

8. SEMENO

po oplození se ze zygoty (oplozené vaječné buňky) vyvíjí zárodek, z vajíčka se stává semeno (z poutka vzniká stopka semene), ze semeníku plod

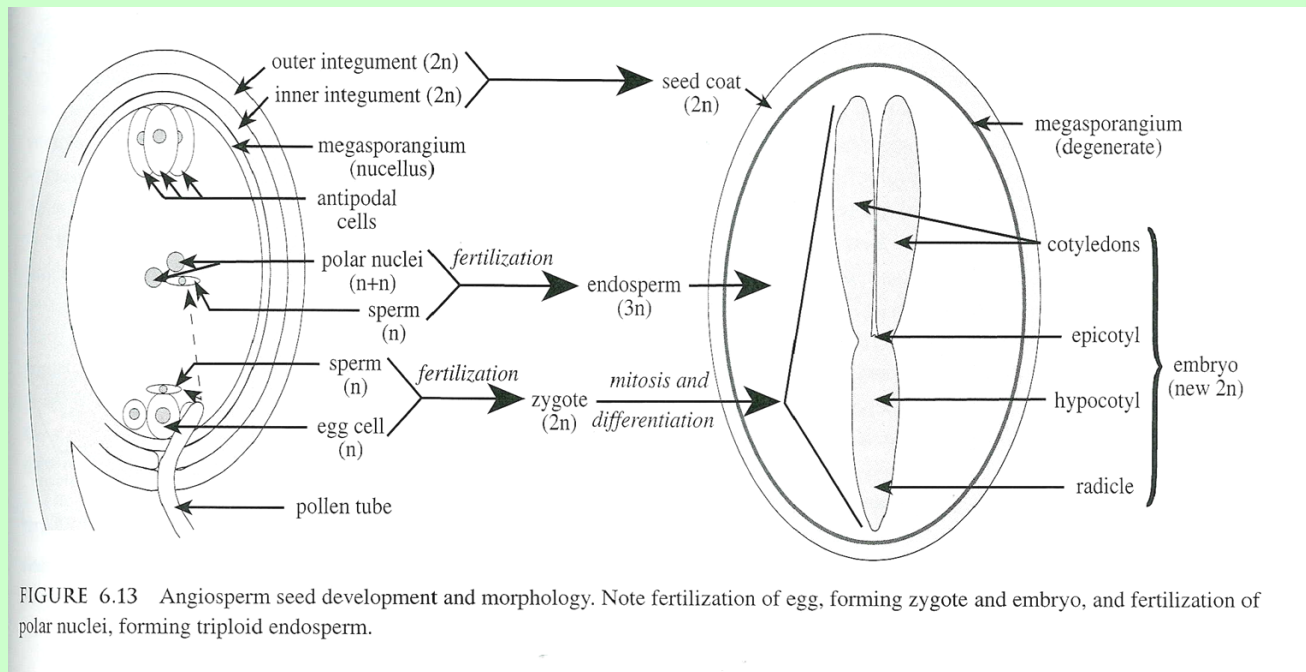


FIGURE 6.13 Angiosperm seed development and morphology. Note fertilization of egg, forming zygote and embryo, and fertilization of polar nuclei, forming triploid endosperm.

osemení (testa) se tvoří z obou integumentů, případně jen z jednoho – vnitřního (*Berberidaceae*) nebo vnějšího (*Malvaceae*); bývá nepropustné pro vodu a plyny (kutikula na povrchu buněk => mechanická i fyziologická ochrana)

- typy osemení: blanité (*Juglans*), kožovité (*Aesculus*), kamenné (*Magnolia*), dužnaté (*Oxalis*), s trichomy (*Gossypium*, *Populus*)

- osemení u jinanů a cykasů sestává z dužnaté sarkotesty a tvrdé sklerotesty (viz rozmnožování nahosemenných rostlin)

osemení s trichomy
bavlníku (*Gossypium* sp.)



<http://vfu-www.vfu.cz/fvhe/vegetabilie/plodiny/czech/Bavlnik.jpg>

- v místě, kde na vajíčku byl otvor klový – mikropyle – zůstává na semeni jizvička – **cikatrikula** => tudý pak při klíčení proráží kořínek rostliny

- **hilum** – jizvička po přisedání k poutku (nápadná např. u fazolu nabo jírovce)

- bylo-li poutko (funikulus) přirostlé k integumentu (u obrácených nebo příčných vajíček), zůstává na osemeni podélná jizvička – **raphe**



- **masička** (různé typy) – zbužením poutka vzniká **míšek** (= **arillus**, *Euonymus*) – fylogeneticky možná zbytek masité sarkotesty

- zbužením vaječných obalů v okolí mikropyle vzniká **karunkula** (*Euphorbia*)

- zbužením raphe vzniká **krista** (*Chelidonium*)

<http://botanicavirtual.udl.es/llavor/testa.htm>



Chelidonium – vlašovičník



<http://botanicavirtual.udl.es/llavor/testa.htm>

karunkula pryšce *Euphorbia isatidifolia*



<http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/EuonymusEur.jpg>

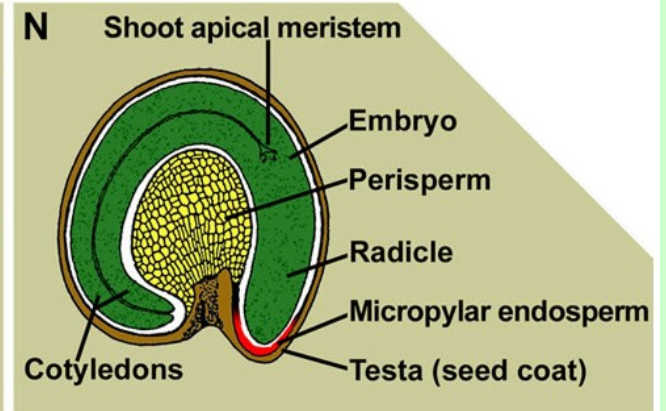
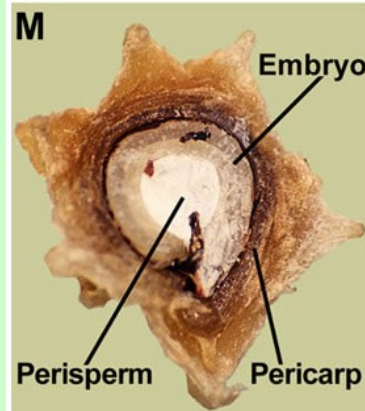
Euonymus europaeus – brslen evropský

Vyživovací funkci během embryogeneze a při klíčení semen plní různá pletiva

- vnitřním živným pletivem v semeni je **endosperm**, vyvíjející se po oplození sekundárního jádra zárodečného vaku – obsahuje zásobní cukry (moučnatý, např. u trav), tuky (olejnatý, řepka) nebo bílkoviny (rohovitý, např. liliovité)
- u některých rostlin není během vývoje zárodečného vaku spotřebován celý nucellus => ten pak zůstává v semeni jako zásobní pletivo – **perisperm**
- u primitivních rostlin (*Nymphaeaceae*, *Piperaceae*) se setkáváme s kombinací vyživujících pletiv: endosperm + perisperm, zatímco např. u *Caryophyllaceae* je endosperm zcela potlačen
- u vývojově pokročilejších rostlin je endosperm v průběhu embryogeneze zcela spotřebován a živiny potřebné pro klíčení semene a vývoj mladé rostliny jsou pak uloženy ve velkých **dělohách**, vyplňujících většinu semena (*Fabaceae*)

škrobnatý endosperm pšenice, *Triticum aestivum*

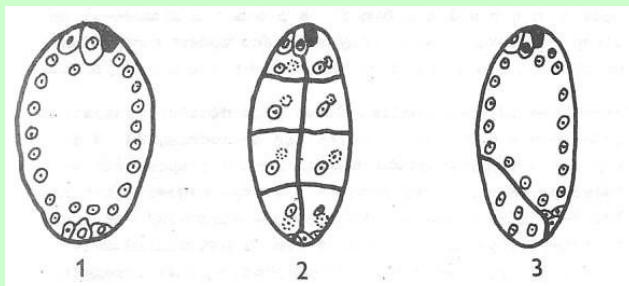
embryo s perispermem řepy, *Beta vulgaris*



Hermann et al. (2007) © Journal of Experimental Botany, Oxford University Press, <http://jxb.oxfordjournals.org/>

Endosperm vyživuje zárodek, někdy též hromadí zásobní látky ke klíčení

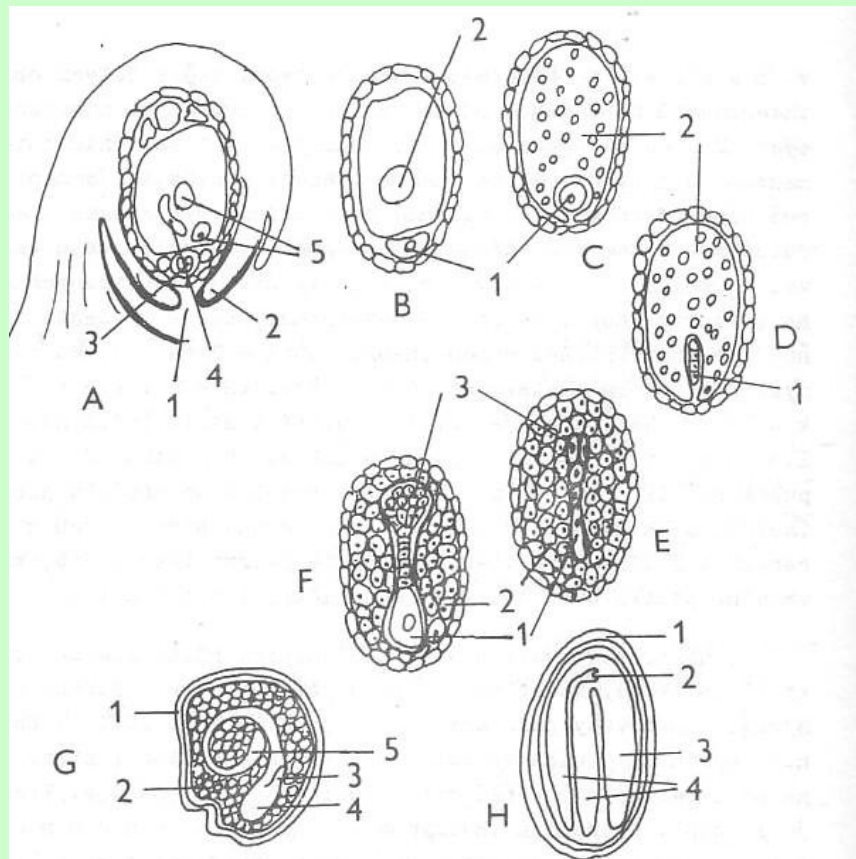
- zakládá se z **endospermální buňky**, která vznikla oplozením centrální buňky zárodečného vaku – nejčastěji je triploidní, když splynulo diploidní jádro centrální buňky s haploidním jádrem buňky spermatické (výjimky: např. *Oenothera* má diploidní, *Fritillaria* polyploidní endosperm, závisí na typu zárodečného vaku)
- různé způsoby dělení endospermální buňky => různé typy endospermu (uvedeno typické zastoupení v systému, neplatí absolutně, někdy jsou i různé typy endospermu v rámci jedné čeledi):
 - **jaderný** (považovaný za primitivní, mají ho jednoděložné rostliny a choripetalní dvouděložné) – nejdříve dělení jader, teprve později tvorba buněčné stěny (někdy tvorba přehrádek není dokončena v centrální či chalazální oblasti – např. *Cocos* má uprostřed semena tekutý volnojaderný e., obalený dužnatým buněčným e.)
 - **buněčný** (považovaný za odvozený, tento typ mají sympetalní dvouděložné rostliny) – vznik buněčné stěny při každém dělení jader



Obr.95. Schéma typů endospermů: 1 - jaderný, 2 - buněčný, 3 - helobiální

Slavíková 1984: Morfologie rostlin

- **helobiální** (přechodný typ mají jednoděložné rostliny: *Alisma*, *Butomus*, *Najas*) – při prvním dělení se vytvoří přehrádka, která rozdělí endosperm na nestejně části – chalazální (menší, bez zásobní funkce) a mikropylární (větší, zásobní, vlastní endosperm);



Slavíková 1984: Morfologie rostlin

Obr.90. Schéma vývoje semene krytosemenných rostlin:

A - vajíčko ve stadiu oplození: 1 - mikropyle, 2 - integument, 3 - vaječná buňka s jádrem a jádrem spermatické buňky, 4 - jádro druhé spermatické buňky, 5 - polová jádra, B - stadium zygoty a triploidního jádra centrální buňky: 1 - zygota, 2 - triploidní jádro, C - volné dělení jader primární endospermální buňky: 1 - zygota, 2 - endospermální jádra, D - lineární fáze vývoje embrya: 1 - základ zárodku, 2 - endospermální jádra, E - stadium tvorby buněčných stěn v endospermu: 1 - suspensor, 2 - endosperm, 3 - dělicí se embryo, F - globulární fáze vývoje embrya, G - zárodek jednoděložné rostliny uvnitř semene: 1 - testa, 2 - endosperm, 3 - plumula, 4 - radikula, 5 - děloha, H - zárodek dvouděložné rostliny v semeni: 1 - testa, 2 - plumula, 3 - radikula, 4 - dělohy

Embryogeneze

- v semeni se nejprve rozvíjí osemení a endosperm, teprve poté dochází k formování zárodku (= **embrya**, jež má v tomto stadiu již zajištěnou ochranu i zásobu živin)
- primární dělení zygoty => první příčná přehrádka odděluje
 - apikální buňku (menší, hustší cytoplazma, mnoho ribosomů, málo vakuol)
 - bazální buňku (větší, málo ribosomů, velké vakuoly)
- v apikální buňce je většina zárodku, bazální buňka představuje **suspensor** (slouží k připojení ke stěně zár. vaku)
- v průběhu vývoje zárodku využívány živiny z chalázy (kam je vede cévní svazek v poutku) nebo perispermu nebo endospermu nebo osemení
 - živiny se metabolicky přeměňují v pletivech obklopujících zárodek

1. fáze vývoje zárodku – **lineární**: příčné přehrádky, zárodek ve stadiu řádky buněk, diferenciace suspensoru

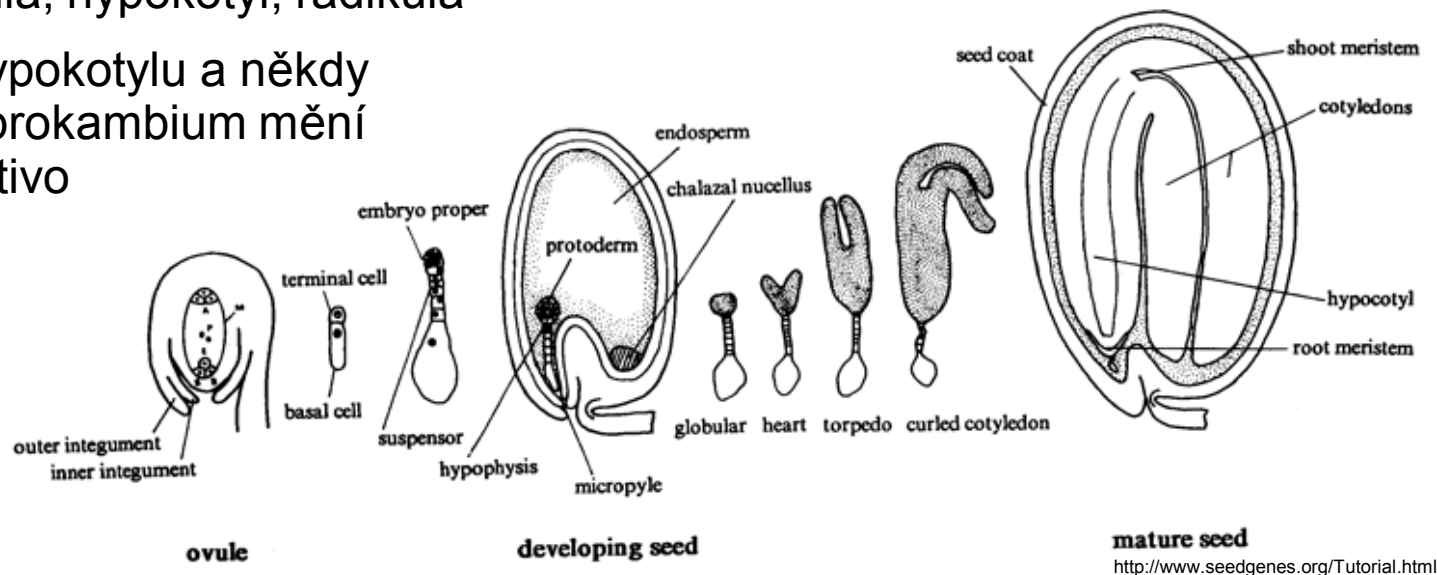
2. fáze – **globulární**: podélné dělení apikální buňky vede ke vzniku kulovitěho útvaru, dochází k polarizaci – směrem k mikropyle a suspensoru kořenový pól (hypofýza), směrem k chaláze stonkový pól (epifýza)

– diferenciují se tři typy meristémů: protoderm (základ pokožky), prokambium (vytváří vodivá pletiva), základní meristém

3. fáze – **srdčitá**: formují se základy děloh (srdčitý tvar mají 2 dělohy dvouděložných rostlin, jednoděložné mají samozřejmě jen 1 dělohu)

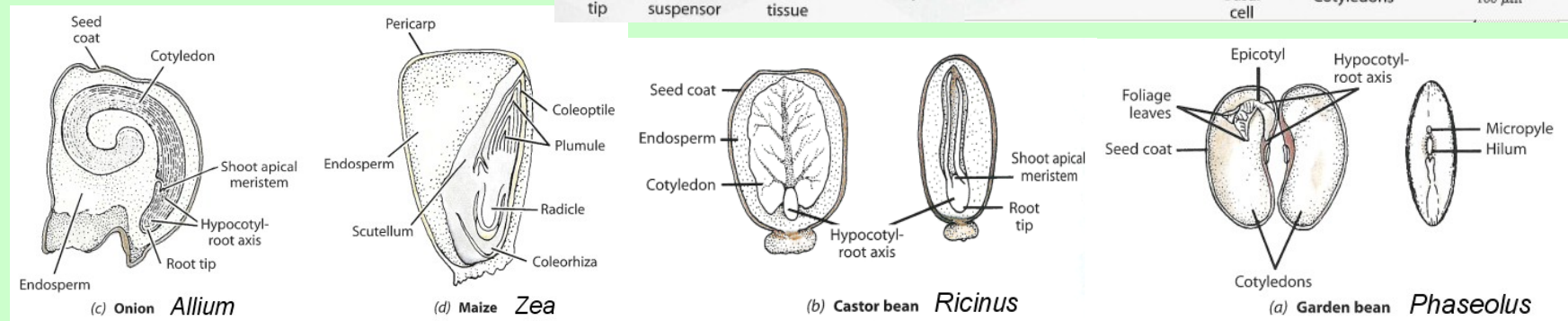
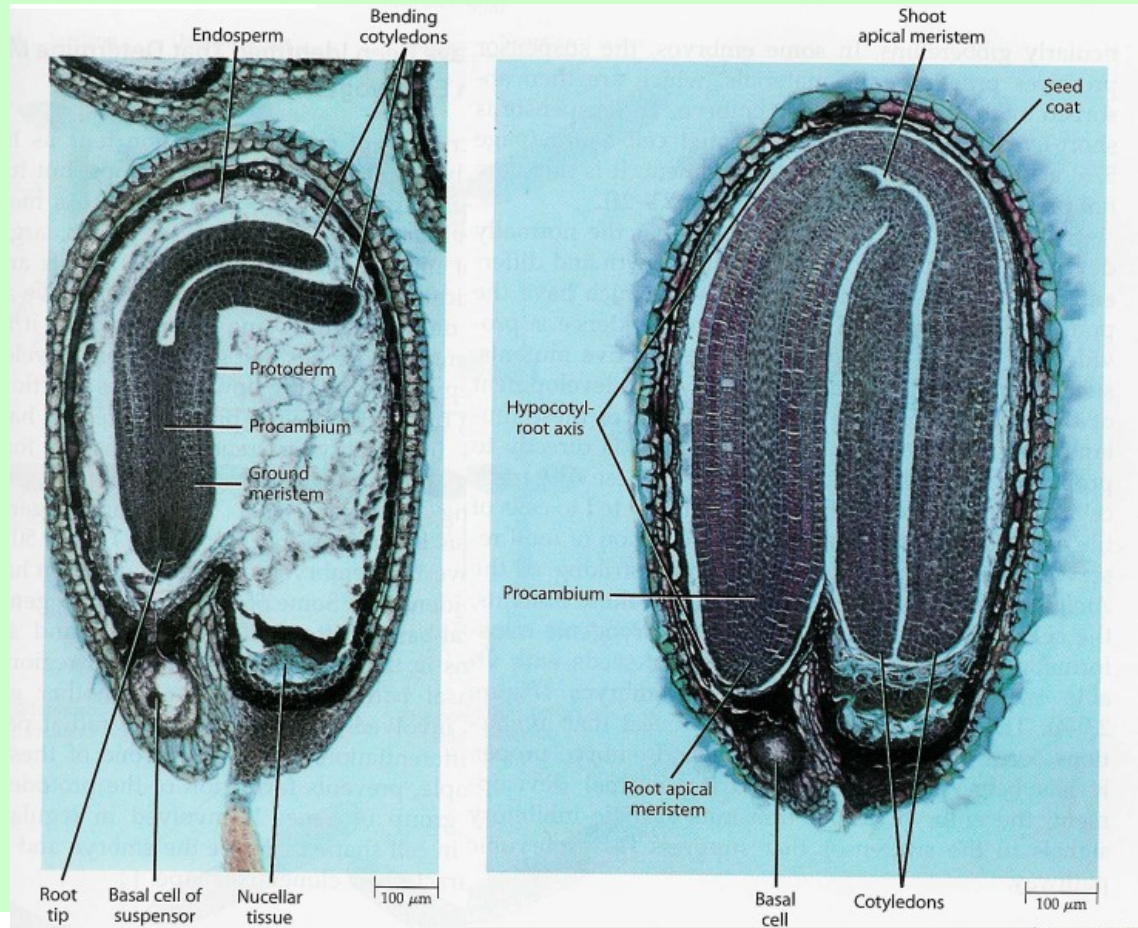
4. fáze – **hruškovitá** (též torpédovitá): jsou zformovány základní části zárodku – dělohy, plumula, hypokotyl, radikula

– v děloze, hypokotylu a někdy i radikule se prokambium mění na vodivé pletivo



Stavba zárodku (embrya)

- **plumula** – první pupen se vytváří u dvouděložných mezi dělohami, u jednodel. na straně, obalen koleoptile
- **radikula** – kořínek, poblíž suspensoru, orientován k mikropyle (=> klíčnímu otvoru), u trav obalen koleorhizou (pochv. útvar)
- **dělohy** – ploché listovité útvary se zásobní funkcí – u některých dvouděložných je jich i více, u některých jedna zakrňuje (zbývá 1)



- postavení zárodku v semeni je různé u různých rostlin (viz obrázky na předchozí straně)

- u parazitů a „saprofytů“ (tento výraz je v tomto případě používán pro mykotrofní symbionty) jsou embrya zakrnělá

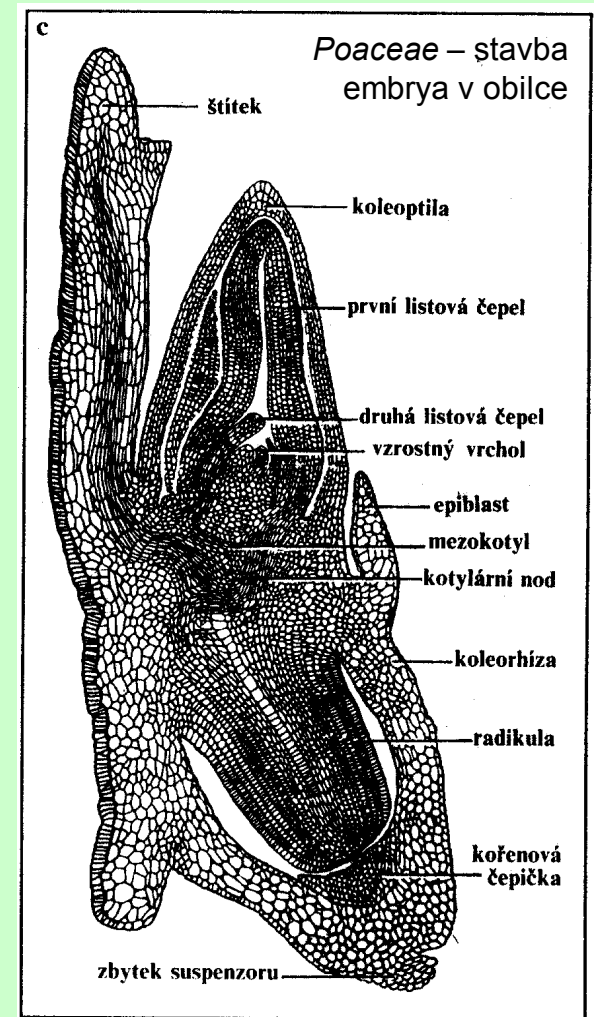
- u některých rostlin (*Fabaceae*, *Asteraceae*, patří k vývojově odvozeným skup.) je zakrnělý perisperm i endosperm, zásobní úloha je plně na dělohách

- úlohu děloh u trav má **štítek**, u některých je na protější straně epiblast (rudiment druhé dělohy); štítek je absorpční orgán, přiléhá k endospermu (viz obr. kukuřice na minulé str. a pšenice na str. 3) a čerpá z něj živiny (v podstatě jako haustorium)

Klíčení semen

- podmínky: dostatek vody (pro bobtnání semene) a vzduchu (kyslík pro dýchání klíčící rostlinky), světlo a teplota (různé nároky u různých druhů – některé rostliny klíčí po předchozím střídání teplot, jiné na světle, jiné ve tmě)

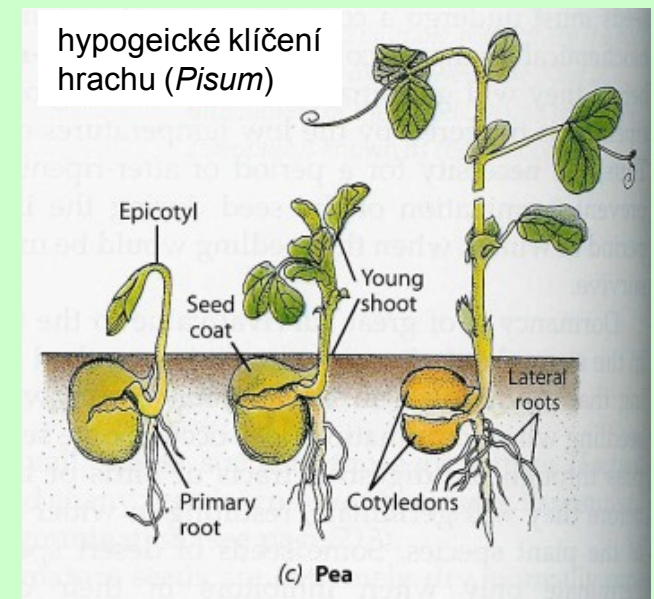
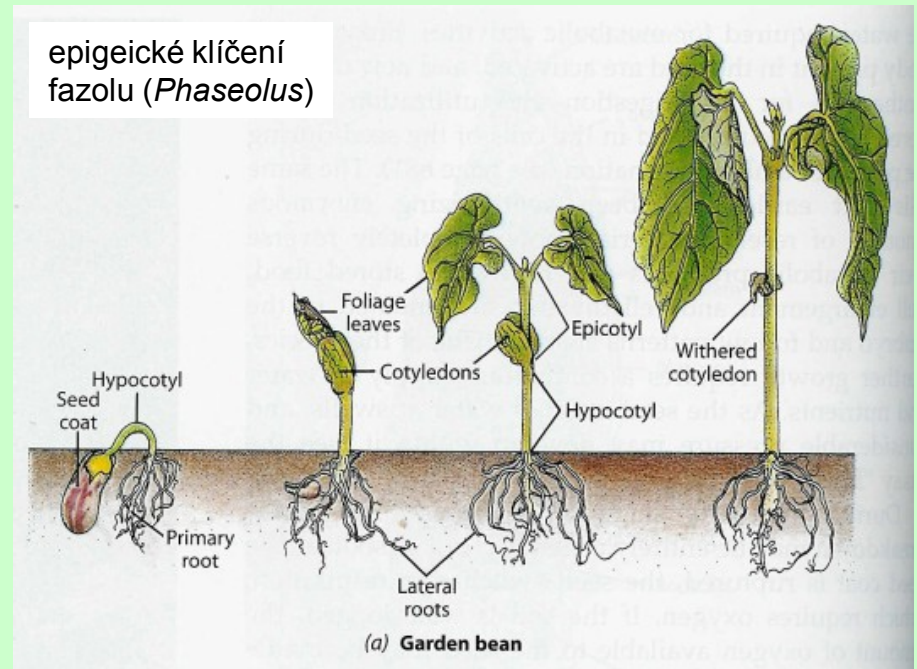
– **bobtnání** – pohlcování vody tkáněmi semene, současně dochází k předávání zásobních látek (z děloh, peri- anebo endospermu) meristémům => počátek růstu



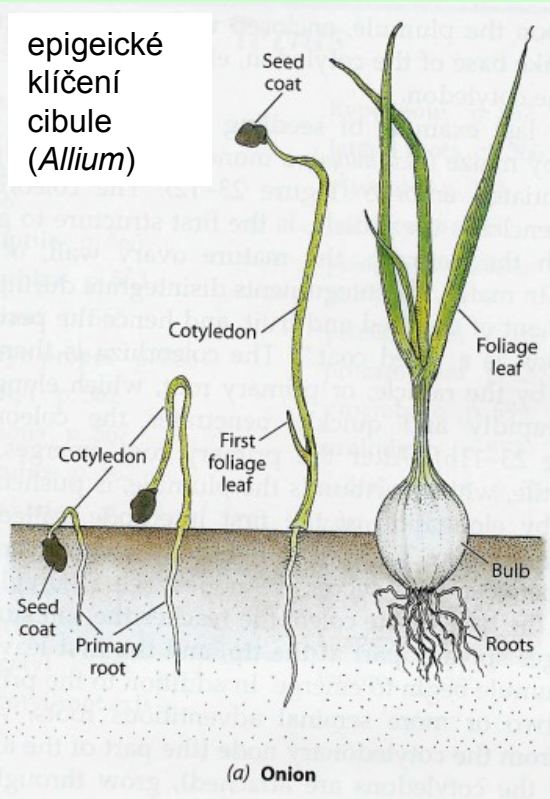
- v mírném a boreálním pásu se u semen uplatňuje **dormance** => semeno vyklíčí jen v době trvání příznivých podmínek
 - uplatňuje se exogenní dormance (na základě vnějších podmínek – klíčení lze vyvolat i uměle), ale pravděpodobně i endogenní („naprogramované“ klíčení po určité době klidu)
- **tvrdosemennost** – nepropustnost o semení pro vodu a plyny
 - lze ji narušit mechanicky či chemicky v půdě (např. vliv vymrznutí-roztátí, voda se dostává do trhlinek v pecce a až ji roztrhá, je embryo schopno prorazit) nebo v žaludku (působení žaludečních kyselin na semena endozoochorních rostlin)
- **druhotná dormance** – setrvávání v dormantním stavu vlivem dlouhodobého trvání nepříznivých podmínek (ač by semena jinak již byla schopna vyklíčit)
- různé rostliny mají různě dlouhou dobu zachování **klíčivosti** semen
 - **hluboká dormance** – dlouhá klíčivost (lotos až 250 let, durman desítky let)
 - **střední dormance** – klíčí po dozrání nebo po přezimování, udržují klíčivost po dobu několika let (první dva typy jsou typické pro většinu druhů mírného pásu)
 - **krátká dormance** – semena ztrácejí klíčivost dosti rychle po dozrání (v tropech časté, u nás např. *Salicaceae*)
 - **viviparie** – přizpůsobení přílivu u mangrovů (klíčení ještě na mateřské rostlině, od níž se oddělují rostlinky schopné hned zakořenit – semena by odnesla voda)

Klíčení dvouděložných rostlin

- **klíčení epigeické** (fazol, okurka nebo dřeviny – lípa, habr, buk, javor)
 - vyroste nejdříve kořínek (radikula), jeho vrchol se zakříví a vniká do půdy
 - později vyrůstá hypokotyl (podděložní článek na pomezí stonku a kořene, který vynese dělohy nad povrch země)
 - dělohy zezelenají => asimilace
 - plumula raší v prýt, po vyrašení asimilačních listů dělohy zasychají
- **klíčení hypogeické** (dub, ořešák, někt. bobovité)
 - hypokotyl je brzděn v růstu, zůstává pod zemí
 - dělohy zůstávají uzavřeny v semeni, předávají látky meristémům a postupně zasychají
 - nad zem se dostává epikotyl (nadděložní článek stonku), z něj vyrůstá prýt



epigeické
klíčení
cibule
(*Allium*)



Klíčení jednoděložných rostlin

- klíčení epigeické (např. cibule)

- niťovitá děloha, nad zem se dostává střední částí, zatímco její vrchol zůstává v zemi v endospermu

- současně se vyvíjí radikula => zakořenění

- děloha nad zemí zezelená a napřímí se, na jejím vrcholu dočasně zůstává zbytek osemení

- plumula je pod zemí, na bázi dělohy – odsud pak rostou asimil. listy

- klíčení hypogeické (např. lilie, lipnicovité)

- jako první vyrůstá radikula – základ prim. kořene

- základy adventivních kořenů (3–5) z báze stébla => po zakrnění prim. kořene převezmou jeho úlohu

- nad zem vyroste koleoptile – blanitá pochva, pod ní je kryta plumula => základy prvních listů

- děloha v obilce – štítek (výživa z endospermu)

hypogeické
klíčení
kukuřice
(*Zea*)

