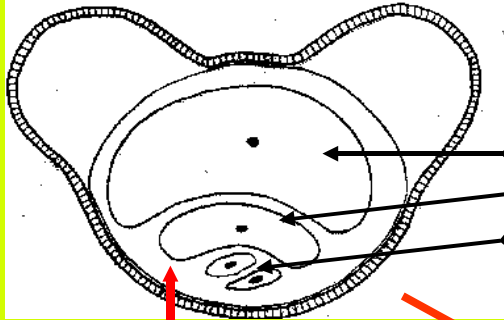


Schéma vývojového cyklu borovice.

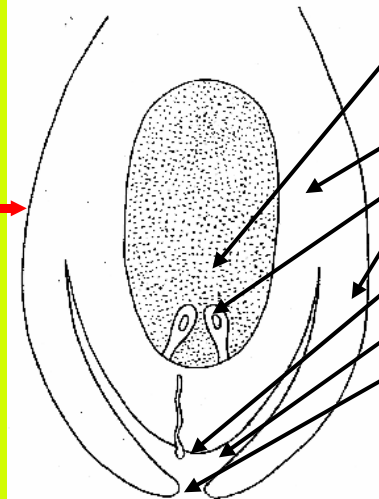
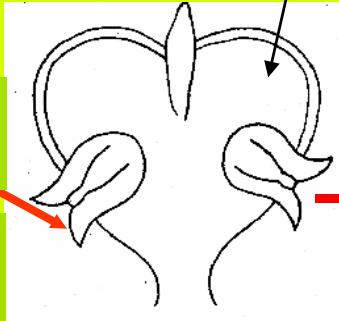


Pylové zrn (mikrospora) se dvěma vzdušnými vaky
buňka vegetativní
buňka generativní
buňky prothaliové

Semenná šupina se dvěma nahými obrácenými vajíčky

Vajíčko (megasporangium, ovulum) je nahé (není ukryto v semenníku), anatropické (obrácené):
primární endosperm (samičí gametofyt)
nucellus
archegonium s oosférou
integument
klíčící pylové zrn
pylová komora
mikropyle (otvor klovy)

Opylení (anemogamie)

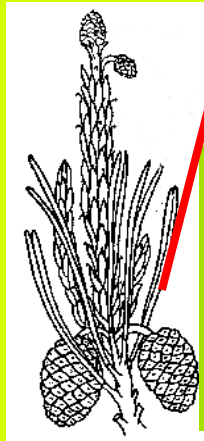
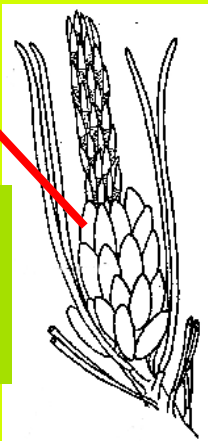


Tyčinka (mikrosporofyl, mikrosporangiofor) se dvěma prašnými pouzdry (mikrosporangia), v nichž probíhá vývoj pylu (mikrosporogeneze, meióza).

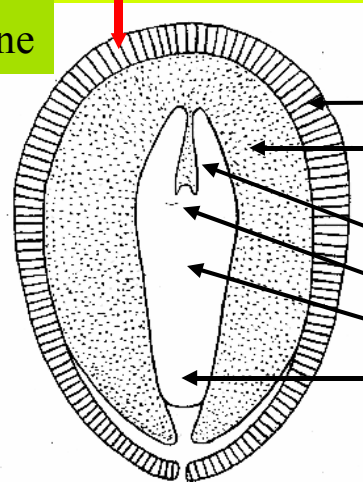
Oplození a vznik semene

Semeno:
testa (osemení)
primární endosperm
embryo:
dělohy (5-8)
plumula
hypokotyl
radikula

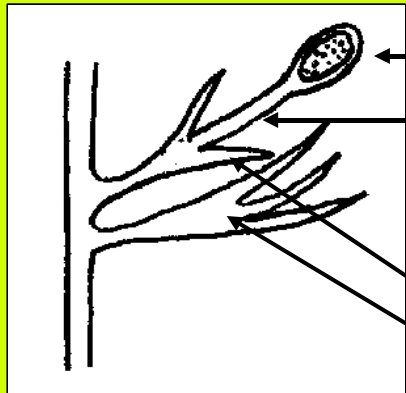
Mikrostrobilus (samčí šištice)-vřeteno, sterilní šupiny, tyčinky



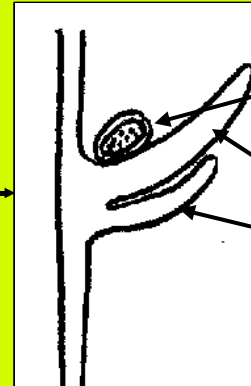
Megastrobilus (samičí šištice) – vřeteno, semenná šupina, podpurná šupina = bractea, dvě vajíčka



Zjednodušené schéma vzniku megastrobilu jehličnanů

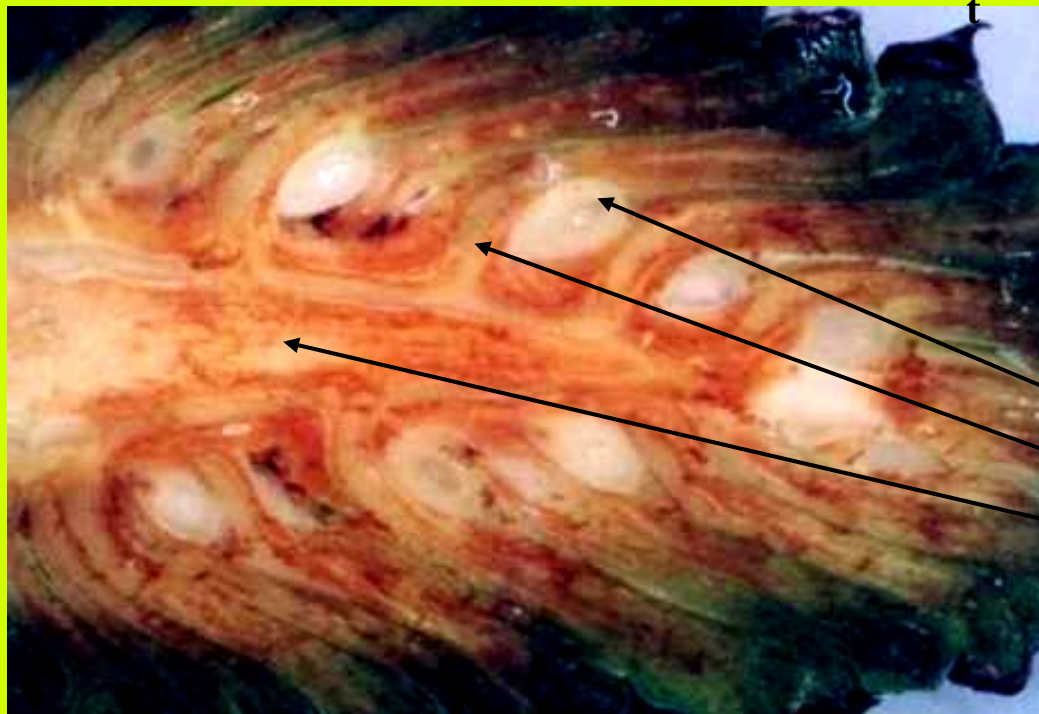


megasporangium
fertilní telom
(megasporangiofor,
megasporofyl)
sterilní telom
bractea



vajíčko (megasporangium,
ovulum)
semenná šupina
bractea

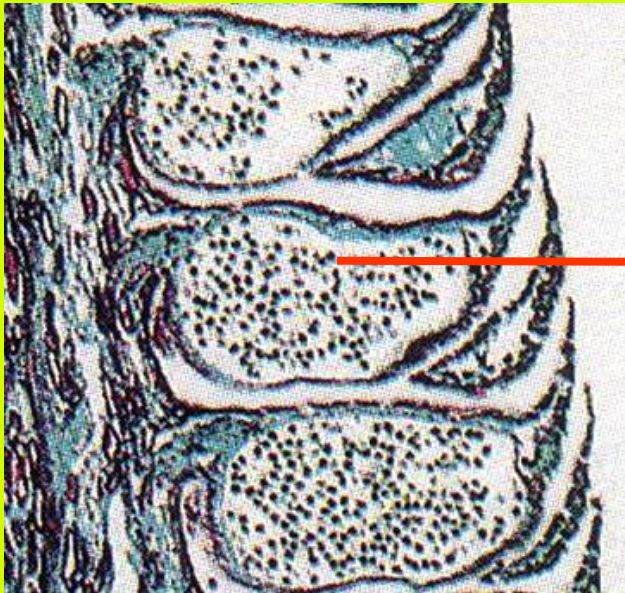
Samičí šištice (megastrobilus) je původně dvouosý orgán. Redukcí (zkracováním) osy fertillního postranního telomu se sterilní telomy laterálního strobilu dostávají do polohy nad brakteu (= podpurný listen), uspořádávají se do transverzály, postupně srůstají a stávají se semennou šupinou. Megasporangia se dostávají do axiální polohy na bázi adaxiální strany semenné šupiny. **Semenná šupina není homologická s megasporofylem.**



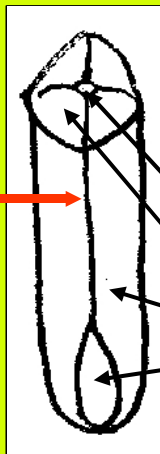
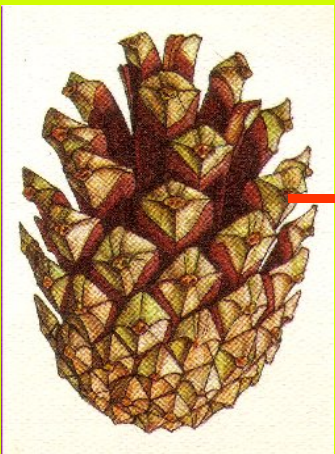
Podélný řez jednoletou samičí šiškou (megastrobilus) borovice černé. Z větene šišky vyrůstají velmi redukované podpurné šupiny a semenné šupiny. V paždí semenných šupin leží nahá anatropická vajíčka.

vajíčko
semenná šupina
věteno

Pylová zrna (mikrospory) a řez tyčinkami borovice černé (*Pinus nigra*). Mikrospory vznikají **meiózou** v prašných pouzdrech tyčinek. Pylová zrna borovice jsou bisakatní – exina (= vnější stěna pylového zrna) vytváří dva vzdušné vaky (adaptace na opylování větrem - **anemogamii**). Při anemogamickém opylení se pylová zrna zachycují přímo na vajíčku v polinační kapce v ústí mikropyle. Vysýcháním polinační kapky jsou vtahována do pylové komory vajíčka.

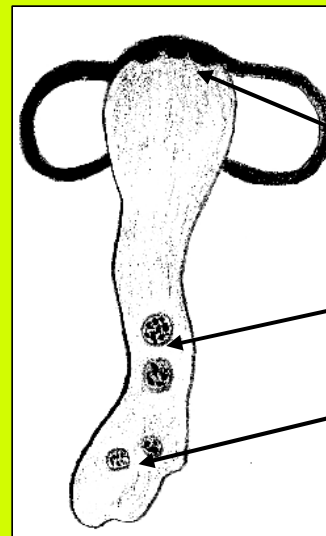


Samičí šiška (megastrobilus) borovice lesní (*Pinus sylvestris*).



Semenná a podpůrná šupina z hřbetní strany.

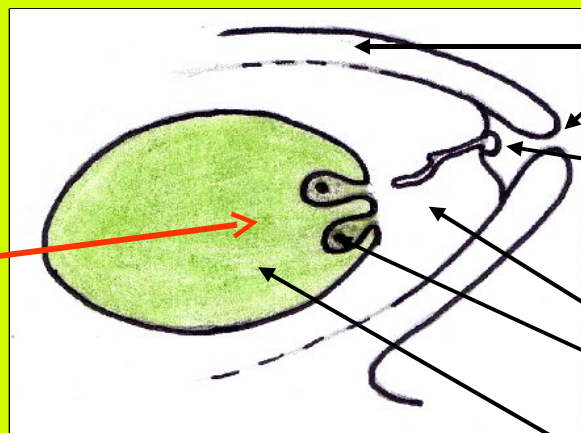
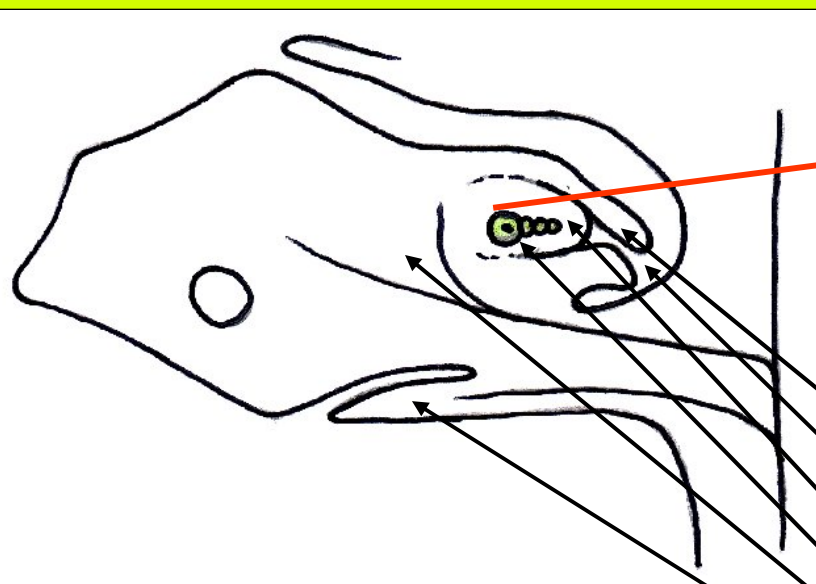
- umbo (pupek)
- apofyza (štítek)
- semenná šupina
- redukovávaná podpůrná šupina (bractea)



Klíčící pylová láčka.

- zanikající prothaliové buňky
- dvě buňky spermatické
- jádra nástěnné a vegetativní buňky

Vývoj vajíčka jehličnanů.



- integument
- mikropyle
- pylová komora s klíčícím pylovým zrnem
- nucellus
- archegonia s oosférou
- samičí gametofyt (megaprothalam, primární endosperm)

- integument
- mikropyle
- nucellus
- 4 megaspory
- semenná šupina
- bractea

Opylení, oplození a vznik semene u jehličnanů (na příkladu borovice).

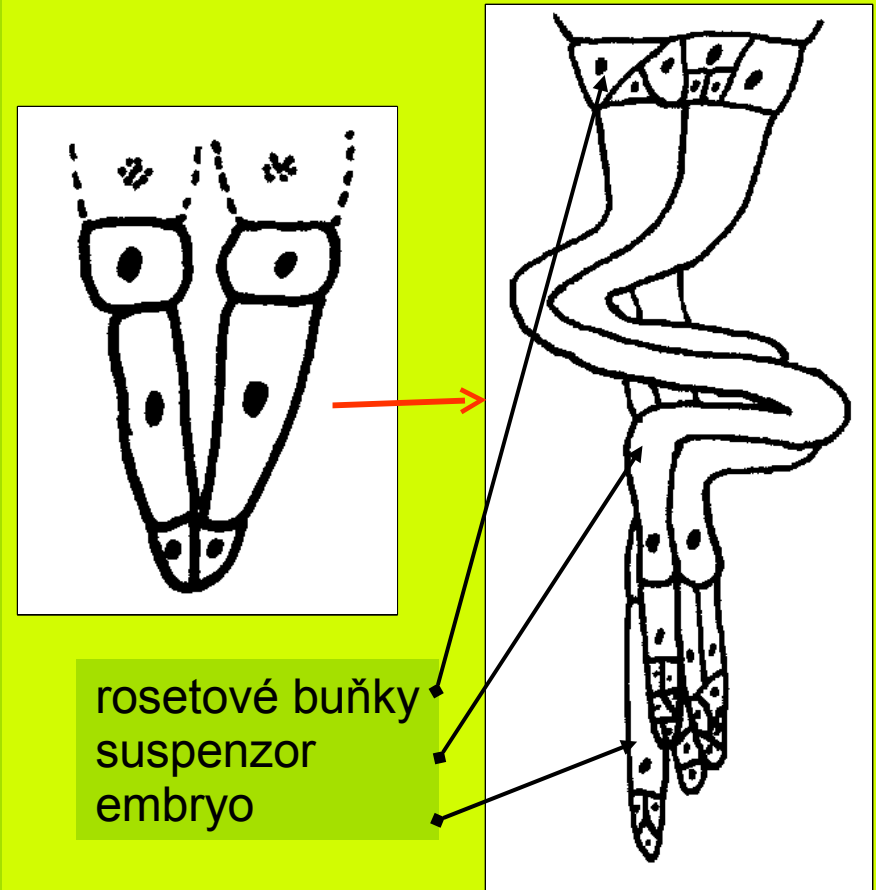
Borovice kvete v květnu až červnu, opylení je anemogamické (větrem). Pylové zrno se uchytlí na polinační kapce, jejím vysycháním je vtahováno do pylové komory vajíčka (prostor mezi nucellem a klovým otvorem) kde vegetativní buňka pylového zrna (= buňka láčková) vyklíčí v pylovou láčku (siphon) prorůstající nucellem. U borovice pylová láčka v tomto stadiu zastaví růst a pokračuje v něm až koncem jara příštího roku.

K **oplození** dochází u borovic rok po opylení, kdy se teprve ve vajíčku vyvíjí z megasporu megaprothalam (samičí gametofyt) se dvěma archegoniemi. V pylové láčce se generativní buňka dělí v buňku nástěnnou a buňku spermatogenní, která se dělí na dvě neobrvené buňky spermatické. Pylová láčka (siphon) prorůstá nucellem k archegoniu, vniká krčkem archegonia (buňky tvořící krček a břišní kanálková buňka zanikají) k oosféře. Jedna spermatická buňka proniká do oosféry, její jádro splývá s jádrem oosféry za vzniku diploidní zygoty. Ostatní buňky pylové láčky zanikají (buňky prothaliové, buňka nástěnná, druhá spermatická buňka). Oosféra z druhého archegonia obvykle zygotu nevytváří.

Po oplození se vajíčko mění v semeno: z integumentu vzniká diploidní osemení (testa), nucellus zaniká, primární endosperm (megaprothalam; původně haploidní, později polyploidní) slouží k výživě embrya. Embryo je diploidní, bipolární. Protáhlým suspenzorem je vtahováno do endospermu, kde se postupně diferencuje na radikulu (základ kořene), hypokotyl, plumulu (základ vzrostného vrcholu), který je obklopen 5 – 8 dělohami (cotyledones).

Semena jsou uložena po dvou v paždí zdřevnatělé semenné šupiny. Jsou většinou křídlatá (výjimkou jsou semena borovice limby a pinie). Klíčení jehličnanů je epigeické.

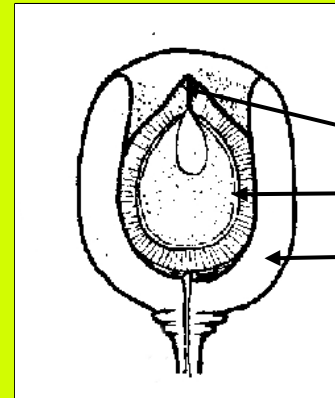
Vývoj zygoty a vznik embrya: jádro zygoty se dvakrát dělí, vzniklá čtyři jádra putují k chalazálnímu pólu (= od mikropyle vzdálenějšího pólu) oosféry. Zde se dále dělí a dochází k jejich celularizaci (= tvorbě buněčných stěn). Postupně vznikají čtyři čtveřice buněk uložené nad sebou. Buňky první čtveřice (nejbližší mikropyle) jsou nedokonale celularizované a zanikají. Buňky druhé čtveřice jsou tzv. buňky rosetové. Buňky třetí čtveřice (počítáno ve směru od mikropyle) se vláknitě prodlužují, oddělují se od sebe a přeměňují se v suspensory (=zavěšovací), která posunují embrya hlouběji do endospermu. Dělením terminální čtveřice buněk (nejvíce vzdálené od mikropyle) se vyvíjí čtyři embrya (polyembryonie, embryí může být i více – mohou se vyvíjet z rosetových buněk), do plné zralosti dozraje většinou pouze jediný zárodek sestávající z radikuly, hypokotylu, plumuly a děloh (cotyledones). U jehličnanů mohou být dělohy dvě, např. u tisu, nebo více, např. u zástupců čeledi *Pinaceae*.



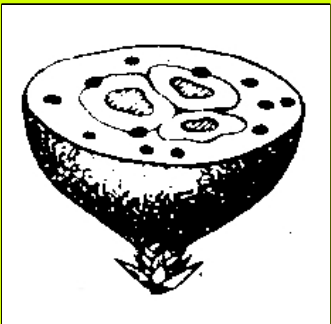
Řez zdužnatělou samičí šišticí (v době zralosti dřevnatí) zeravce (túje) východní (*Platyclusus orientalis*).



Semeno tisú (*Taxus*) je ukryto v míšku (epimacium). Epimacium vzniká proliferací prstencovitého podsemenného valú. Epimacium je jedinou nejedovatou částí tisú, neobsahuje směs alkaloidů (např. taxin).



mikropyle
testa semene
epimacium



Řez zdužnatělou samičí šišticí (galbulus) jalovce (*Juniperus* sp.). Galbulus vzniká srůstem zdužnatělých semenných šupin obklopujících třisemena.

Semeno jinanu (*Ginkgo*). U jinanu dochází k oplození polyciliátním spermatozoidem (podobně jako u cykasů). Kulovité semeno má na povrchu dužnatou sarkotestu obklopující sklerotestu. Embryo se dvěma dělohami je uloženo ve škrobnatém endospermu, vyvíjí se až po opadu semene.

