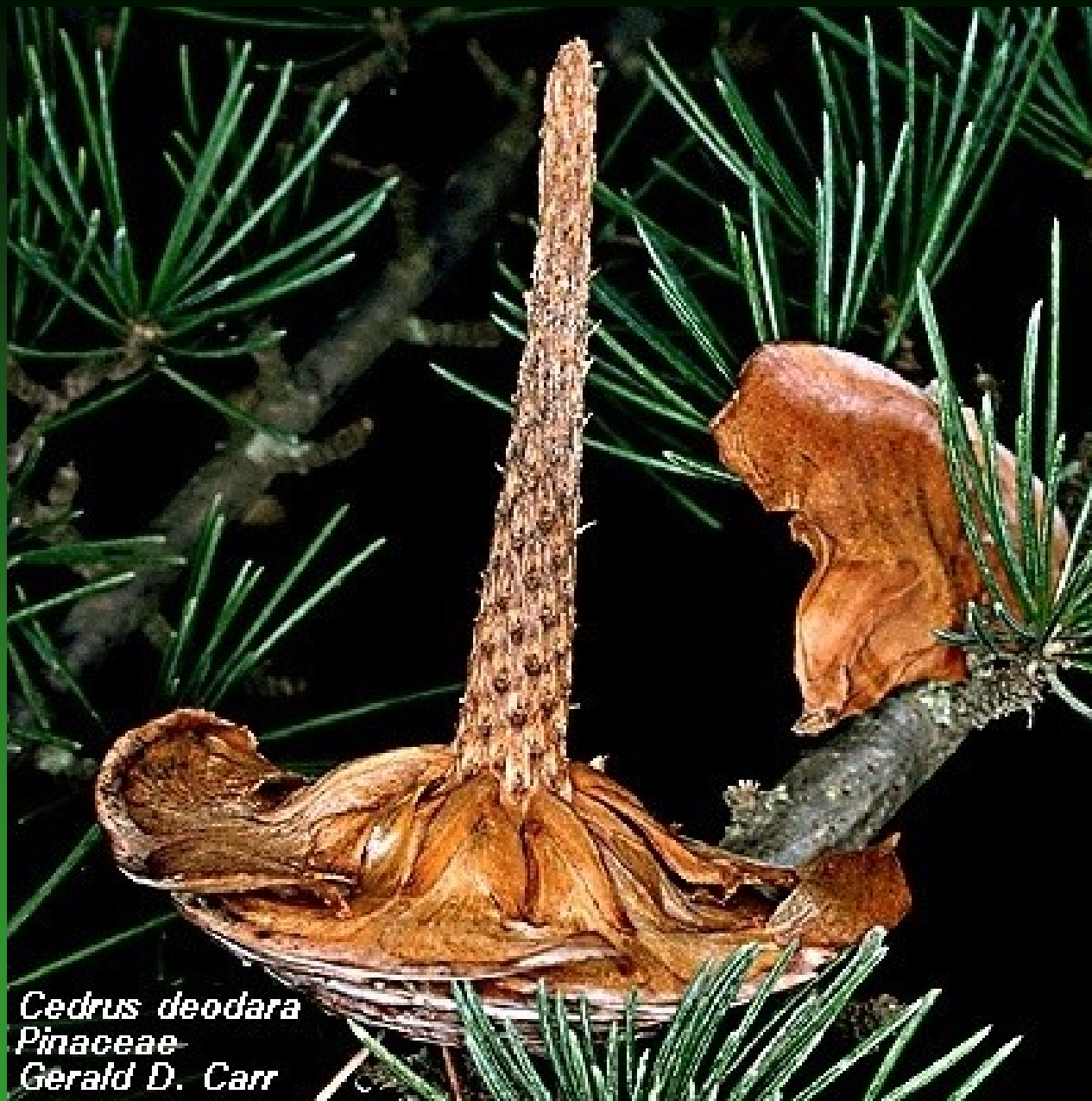
Na pilotech z modřínů stojí Benátky a stavěl se na nich i Petrohrad.

Známý je ještě *Cedrus* - cedr
jehlice v bohatých svazečkách 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, mikrospóry bez vaků, semena bez křídel



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 - nejstarší
národní park na světě
(1864).



Taxodium distichum - tisovec dvouřadý

Velký objem kmene

mohutné vertikálně rostoucí
dýchací kořeny – pneumatofory

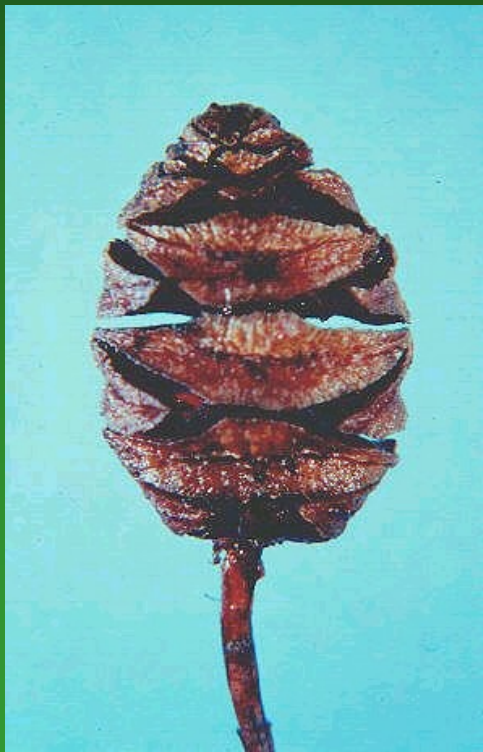
v povodí řeky Cash ve státě
Arcansas byly objeveny
pneumatofory až 30 m vysoké

Původní je u Golfského zálivu - od
Floridy po Mexiko



Metasequoia glyptostroboides

Střední Čína - objevená až roku 1941 v prov. Se-čuan a Hubei, 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

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 šupinové,
vz. jehlicovité,
vstřícné,
strobily drobné
mikrosporofyly s 2-
6 prašnými mikro-
sporangii
megastrobily z
mála šupin,
tvořených srůstem
šupin semenných a
podpůrných
mikrospóry bez
vaků,
semena bez křídel



Cupressaceae
© G. D. Carr

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

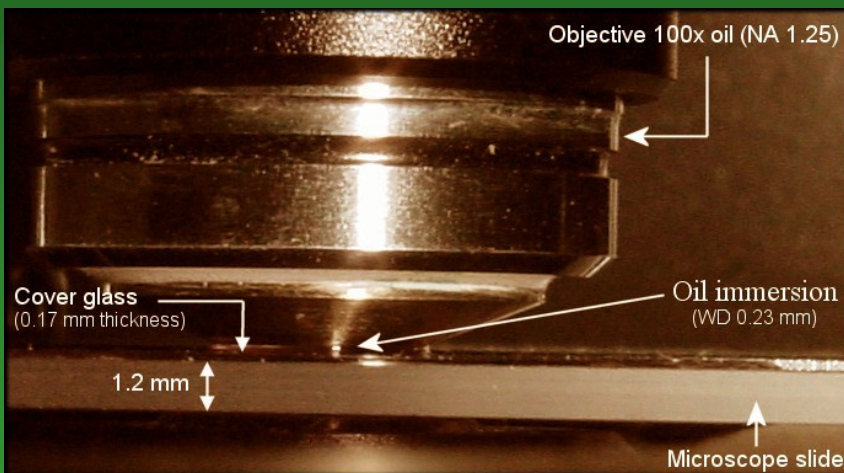
Jehlice má v trojčetných přeslenech, jeho megastrobilus je zdužnatělý - galbulus; na bázi každé semenné šupiny má po 1 vajíčku; v semenné zralosti šupiny zdužnatí a srostou, čímž dojde k vytvoření bobule, sloužící k endozoochorii.



Z jalovčinek *Juniperus communis* se vyrábí Gin a Borovička.



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* - tisovitě

5/20 u nás jen 1/1, *Taxus baccata* - tis červený

V minulosti častější dnes velmi vzácný a ohrožený strom rostoucí na pro jiné dřeviny nevýhodných stanovištích (skály), jinak mírný, popř. tropický, pás S polokoule. Listy jehlicovité, vytrvalé, dvouřadě uspořádané;



Mikrostrobily malé kulovité, na spodu s několika páry křížmostojných šupin; mikrosporofyly štítkovité šupiny, ve strobilu je jich 8-10, na spodu mají 5-9 prašných vaků



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

Taxus baccata L.
©Thomas Schoepke



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

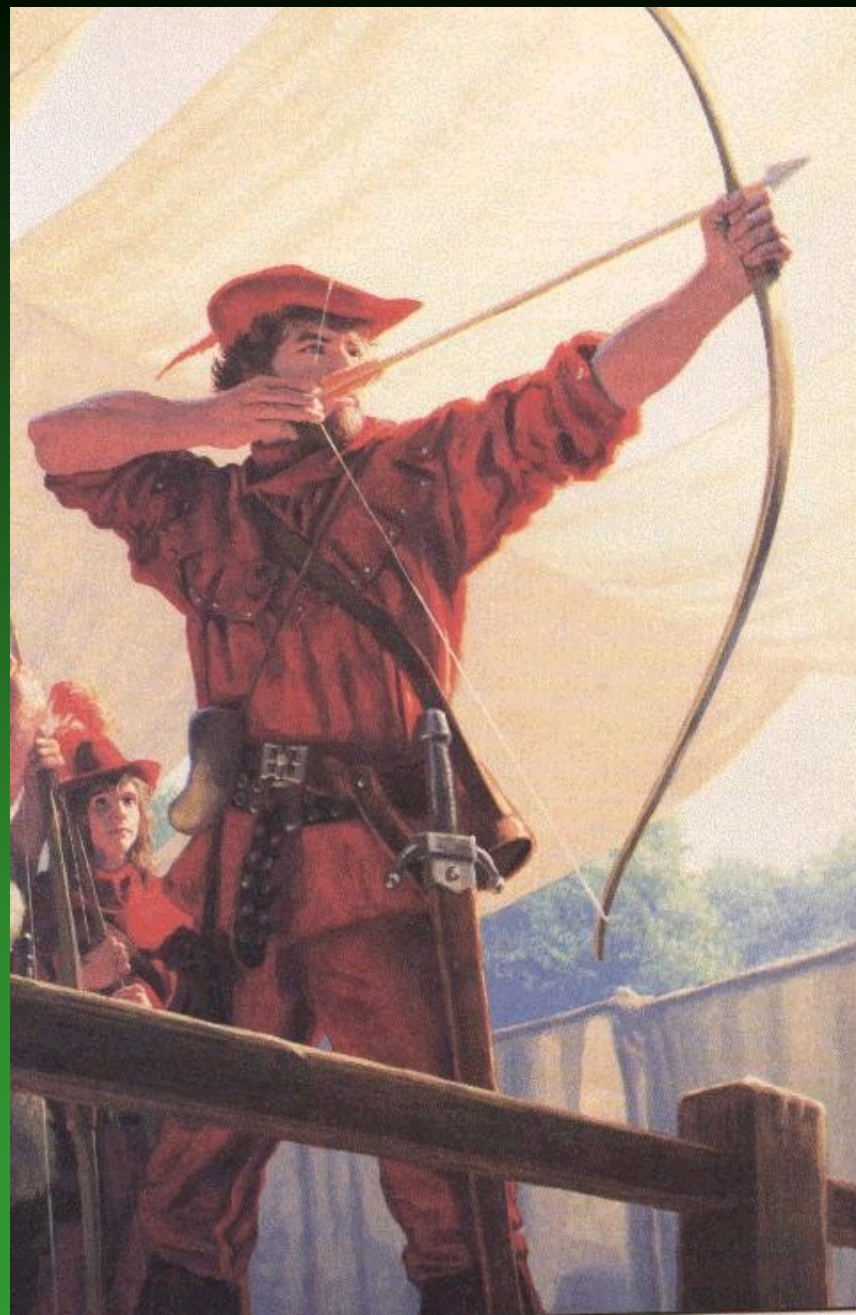
Dřevo tisů

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.

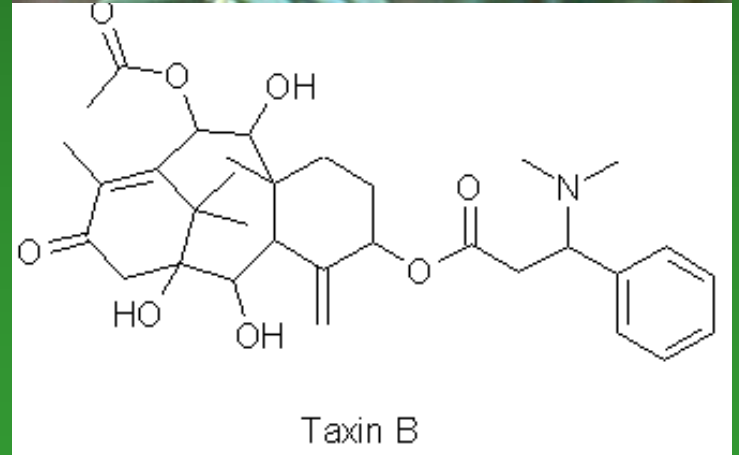


Celá rostlina s výjimkou dužnatého míšku obsahuje jedovatý alkaloid taxin. (ochrnutí dýchacího svalstva, mozkové edémy, smrt).

Dále obsahuje i glykosid taxatin. Nebezpečný zvláště pro děti!

Míšek sladký, není jedovatý, ale semena v něm obalená jsou prudce jedovatá.

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



řád *Gnetales* (liánovce)

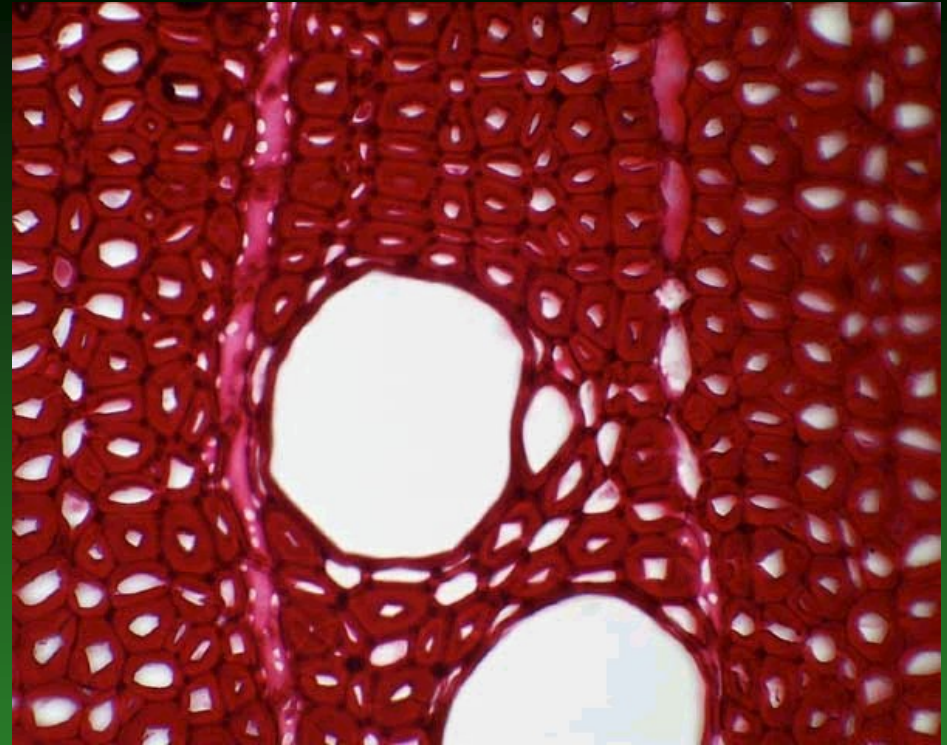
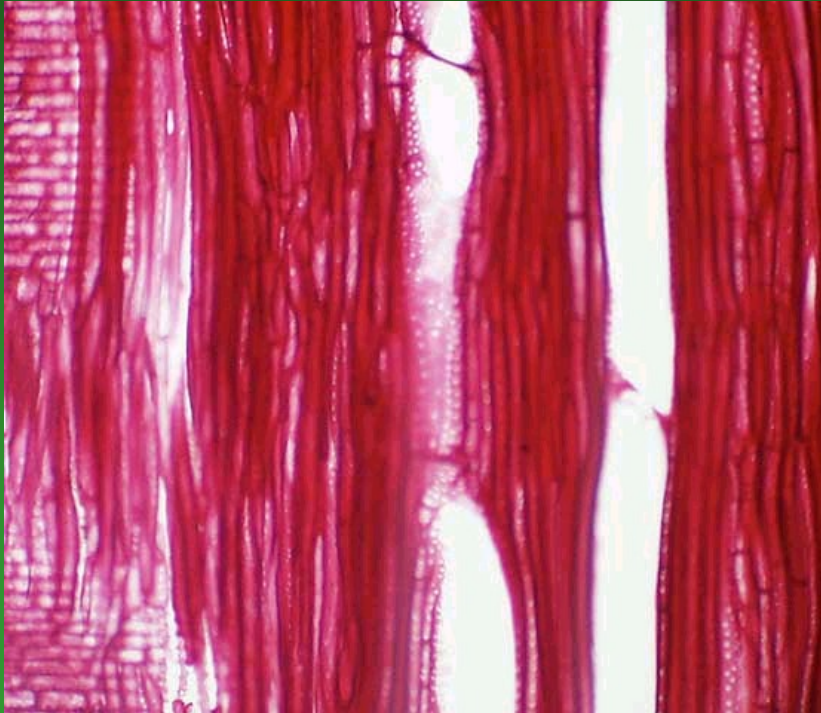


Dvoudomé i jednodomé dřeviny rozmanitého vzhledu, spíše nižšího vzrůstu



Cévní svazky eustélické stavby

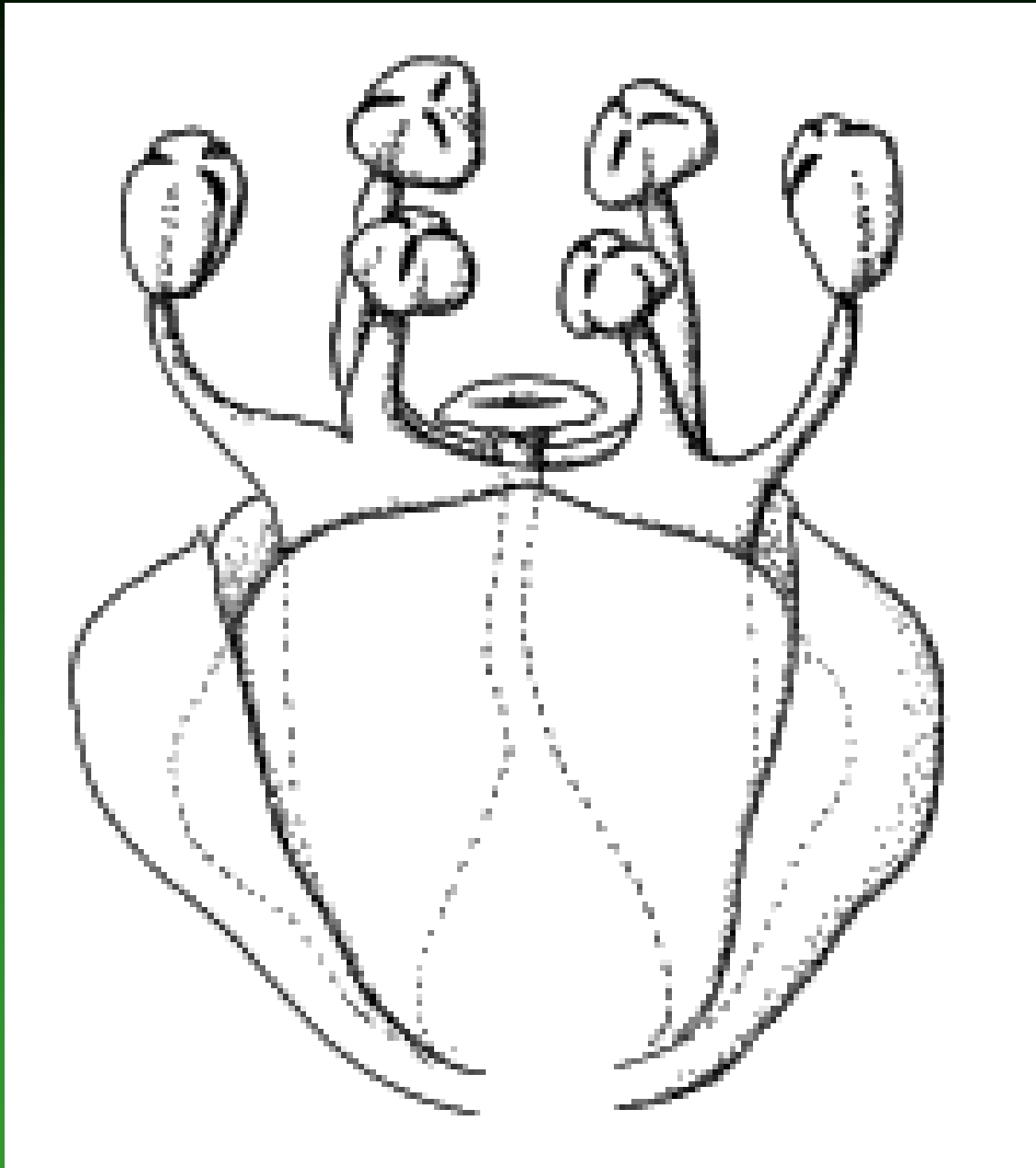
kromě tracheid mají i atypické tracheje



dřevo bez pryskyřičných kanálků

Listy megafylního původu, jednoduché, rozmanitého tvaru, **vstřícně postavené**



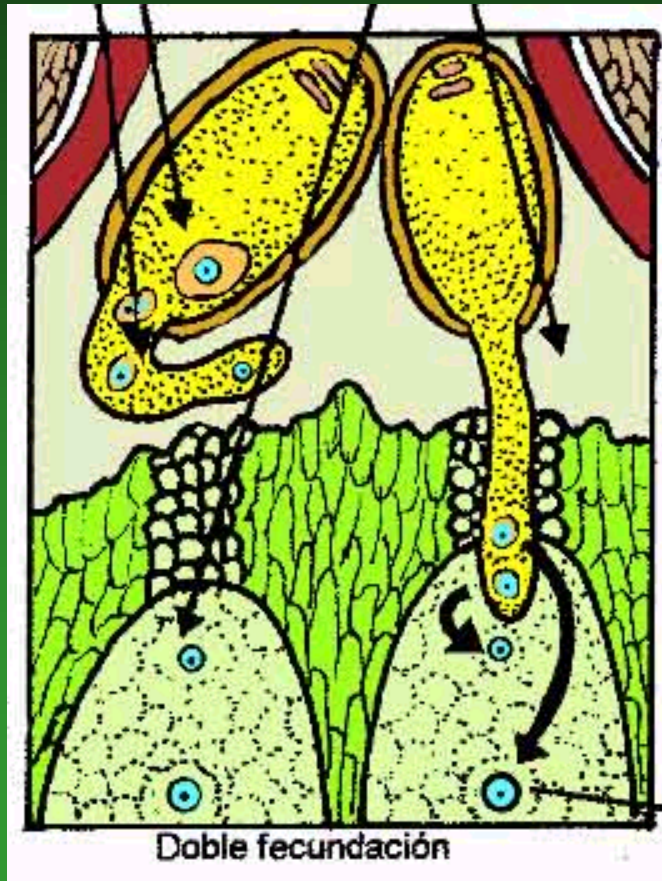


Mikrosporofyly

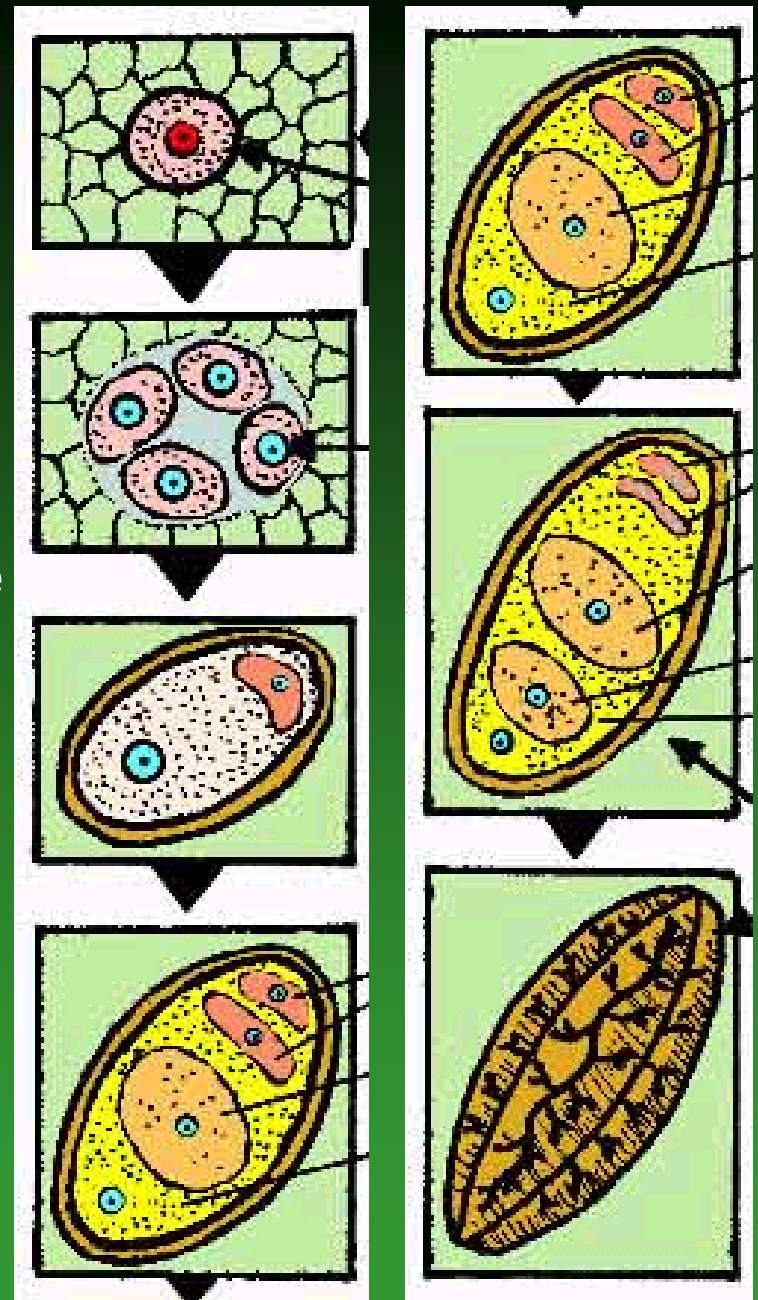
bazálně srůstají

na volných
koncích „nitkách“
nesou zpravidla
2-3 pouzdré
mikrosynangium

Mikroprothalamium je ještě
redukovanější než u *Pinophyt*



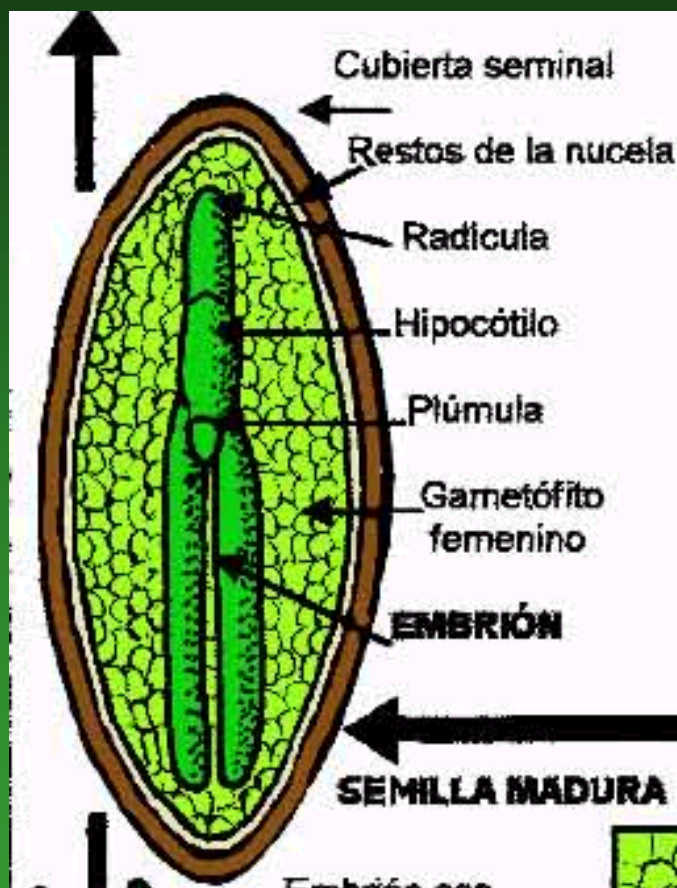
Obě
neobrvené
spermatické
buňky se
účastní
oplození -
jakoby
náznak
dvojího
oplození -
nedojde k
němu však



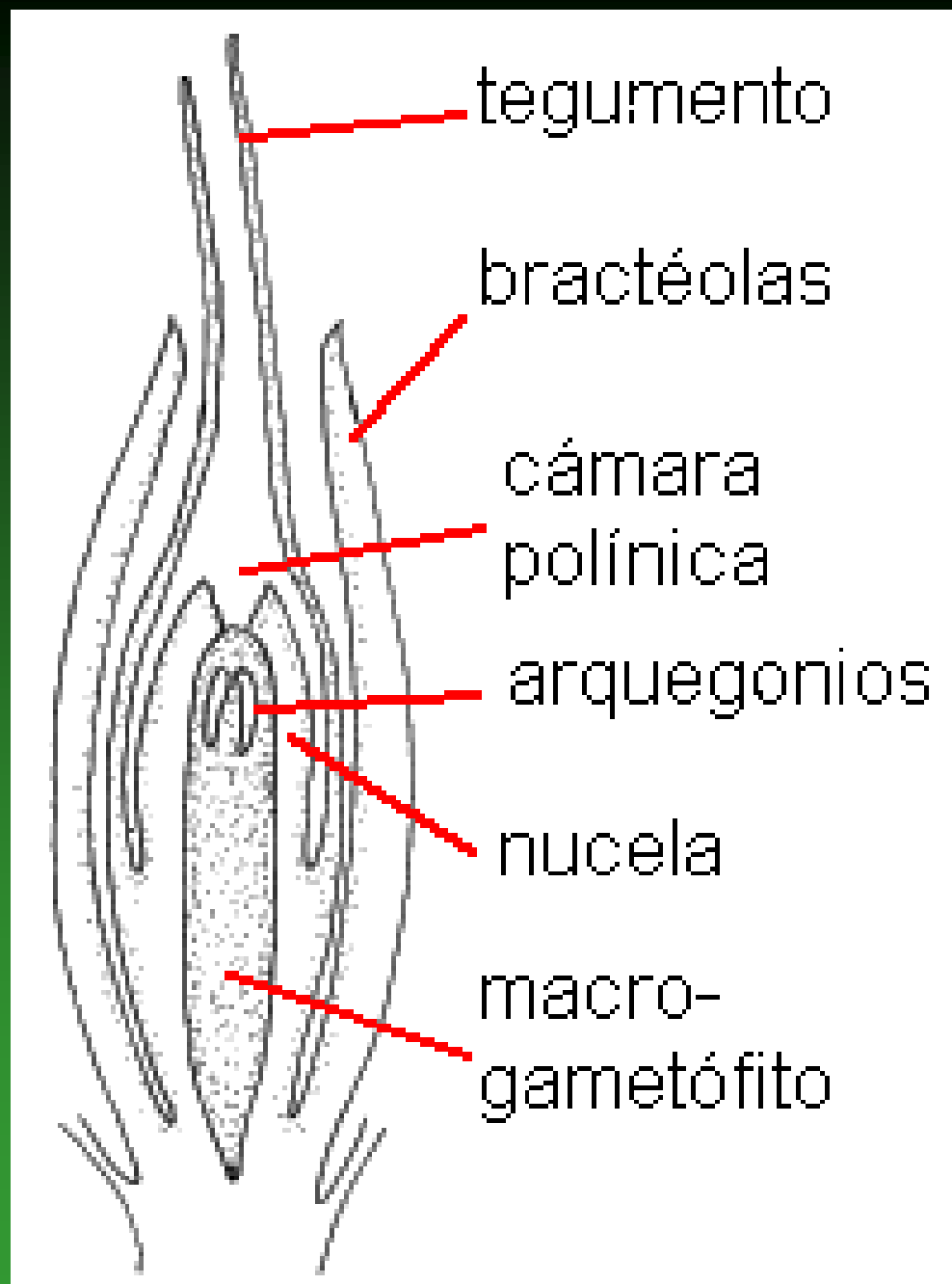
Strobily s křížmostojnými šupinami



Vajíčka jednotlivá, s trubkovitě protaženým integumentem, chráněná 1 nebo 2 obaly z listenů

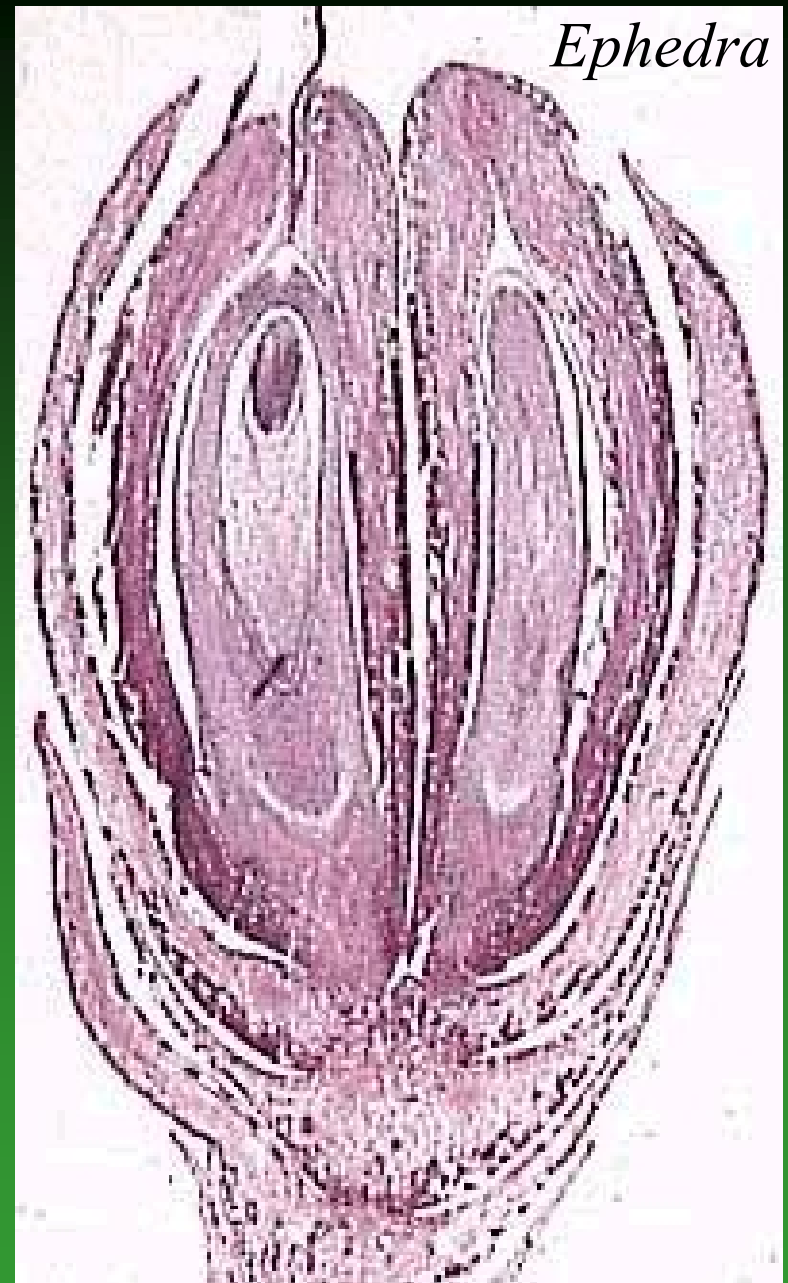
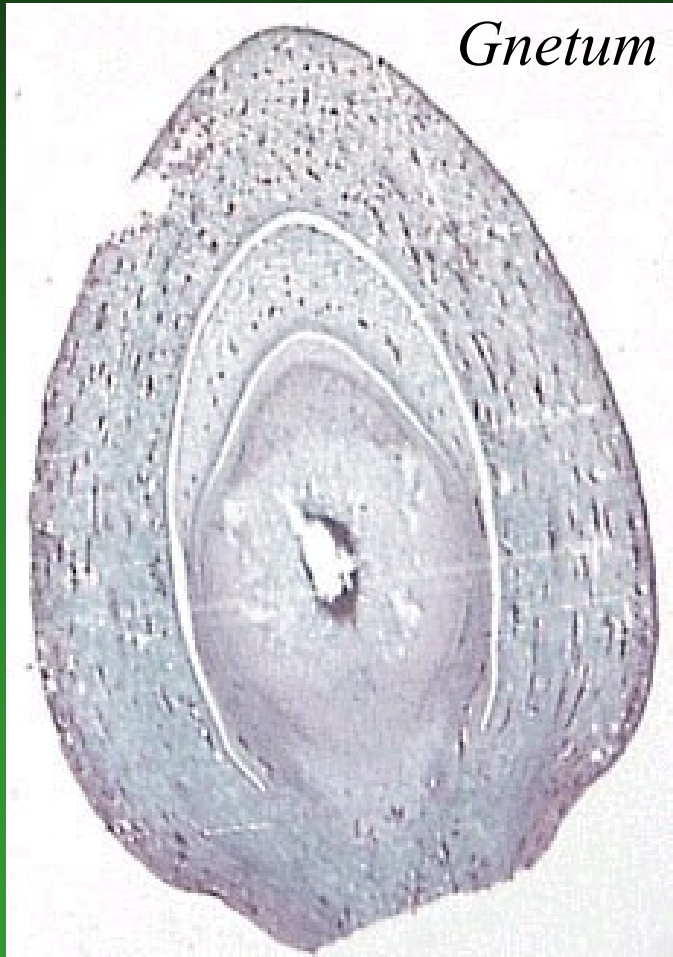


Embryo se 2 dělohami



Archegonia vyvinutá jen u
rodu *Ephedra*

U rodů *Gnetum*, *Welwitschia*
redukovaná na nahé oosféry



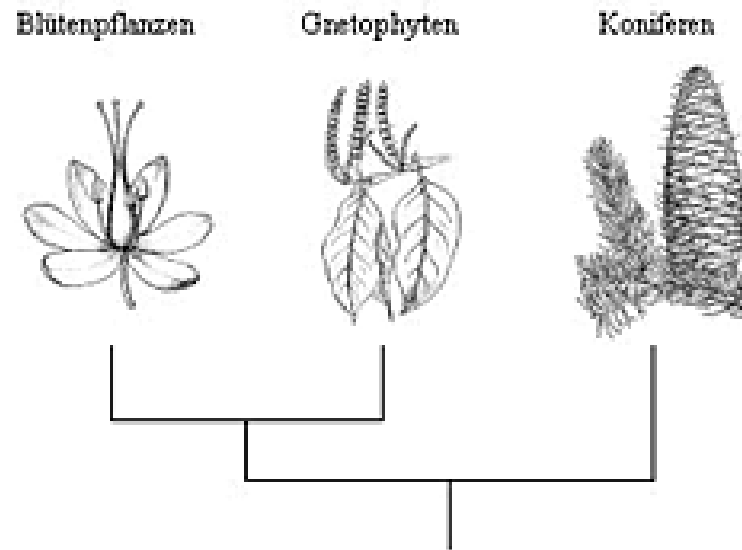
Fylogenetický původ a historie

nejasný snad v
blízkosti *Voltziales*

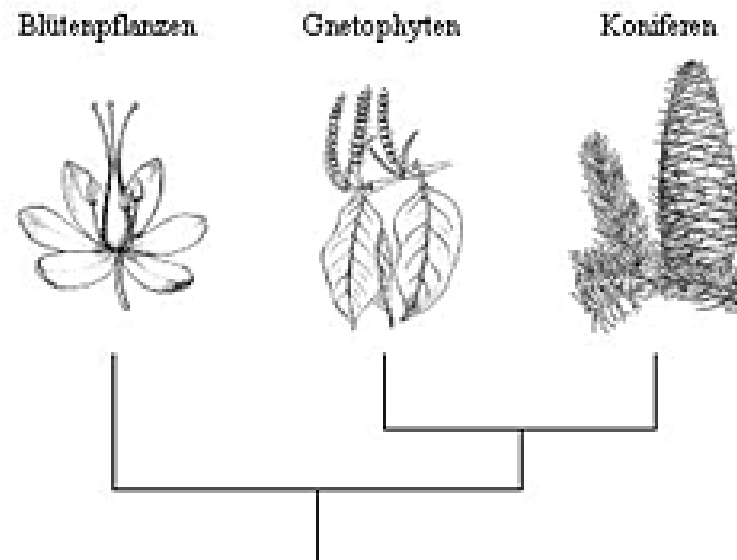
objevují se poprvé
ve spodní juře

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

Anthophyten-Hypothese



auf molekularen Daten basierende Hypothese (Winter et al.1999, PNAS)



1. čeleď *Ephedraceae* s jediným rodem *Ephedra*; 1/40



Vyskytuje se v aridních (suchých) oblastech v Evropě, Středozeří, Stř, Asii, S a J. Americe.
Na Slovensku ojedinele u Štúrova.



Ephedra distachya -
nízký xerofilní polokeř
vzhledu přesličky

větévky opadavé, článkované, asimilující
listy drobné, šupinovitě, křížmostojné, v pochvy srostlé;



Ephedra nevadensis
Mormon Tea — female
PHOTO: Mimi Kamp



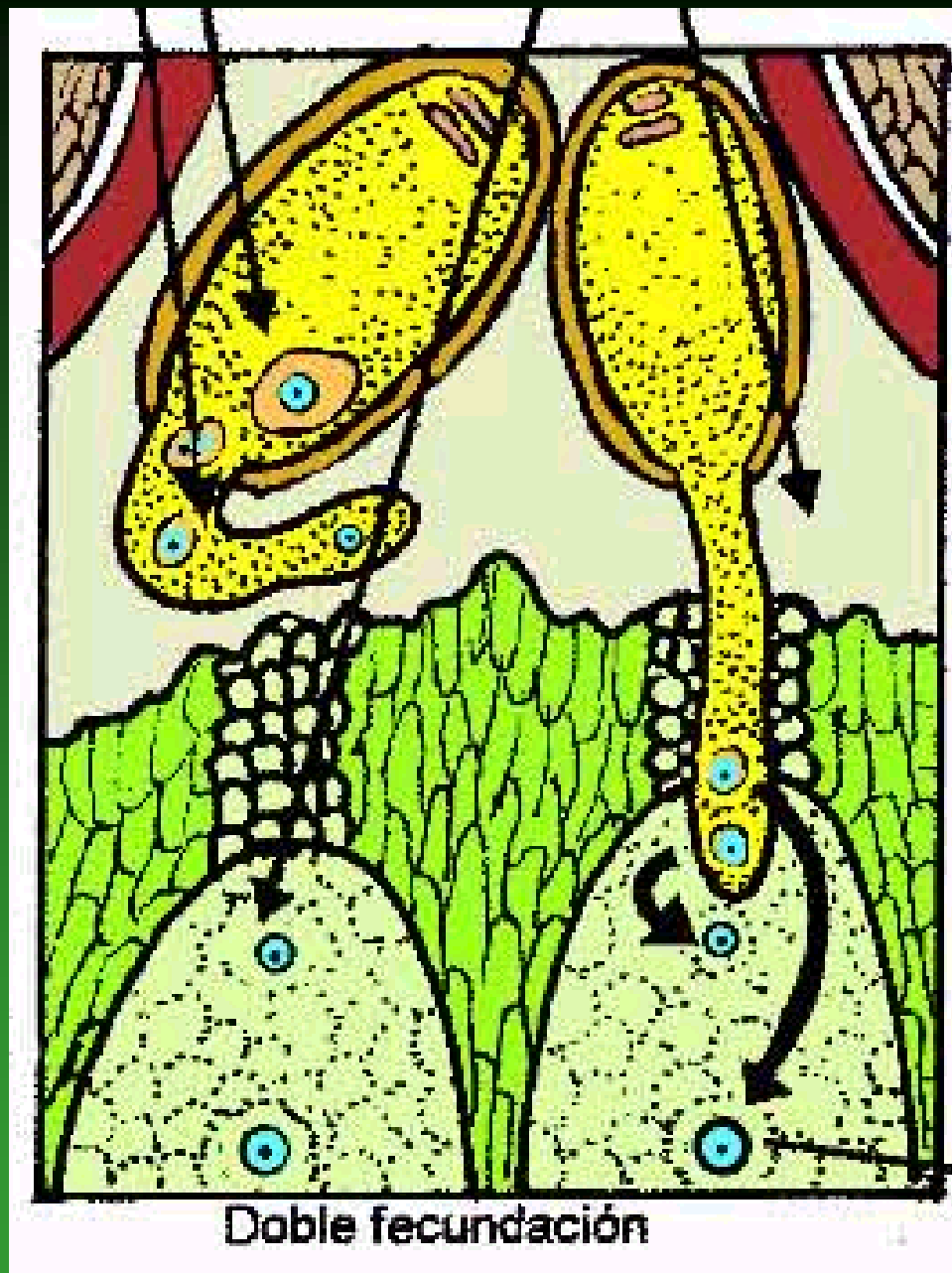
V megastobilu obvykle 2 vajíčka
v zárodečném vaku 2 archegonia



Tyčinky nesou 2-3 pouzdrá synangia



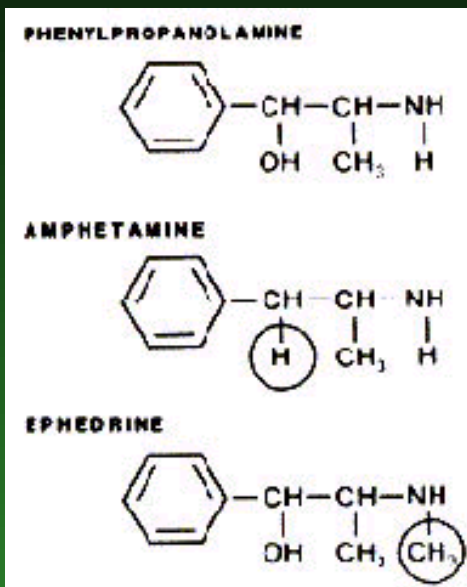
Při oplození jedna
spermatická buňka
splývá s břišní buňkou
archegonia - náznak
dvojího oplození



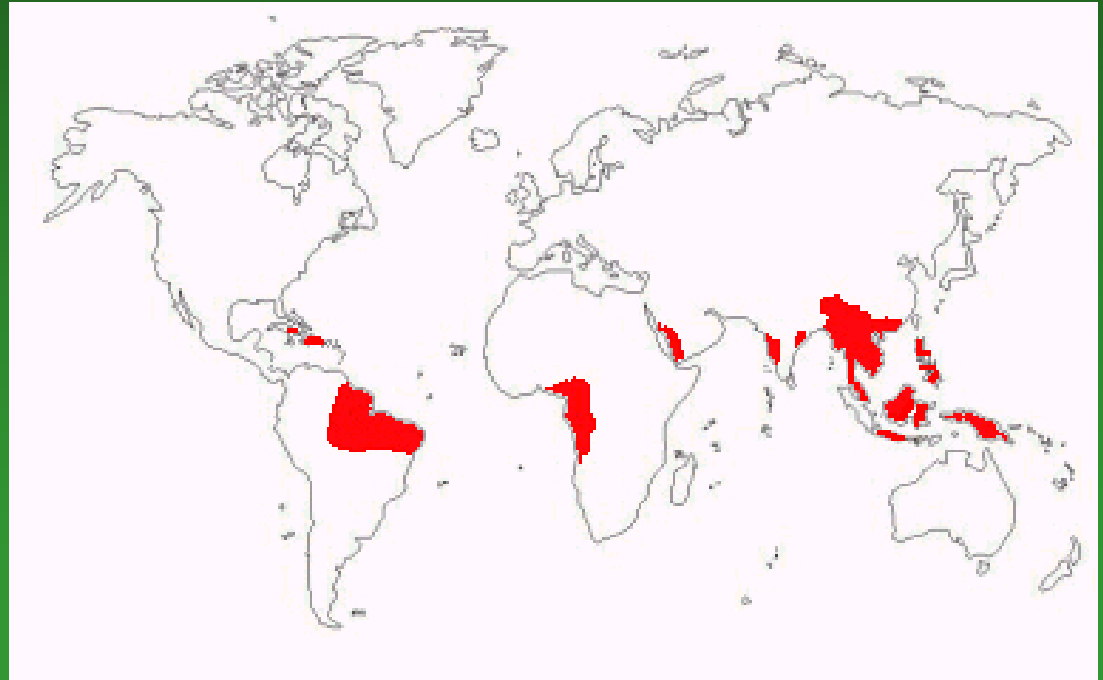
Semena vzhledu červených bobulí jedovatá



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

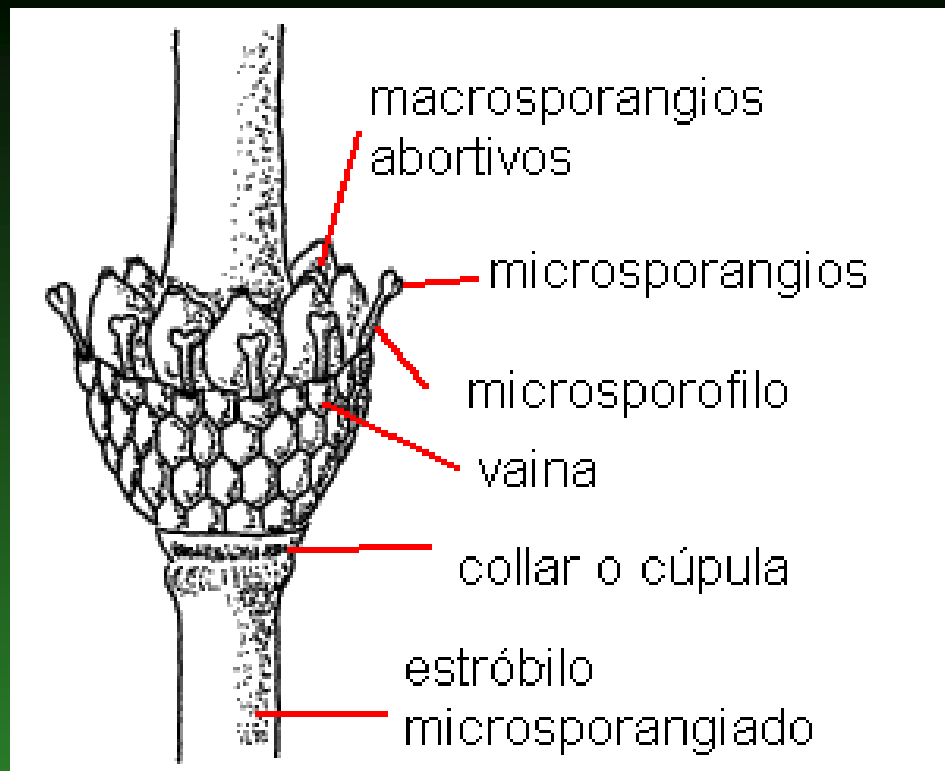


2. čel. *Gnetaceae* 1/30;
většinou dvoudomé dřeviny -
liánovité, stromovité až
keřovité; listy kožovité, široce
kopinaté



Samčí strobily jehnědovité,
s tyčinkami v přeslenech,
chráněnými v límeček
srostlými šupinami

tyčinky s nitkou a jedním
většinou dvoupouzdrým
synangiem



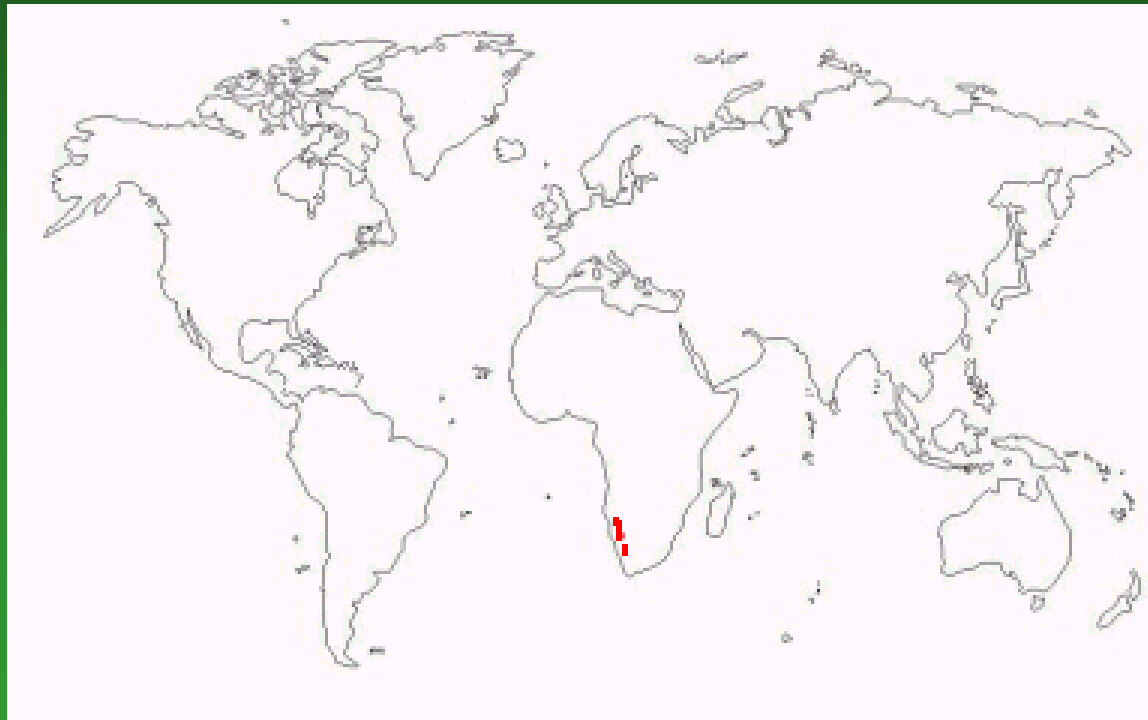
Samčí šištice rovněž s límečky
šupin

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



3. čel. *Welwitschiaceae*,
monotypická až do druhu
Welwitschia mirabilis.

Roste v JZ Africe, v poušti
Namib v Angole.



Objevil ji tam v
19. stol. něm.
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 kůlovitý, ca 3 m dlouhý



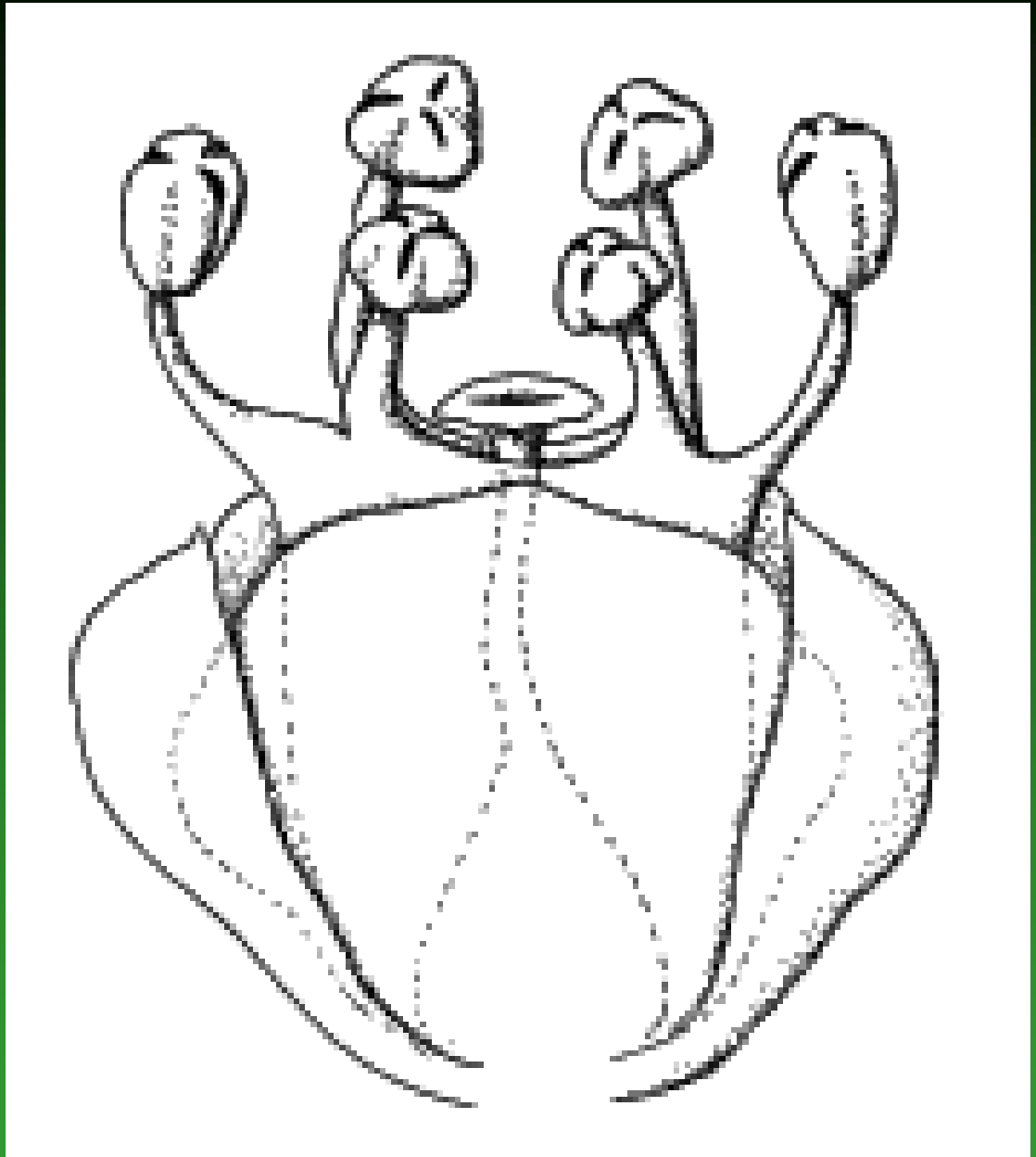
Listy jen dva na vrcholu kmene, obrovské (až 6m dlouhé, široké až 1,5 m) pentlicovité, žebnaté a silně sklerenchymatizované, takže připomínají spíše dřevo, na bázi stále rostou, na koncích se působení větru třepí a odumírají



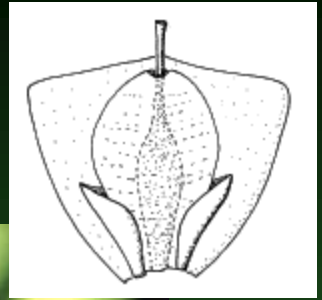
Samčí šištice ze 4 řadě postavenými šupinami



V paždí šupin vždy 6
nitkami k sobě
srostlých tyčinek na
vrcholu s
3pouzdrými synangii
(ve středu s
rudimentem vajíčka!)



Samičí šištice taky 4 řadé v paždí každé šupiny
po jednom vajíčku; archegonia se nevytvářejí



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

