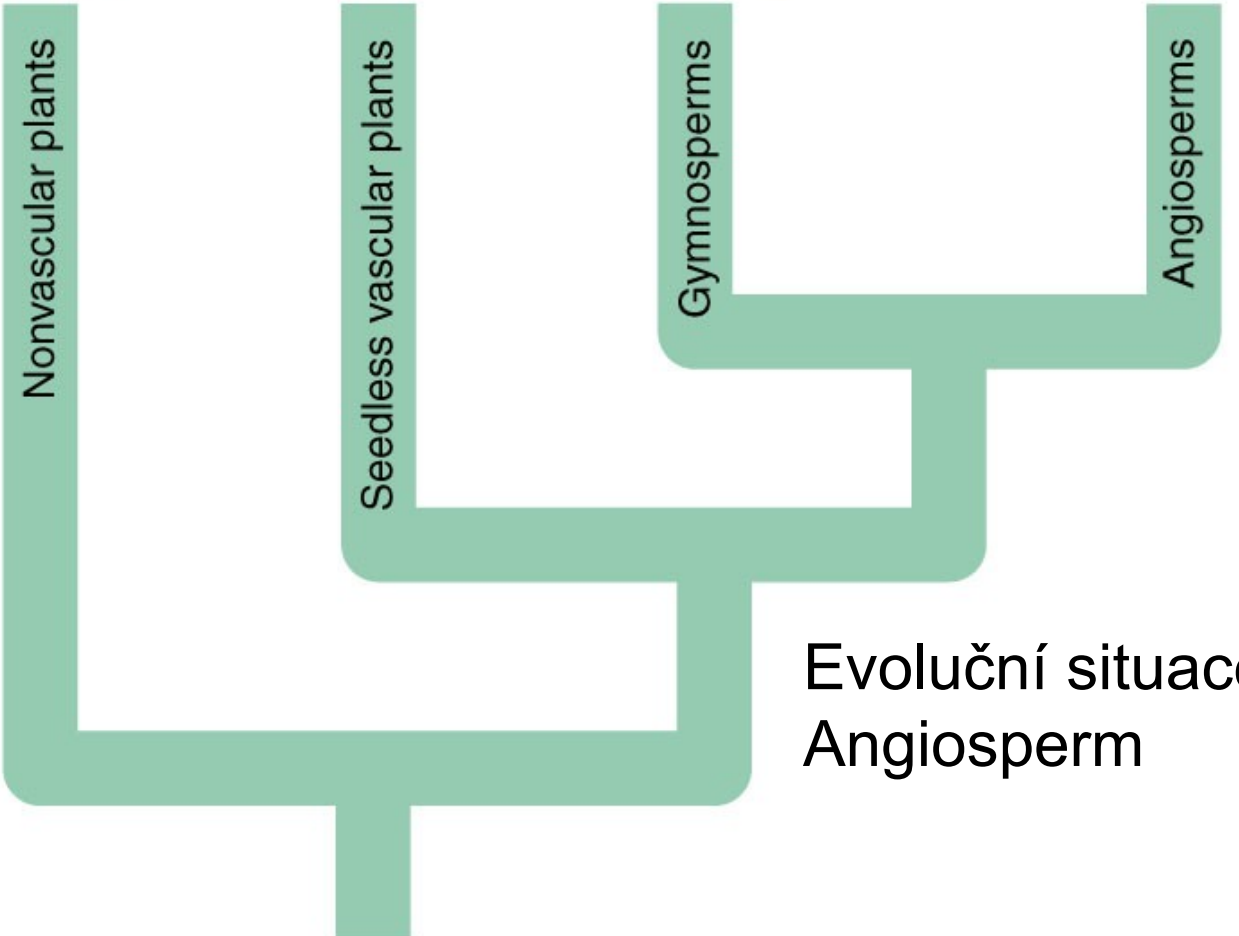




# Angiosperma

HEN



Evoluční situace  
Angiosperm

# Jednodomost a dvoudomost

- květy odlišujeme na
  - květy oboupohlavné = dokonalé = v rámci jednoho květu jsou tyčinky i pestík, tedy samčí i samičí struktury
  - květy jednopohlavné = nedokonalé = v jednom květu jsou pouze pestíky nebo jsou v jednom květu pouze tyčinky. Tyto nedokonalé květy dále odlišujeme na jednodomé
    - jednodomost *Monoecie* = schopnost rostlin vytvářet samčí (prašnickové) i samičí (pestíkové) květy na téže jedinci
    - dvoudomost *Dioecie* = vlastnost rostlin, které mají jednopohlavné květy, z nichž na jedné rostlině jsou jen květy pestíkové (samičí), na druhé rostlině jen květy prašnickové (samčí)

# Jednodomost a dvoudomost

- **jednodomost** *Monoecie* = schopnost rostlin vytvářet samčí (prašnickové) i samičí (pestíkové) květy na téměř jedinci; vyskytuje se například u lísky, dubu, kukuřice.
  - všechno v jednom domě
- **dvoudomost** *Dioecie* = vlastnost rostlin, které mají jednopohlavné květy, z nichž na jedné rostlině jsou jen květy pestíkové (samičí), na druhé rostlině jen květy prašnickové (samčí), například chmel, vrba.
  - domy jsou dva

## REPRODUCTIVE VARIATIONS



**Maize, a monoecious species.** A maize "ear" (left) consists of kernels (one-seeded fruits) that develop from an inflorescence of fertilized carpellate flowers. Each kernel is derived from a single flower. Each "silk" strand consists of a stigma and long style. The tassels (right) are staminate inflorescences.

**Dioecious *Sagittaria latifolia* (common arrowhead).** The staminate flower (left) lacks carpels, and the carpellate flower (right) lacks stamens. Having these two types of flowers on separate plants reduces inbreeding.

Kukuřice je jednodomá, samčí i samičí květy má na jedné rostlině.

*Sagittaria latifolia* je dvoudomá. Květ vlevo obsahuje jen tyčinky, květ vpravo pouze pestíky a na jednom konkrétním jedinci jsou vždy květy jen jednoho typu (=dva domy)

# Jednodomost a dvoudomost

- dvoudomost – jinan dvoulaločný (patřící mezi Gymnosperma NAHOSEMENNÉ)



samičí strom



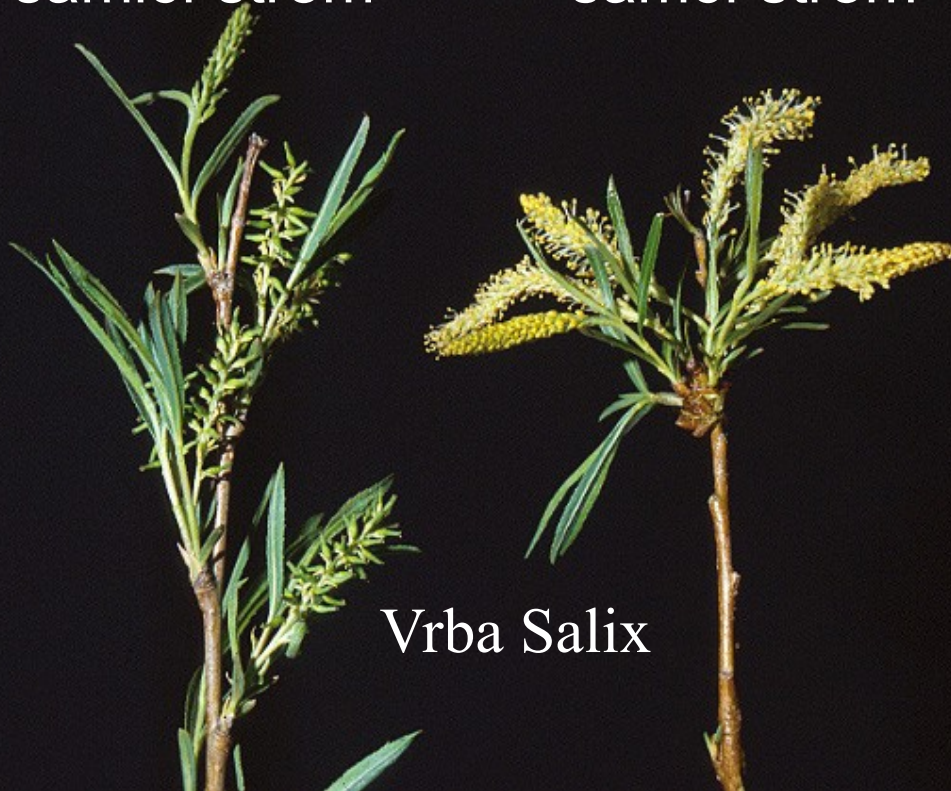
samčí strom

Na jednom stromu jsou tedy pouze samičí květy, na jiném pouze samčí květy

# Jednodomost a dvoudomost

samičí strom

samčí strom



Vrba Salix

Na jednom stromu jsou tedy pouze samičí květy, na jiném pouze samčí květy

# Jednodomost a dvoudomost

- dvoudomost – konopí (Cannabis)



samičí rostliny jsou mnohem více ceněny než samčí

samičí rostlina

Na jedné rostlině jsou tedy pouze samičí květy, na jiné pouze samčí květy



# Jednodomost a dvoudomost

## ■ jednodomost – kukuřice *Zea mais*



samčí květ



samičí květ – krásně jsou vidět  
blizny

Na jedné rostlině jsou zároveň jak samčí květy, tak i samičí květy

# Angiosperma

- určitě monofyletická skupina
- vznikly v rané křídě, před 135 milióny lety
- asi 257 000 druhů = 90 % všech rostlin

# Angiosperma

## základní znaky

- semeno ukryto v semeníku, do kterého prorůstá rašící pylová láčka
- samičí gametofyt je velmi redukovaný, ve většině případů se jedná o pouze 8 buněčných jader v 7 buňkách
- dvojí oplození, ústící ve vytvoření zygoty a triploidního výživného endospermu

# Angiosperma

## další znaky

1. skoro všechna angiosperma již mají cévy, tracheje, voda tedy může téci z jedné tracheje do druhé přímo, aniž by se musela dostávat přes strop a dno buňky (nevýhodou je ale možnost embolie v obdobích sucha)
2. skoro všechna angiosperma mají u sítkových buněk doprovodné buňky
3. v květu bývá pestík a tyčinky. V prašníku tyčinky jsou obvykle dva páry mikrosporangií.
4. v pylovém zrnu jsou celkem 3 buněčná jádra (=dvě buňky spermatické plus jedna buňka vegetativní)
5. samičí gametofyt vzniká tak, že se nejprve meiosou rozdělí jedna diploidní buňka na obvyklé 4 haploidní, 3 z nich zanikají a čtvrtá se rozdělí mitosou na dvě, tyto dvě pak na čtyři a tyto čtyři pak na osm (= tři antipody, dvě centrální, dvě synergidy, vajíčko).

# Angiosperma

## další znaky

1. samčí gametofyt má tři jádra, pokud tento gametofyt přistane na správné blizně, vyroste v pylovou láčku

# Angiosperma poznámky

- dvojí oplození, pravda, bylo již prokázáno i u Ephedra a Gnetum

# Angiosperma

- angeion = nádoba
- sperma = semeno
- = semena jsou ukryta v pestíku
- pestík = přeměněný list
- pestík se přeměňuje v plod, což je unikátní rys angiosperm
- i když některá Gymnosperma, jako tis, mají kolem semene červený dužnatý obal, jeho původ je naprosto odlišný

# Květ

- Rafflesia arnoldii má květ velikosti automobilové pneumatiky
- poupě tohoto květu je velké jako hlávka zelí
- květ vydává intenzivní zápach zkaženého masa, na který láká mouchy
- kvete jen několik dní, pak vadne
- z jednoho květu může být až 4 milióny semen





Rafflesia arnoldii, Indonésie

# Květ

- na rozdíl od stonku, který roste stále dál,
- je růst květu podobně jako u listů determinovaný
- internodia jsou mezi jednotlivými čtyřmi květními částmi jen krátká

# Kvěť

- opylování převážně hmyzem, savci nebo ptáky
- některá angiosperma (např. trávy) jsou opylována větrem, ale to je spíše výjimka
  - jedná se o rostliny, které rostou v hustých porostech, trávy na stepích nebo některé druhy stromů v oblastech mírného pásu
- kvěť je v zásadě přeměněný stonek, který může nést až čtyři kruhy modifikovaných listů:
  - kalich
  - koruna
  - tyčinky
  - pestík

pestík

Pollen grains

tyčinka

Female floral parts

Male floral parts

PISTIL

STAMEN

blizna Stigma

Anther prašník

čnělka Style

Filament nitka

semeník Ovary

Every ovule contains an egg

Each pollen grain contains 2 sperm cells

koruna Petal

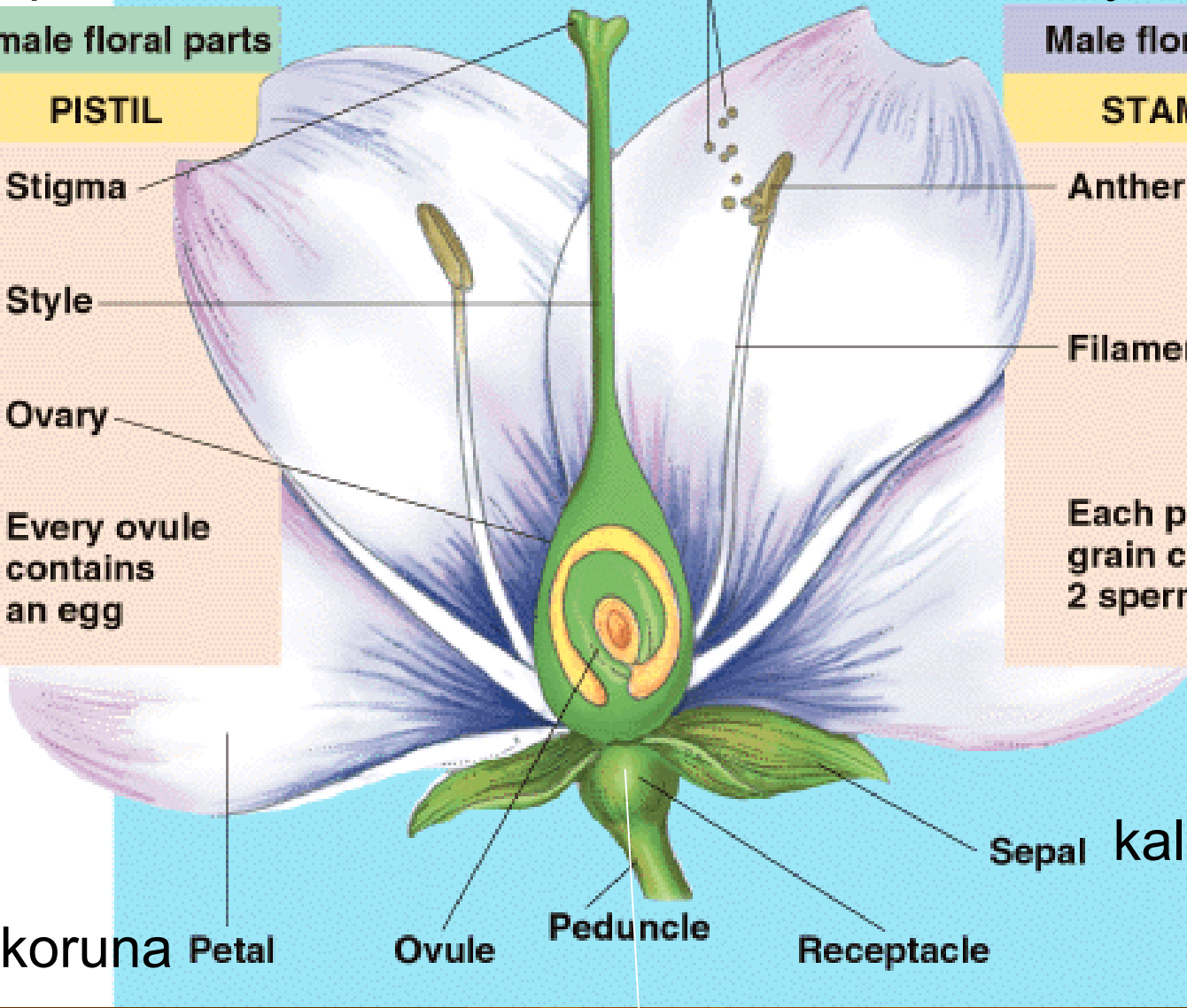
Ovule

Peduncle

Receptacle

Sepal kalich

květní lůžko



# Květ

- kališní lístky jsou zpravidla zelené a chrání květ ještě před tím, než se rozvine
- korunní lístky jsou zpravidla barevné a lákají opylovače
- kalich i koruna jsou sterilní součásti květu, nyní budou následovat květní orgány, které budou produkovat spory
  - někdy je kalich i koruna srostlý a tvoří okvětí
- květ vyrůstá z květního lůžka

# Kalich (Calyx)

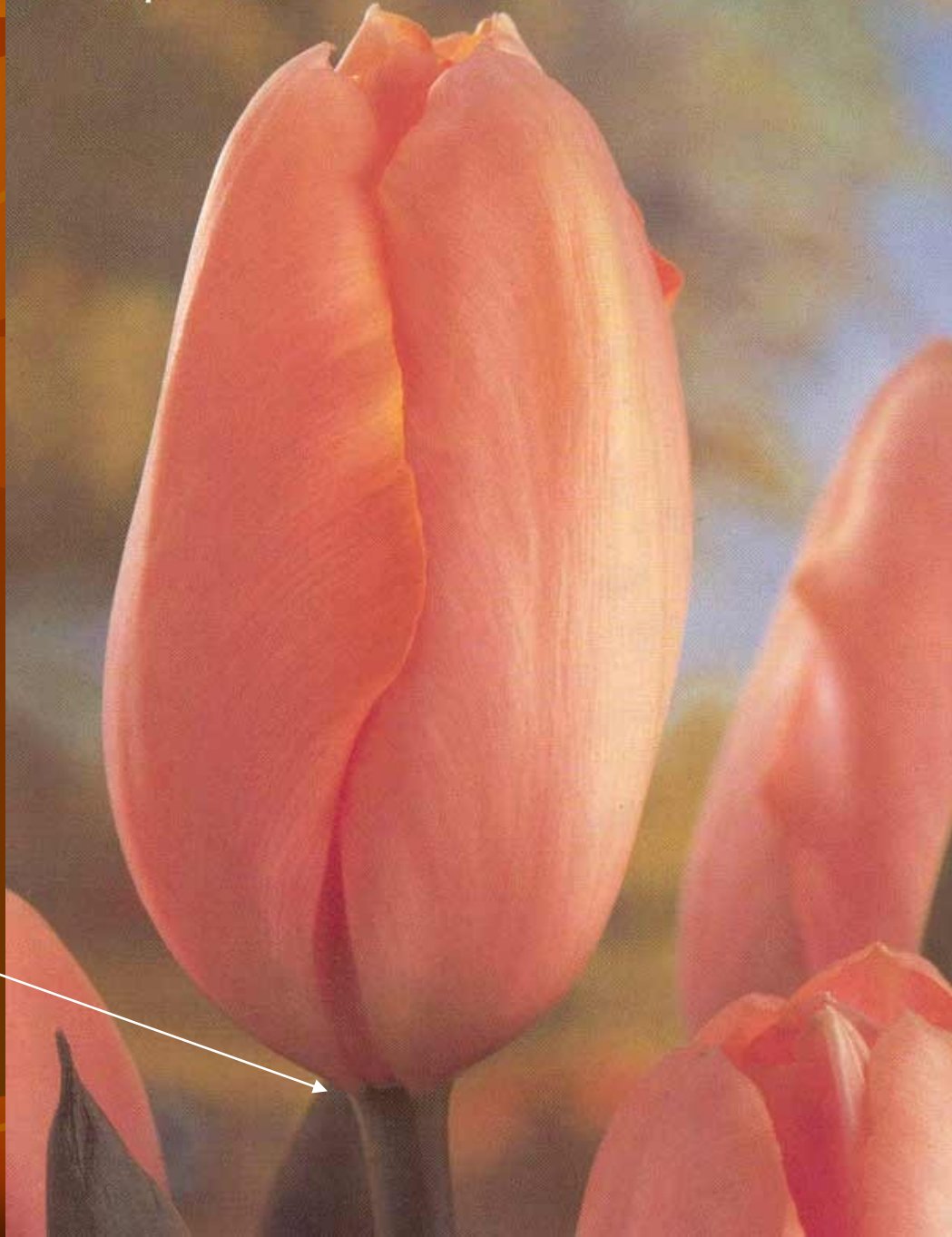
- kališní lístky mohou být někdy srostlé a zveličelé, jako zde u kokrhele



*Rhinanthus minor* Kokrhel menší

Tulipe Menton

někdy je kalich i  
koruna redukovaný  
na okvětí – např.  
tulipán



# Kvěť

Tyčinka = mikrosporofyl. Tyčinka produkuje mikrospory, ze kterých vyroste pylové zrno. Pylové zrno obsahuje samčí gametofyt.

Pestík = megasporofyl. Pestík produkuje megaspory, ze kterých vyroste samičí gametofyt.



# Pestík

blizna (stigma), čnělka (style), semeník (ovary)

- Na povrchu pestíku je blizna (stigma), na kterou se zachytává pyl
  - blizna je často lepkavá
- Čnělka spojuje bliznu a semeník, který obsahuje jedno nebo více vajíček.
  - počet vajíček v semeníku závisí na druhu rostliny
- pokud je vajíčko oplodněno, vzniká semeno
- kalich, koruna, tyčinky a pestík nasedají na část stonku, která nese název receptakulum

# Pestík

- některá angiosperma, jako je třeba hrách, mají v jednom květu jen jeden pestík
- magnolie mají několik oddělených pestíků
- lilie mají několik pestíků vzájemně srostlých, semeník pak mívá příslušný počet přepážek
- pistil = jediný pestík nebo několik srostlých pestíků

**SYMMETRY**

**OVARY LOCATION**

**FLORAL DISTRIBUTION**

Bilateral symmetry  
(orchid)



Radial symmetry  
(daffodil)



Sepal

Fused petals

svrchní  
semeník



Superior  
ovary



Semi-inferior  
ovary



Inferior  
ovary

polospodní  
semeník

spodní  
semeník

Lupine inflorescence



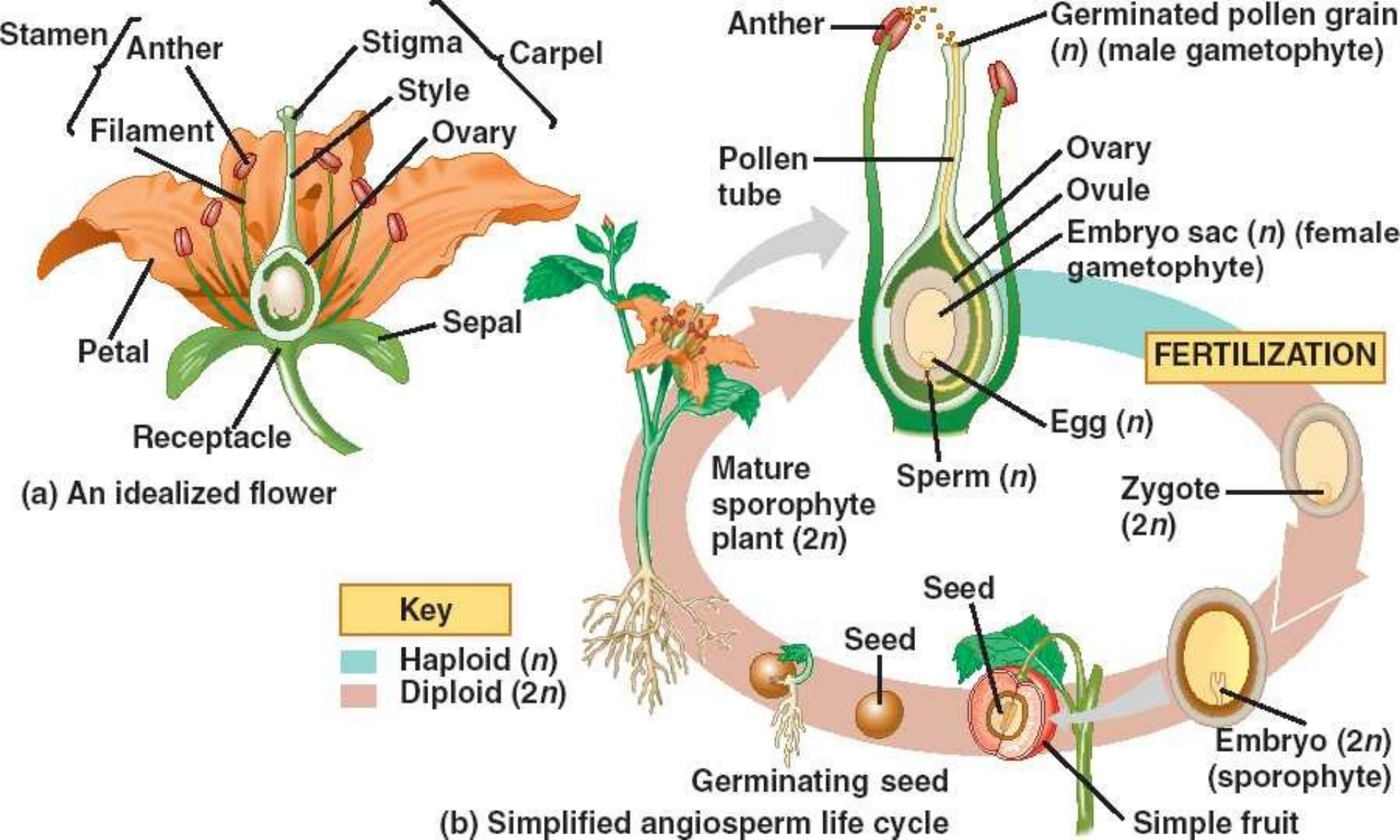
Sunflower  
inflorescence



Květ může být bilaterálně (dvoustranně) **souměrný** či radiálně **pravidelný** (podle více os). Semeník může být svrchní, polospodní nebo spodní. Květ může být samostatný nebo v různých typech soukvětí (např. úbor u Asteraceae)

# Životní cyklus angiosperm

- i zde dochází ke střídání generací
- gametofyt je velmi výrazně potlačen, nejvíce ze všech známých skupin rostlin, tvoří jej v samčí i samičí verzi jen několik buněk
- sporofyt angiosperm produkuje velmi svéráznou rozmnožovací strukturu – květ
- opylování se děje větrem, vodou, hmyzem, ptáky, netopýry i plži
- oplozená vajíčka se mění v semena, semeník se mění v plod



Životní cyklus angiosperm - přehled

# Angiosperma x živočichové

- živočichové, kteří se plazili po zemi zřejmě vyvolali evoluční tlak, aby se spory a gametofyty dostaly pryč ze země, kde jsou snadno dosažitelné
- následně zřejmě došlo k tomu, že živočichové vzlétli

# Opylování

- dva nejčastější typy OPYLOVÁNÍ jsou větrem a hmyzem
- opylování původně zřejmě začalo u hmyzu, který konzumoval (nebo shromažďoval) pyl – asi u much a brouků
- teprve později zřejmě vznikl hmyz sbírající nektar
- dodnes není jasné, jak moc byla ovlivněna evoluce angiosperm opylovači, jasné naopak je, že evoluce opylovačů nebyla angiospermy příliš ovlivněna, neboť hlavní linie hmyzu již existovaly, když angiosperma teprve vznikala...
- ...alespoň u některých linií však ke vzájemné evoluci došlo

# Opylování

- plody a semena nalezené v rané křídě jsou natolik malá, že těžko lze usuzovat na rozšiřování ptáky nebo savci
  - rozšiřování semen ptáky a savci začalo jistě až v pozdní křídě, ale zejména až v třetihorách
- na začátku třetihor vznikly první tropické deštné pralesy a došlo k adaptivní radiaci ptáků a savců
- v to době též nepřekvapivě vznikají rostliny s velkými a barevnými plody a semeny



# Opylování větrem

- opylování větrem je velmi vzácné v tropech, zejména v dešťových pralesích
- naopak v lesích mírného pásu je velmi časté –
  - Quercus, Fagus, Carya (hickories), Juglans, Betula, na jižní polokouli Nothofagus
- pyl se uvolňuje brzy na jaře, kdy jsou lesy ještě prostupné
  - pyl není uvolňován za deště nebo zvýšené vlhkosti
- květy bývají jednopohlavné

# Opylování vodou

- opylování vodou je omezeno na 150 druhů v 31 rodech a 11 čeledích
- polovina z těchto druhů jsou mořské druhy nebo druhy brakických vod
- 9 z těchto 11 čeledí patří mezi jednoděložné
  - rod *Vallisneria* roste pod vodou a uvolňuje samčí květy, které plavou na vodě
  - mezitím samičí květy dorůstají a dostávají se k hladině, kde na vodním povrchu vytvoří malou prohlubeninku
  - do této jamky na povrchu vodní hladiny padají samčí květy a dochází k opylení

# Opylování živočichy

- je účinnější než opylování větrem
  - uvnitř tropického deštného pralesa nefouká
- učebnicovým příkladem je čeleď Orchideaceae – mnohé druhy této čeledi určitě vznikly rozdílným způsobem opylování

# Kontrakt může porušit rostlina i opylovač

- u některých orchideí květ napodobuje samičku daného druhu hmyzu – dojde k opylení, ale hmyz z toho nic nemá
- jindy se čmelák nebo mravenec prokouše zezadu k nektaru – čmelák má nektar, ale rostlina není opylena
- Rostliny se tomu zase mohou bránit např. smolníčka obecná lepivými pásy na lodyze

# Opylování

- pokud jsou květy bílé, a v noci intenzivně voní, opylovači budou noční motýli nebo netopýři
- mnohé vůně květů jsou člověku příjemné, mnohé nikoli
  - epifytický tropický *Weberocercus tunilla* (Cactaceae) vydává vůni přirovnávanou k zápachu mrtvoly
  - Náš keř hloh vydává vůni připomínající exkrementy

# Opylování nelétavými savci

- asi 60 druhů nelétavých savců opyluje asi 100 druhů rostlin – zejména na jižní polokouli
- opylování primáty (lemuři a opice): květy jsou velké a nevydávají vůni
- opylování vačnatci: květy jsou zpravidla až nahoře v korunách pralesa
- opylování hlodavci: květy jsou nízko při zemi a vydávají vůni po kvasnicích

# Opylování

- pylová zrna mívají různé mikroskopické výběžky, pomocí kterých se lépe zachytí na těle hmyzu
- včely konzumují nektar i pyl
- motýli, můry a ptáci pijí pouze nektar
- *Acer saccharum* je generalista – je opylován větrem i hmyzem

# Typy opylování





# Opylování

netopýr *Anoura fistulata*  
je jediným opylovačem  
rostliny

*Centropogon nigricans*

- nahoře v laboratoři, dole v přírodě



# Opylování

- orchidej *Angraecum sesquipedale* a lišaj *Xanthopan morgani praedicta*



# Opylování

- orchidej  
*Angraecum*  
*sesquipedale* a  
lišaj  
*Xanthopan*  
*morgani*  
*praedicta*

Jevu říkáme  
koevoluce, či  
souběžná  
evoluce





*Angraecum longicalcar*



kolibřík opylující americkou rostlinu Heliconia

# Opylovači

- naopak zejména včely mohou opylovat celou řadu rostlinných druhů
- často ale barva květu, vůně a struktura láká přinejmenším *skupinu* opylovačů
- na začátku třetihor ale došlo ke značnému rozvoji trav
  - v té době totiž došlo k dramatickému poklesu  $\text{CO}_2$  v atmosféře, což zvýhodnilo  $\text{C}_4$  rostliny, mezi které trávy patří



a)



b)

a. takto květ vidí člověk, b. takto čmelák





# Opylování: Yucca (Agavaceae)

- bílé květy se otevírají v noci a lákají můru rodu *Tegiticula*
- můra přináší pyl z jiné rostliny ve speciálních útvarech pod hlavou a pyl klade na bliznu
- ovšem pak svým kladélkem proniká až do semeníku a klade svá vajíčka mezi vajíčka yuccy
- těsně před odletem si můra do zmíněných specializovaných útvarů vezme pyl této rostliny



# Opylování: Yucca



- Tegiticula nekonzumuje ani pyl, ani nektar; dospělé mûry nepřijímají žádnou potravu
- z mûřích vajíček se líhnou housenky ve chvíli, kdy semena dozrávají; housenky konzumují mnohá, ale ne všechna semena
- po dosažení určité velikosti se housenka prokouše ven, spadne na zem a přezimuje jako kukla
- ...jedná se o parazitismus nebo mutualismus?



# Opylování: Yucca

- yucca produkuje pyl na tlustých nitkách, p kterých se Tegiticule dobře šplhá
- prašníky jsou na samém vrcholku nitek
- Yucca se plně spoléhá na tento způsob opylování, bez můry by zanikla

# Ficus (Moraceae)

- existuje asi 750 druhů rodu Ficus, každý je opylován svým druhem vosičky

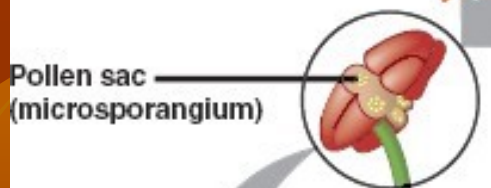


Ficus citrifolia

# Orchideaceae

- z 19 500 druhů této čeledi jich 8 000 nenabízí žádnou odměnu pro hmyz
  - některé voní po zkaženém mase, mouchy do květu kladou vajíčka v rámci kladení opylí květ
  - květy rodu *Ophrys* spouští u sameček včel a vos pářicí chování

(a) Development of a male gametophyte (pollen grain)



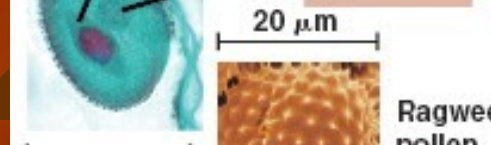
MEIOSIS



Each of 4 microspores

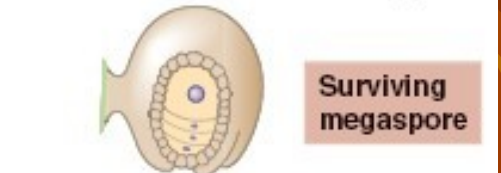
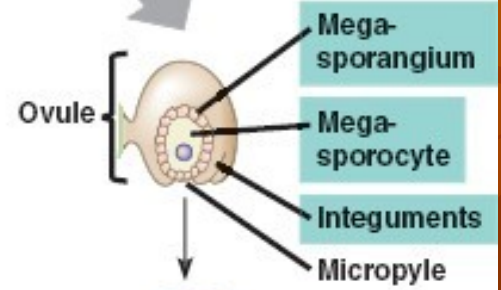


MITOSIS

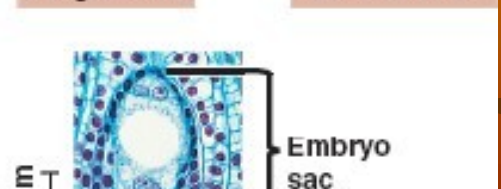
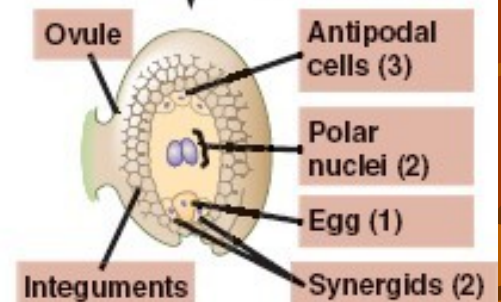


Ragweed pollen grain

(b) Development of a female gametophyte (embryo sac)



Female gametophyte (embryo sac)

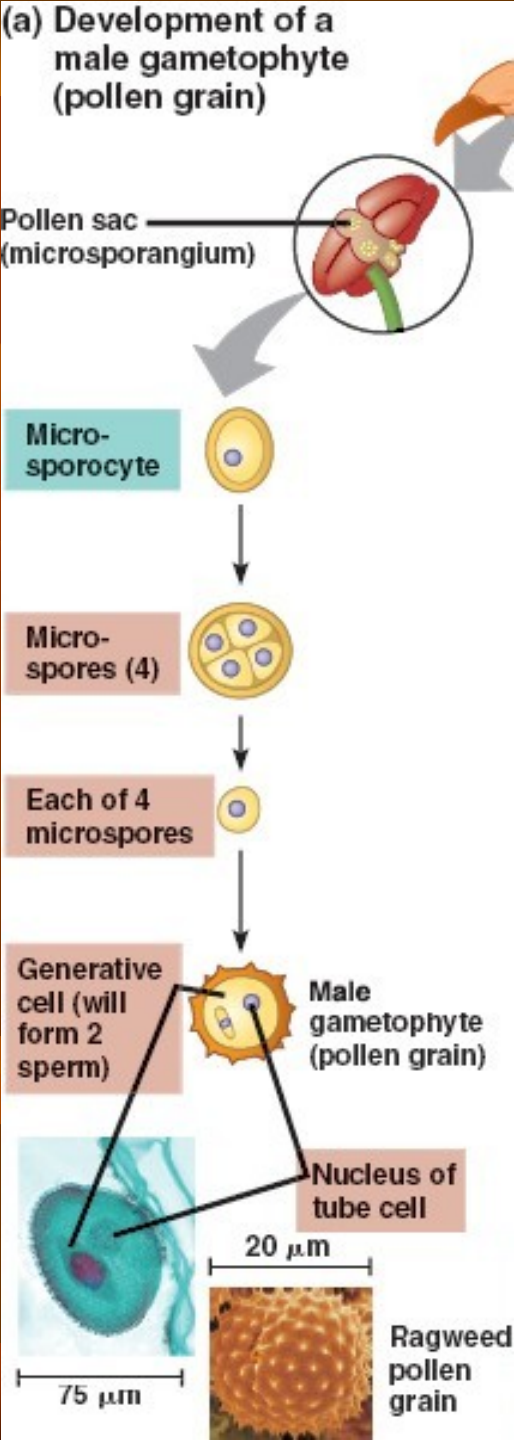


Embryo sac

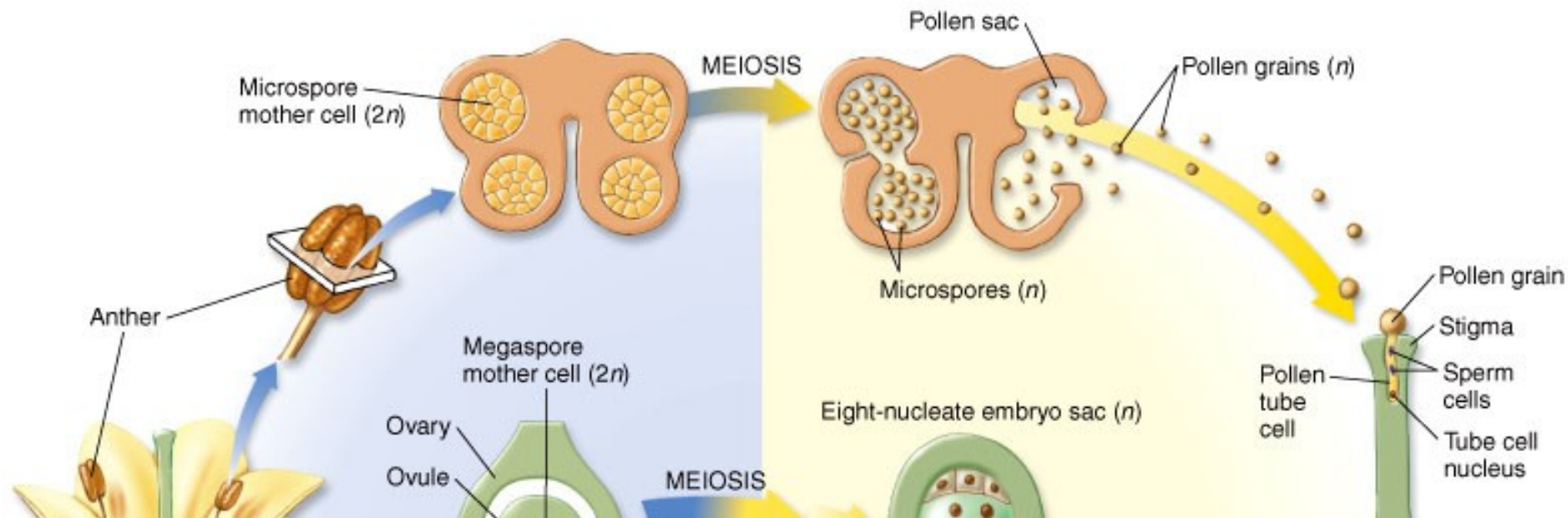
Key to labels

- Haploid ( $n$ )
- Diploid ( $2n$ )

100 μm



- v prašnicích je řada diploidních buněk, zvaných mikrosporocyty
- každý mikrosporocyt se meiosou rozdělí ve čtyři haploidní mikrospory
- z každé mikrospory vznikne samčí gametofyt. Každá mikrospora se totiž dělí mitózou na tzv. vegetativní buňku a generativní buňku
- kolem obou buněk je silný obal a celý útvar nazýváme pylové zrno
- generativní buňka se posléze rozdělí na dvě tzv. spermatické buňky



Pylová zrna vznikají meiotickým dělením mateřských buněk v prašných pouzdrech tyčinek. Zralé pylové zrno má dva obaly  
exinu (vnější obal)  
intinu (vnitřní obal)  
Zralé pylové zrno obsahuje dvě buňky  
vegetativní (větší, vyživovací)  
generativní (menší, generativní)

# Pylové zrno

- Zralé pylové zrno obsahuje dvě buňky
  - vegetativní (větší, vyživovací)
  - generativní (menší, generativní) – tato buňka se rozdělí na dvě spermatické buňky



pylová zrna pod mikroskopem

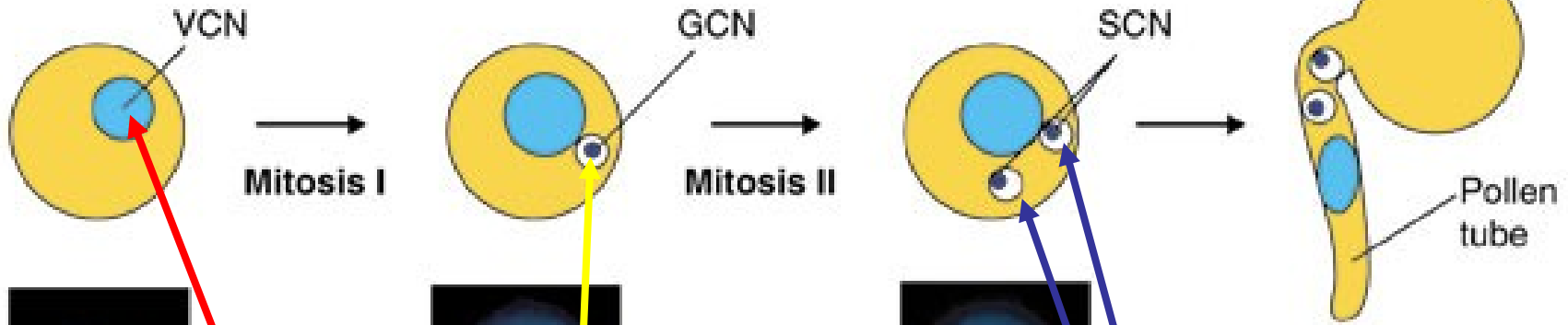


(a) **Uninuclear pollen**

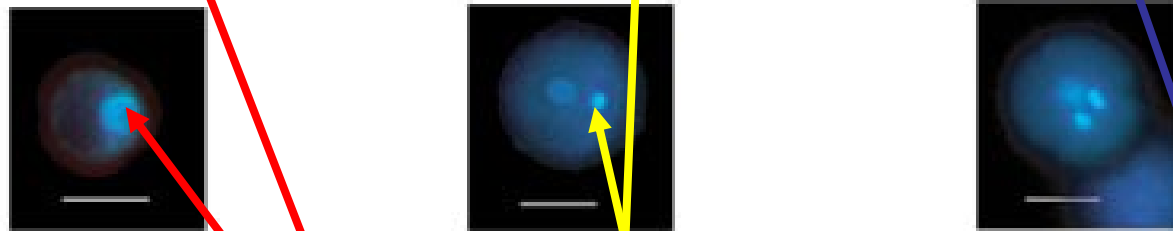
**Bicellular pollen**

**Tricellular pollen**

**Germinating pollen grain**

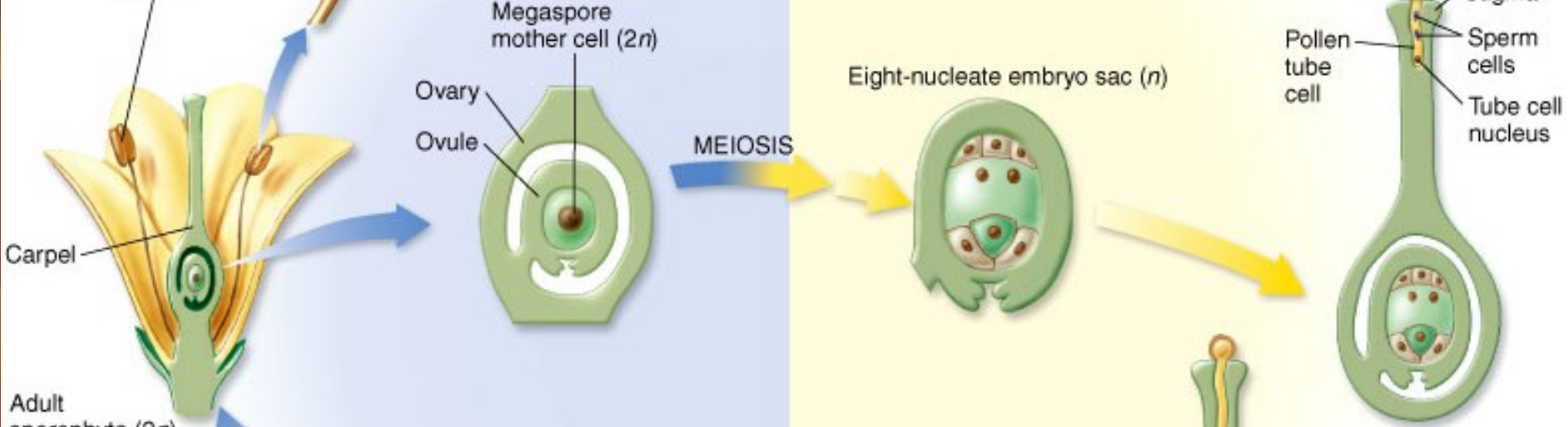


(b)

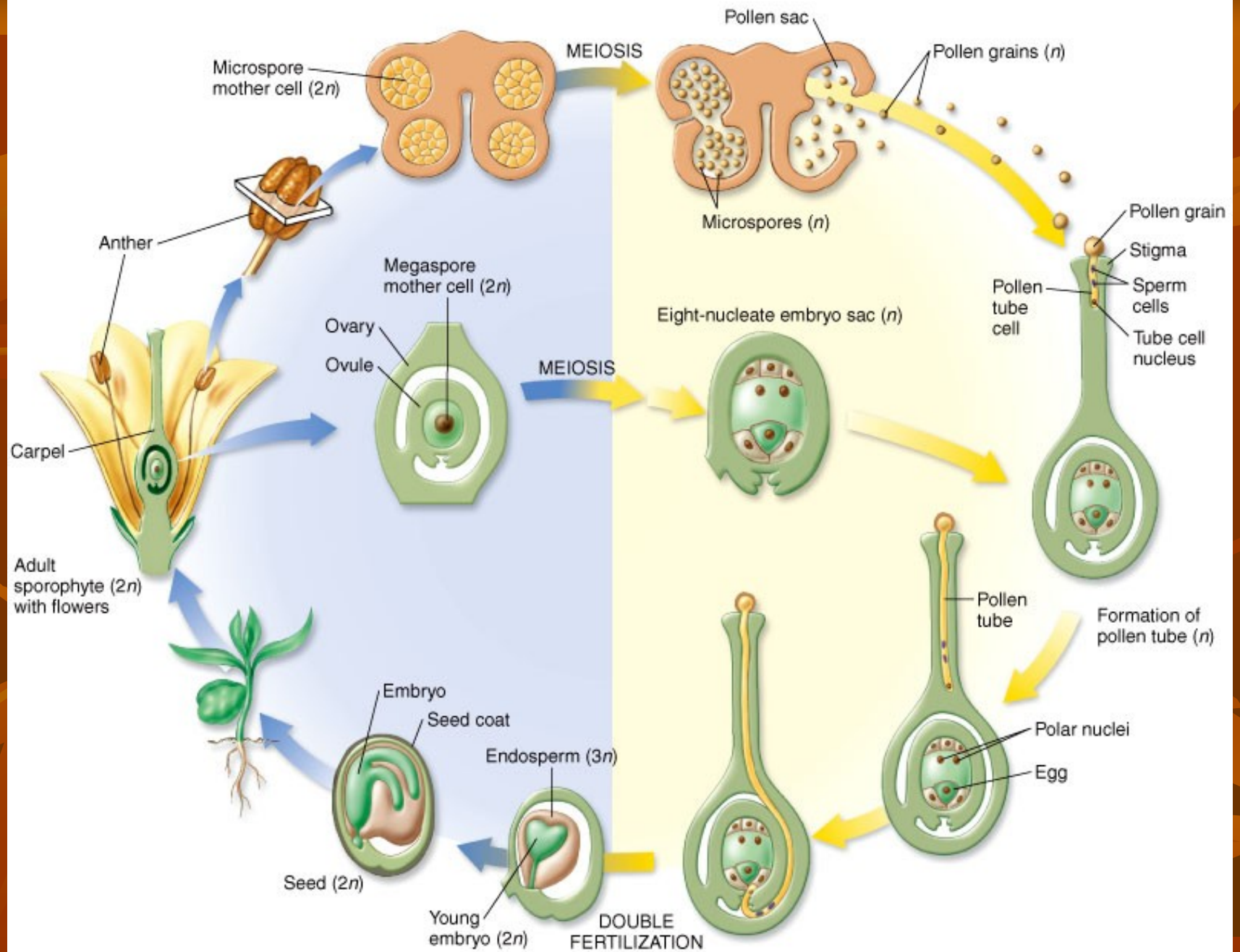


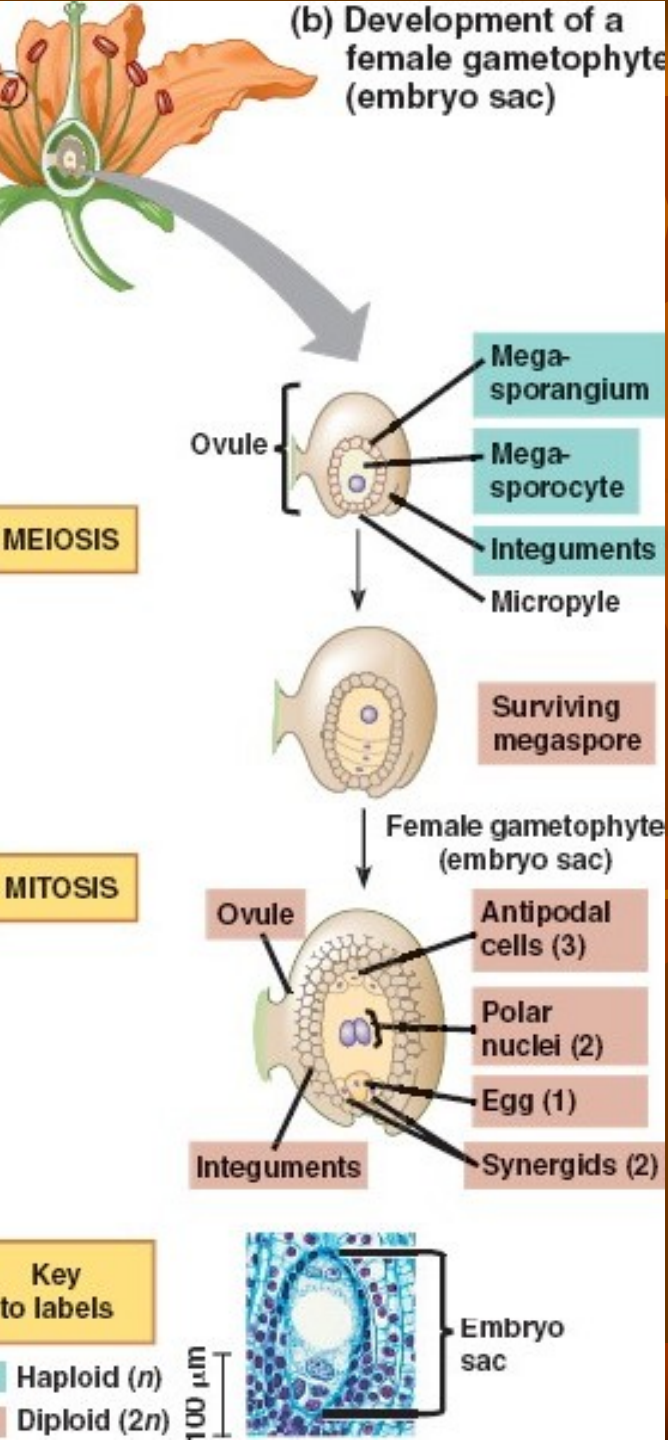
jádro vegetativní buňky

jádro generativní buňky se rozdělí na dvě spermatické buňky

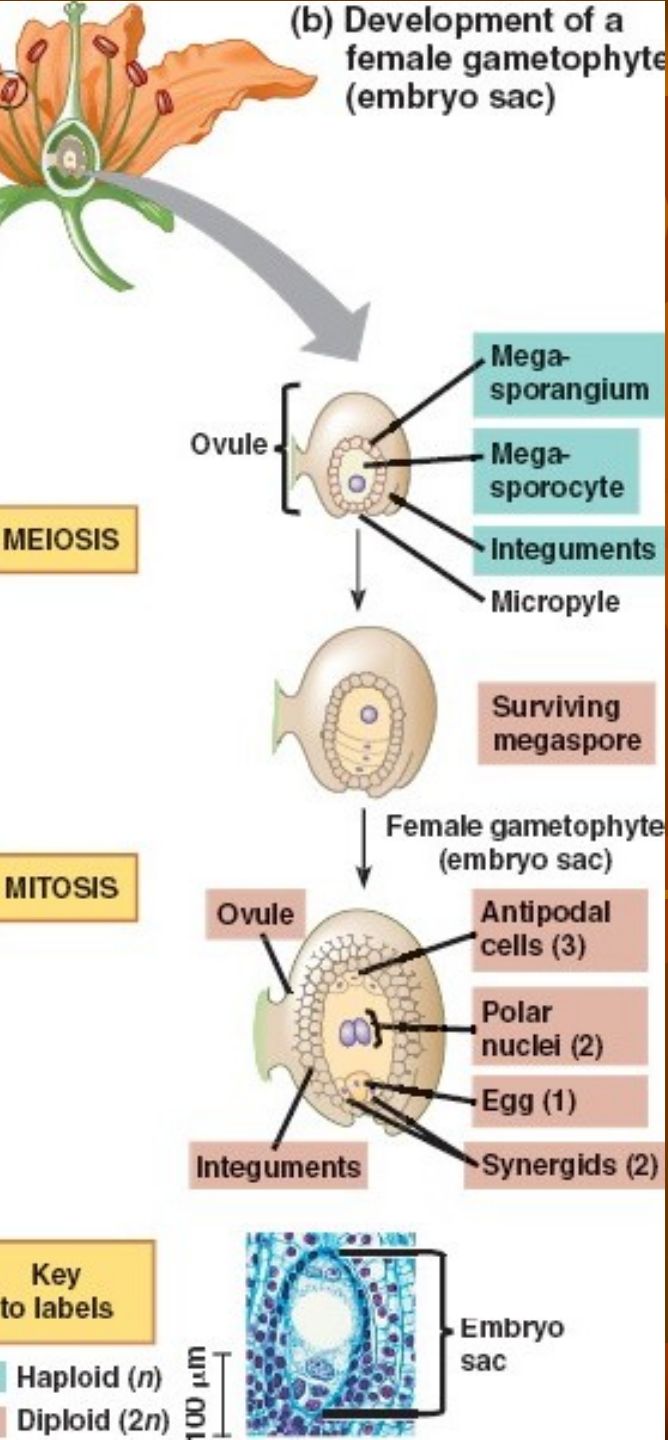


Vajíčko jsou ukryta v semeníku a přirůstají stopkou k jeho stěně. Vajíčko má dva integumenty (obaly), které až na klový otvor uzavírají mnohobuněčné diploidní pletivo – nucellus.

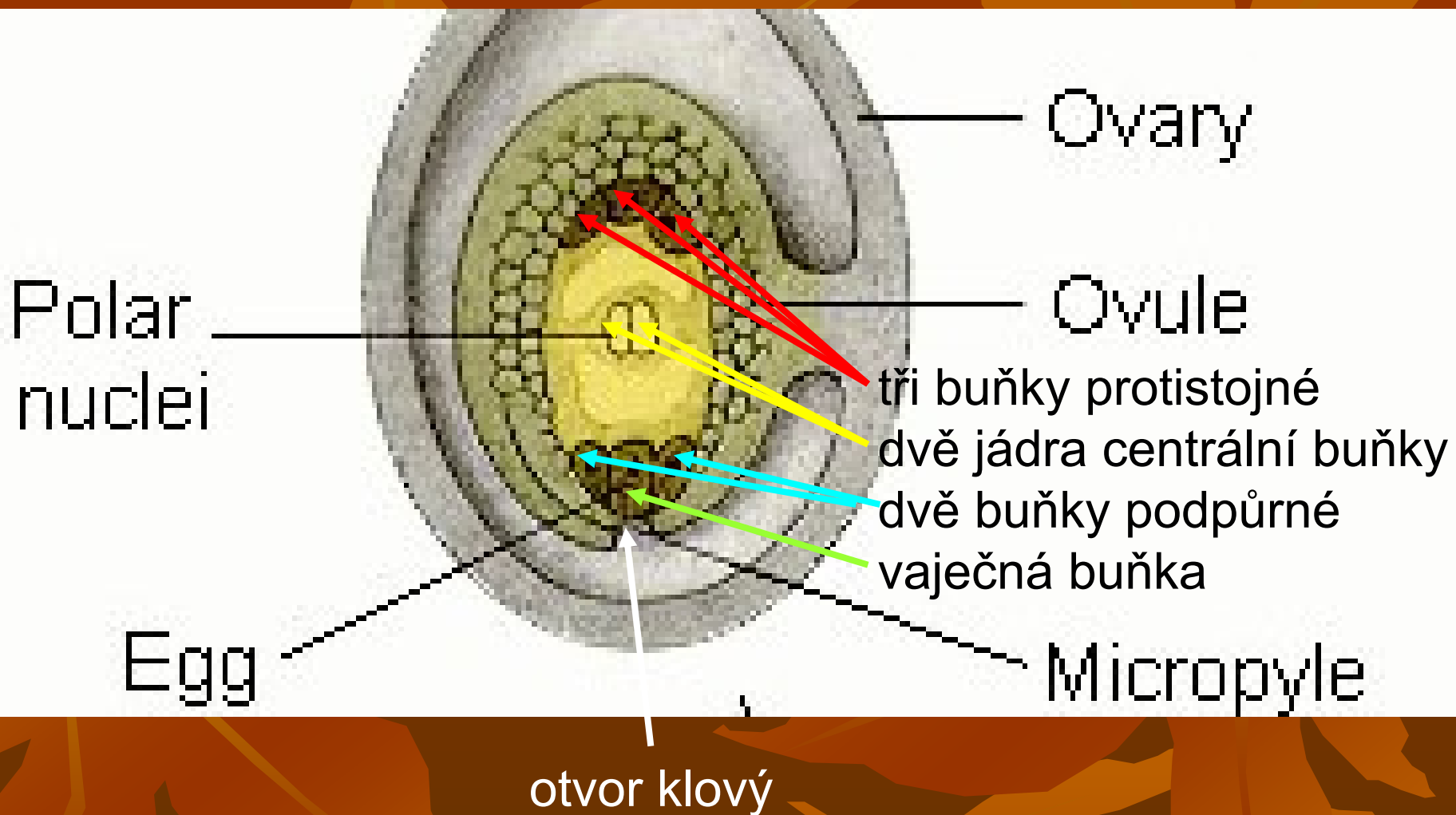




- v semeníku je jedno nebo více vajíček
- každé vajíčko obsahuje tzv. megasporangium
- jedna buňka z megasporangia, tzv. megasporocyt, se meiosou rozdělí na čtyři megaspory
- tři z nich zaniknou a zbylá se třikrát rozdělí mitózou na celkem osm jader
- tyto mitózy ovšem nejsou následovány cytokinesí!
- výsledkem je tedy jedna velká buňka s osmi jádry
- následně se kolem některých jader vytvoří membrány



- výsledkem je sedm buněk s osmi jádry
- tři antipody – jejich funkce není známa
- dvě synergidy
- jedna vaječná buňka – z ní po oplození bude zygota
- dvě centrální jádra v obrovské buňce tzv. embryonálního vaku

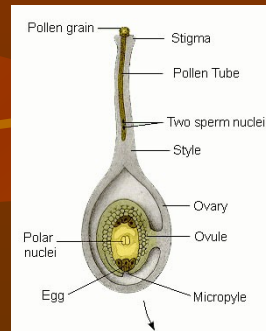


# Zrání vajíčka

- Jedna z diploidních buněk se rozdělí meiosou za vzniku čtyř haploidních buněk
- tři z těchto buněk zahynou
- jedna zbývající se rozdělí mitózou celkem třikrát – vznikne celkem 8 buněk (2,4,8). Jsou to:
  - oosféra (vaječná buňka)
  - dvě synergidy (pomocné buňky)
  - tři antipody (buňky protistojné)
  - další dvě buňky splynou za vzniku diploidního středového jádra (embryonálního vaku)

# Plodolist (carpellum) a soubor plodolistů (gynaeeceum)

- plodolist krytosemenných rostlin je samičí pohlavní orgán listového původu, nesoucí vajíčka. Jeden nebo několik plodolistů srůstá v dutý útvar, **pestík**. Ten se dělí:
  - bliznu
  - čnělku
  - semeník
- **gynaeeceum** = soubor plodolistů v květu

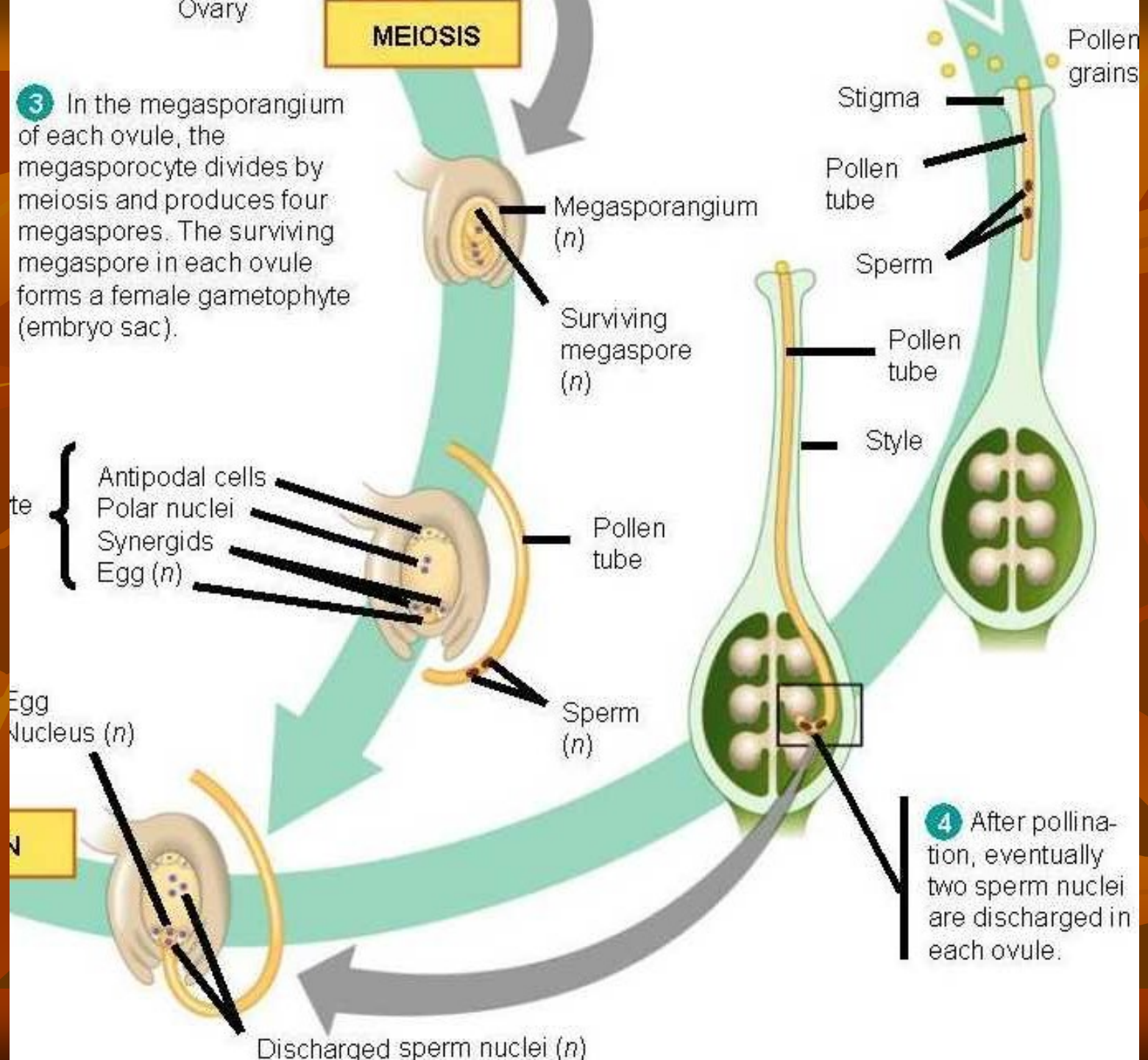




# Opylení

- pylové zrno se zachytí na blizně
- pylové zrno vyklíčí v **samčí gametofyt**
- generativní buňka se mitosou rozdělí na dvě tzv. spermatické buňky
- klovým otvorem vniká tato pylová láčka až k vajíčku
- jedna spermatická buňka splyne s vajíčkem a vznikne zygota
- druhá spermatická buňka splyne v embryonálním vaku s dvěma buňkami středovými za vzniku triploidního endospermu

**3** In the megasporangium of each ovule, the megasporocyte divides by meiosis and produces four megaspores. The surviving megaspore in each ovule forms a female gametophyte (embryo sac).



Antipodal cells  
Polar nuclei  
Synergids  
Egg ( $n$ )

Egg  
Nucleus ( $n$ )

N

Discharged sperm nuclei ( $n$ )

**4** After pollination, eventually two sperm nuclei are discharged in each ovule.

# Oplození je u krytosemenných rostlin dvojité!

- jedna spermatická buňka splyne s vaječnou buňkou za vzniku zygoty
- druhá spermatická buňka splyne se středovým jádrem zárodečného vaku za vzniku triploidní buňky!
- tato triploidní buňka se bude následně dělit mitosami za vzniku triploidního živného pletiva zvaného **endosperm**
- z obalů(integumentů) vajíčka vzniká osemení – testa.

Nucleus of  
developing  
endosperm  
( $3n$ )

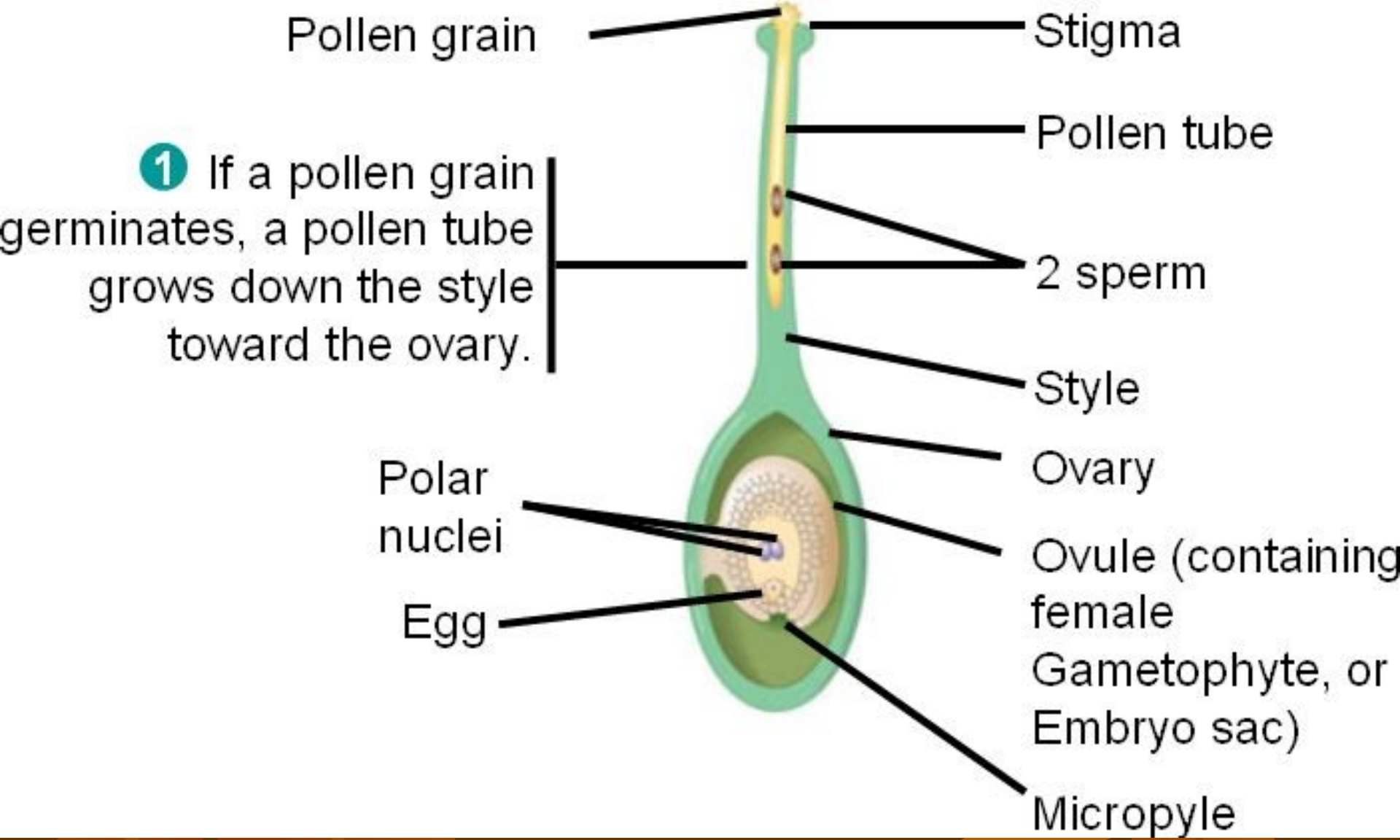
Zygote ( $2n$ )

Egg  
Nucleus ( $n$ )

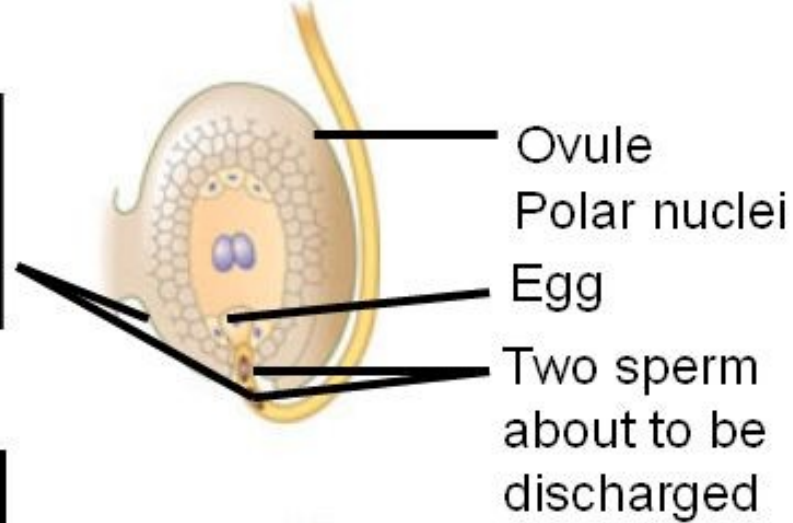
FERTILIZATION

Dischar

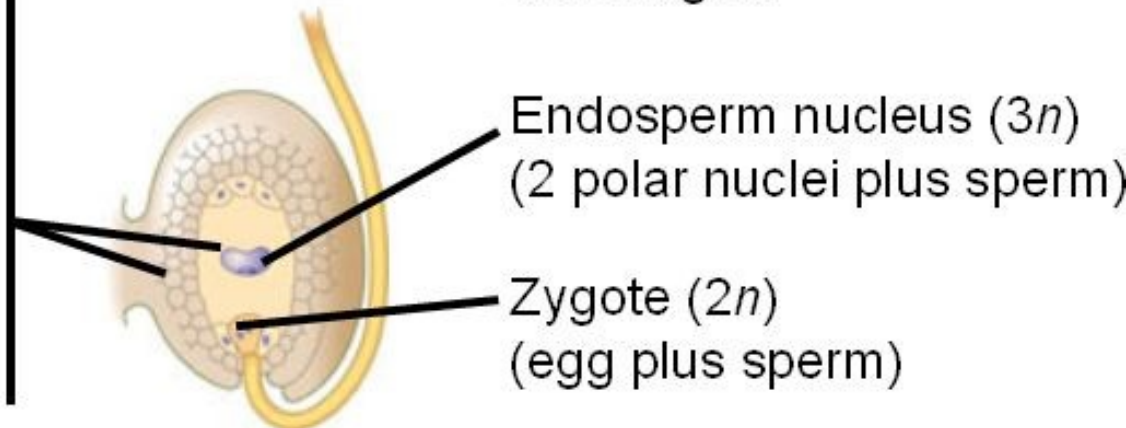
5 Double fertilization occurs. One sperm fertilizes the egg, forming a zygote. The other sperm combines with the two polar nuclei to form the nucleus of the endosperm, which is triploid in this example.

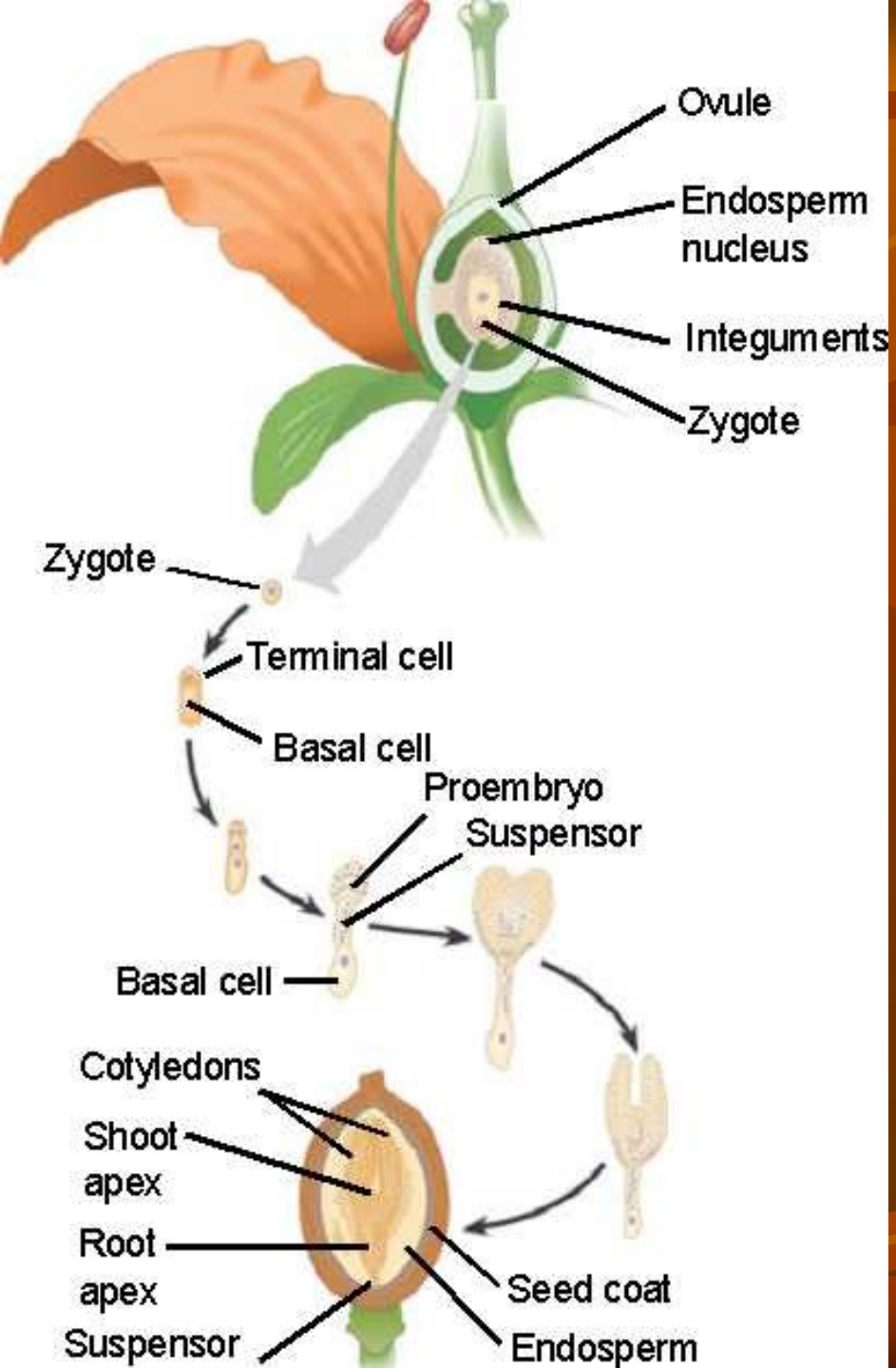


2 The pollen tube discharges two sperm into the female gametophyte (embryo sac) within an ovule.

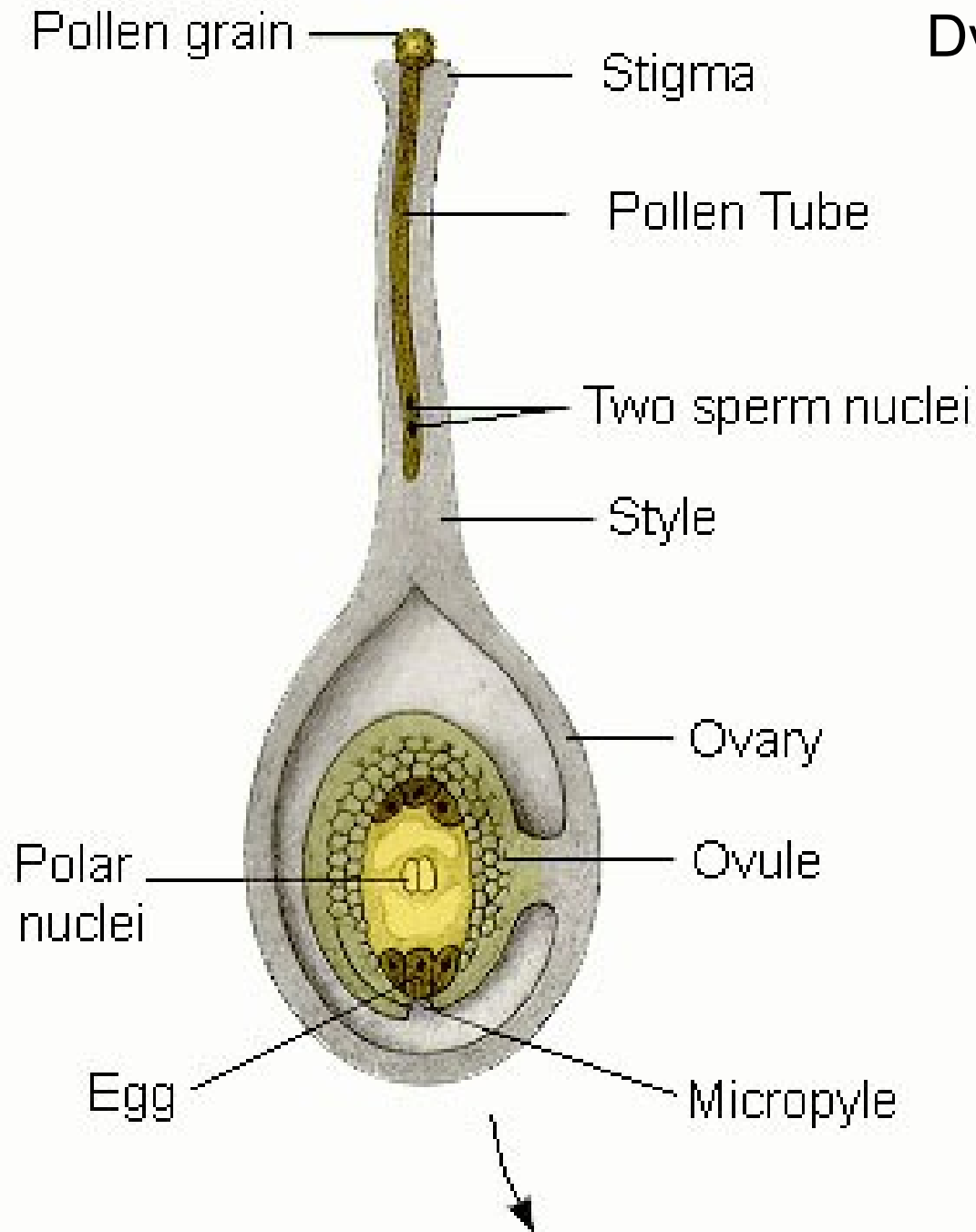


3 One sperm fertilizes the egg, forming the zygote. The other sperm combines with the two polar nuclei of the embryo sac's large central cell, forming a triploid cell that develops into the nutritive tissue called endosperm.





# Dvojit oplození





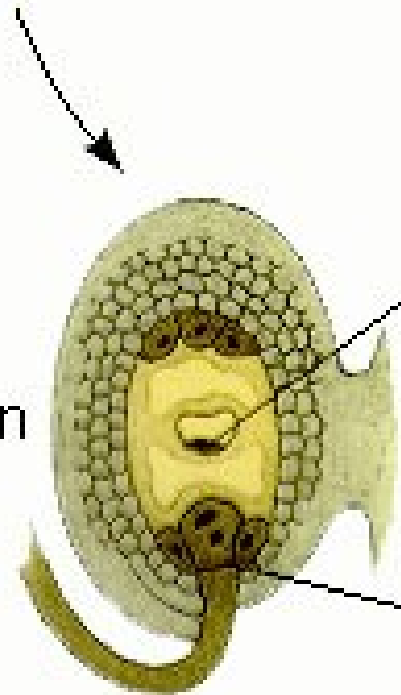
## Dvojit oplození

Pollen tube  
grows through  
micropyle



Two sperm  
nuclei discharged  
into embryo sac

Double fertilization  
occurs

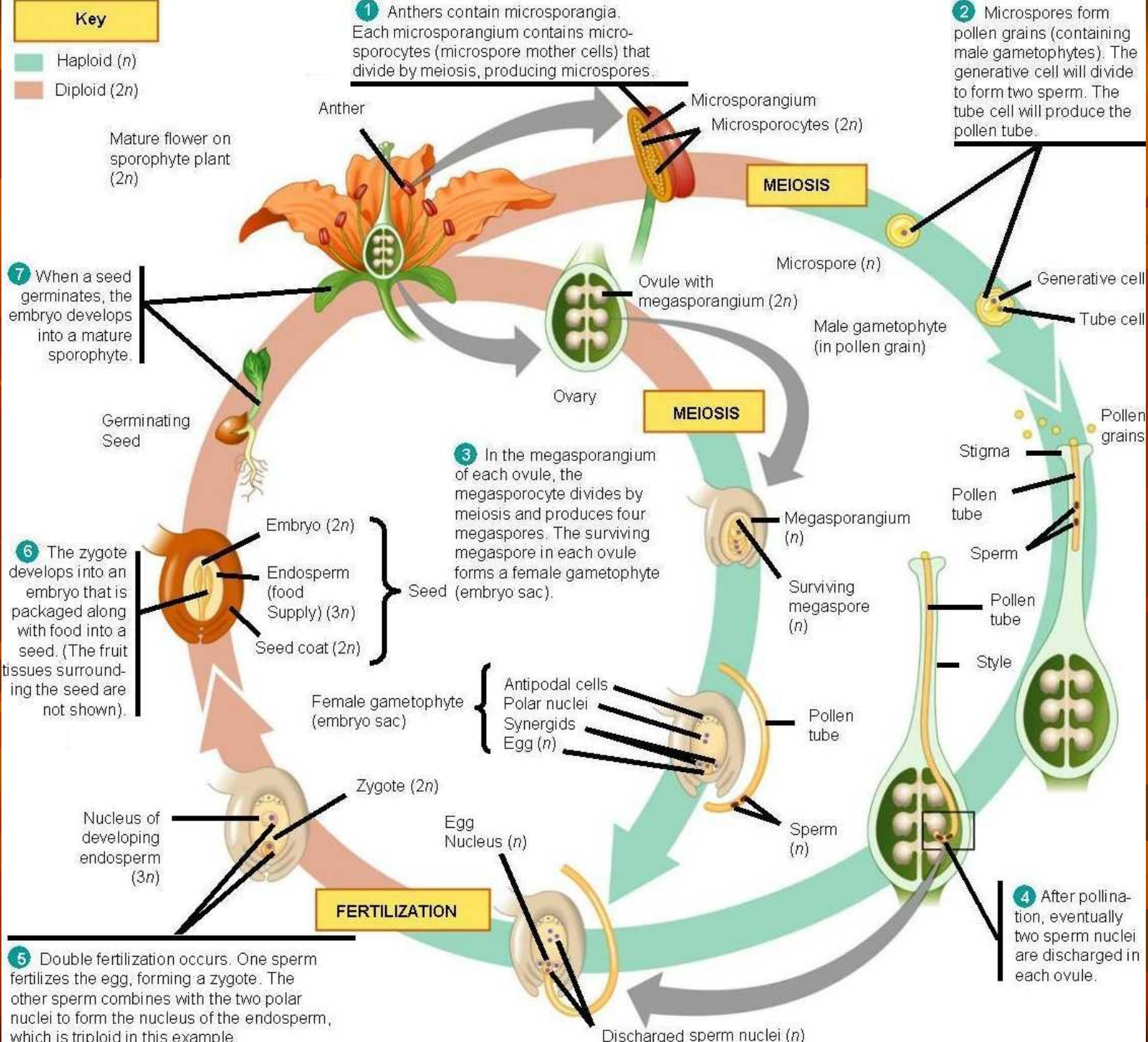


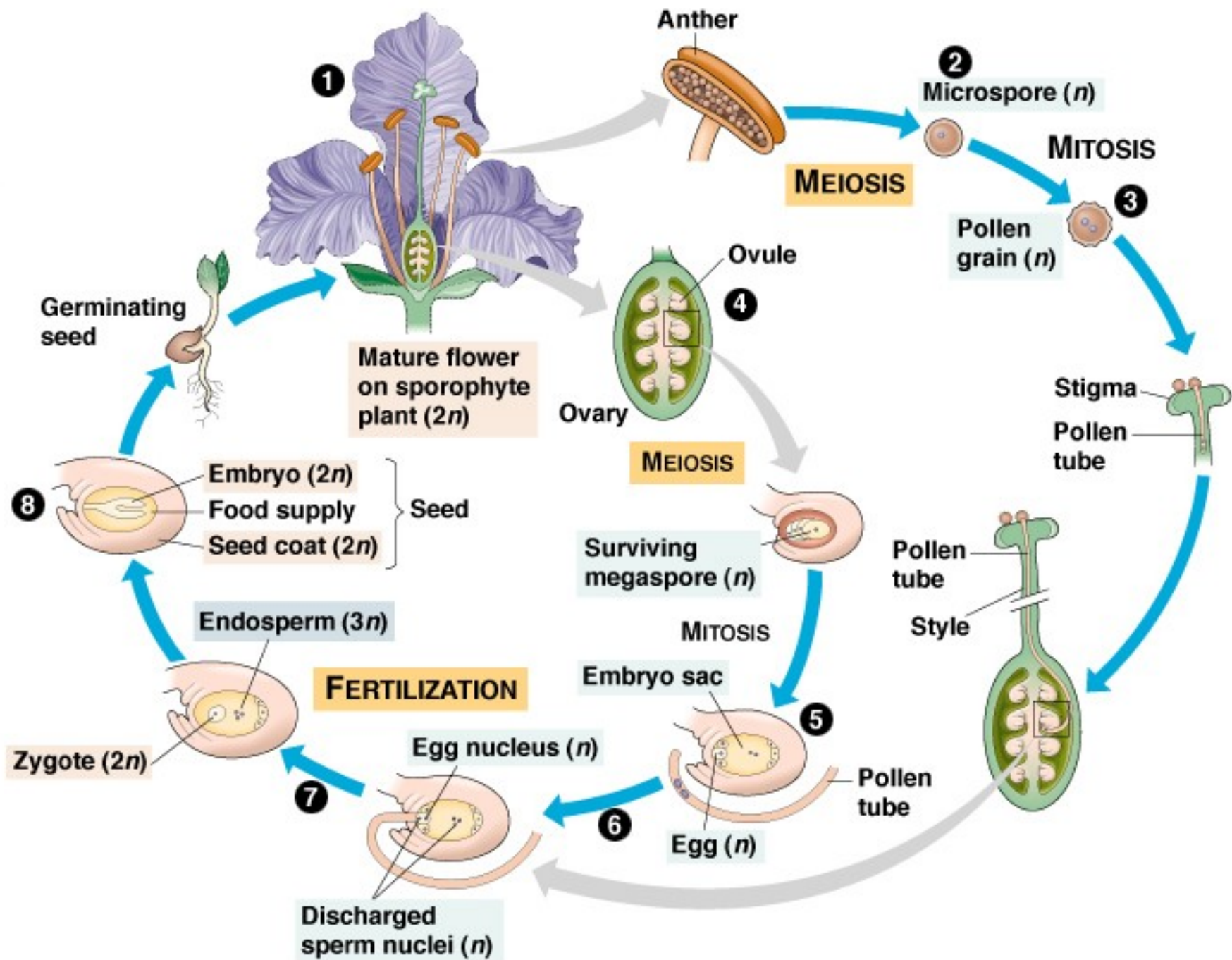
Triploid  
endosperm  
nuclei

Diploid ( $2n$ )  
zygote



- těsně po splynutí spermatické buňky a vajíčka následuje prudké zvýšení obsahu  $\text{Ca}^{++}$  v zygotě
  - tento jev je velmi podobný tzv. fast-blocku u člověka
- u kukuřice je polyspermie blokována již 45 vteřin po proniknutí první spermatické buňky





# Dvojí oplození

- neví se přesně, k čemu dvojí oplození vlastně slouží
- možná k tomu, že se synchronizuje vznik zygoty a endospermu, který je bohatý na škroby a další výživné látky pro budoucí semeno
- když nevznikne zygota, nevznikne ani endosperm a rostlina neukládá zbytečně výživné látky do semene

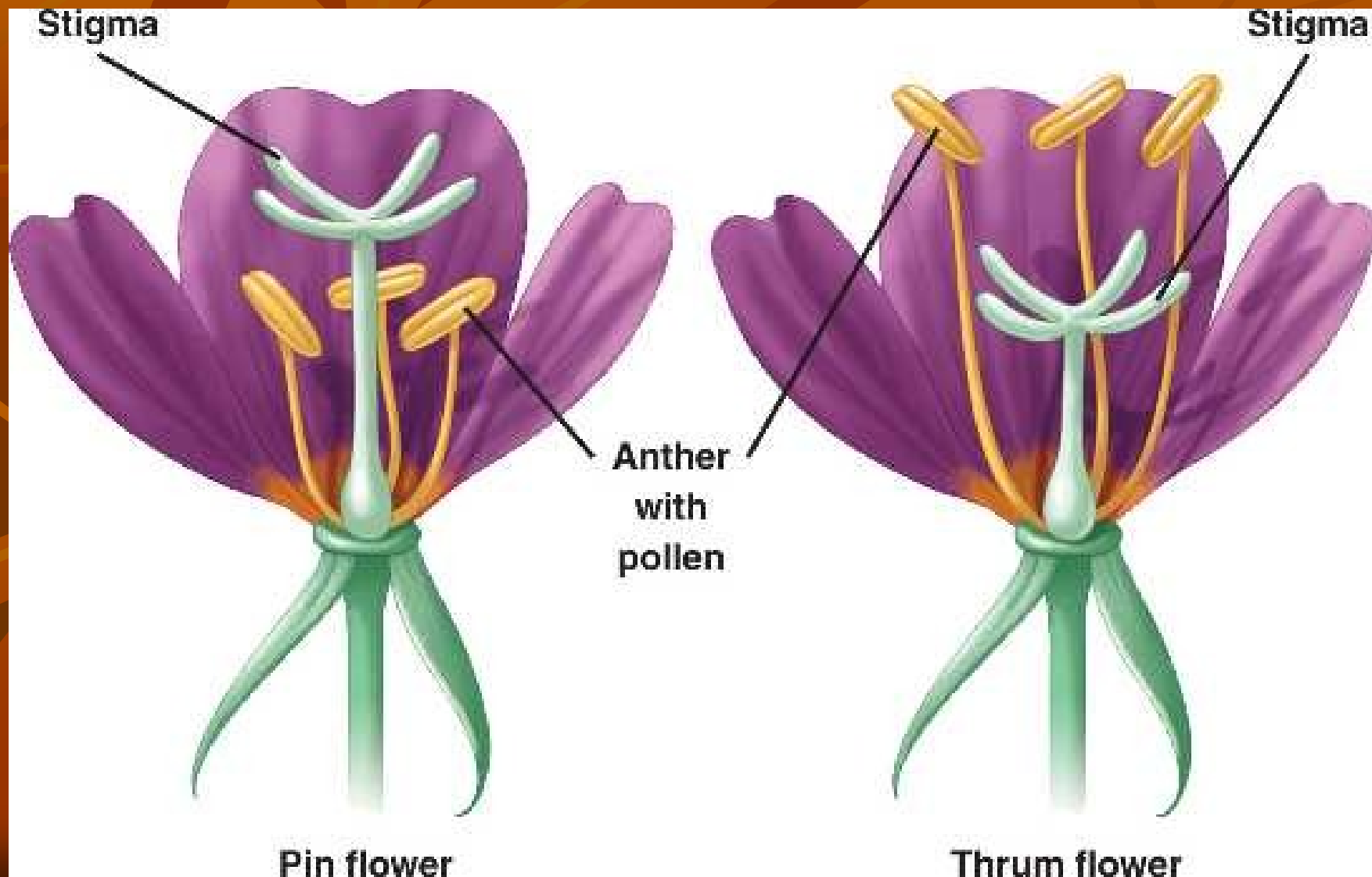
# Opylení a oplození

- mezi opylením a oplozením uběhne u angiosperm různě dlouhá doba, od několika hodin po mnoho měsíců, u dubu i více než rok
- ...obecně je ale doba kratší než u gymnosperm, povětšinou opylení – oplození – vznik semene proběhne v jedné sezóně

# Některé rostliny se brání opylením vlastním pylem

- pyl a pestíky nedozrávají současně – zvonkovité, hvězdnicovité
- prašníky a blizny jsou v květu nestejně vysoko - prvosenka
- pyl z vlastního květu ní schopen oplodnit vlastní vajíčko – mák vlčí
  - systém je velmi zajímavý a princip je podobný imunitnímu systému člověka. Zatímco u nás probíhá boj proti non-self antigenům, u rostlin jsou naopak eliminovány self antigeny
- dvoudomost - vrby

# Některé rostliny se brání opylením vlastním pylem





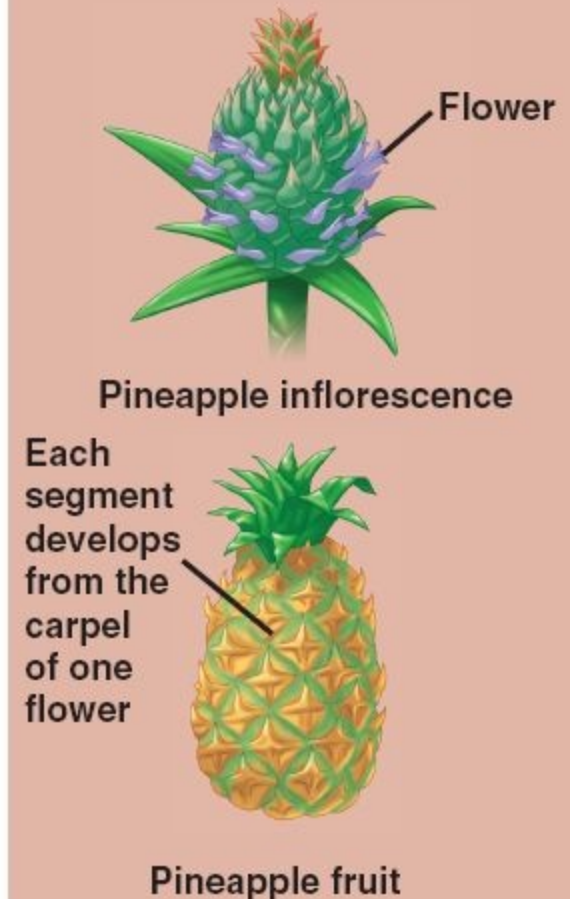
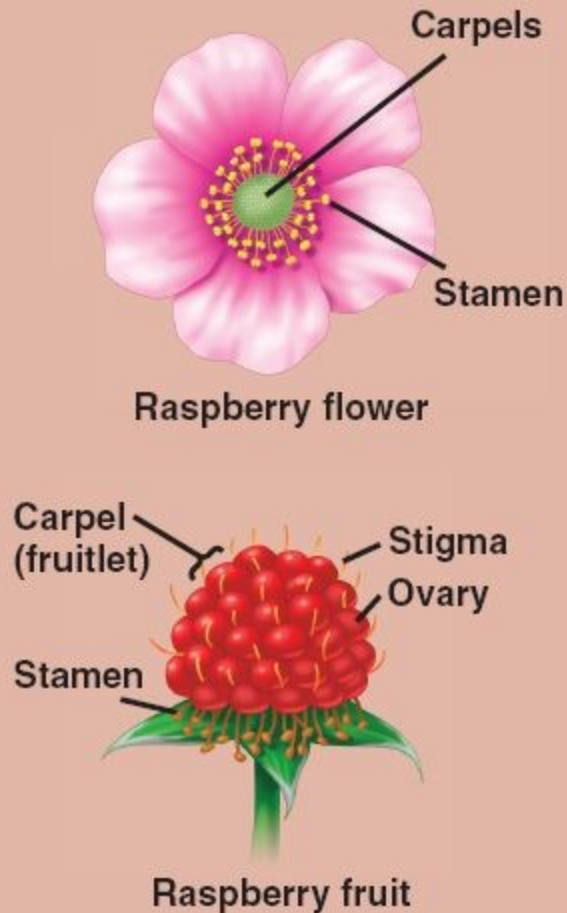
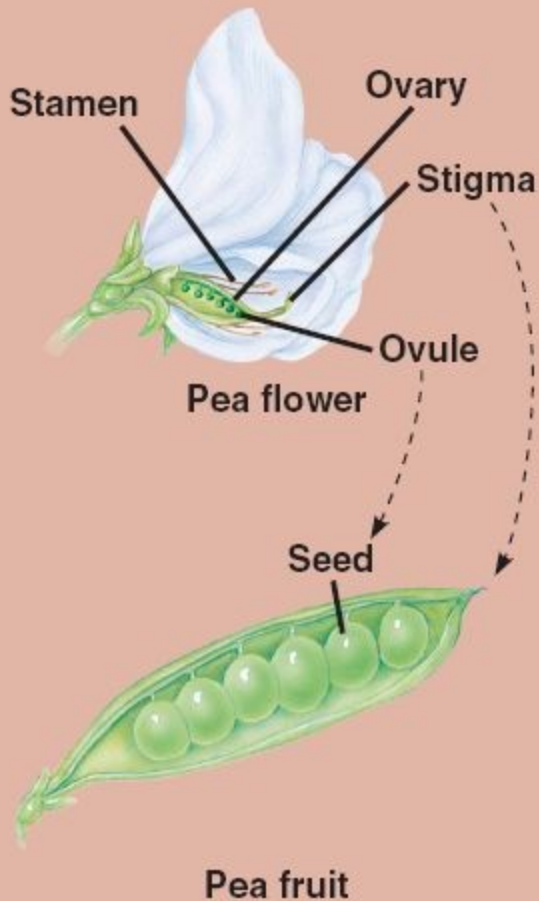
# Plody

- plod typicky obsahuje zralý semeník, ale může rovněž obsahovat další květní část
- lusk hrášku je příkladem plodu, jehož semena (dospělé, vyztřalé oplozené vajíčka = hrášky) jsou uzavřeny v poněkud nafouklém semeníku (=lusk)
- plody chrání dormantní semena a napomáhají jejich šíření

# Plody

- opylení spustí hormonální změny, které způsobí růst semeníku
- stěna semeníku zbytní v tzv. pericarp
- jak se semeník zvětšuje, ostatní květní části – nyní již nepotřebné – vadnou a odpadávají
- pokud nedojde k opylení, plod se zpravidla nevyvíjí, celá struktura vadne, uschne a odpadá
- dospělé plody mohou být buď dužinaté, nebo suché

# Plod vzniká ze semeníku



(a) Tomato, a fleshy fruit with soft outer and inner layers of pericarp



(b) Ruby grapefruit, a fleshy fruit with a hard outer layer and soft inner layer of pericarp



(c) Nectarine, a fleshy fruit with a soft outer layer and hard inner layer (pit) of pericarp



(d) Milkweed, a dry fruit that



(e) Walnut, a dry fruit that



# Dozrávání plodu

- dozrávání semen je doprovázeno změnami v plodu:
  - enzymy začnou rozebírat buněčné stěny a dužina plodu se stává měkčí
  - plod mění barvu, obvykle ze zelené na žlutou, oranžovou nebo červenou
  - organické kyseliny a škroby se mění na cukry a plod se stává z kyselého sladký – u některých plodů je dokonce až 20 % dužiny tvořeno sacharosou
  - zrání je též doprovázenou změnou vůně

# Plody

- Pomeranče, jahody nebo vinná réva jsou příklady dužnatých plodů, u kterých se jedna nebo více vrstev perikarpu stalo měkkými v procesu zrání
- mezi suché plody patří fazole, ořechy nebo zrna obilí
- plody trav se staly hlavní potravou lidí
- cereálie, jako je pšenice, rýže, kukuřice a další jsou často zaměněny za semena, ale každé zrno je plodem, u kterých suchý perikarp chrání semeno uvnitř

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a)



(b)



(c)

**(a)** Wings enable maple fruits to be easily carried by the wind.



**(b)** Seeds within berries and other edible fruits are often dispersed in animal feces.



**(c)** The barbs of cockleburs facilitate seed dispersal by allowing the fruits to "hitchhike" on animals.





# Dormance semen: adaptace na zlé časy

- u mnoha pouštních rostlin semena klíčí až po vydatném dešti
- semena některých stromů musí projít požárem
  - požár nejenom spálí masivní obal semene, bez čehož by klíčení nebylo technicky možné, ale semeno bude klíčit v relativně volném prostoru na spáleništi
- jiná semena musí projít trávicím traktem savců
- u mnohých rostlin mírného pásu musí semena projít mrazivou zimou, aby příští jaro vyklíčila

# Dormance semen: adaptace na zlé časy

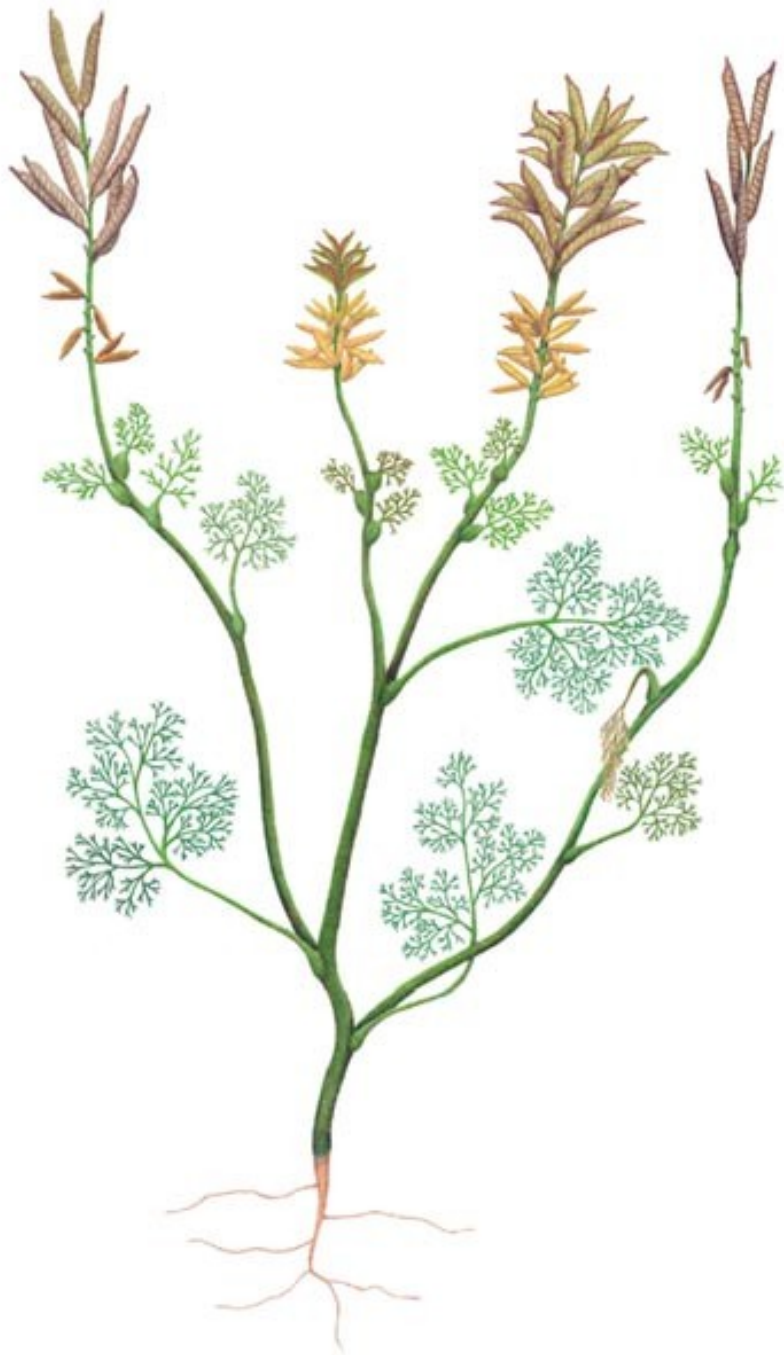
- jiná semena (např. u salátu) požadují k vyklíčení světlo a rostou jen, pokud jsou v půdě mělce
- semena obecně vydrží roky v dormantním stavu...
- ...půda je tak bankou nevyklíčených semen...
- ...to je také důvod, proč po požáru nebo povodni dojde velmi rychle k masivní obnově vegetace

# Evoluce angiosperm

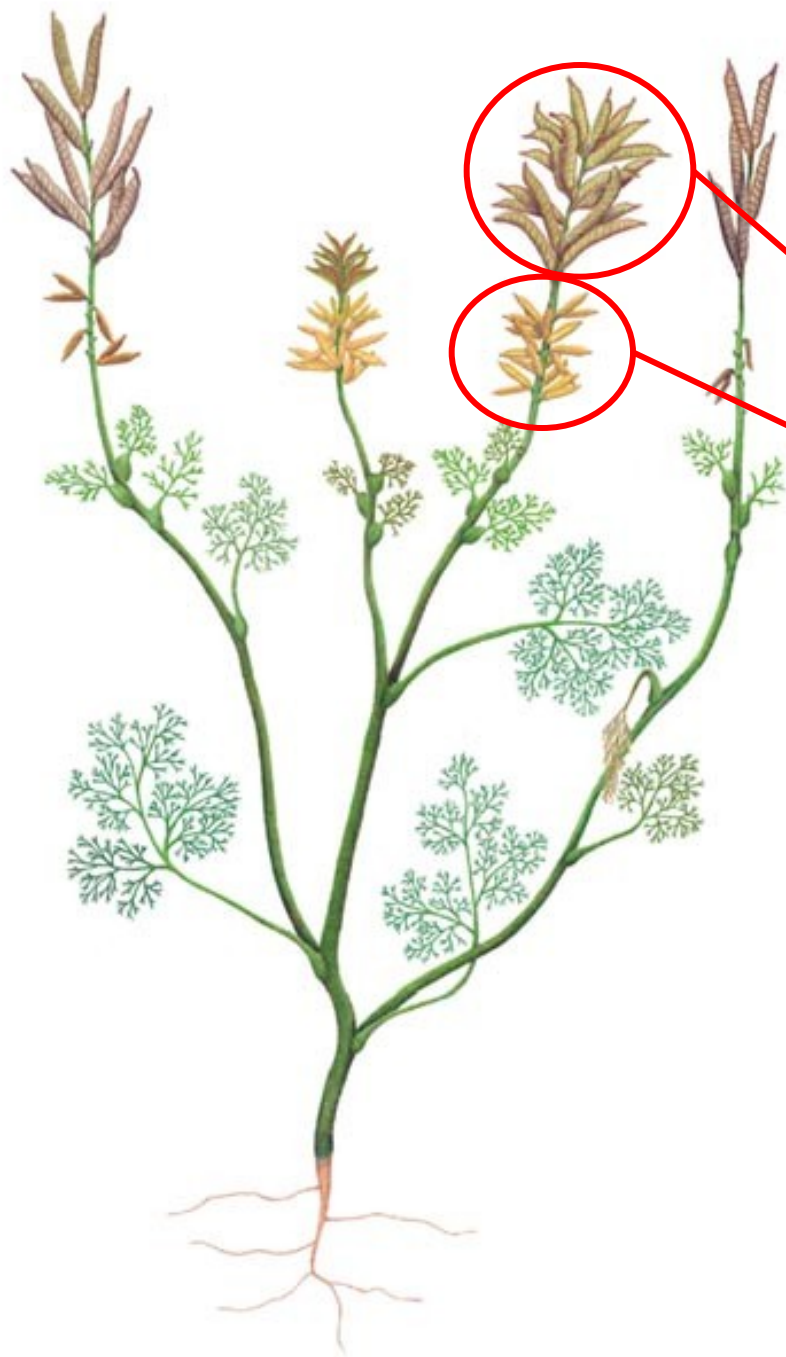
- angiosperma vznikly ve **třetihorách** již před asi 140 milióny lety (cca jura/křída)
- nejstarší spolehlivý nález jsou pylová zrna stáří 135 miliónů let
- **křídě byla již zřejmě hojná**
- dominovat na Zemi začnou ale až na konci křídý
- angiosperma se natolik hluboce liší od gymnosperm, že zůstává nerozluštěnou záhadou, jak vlastně a z jaké skupiny vznikly!

# Evoluce angiosperm

- na konci devadesátých let byla v Číně objevena fosílie rostliny *Archaeofructus sinensis*, stáří 125 miliónů let
  - *Archaeofructus* sice má tyčinky a pestík, který skutečně obaluje vajíčka, ale postrádá kalich a korunu!
  - *archaeofructus* byla objevena spolu s fosíliemi ryb a snad byla vodní
  - výška exempláře je 51 cm, snad rostla ve vodě a jen tyčinky a pestíky vyčnívaly, semena možná padala do vody



*Archaeofructus sinensis*



# Archaeofructus

- pestíky
- tyčinky

# Evolution květu

- původně byly asi samičí a samčí struktury odděleny (jako u smrku), pak snad mutací se megasperofyty dostaly k mikrosporofylům a vznikl pestík
- snad se kalich a koruna vyvinuly ze samčích reprodukčních struktur

# Evolution angiosperm

- původní byly snad dřeviny, bylinný vzhled ale jistě vznikl několikrát nezávisle na sobě



# Jednoděložné a dvouděložné

- dvouděložné – asi 175 000 druhů
- jednoděložné – asi 65 000 druhů

# Jednoděložné a dvojděložné

## MONOCOTS

## EUDICOTS



Orchid  
(*Lemboglossum rossii*)



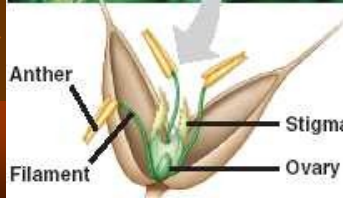
Pygmy date palm (*Phoenix roebelenii*)



Lily (*Lilium*  
"Enchantment")



Barley (*Hordeum vulgare*), a grass



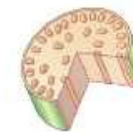
### Monocot Characteristics



One cotyledon



Veins usually parallel



Vascular tissue scattered



Root system usually fibrous (no main root)



Pollen grain with one opening



Floral organs usually in multiples of three

### Eudicot Characteristics



Two cotyledons



Leaf venation

Veins usually netlike



Stems

Vascular tissue usually arranged in ring



Roots

Taproot (main root) usually present



Pollen

Pollen grain with three openings



Flowers

Floral organs usually in multiples of four or five

California poppy (*Eschscholzia californica*)



Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica*)



Dog rose (*Rosa canina*), a wild rose

Pea (*Lathyrus vosus*, Lord Anson's blue pea), a legume



Zucchini (*Cucurbita pepo*), female (left) and male flowers

## MONOCOTS

Orchid  
(*Lemboglossum rossii*)



### Monocot Characteristics



One cotyledon

### Embryos



Two cotyledons

### Eudicot Characteristics

California poppy  
(*Eschscholzia californica*)



### Leaf venation



Veins usually parallel



Veins usually netlike

### Stems



Pyrenean oak  
(*Quercus pyrenaica*)



Pygmy date palm (*Phoenix roebelenii*)



Lily (*Lilium* "Enchantment")

Vascular tissue scattered



Root system usually fibrous (no main root)

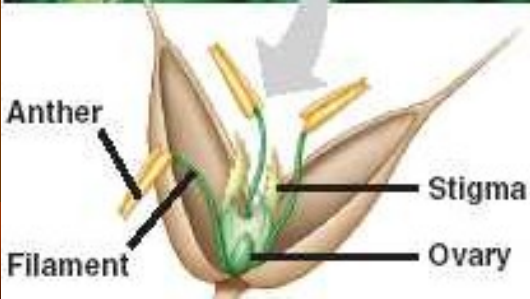


Pollen grain with one opening



Floral organs usually in multiples of three

Barley (*Hordeum vulgare*), a grass



Vascular tissue usually arranged in ring

Roots



Taproot (main root) usually present

Pollen



Pollen grain with three openings

Flowers



Floral organs usually in multiples of four or five



Dog rose (*Rosa canina*), a wild rose

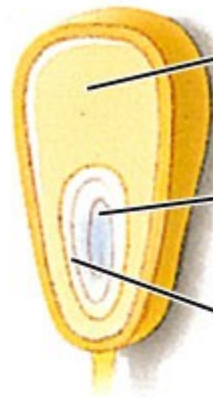
Pea (*Lathyrus niger*, Lord Anson's blue pea), a legume



Zucchini (*Cucurbita pepo*), female (left) and male flowers



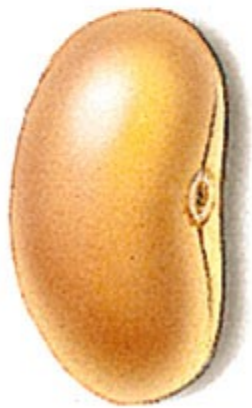
(a) Corn



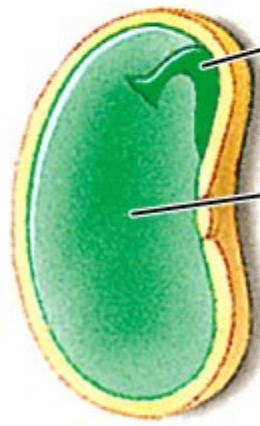
Endosperm

Embryo

Cotyledon

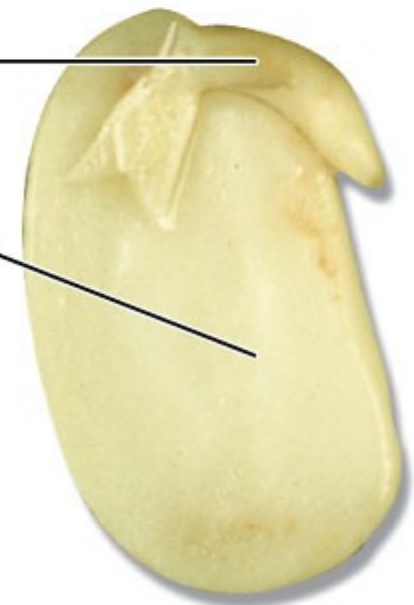


(b) Bean

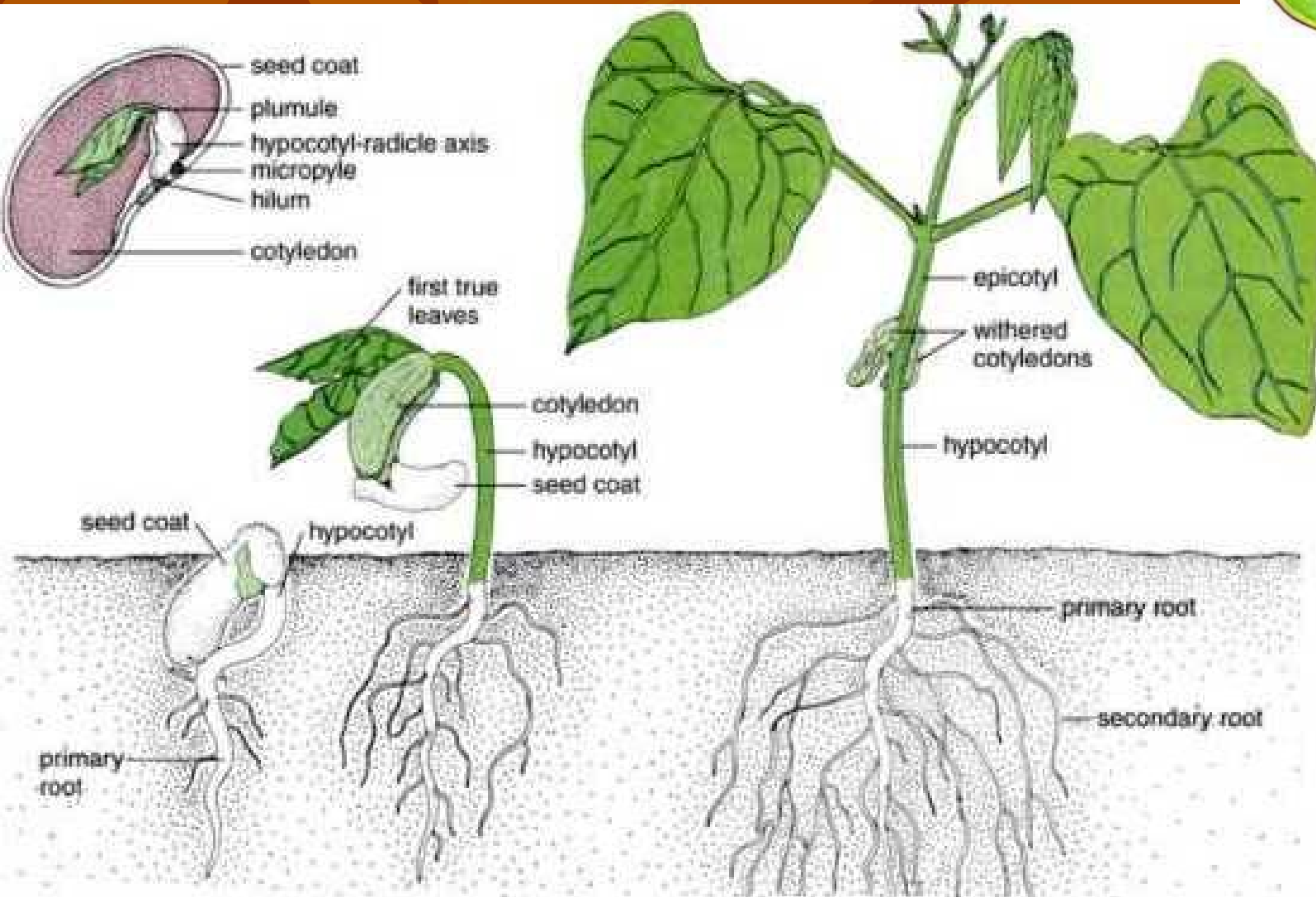
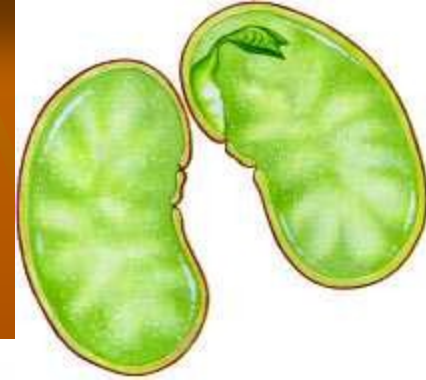


Embryo

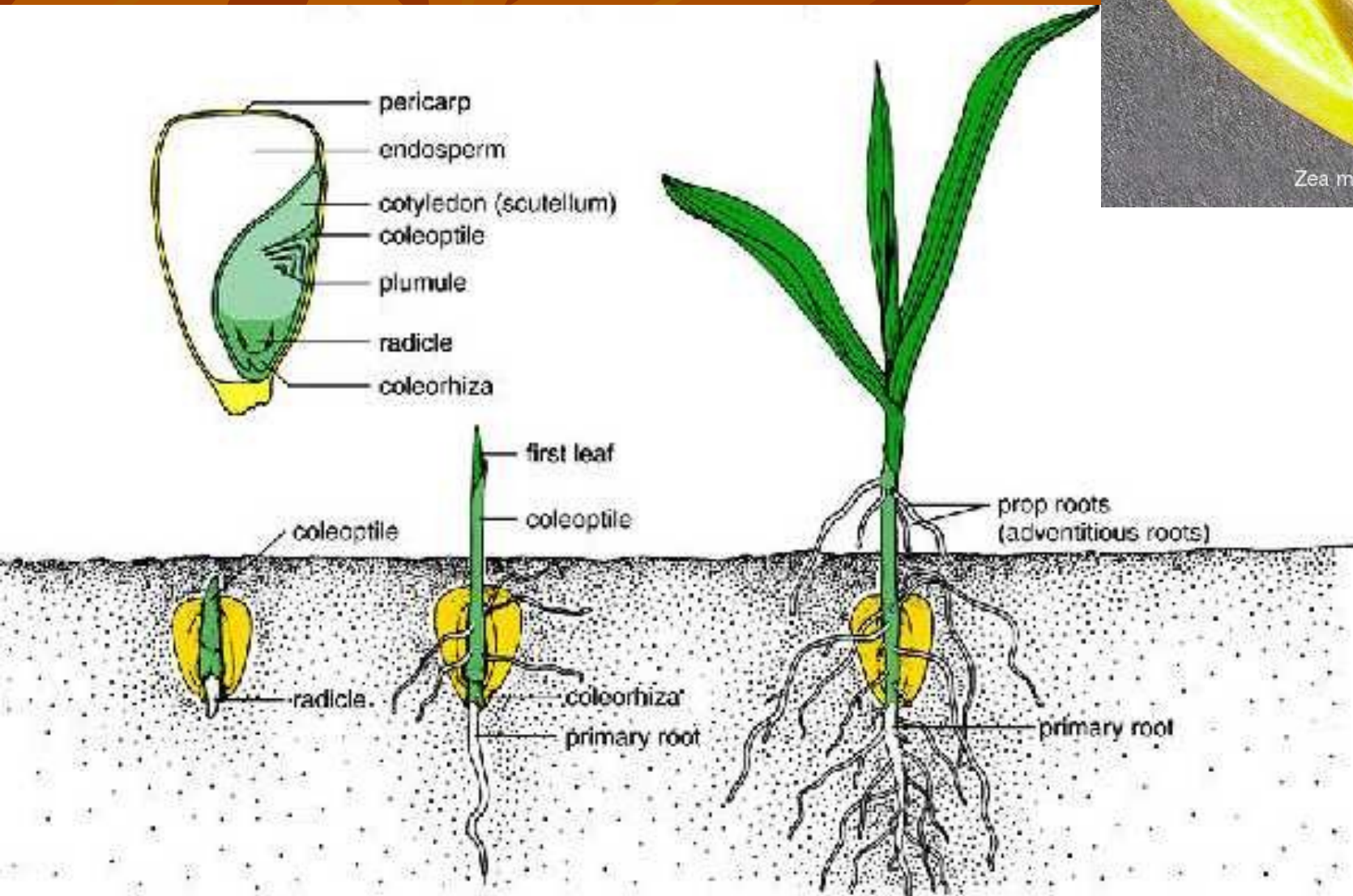
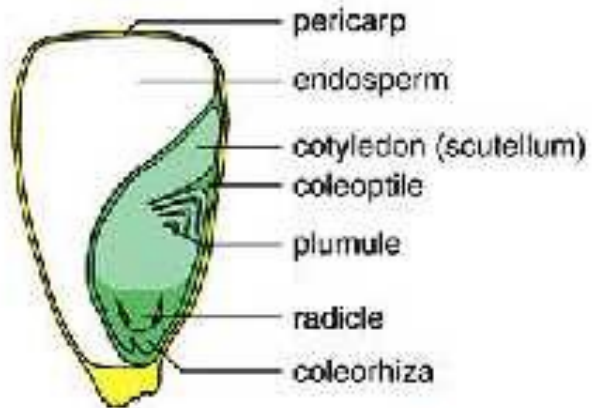
Cotyledon



# Dvojděložné



# Jednoděložné



# Jednoděložné a dvouděložné

## další rozdíly

- asi jedna šestina dvouděložných jsou jednoletky; jen opravdu velmi málo jednoděložných jsou jednoletky
- podzemní zásobní orgány jsou obvyklejší spíš pro jednoděložné
- primární kořen je u dvouděložných zachován, u jednoděložných jeho funkci přebírají náhradní kořeny
- stromy jsou pouze dvouděložné
  - agáve a aloe, které patří mezi jednoděložné mají zvláštní vodivé svazky připomínající dřevo, ale pravé dřevo to není





Monocotyledones

*Aloe ammophila*

# Monocotyledones



Agave americana - list



Monocotyledones

*Agave americana*



- Jednoděložné

- palmy, orchideje, kukuřice, všechny trávy, pšenice, ječmen, žito, oves, rýže

- dvojděložné

- růže, hrášek, slunečnice, jabloně

# Jednoděložné a dvouděložné

- rozdělení rostlin na jednoděložné a dvouděložné je ale podle současných představ již neudržitelné
- jednoděložné zůstávají monofyletickou skupinou
- velká většina dvouděložných je dnes řazena do skupiny Eudicota
  - ovšem dále je zde několik menších linií, které se odštěpily ještě před rozdělením na jednoděložné a „pravé dvouděložné“
    - Amborella
    - Nymphaea (lekníny)
    - Illicium

**BASAL ANGIOSPERMS**



*Amborella trichopoda*

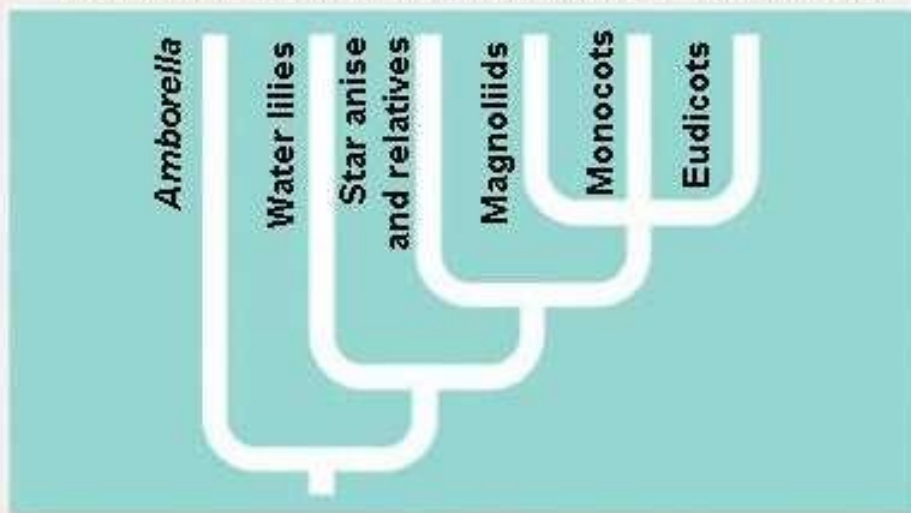


Water lily (*Nymphaea*  
"Rene Gerard")



Star anise (*Illicium*  
*floridanum*)

**HYPOTHETICAL TREE OF FLOWERING PLANTS**



**MAGNOLIIDS**



Southern magnolia (*Magnolia*  
*grandiflora*)