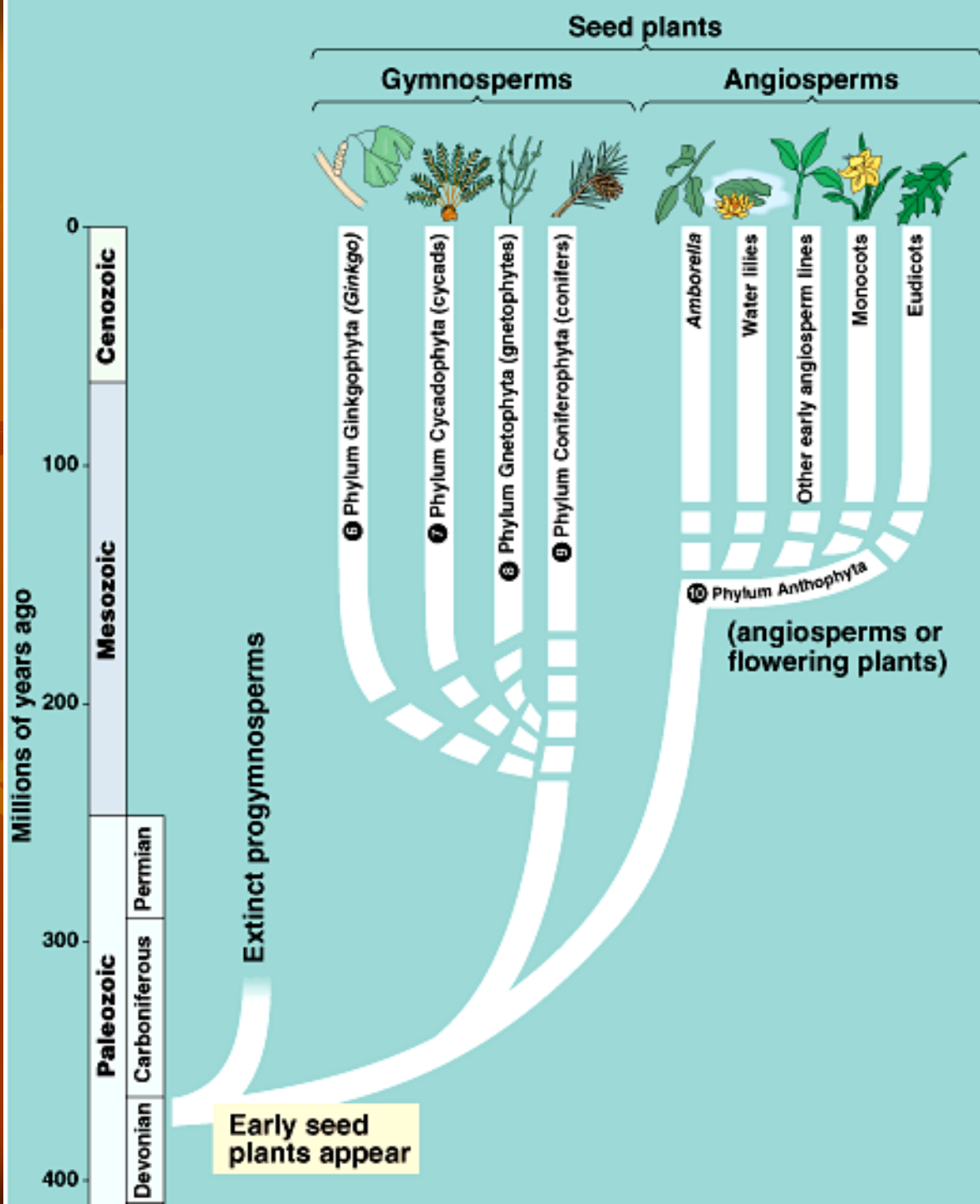


Gymnosperma
Nahosemenné rostliny
HEN



Vznik semene

- první semena se objevila před 360 milióny lety (začátek karbonu)
- vznik semene změnil směr evoluce na Zemi: semenné rostliny přeberou štafetu nejvýznamnějších producentů ve většině ekosystémů na Zemi
- před 13 000 lety začínají pomalu lidé pěstovat obilí a kukuřici, před cca 11 000 lety se začínají první zemědělci usazovat a začíná neolit

Vznik semene

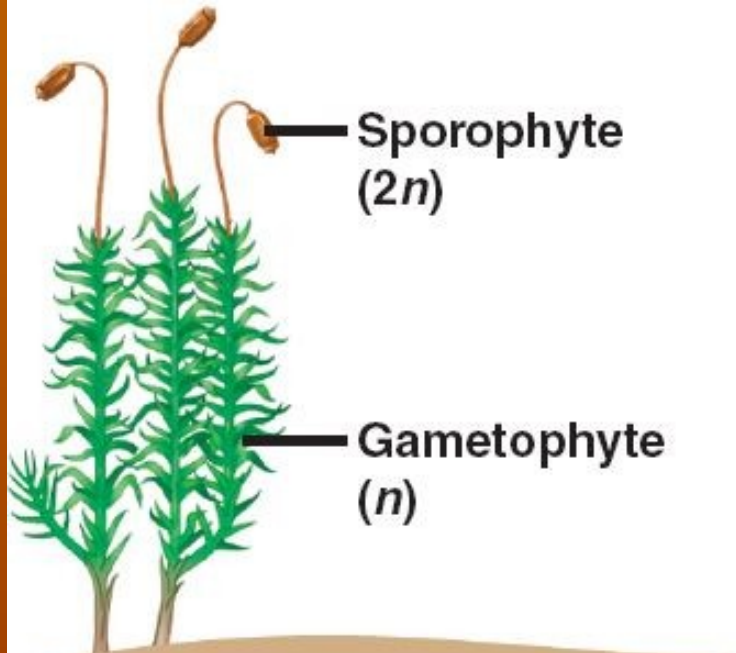
- pěstování rostlin probíhalo zřejmě paralelně v různých oblastech světa: na blízkém východě, ve východní Asii, v Africe a v obou Amerikách
- v Mexiku bylo nalezeno semeno dýně, stáří mezi 10 000 – 8 000 lety – toto semeno se liší od divokých typů a bylo zřejmě již kultivováno

Výhody redukovaného gametofytu

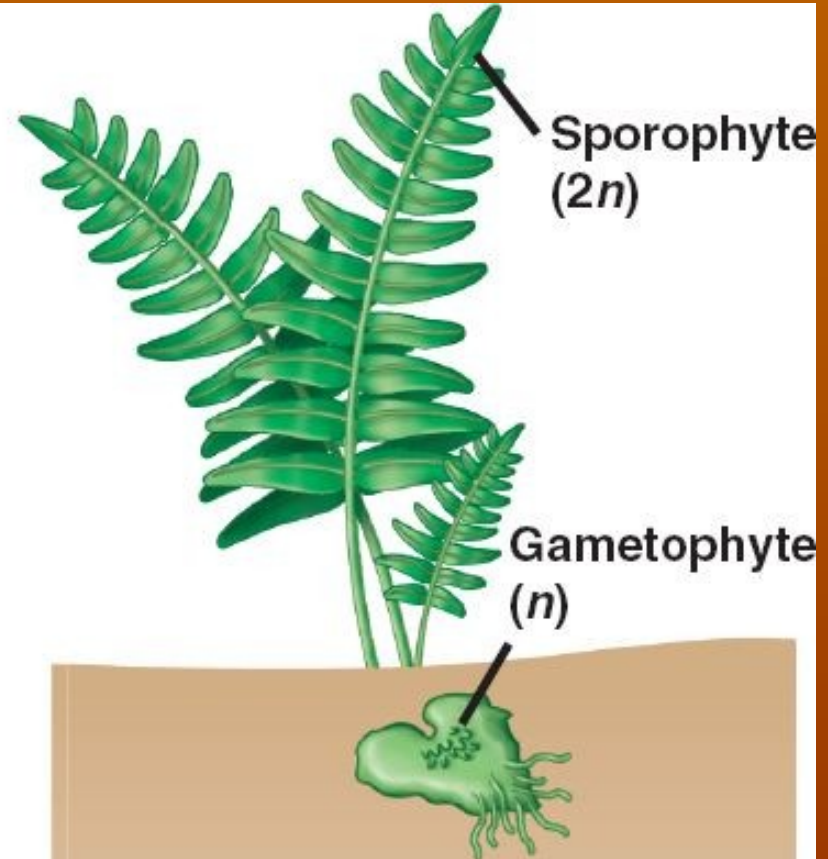
- trend redukce gametofytu, který začal u kapradin, pokračuje dále u cévnatých rostlin a ještě více pokračuje i u semenných rostlin
- zatímco u **mechů** je gametofyt převažuje a u **kaprad'orostů** je stále viditelný pouhým okem, u **semenných rostlin** je již potřeba mikroskop
- miniaturní gametofyt se tak ale může vyvíjet ještě ve sporangiu v rodičovském sporofytu!

Výhody redukovaného gametofytu

srovnání mechorostů a kaprad'rostů



Sporophyte dependent on gametophyte (mosses and other bryophytes)

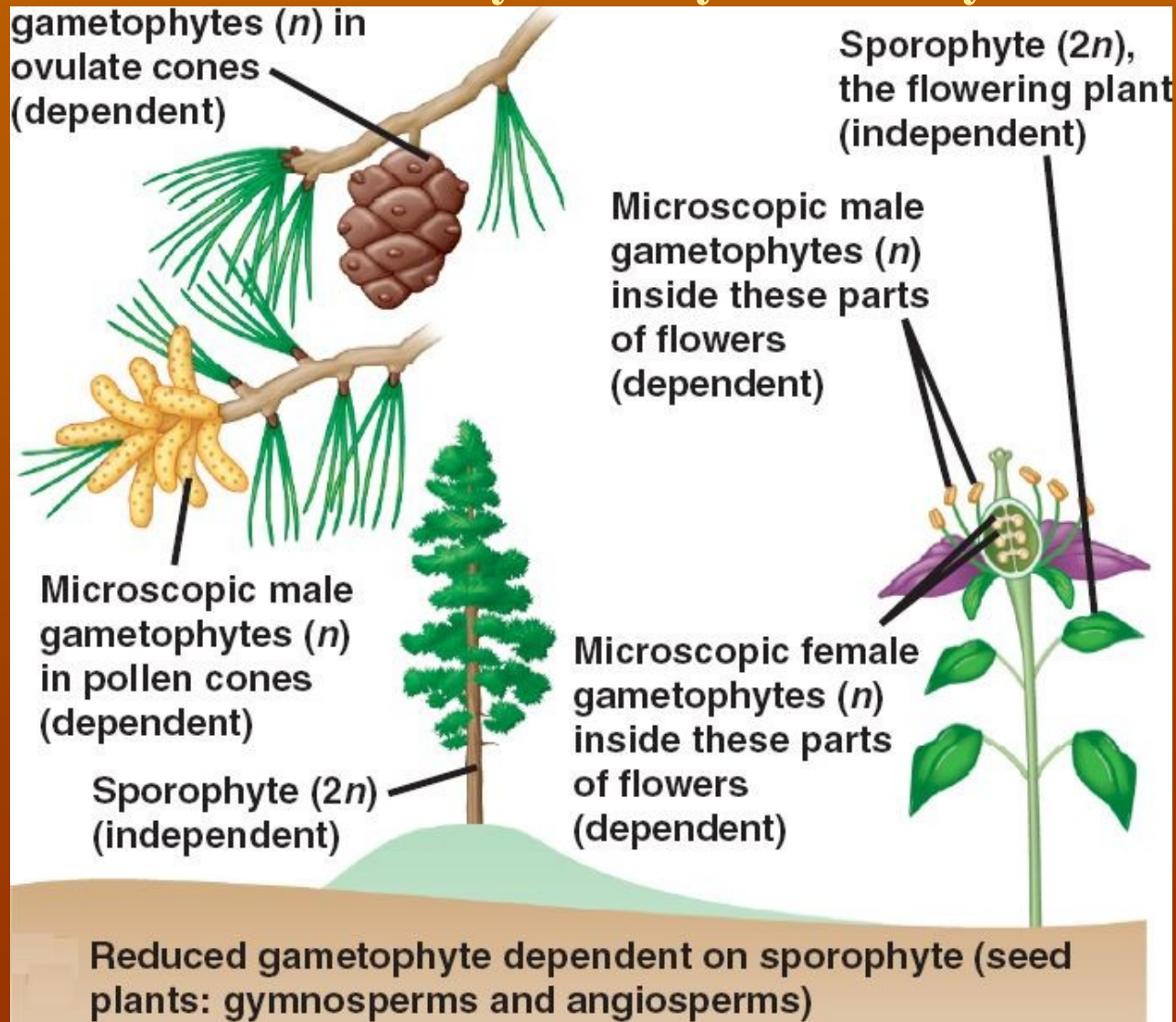


Large sporophyte and small, independent gametophyte (ferns and other seedless vascular plants)

Výhody redukovaného gametofytu

- gametofyt, obsahující citlivý oocyt se tak může vyvíjet v ochraně sporofytu
- sporofyt tak chrání gametofyt před suchem, UV zářením a dalšími environmentálními vlivy
- gametofyt rovněž může čerpat živiny ze sporofytu – na rozdíl od volně žijících gametofytů (mechorostů a kapradin), které se musí živit na vlastní pěst

Výhody redukovaného gametofytu u nahosemenných a krytosemenných



Heterosporie: pravidlo u semenných rostlin

- cévnaté nezemenné rostliny mají skoro vždy homosporii = produkují pouze jeden typ spory, která dá vznik bisexuálnímu gametofytu, na kterém vyrostou samčí i samičí rozmnožovací struktury
- jen výjimečně jsou nezemenné cévnaté rostliny heterosporní

Heterosporie: pravidlo u semenných rostlin

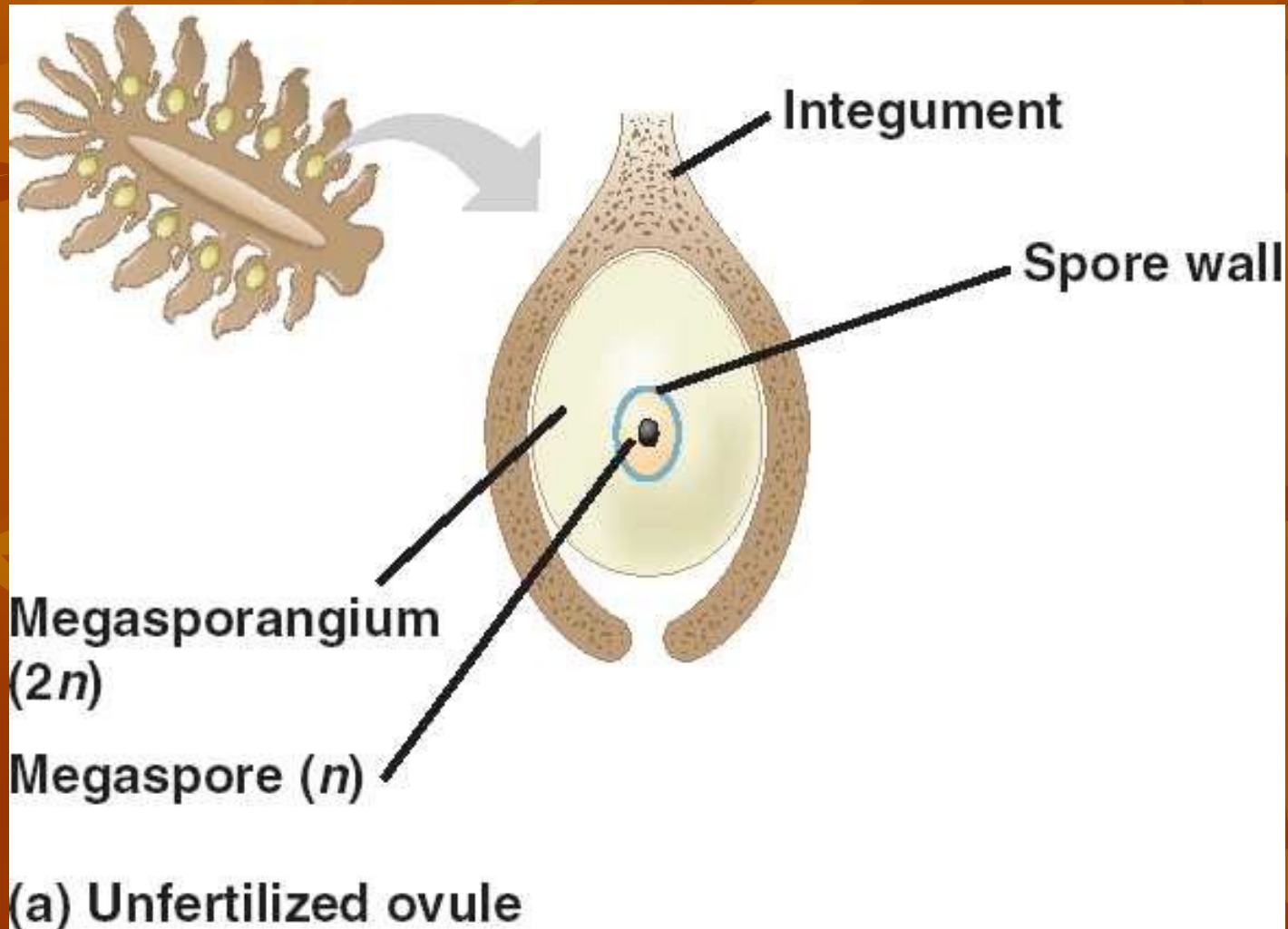
- semenné rostliny (i jejich předkové) jsou heterosporní
 - **megasporangia** na megasporofylech dají vznik megasporám. Každé megasporangium obsahuje jen jednu funkční megasporu. Z megaspory vyroste **samičí** gametofyt.
 - **mikrosporangia** na mikrosporangofylech dají vznik mikrosporám. Každé mikrosporangium obsahuje mnoho funkčních mikrospor. Z mikrospory vyroste **samčí** gametofyt.

Heterosporie: pravidlo u semenných rostlin

- semenný sporofyt (např. strom) si uchovává megasporu v sobě a chrání ji obalem, zvaným integument.
- Gymnosperma mají megasporu krytou jen jedním obalem (integumentem)
- Angiosperma mají obvykle dva integumenty
- ovulum = megasporangium + megaspora + integument(y)

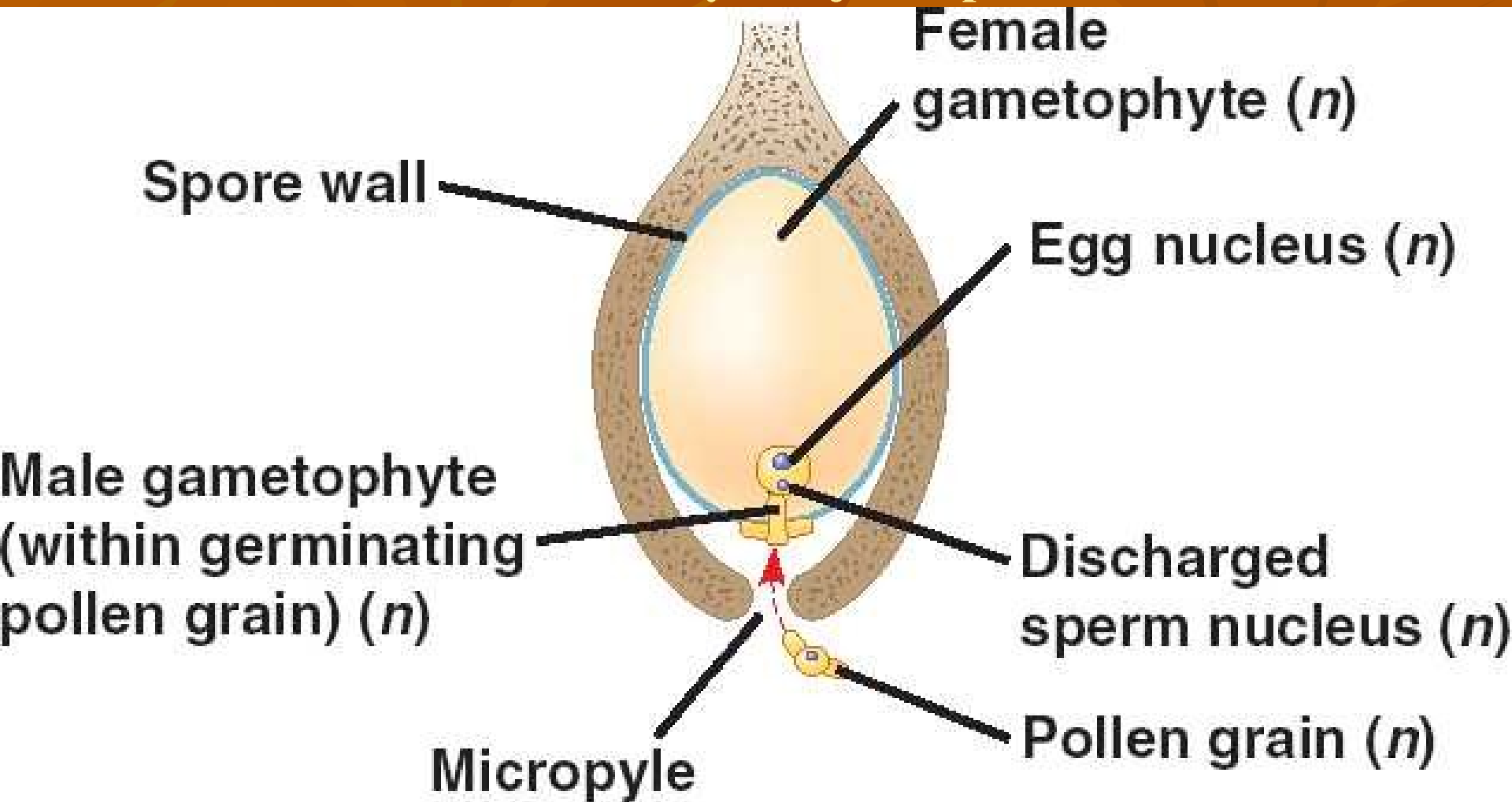
Ovulum

u nahosemenných



Ovulum

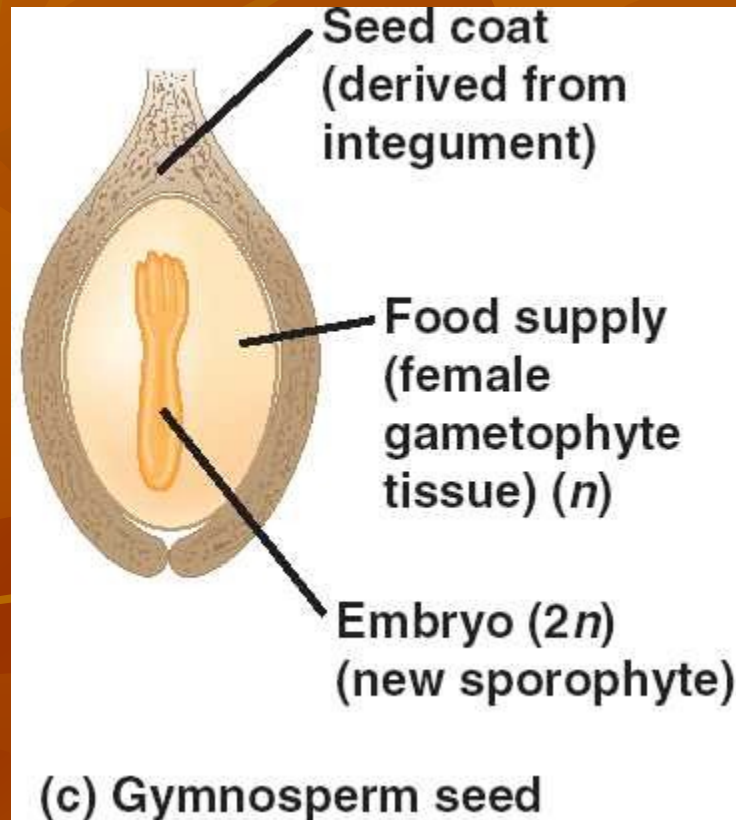
u nahosemenných – jeho oplození



(b) Fertilized ovule

Ovulum

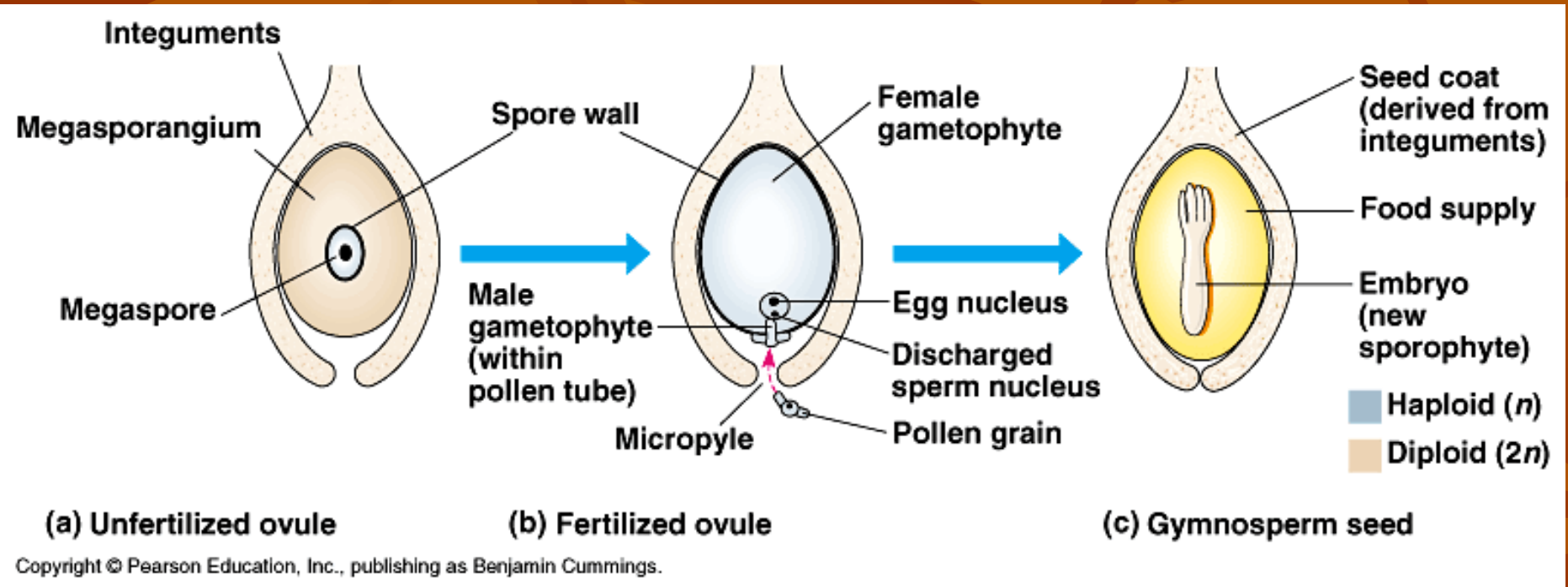
u nahosemenných – vznik semene

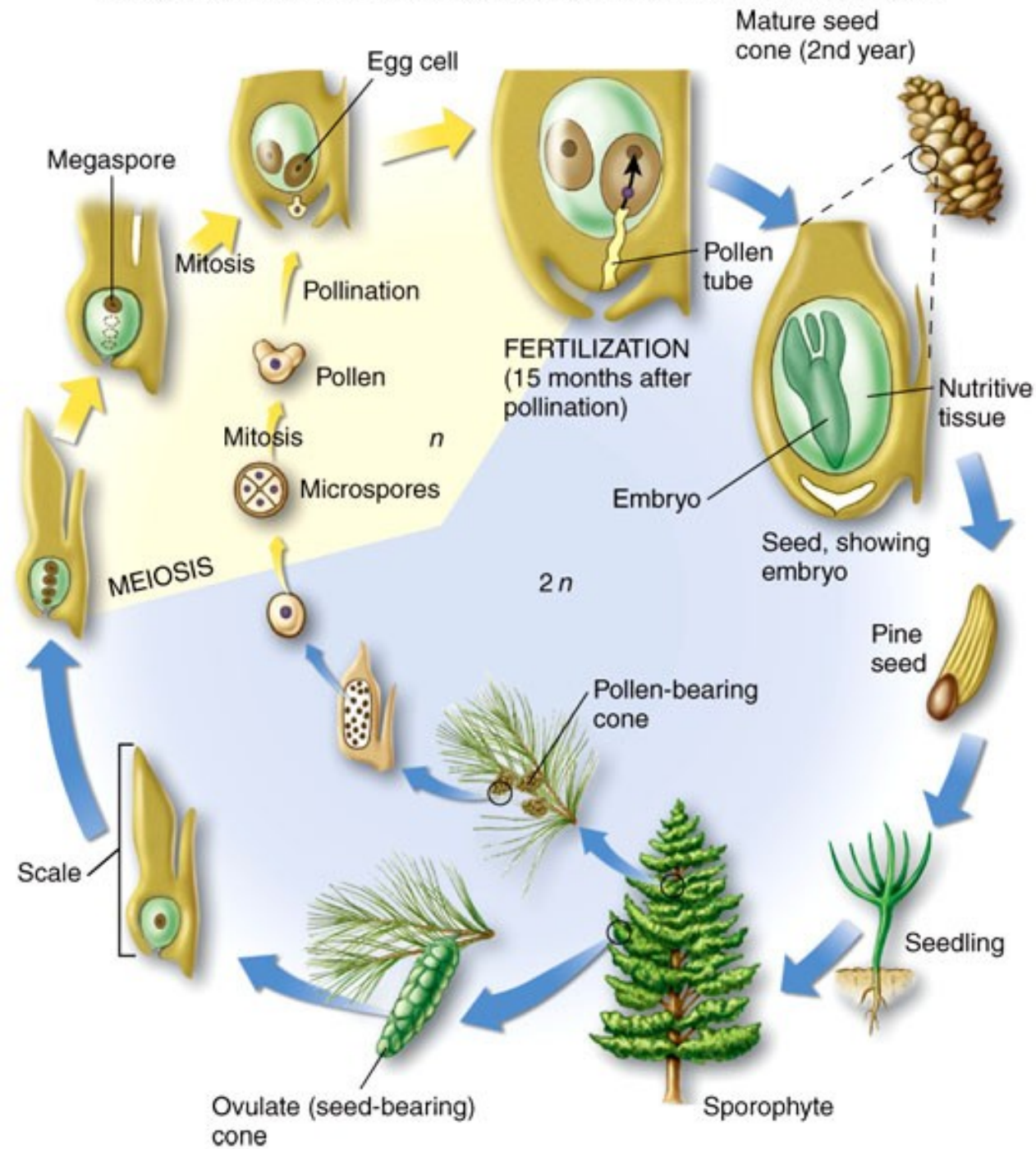


semeno = nový sporofyt ($2n$) + zásoba živin (n) + integument

Simult.

haploidní (n) redukovaný gametofyt diploidní ($2n$) makroskopický sporofyt





Pyl

- mikrospory se vyvinou v pylové zrno
- pylové zrno = samčí gametofyt semenných rostlin
- pylové zrno kryje protein sporopollenin – nejodolnější bílkovina na Zemi
- pylové zrno se dostane k megaspoře různými cestami
 - větrem (anemofilní rostliny)
 - hmyzem (entomofilní rostliny)
 - ptáci, savci ...
- u bryofyt a kaprad'rostů musí spermatozoid překonat vzdálenost několika centimetrů, plavoucí v dešťové kapce nebo kapce rosy
- u semenných rostlin musí pylové zrno překonat i stovky metrů!

Pyľ

- u některěch gymnosperm ještě spermatickĀ buňka mĀ zachovalě biĉĭky
- u většiny gymnosperm a u vřech angiosperm jsou vřak spermatickě buňky jiř bez biĉĭkŭ
- u těchto rostlin se spermatickĀ buňka dostane do pylově lĀčky, kde nebude potřeba biĉĭk

Evoluční výhody semene

- lépe se vzdoruje drsným podmínkám
- semeno vydrží dormantní mnoho měsíců, staletí nebo i tisíciletí
- u mechů ovšem spory vydrží podmínky tak suché, tak mrazivé, nebo tak horké, že by samotná mechová rostlinka za takových okolností nemohla přežít...
- ...prvních 100 miliónů let po přechodu na suchou zem (!) se rostliny rozšiřovaly výhradně sporami

Gymnosperma nesou „nahá“ semena, obvykle v šiškách

- u nahosemenných se semena nachází na specializovaných listech, které vytváří strobili (šišťice)

Užitečné termíny

- megasporofyly = listy, nesoucí vajíčka
- mikrosporofyly = listy, nesoucí pyl
- strobilus = šištice
- zralá, zdřevnatělá šištice se někdy zve šiška

Gymnosperma

- celkem 15 čeledí, 75 – 80 rodů a 820 druhů
- všechny jsou dřeviny – stromy, keře nebo liány
- velmi málo epifyt
- ani jeden druh není primárně vodní
- rostou ve většině oblastí na světě, od 72 stupně na severu po 55 stupeň na jihu
- převládají ve studených, arktických oblastech
- mezi gymnosperma patří nejvyšší, nejstarší, nejobjemnější rostliny na Zemi

Gymnosperma x Angiosperma

- v xylému jsou pouze tracheidy, nikoli tracheje (s výjimkou Gnetales)
 - angiosperma mají tracheje
- mezi oplyním a oplozením (= mezi polinací a fertilizací) uplyne rok a semeno dozrává tři roky
 - u angiosperm je vše v rámci jedné sezóny
- s výjimkou cykasů a některých Gnetales jsou gymnosperma opylována větrem
 - angiosperma se mohou rozmnožovat i v prostředích, kde nefouká, npř. u země v lese

System nahosemenných

- Cycadophyta
- Ginkgophyta
- Gnetophyta
- Coniferophyta

Cycadophyta

- dnes kolem 130 druhů
- velké šišky
- listy připomínají palmy
- hojné zejména v druhohorách
 - druhohorám říkáme „věk dinosaurů“, ale klidně bychom jim mohli říkat „věk cykasů“

PHYLUM CYCADOPHYTA



Cycas revoluta

Cycadophyta

- vznikly před 280 milióny lety v karbonu, ale velkého rozvoje se dočkaly ve druhohorách
- celkem 130 druhů
- dnes dožívají především na jižní polokouli, mnoho druhů je ohroženo vymřením
- jsou palmového vzhledu, i 18 – 20 m vysoké
- cykasy rostou velmi pomalu, 1 m do výšky může trvat i 500 let
- opylování zprostředkovává převážně hmyz!
 - buď zcela, nebo přenášejí na vajíčka pyl ze samičích strobilů, kam jej přenesl vítr
- mezi opylením a oplozením uplyne i 7 měsíců

Cycadophyta

- semena cykasů jsou často velmi barevná a díky dužnatému obalu jsou často přenášeny ptáky, netopýry, opossumy, želvami a mnoha dalšími živočichy
- všechny cykasy mají zvláštní typ kořenů, tzv. coralloid roots (opravdu se tvarem podobají mořským korálům), ve kterých žijí mutualistické sinice, které umí fixovat vzdušný dusík
 - jedná se o podobný mechanismus, jakým fixují vzdušný dusík bakterie na kořenech bobovitých rostlin



Cycas circinalis



Cycas circinalis - megasporofyl



Cycas circinalis – mladé semeno



Cycas media - megasporofyl



Cycas revoluta – detail listu



Dioon edule – megasporofyl

Encephalartos laurentianus
samičí strobilus





Macrozamia moorei

Samičí strobily čeledi
Zamiaceae patří mezi nejtěžší a
největší rostlinné rozmnožovací
orgány. Šiška má 60 cm délky,
30 cm v průměru a váží až 40
kg!

Zamia floridana





Zamia floridana – samičí strobilus

Zamia furfuracea
samičí a samčí šištice



Zamia furfuracea
brouci konzumují pyl a tím
cykas opylují



Ginkgophyta

- známý jen jeden jediný druh, Ginkgo biloba, jinan dvoulaločný, až 30 m výšky
- rostlina je dvoudomá
- skupina pochází z Permu a ještě před 200 milióny lety existovali jedinci, kteří jsou téměř identičtí se současným Ginkgo biloba
- na začátku křídly byli zástupci skupiny široce rozšíření a hojní

Ginkgophyta

- dnes se často vysazuje ve městech, protože snáší dobře znečištění
 - vysazují se obvykle jen samčí stromy, neboť samičí plody nepříjemně páchnou
- spermatické buňky se umí pohybovat – to je velmi starobylý rys, u nahosemenných známý jedině u cykasů
- Ginkgophyta nejsou blízce příbuzní s žádnou současnou skupinou
- jako jediná rostlinná skupina zde existují pohlavní chromosomy: samičí rostliny mají XX, samčí XY (podobně jako u člověka)

Ginkgophyta

- polinace probíhá časně na jaře, oplození je zpožděno o 4 – 7 měsíců, poté, co samičí plod spadne na zem
- kvůli silné (a nepříjemné) vůni se usuzuje, že v minulosti byly semena rozšiřována živočichy

Ginkgophyta

PHYLUM GINKGOPHYTA





Ginkgo biloba (Jinan dvoulaločný) – samičí reprodukční struktury, megasporangia



Ginkgo biloba (Jinan dvoulaločný) – samčí reprodukční struktury, mikrosporangia

Gnetophyta

- má tři rody: Gnetum, Welwitschia, Ephedra
- Gnetum: 35 druhů, hlavně tropických, Afrika, Asie, listy se podobají listům angiosperm
- Welwitschia: jediný druh, jihozápadní Afrika, jedny z nejdelších listů na světě
- Ephedra: asi 40 druhů, suchá prostředí, z této rostliny se získává efedrin

Gnetophyta

PHYLUM GNETOPHYTA

Welwitschia



Ovulate cones



Gnetum



Ephedra





Ephedra distachya



Ephedra viridis

Ephedra viridis - mikrosporangia





Gnetum sp. – samičí reprodukční struktury a habitus rostliny

Coniferophyta

- asi 600 druhů
 - conus = šiška
 - ferre = nosit
- Juniperus (jalovec) má šupiny šišky nesoucí semena dužnatá – šiška tím poněkud připomíná borůvku
- několik druhů dominuje v zalesněných oblastech severní polokoule, kde je krátká vegetační sezóna kvůli zeměpisné poloze nebo nadmořské výšce
- skupina vznikla v karbonu, asi před 300 milióny lety

Coniferophyta

- většina druhů je vždyzelených (neopadavých) a mírně se fotosyntetizuje i v zimě
- pylová zrna mají dva vzdušné vaky, které usnadňují let vzduchem
- polinace je svérázná: ze samičího gametofytu ční do prostoru polinační kapka – kapka lepkavé tekutiny, do které se chytí pylové zrno
- pylové zrno může být rovněž zachyceno na víceméně lepkavém povrchu v sousedství ovulu a prorůstá až k oocytu
- když přijde jaro, konifery těžší z prvních jarních teplých dnů a ihned fotosyntetizují

Coniferophyta

PHYLUM CONIFEROPHYTA



Douglas fir



Common juniper

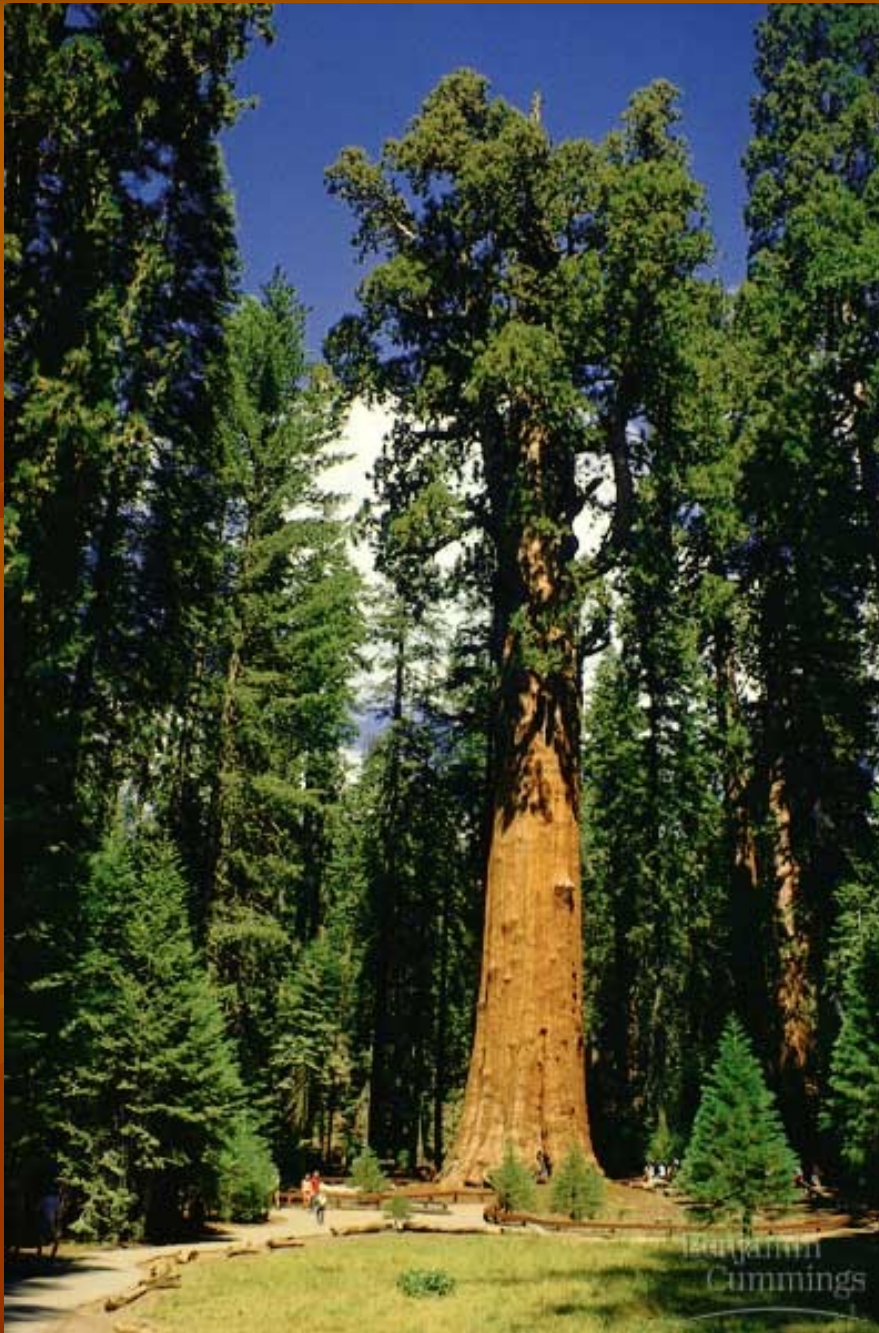
Pacific yew



Wollemia pine



Coniferophyta



Sequoiadendrom giganteum,
Sekvojovec obrovský, Kalifornie.
Tento strom váží 2 500 tun, stejně
tolik jako 40 000 lidí. jedná se o
jeden z největších a nejstarších
organismů na zemi, stárí mezi 1
800 – 2 700 lety.



Coniferophyta

Araucariaceae

Agathis australis

Coniferophyta

Araucariaceae



*Agathis
australis*
samčí strobily

A close-up photograph of a person's hand holding a branch of a tree. The branch has several large, flat, green leaves that are slightly curved. The background is a blurred green field. The text 'Coniferophyta' and 'Araucariaceae' is overlaid on the left side of the image.

Coniferophyta
Araucariaceae

Agathis robusta - list

Coniferophyta

Araucariaceae

Agathis angustifolia - habitus



A close-up photograph of a branch of Araucaria bidwillii. The branch is covered in dense, bright green, needle-like leaves. In the background, several brown, woody cones are visible. The lighting is bright, creating highlights on the leaves. The text 'Coniferophyta' and 'Araucariaceae' is overlaid in the upper right corner, and 'Araucaria bidwillii - větev' is overlaid in the bottom right corner.

Coniferophyta

Araucariaceae

Araucaria bidwillii - větev

Coniferophyta

Araucariaceae



Araucaria bidwillii – samičí šišťice



Coniferophyta

Araucariaceae

Araucaria columnaris

Coniferophyta

Araucariaceae



Araucaria heterophylla



Coniferophyta
Araucariaceae

Araucaria heterophylla - větev

Coniferophyta

Araucariaceae

Araucaria heterophylla –
samčí strobily produkující
pyl



Coniferophyta

Cupressaceae

Callitris rhomboidea



Coniferophyta

Cupressaceae



Chamaecyparis obtusa

Coniferophyta

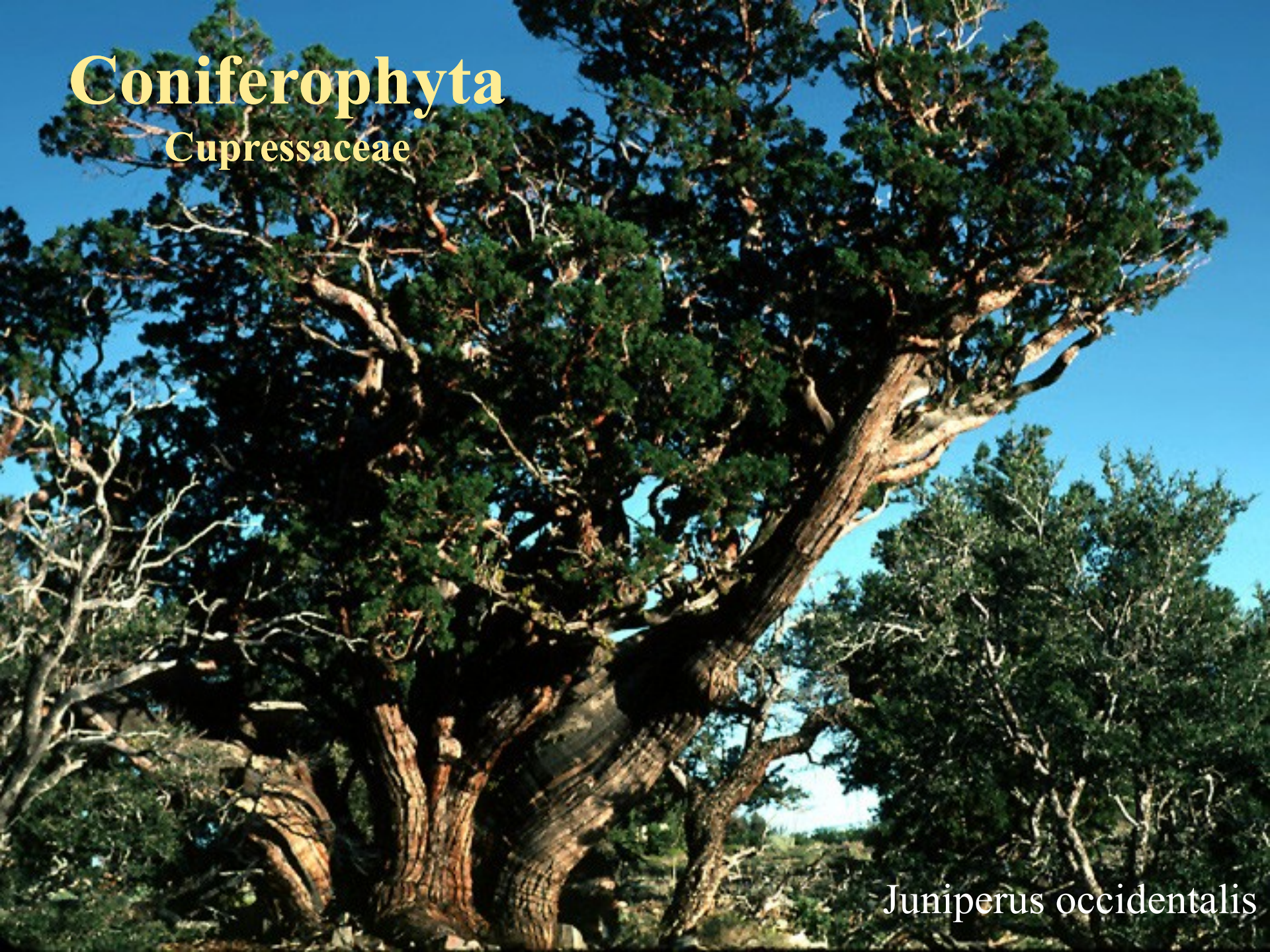
Cupressaceae



Chamaecyparis obtusa - šišky

Coniferophyta

Cupressaceae



Juniperus occidentalis

Coniferophyta

Cupressaceae



Juniperus virginiana

A close-up photograph of the branches of a Metasequoia glyptostroboides tree. The branches are covered in dense, vibrant green, needle-like foliage. Several small, brownish, cone-like structures are visible, hanging from the branches. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural outdoor setting.

Coniferophyta

Cupressaceae

Metasequoia glyptostroboides

Coniferophyta

Cupressaceae



Sequoia sempervirens – větev se samičími šišticemi



Coniferophyta

Cupressaceae

Sequoiadendron giganteum



Coniferophyta

Cupressaceae

Taxodium ascendens – šišky v
čase polinace



Coniferophyta

Cupressaceae

Taxodium ascendens – dospělé
šišky

A close-up photograph of a branch from a Taxodium distichum tree. The branch is covered in dense, fine, needle-like leaves that are a vibrant green color. The leaves are arranged in a regular, alternating pattern along the stem. The background is dark and out of focus, showing other branches and foliage.

Coniferophyta

Cupressaceae

Taxodium distichum

Coniferophyta

Cupressaceae



Taxodium distichum



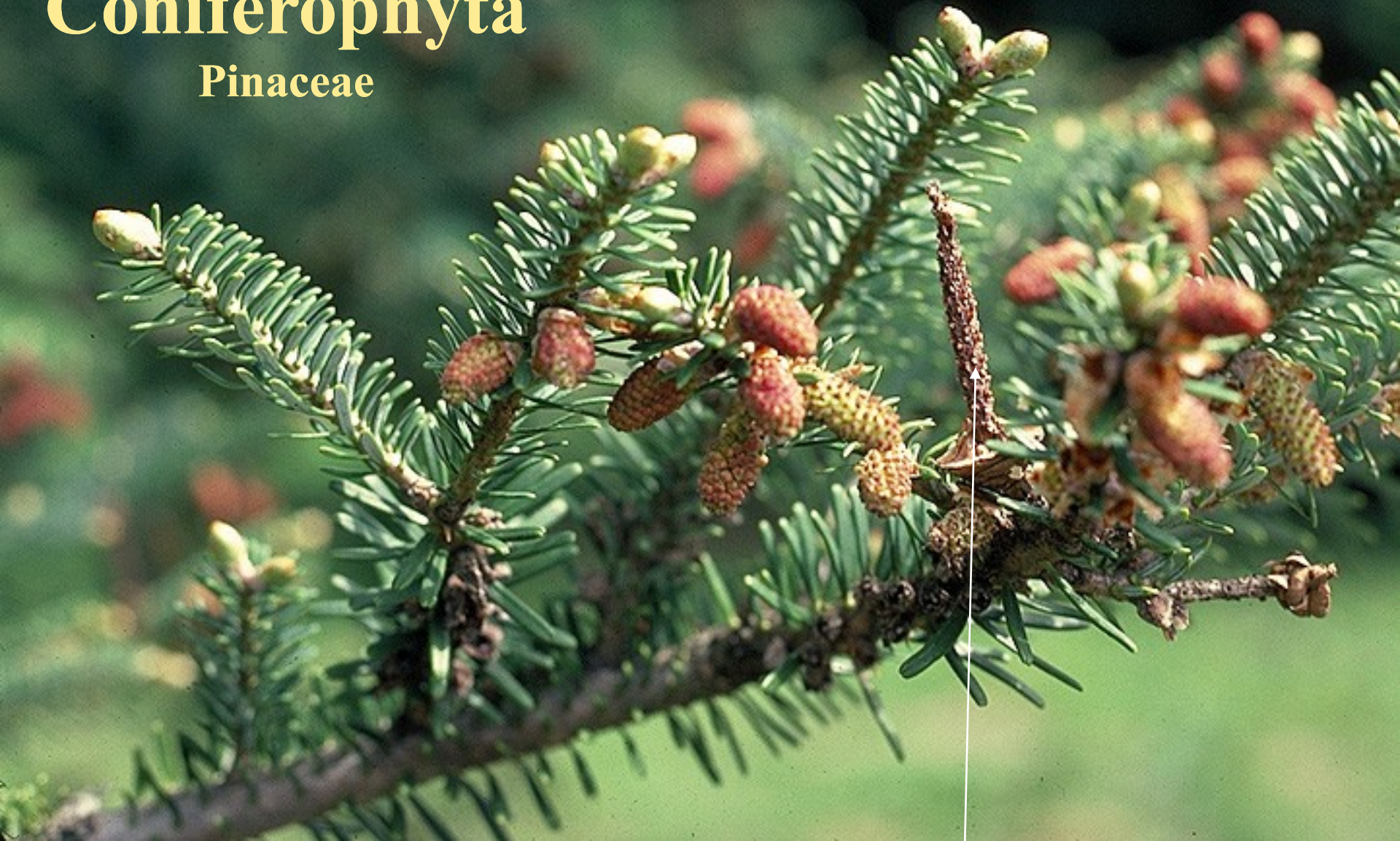
Coniferophyta

Cupressaceae

Thuja occidentalis

Coniferophyta

Pinaceae



Abies balsamea – větev se samčími strobily a osou ze staré šišky



Coniferophyta

Pinaceae

Abies concolor



Coniferophyta

Pinaceae

Abies magnifica



Coniferophyta

Pinaceae

Abies alba. – větev se samičí šištici

Coniferophyta

Pinaceae



Larix laricina – větev se samičími strobily

Coniferophyta

Pinaceae



Picea engelmannii

Coniferophyta

Pinaceae

Picea stichensis



Coniferophyta

Pinaceae



Picea attenuata – šišky v různých fázích otevírání

Coniferophyta

Pinaceae



Pinus longaeva



Coniferophyta

Pinaceae

Pinus palustris



Coniferophyta

Pinaceae

Pinus palustris (vlevo) a *Pinus
elliottii* (vpravo)



Coniferophyta

Pinaceae

Pinus strobus
borovice vejmutovka

Coniferophyta

Pinaceae



Pinus taeda – detail samčích strobilů

A close-up photograph of a branch of Pseudotsuga menziesii. The branch is covered in dense, vibrant green, needle-like foliage. Several young, green, cone-like structures are visible, emerging from the branches. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a forest setting. The lighting is bright, highlighting the texture of the needles and the structure of the young cones.

Coniferophyta

Pinaceae

Pseudotsuga menziesii



Coniferophyta

Podocarpaceae

Dacrydium araucarioides

Coniferophyta

Podocarpaceae



Podocarpus aristulatus



Coniferophyta

Podocarpaceae

Podocarpus angustifolius -
mladé samčí strobily



Coniferophyta

Podocarpaceae

Podocarpus macrophylla –
nezralé samičí strobily



Coniferophyta

Podocarpaceae

Podocarpus macrophylla

Coniferophyta

Taxaceae



Taxus baccata

Coniferophyta

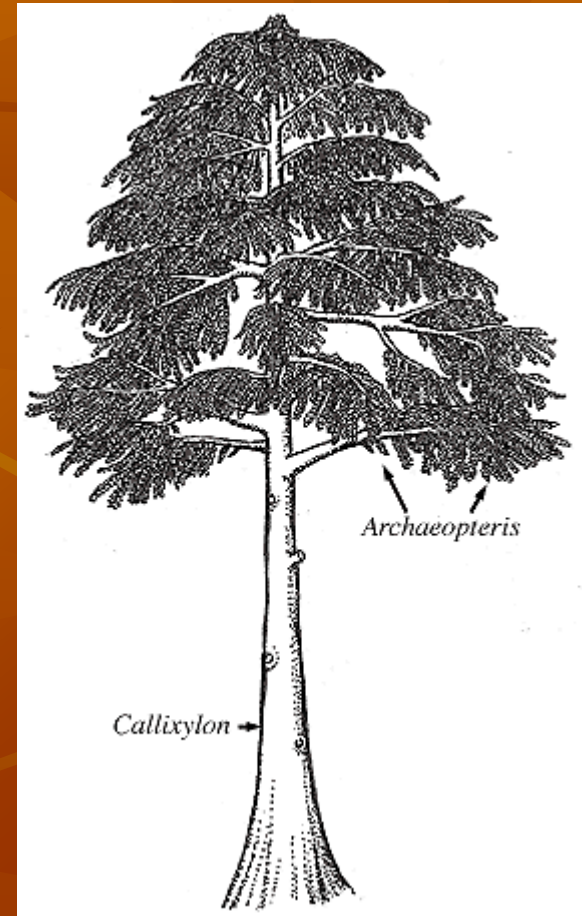
Taxaceae



Taxus baccata tis červený

Evolve gymnosperm

- na konci devonu začaly mít některé rostliny parametry semenných rostlin
- Archaeopteris – heterosporní strom, který vytvářel dřevo, neměl ovšem semena
- takovéto rostliny nazýváme progymnosperma



Archaeopteris. Nález kmene byl původně označen jako jiný druh, Callixylon

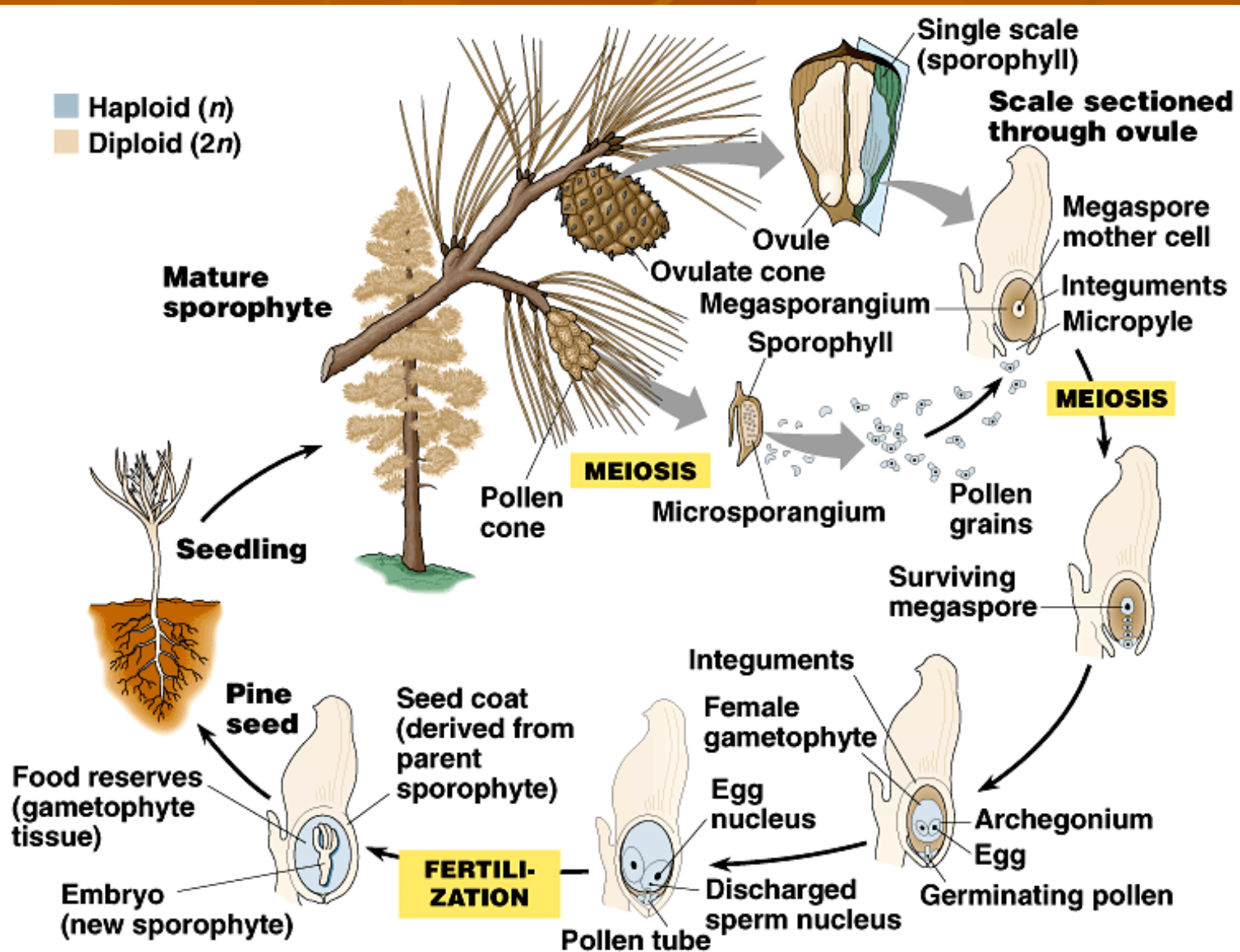
Evolve gymnosperrm

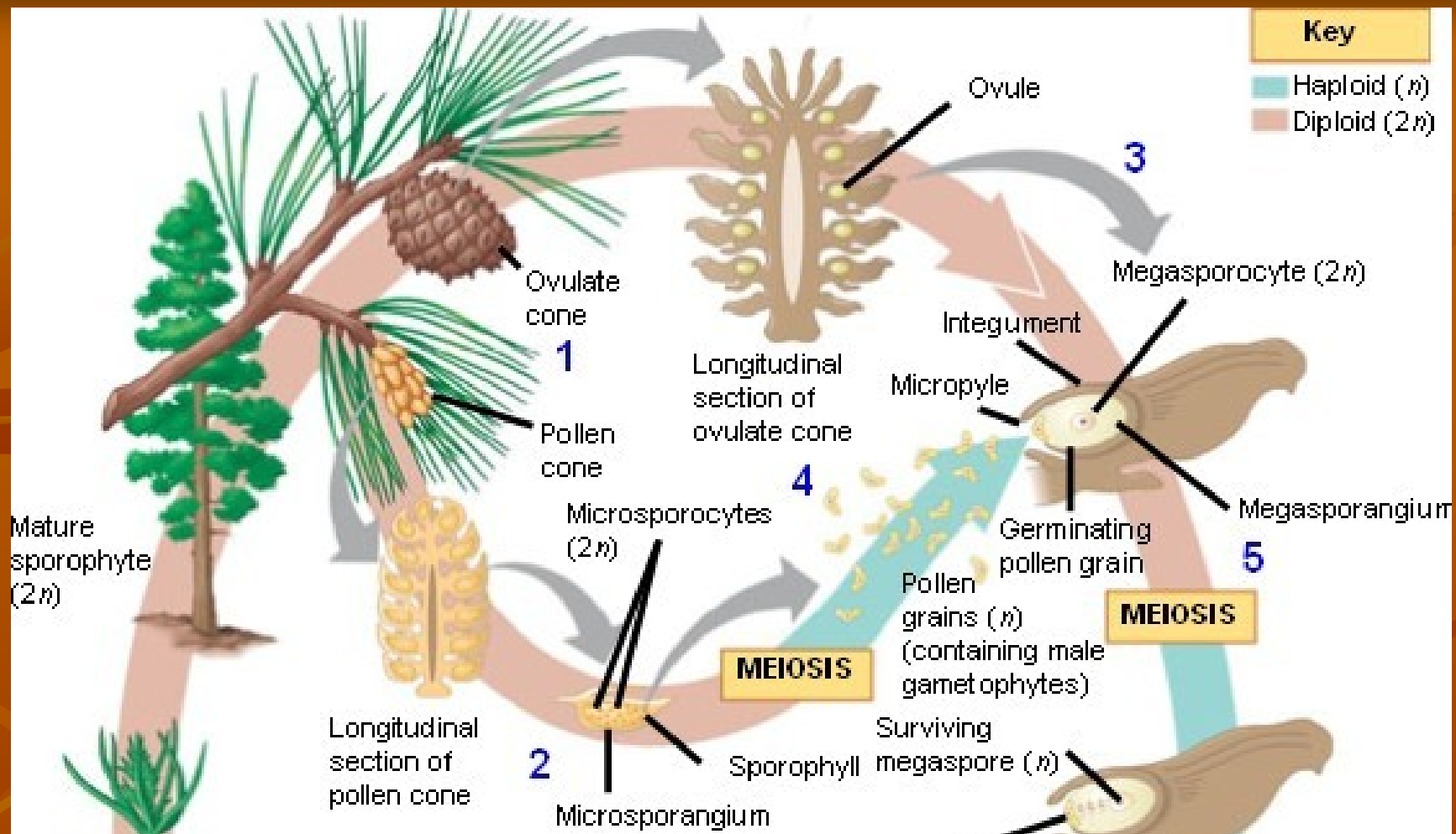
- gymnosperrma vznikly před 360 milióny lety, na začátku karbonu a dalších 200 miliónů let (!) budou vládnout
- první gymnosperrma žily v karbonu, kde ještě převládaly přesličky, plavuně a kapradiny
- v permu se podnebí stalo sušším a teplejším, což napomohlo rozšíření gymnosperrm
- ačkoli se nejdramatičtější změny daly v moři, i na souši vymřelo řada druhů a řada druhů vzniklo

Evolution of gymnosperms

- amphibians began to gradually give way to „reptiles“, which were much better adapted to dryness
- similarly, swamps and ferns were replaced by gymnosperms, which are much better adapted to dryness – they have thin leaves, with a thick cuticle
- at the beginning of the Mesozoic (Triassic) gymnosperms dominated and were the food of herbivorous dinosaurs
- at the end of the Triassic the climate cooled significantly, dinosaurs went extinct, and even though in many areas gymnosperms were replaced by angiosperms, they still remain dominant in many areas along with ferns

Životní cyklus borovice



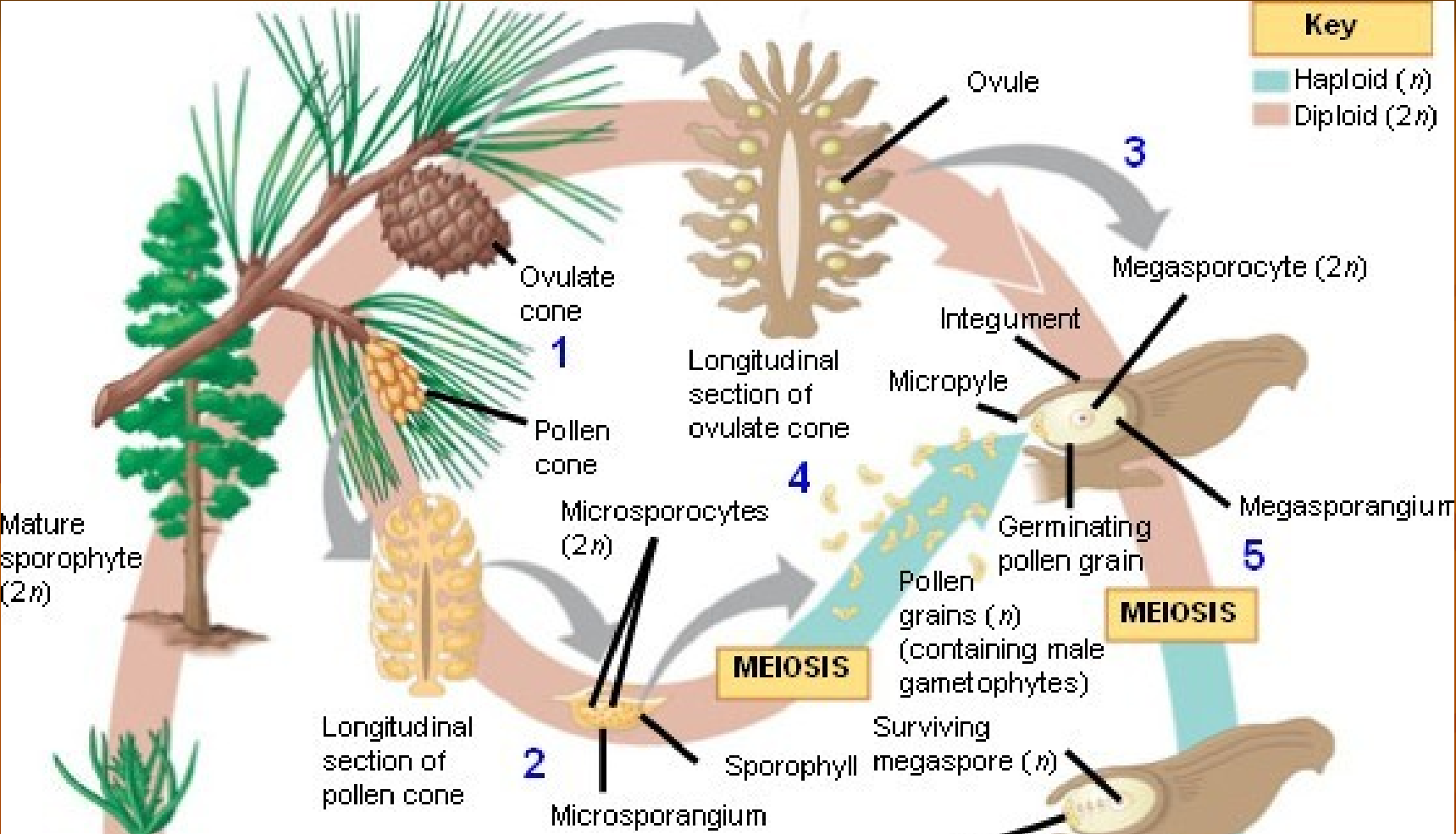


1. Strom borovice je sporofyt, sporangia jsou umístěny na šupinovitých listech, které jsou hustě nahloučeny u sebe a tvoří šištici

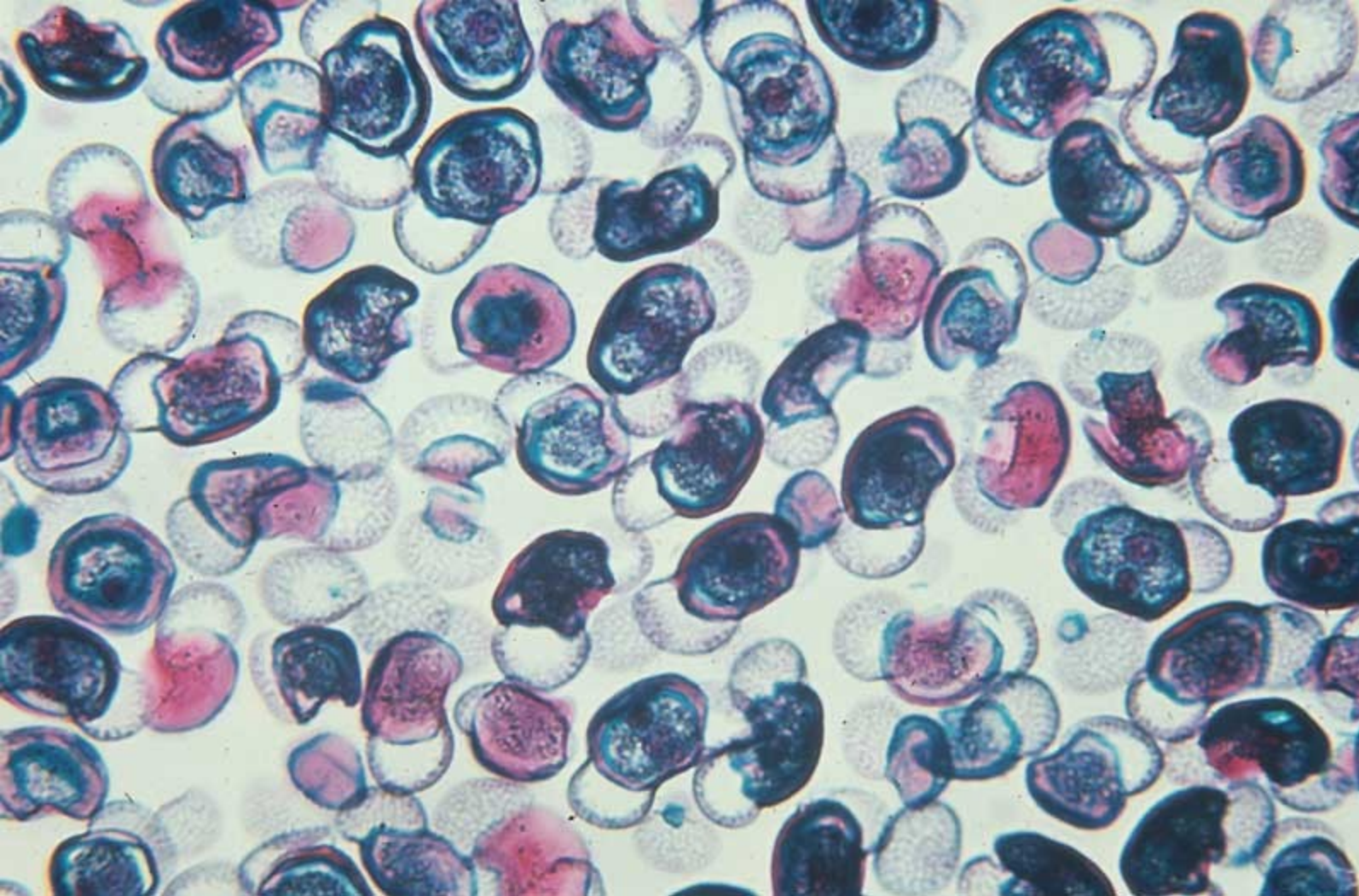
Jako všechny semenné rostliny jsou borovice heterosporní



U konifer se tvoří dva typy spor: malé pylové šištice vytvářejí pyl a velké šištice obsahují ovulum. U většiny konifer nese jeden strom oba typy šištic. V pylových šišticích mikrosporocyty (= buňky, ze kterých vzniknou mikrospory) podléhají meiose a dají vznik mikrosporám. Každá mikrospora se změní v pylové zrno, obsahující samčí gametofyt. V samičích šišticích megasporocyt podlehne meiose a dá vznik megasporám.



Megaspory se vyvinou v samičí gametofyt, který ovšem zůstane ve sporangiu. Jen jedna ze čtyř megaspor nakonec přežije. Trvá celkem tři roky (!), než se samčí a samičí šištice objeví na stromě, vzniknou gametofyty, dojde k oplození a vznikne okřídlené semeno. (Samotné oplození nastane až rok poté, co došlo k opylení!)



Pylové zrno je opatřeno dvěma měchýřky, aby lépe plachtilo vzduchem. Vzhledem k tomu, že vítr je nespecifický přenašeč, vzniká na jehličnanech obrovské množství pylu, které zbarvuje do žluta okraje kalužin nebo karoserie zaparkovaných aut.



Benjamin
Cummings

