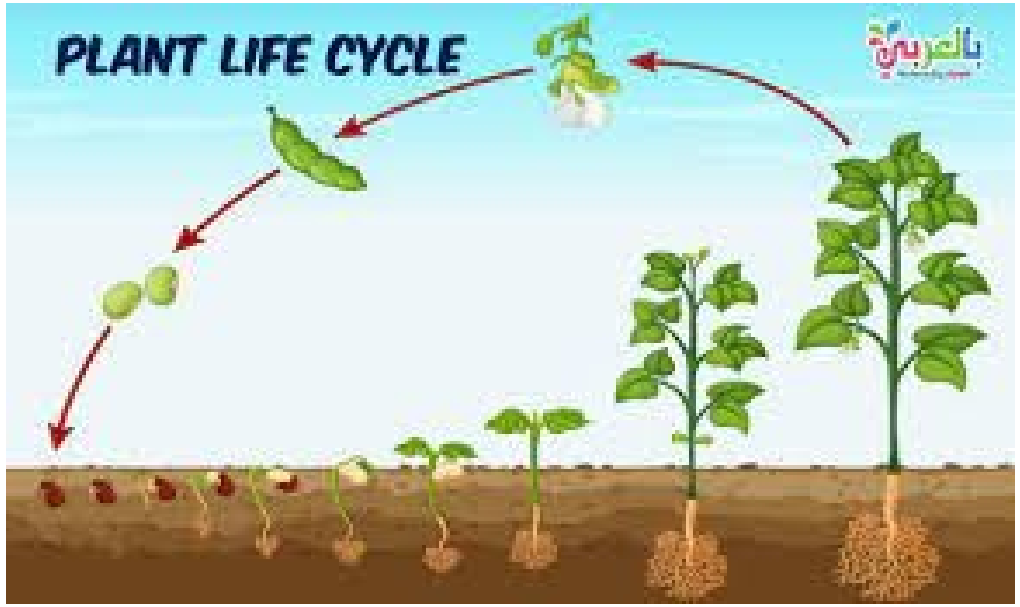
1. Životní cykly u rostlin
2. Plody



Hana Cempírková, Ph.D.

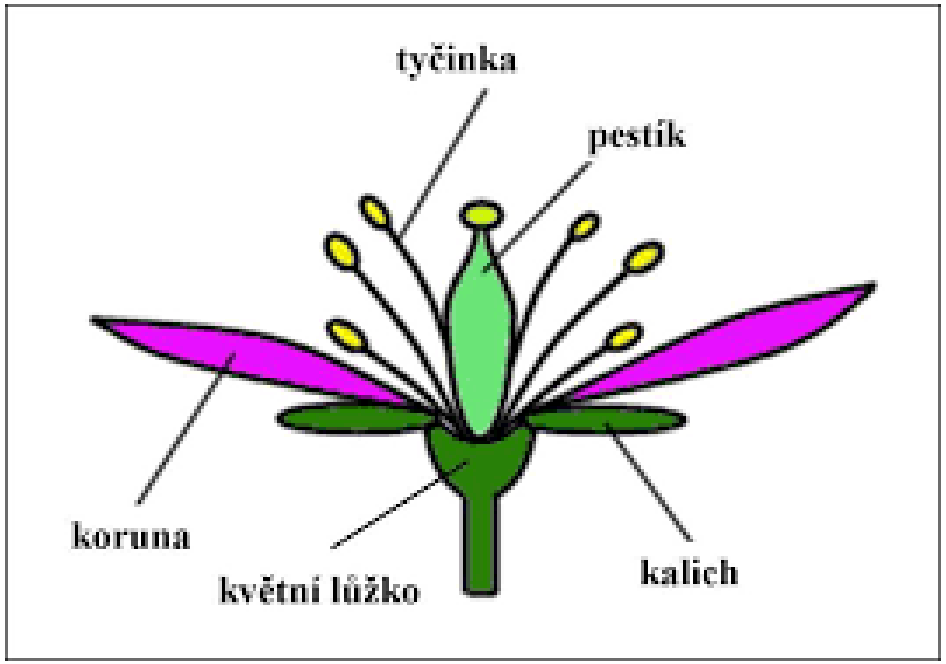
Rostlinná embryologie 2024

Cíle dnešní přednášky

- popsat ontogenetický vývoj rostlin a střídání fází
- popsat rozdíly mezi ontogenezí mechorostů, kapradin a vyšších rostlin z hlediska rodozměny
- popsat struktury semene a určit, z kterých částí vajíčka pochází
- popsat rozdíl mezi apokarpním a cenokarpním plodem
- popsat základní typy nepukavých (dužnatých a suchých), pukavých a lámavých plodů
- uvést příklad nepravého plodu a popsat, z čeho se skládá a jak vznikl
- popsat anatomickou stavbu obilky
- popsat různé způsoby rozšiřování semen a charakteristiky těchto semen
- popsat struktury semene a jejich funkce, rozdíl mezi bílečnatým a bezbílečnatým semenem
- popsat typy dormance, požadavky pro klíčení a typy klíčení

Rozmnožování u rostlin

generativní rozmnožování (amfimixis)

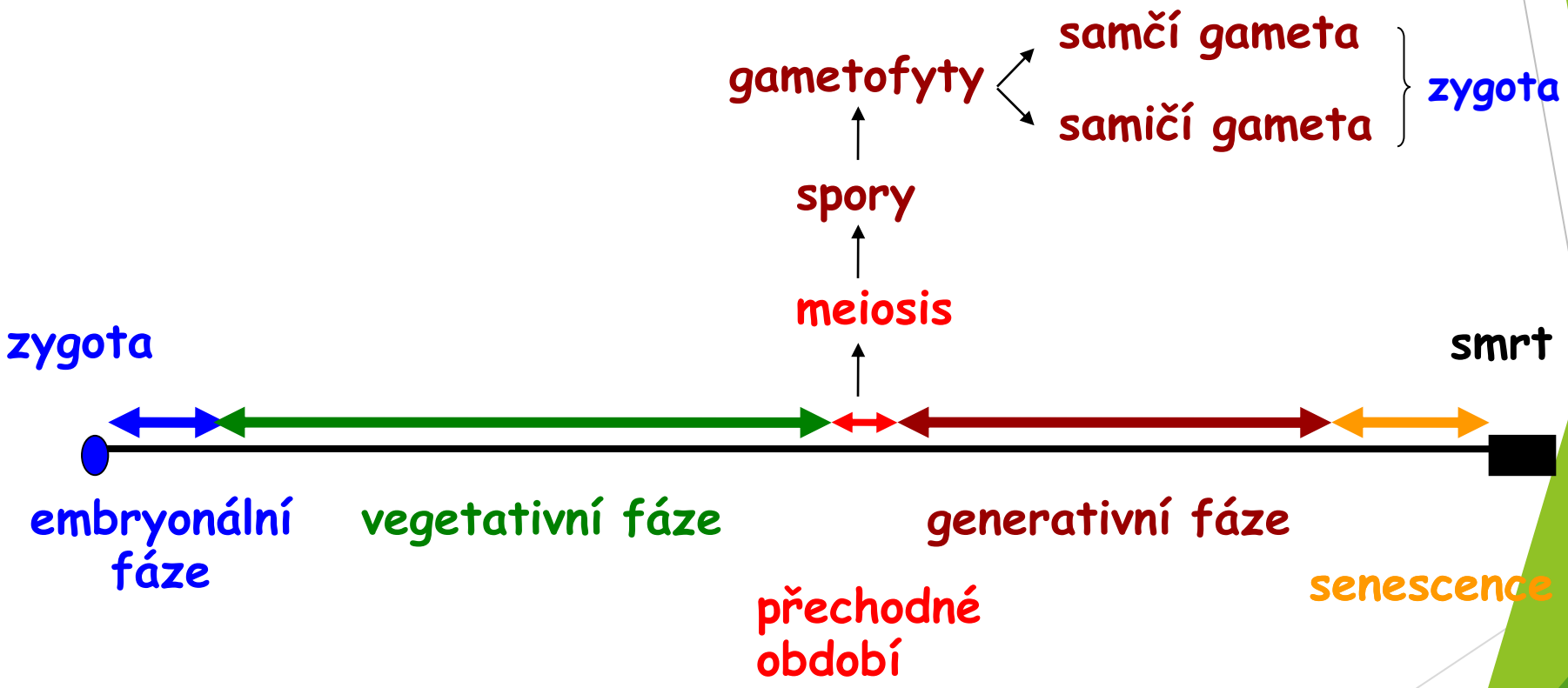


vegetativní rozmnožování (amixis)

- fragmentace
- cibulky, hlízky
- rhizomy

apomixis – „**vegetativní množení z generativních orgánů**" - semena jsou tvořena z různých pletiv vajíčka bez oplození

Ontogeneze rostlin

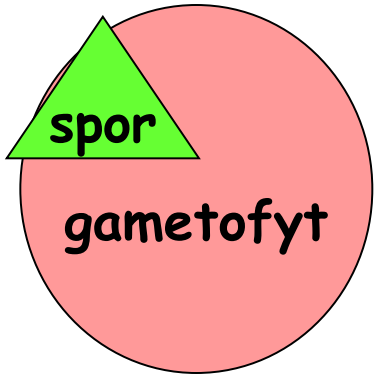


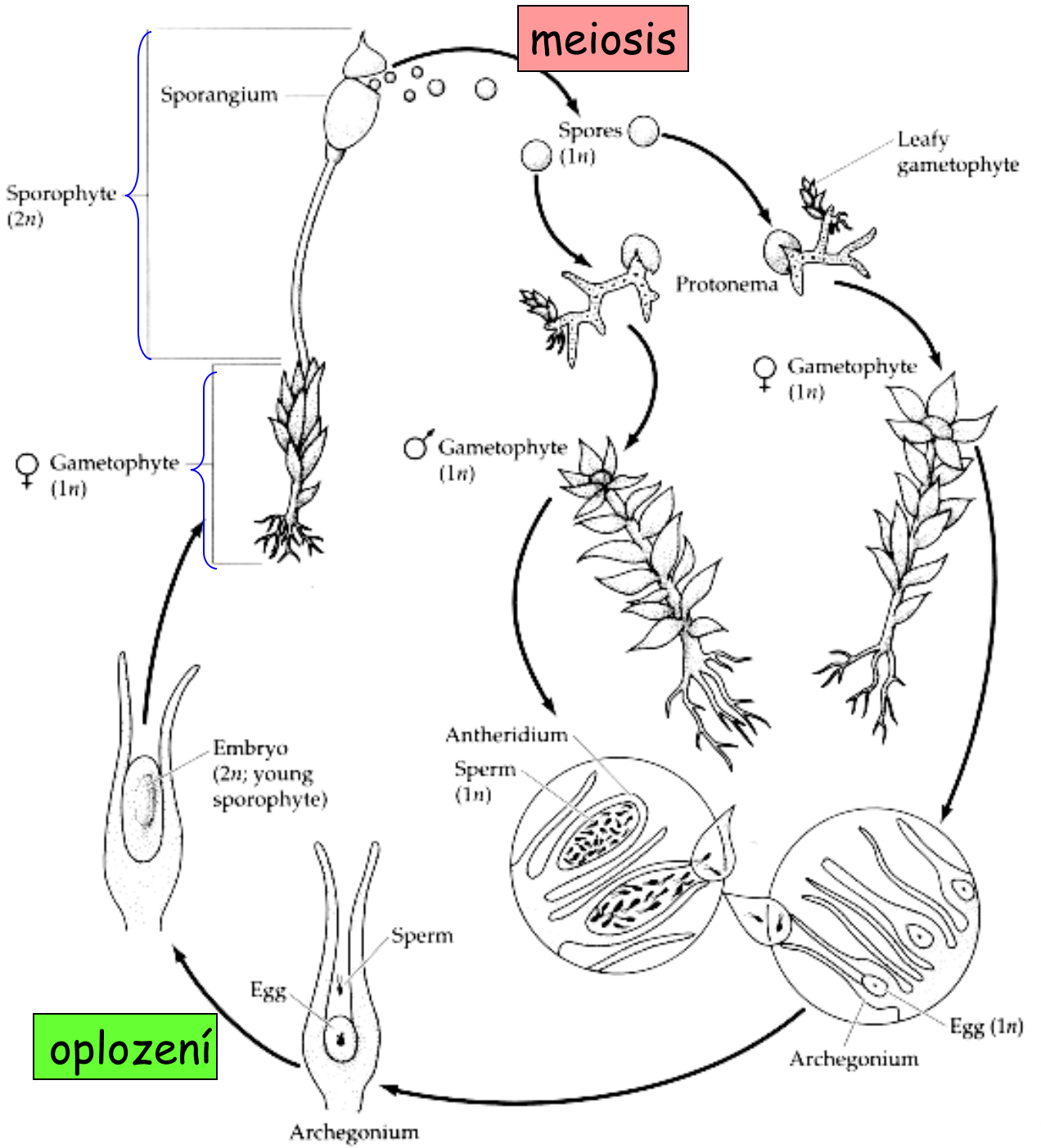
Fáze rodozměny u rostlin

- životní cyklus = střídání fází = rodozměna (popsal W. Hofmeister 1851), později označováno jako metageneze
- sporofyt - 2n = nepohlavní diploidní generace produkující spory
- gametofyt - 1n = pohlavní haploidní generace produkující samčí nebo samičí pohlavní buňky (gamety), jejichž splynutím vzniká zygota

Rodozměna u mechorostů

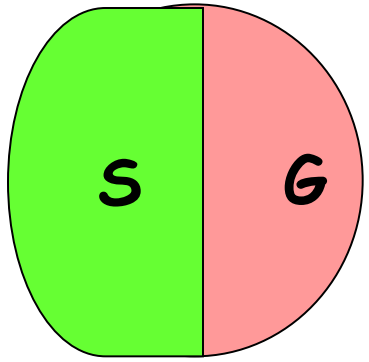
embryo i zralý sporofyt jsou závislé na fotosyntéze gametofytu

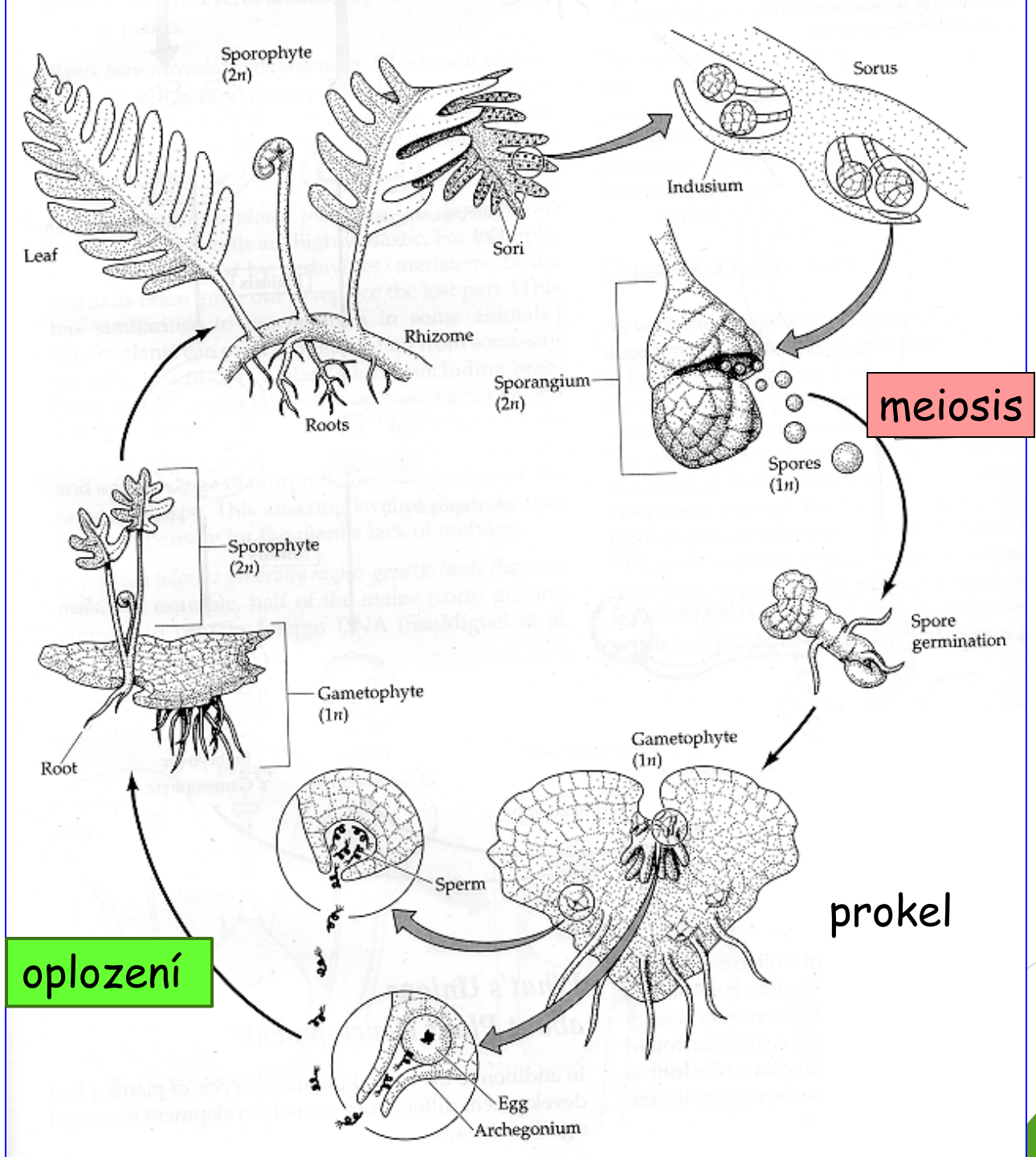




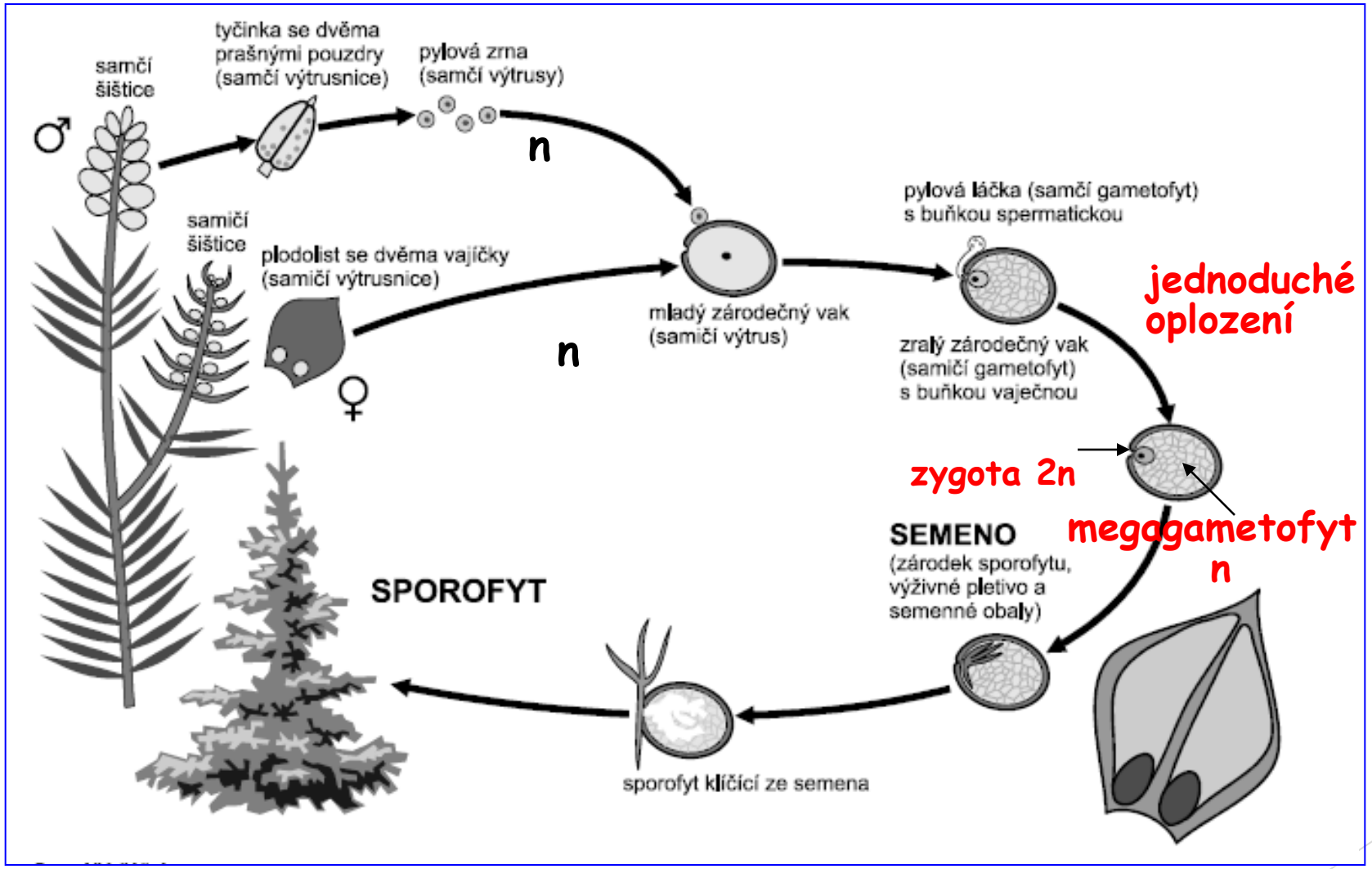
Rodozměna u kapradin

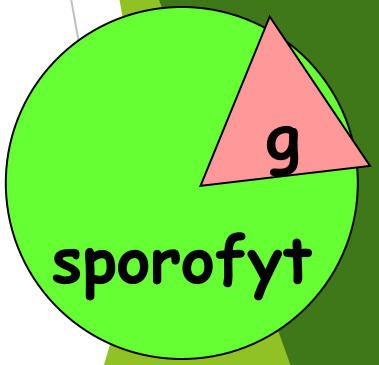
sporofyt i gametofyt je schopný fotosyntézy





Rodozměna u nahosemenných rostlin

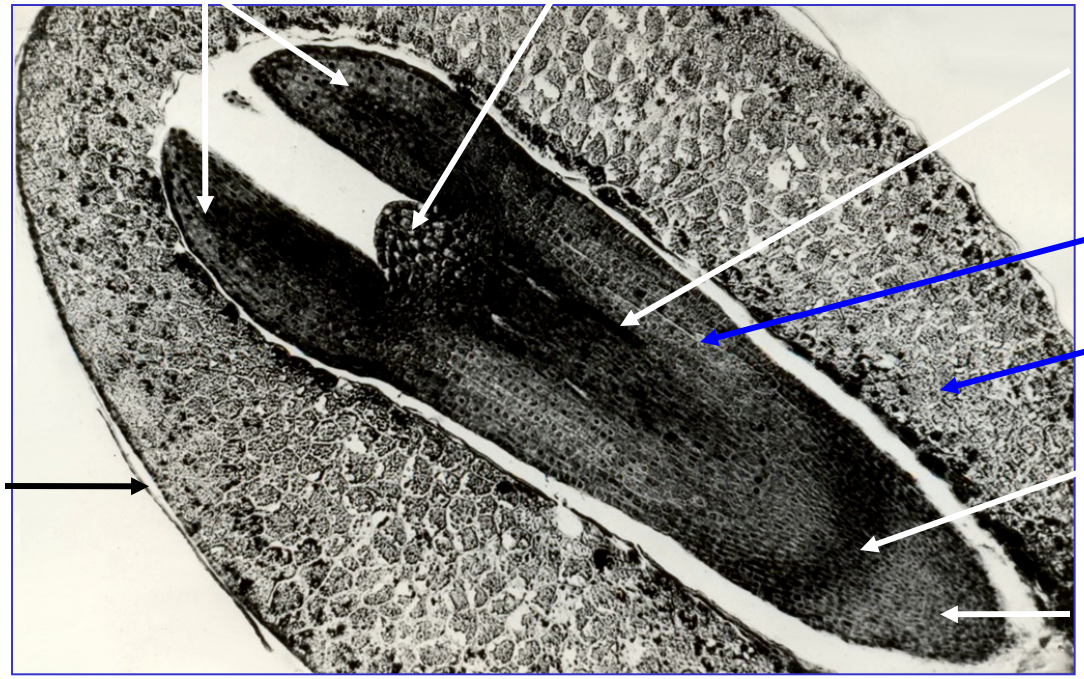




http://www.gymh.cz/vyuka/biologie/biologie.htm

Embryo nahosemenných rostlin

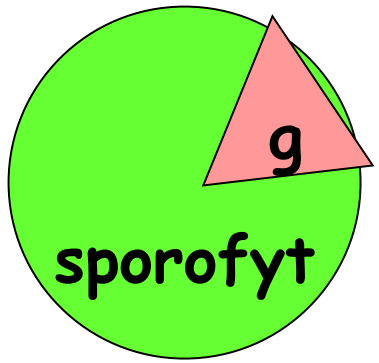
podélný řez semenem modřínu *Larix dexidua* (L.)MILL.

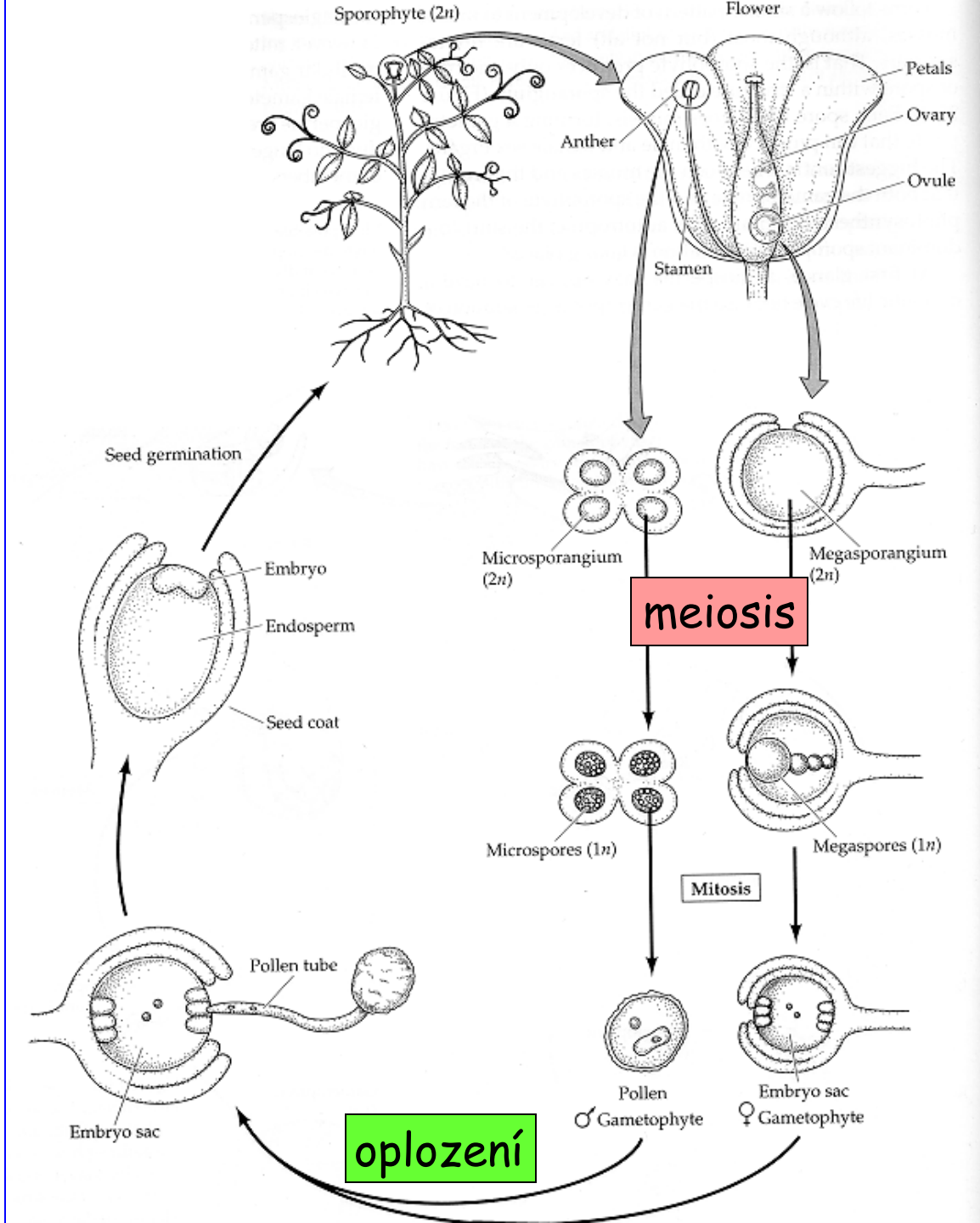


parafínový řez, barveno Heidenheinovým železitým hematoxylinem
(**osemení odstraněno** před procedurou)

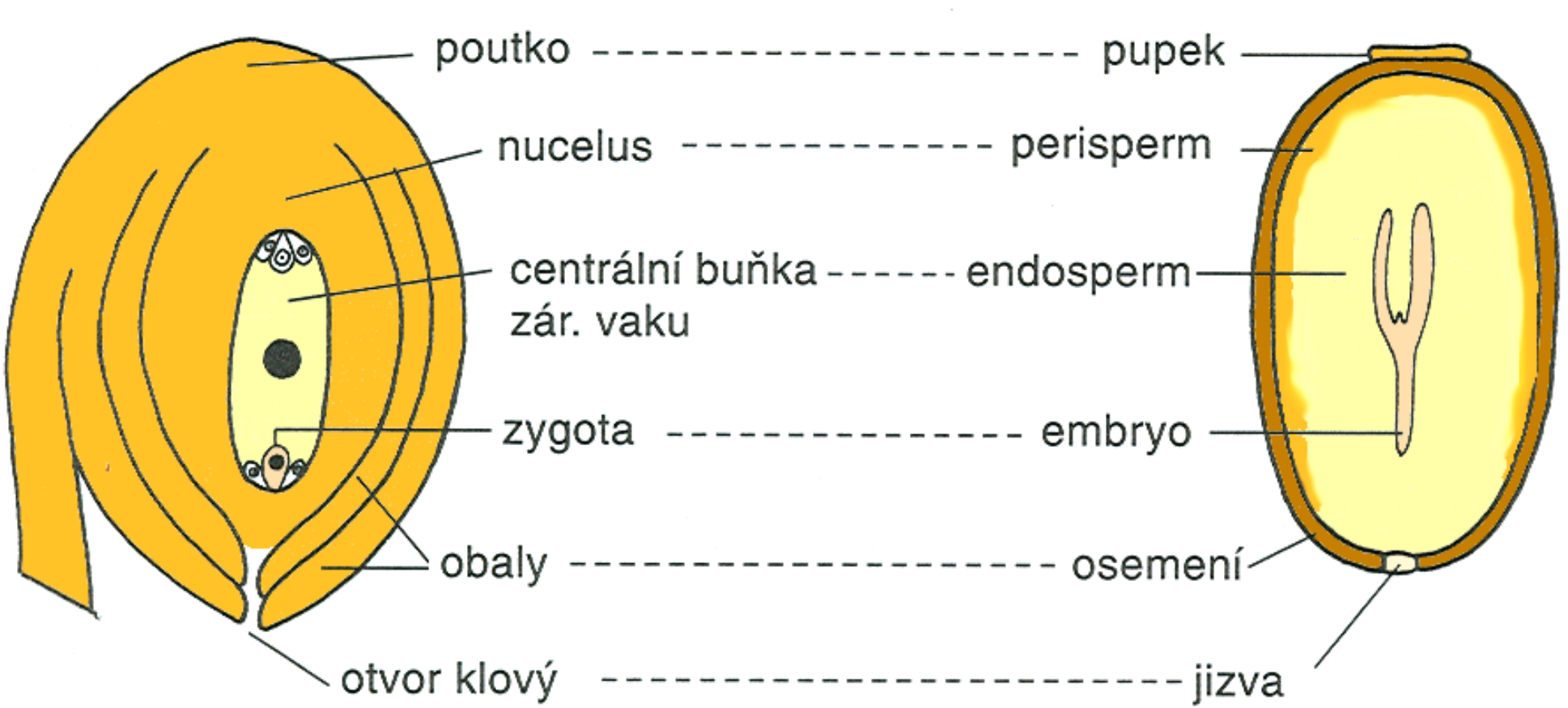
Rodozměna u krytosemenných rostlin

gametofyty jsou velmi redukované a závislé na fotosyntéze sporofytu





Vajíčko - semeno



Plody

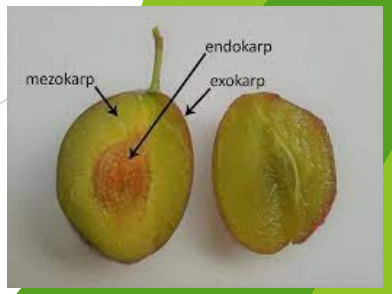
- plod (fructus) – vzniká ze semeníku nebo celého pestíku, popř. jiných květních částí
- Uzavírají jedno nebo více semen

(plody bez semen – některé šlechtěné rostliny, např. citrusy, banány aj. – partenokarpické plody)

- Blizna a čnělka zpravidla zasychají
- stěna semeníku ➡ oplodí (perikarp)
  - suchý = **xerokarp**
  - dužnatý = **sarkokarp**
  - kamenný = **sklerokarp**

členění perikarpu

vnější = exokarp
střední = mezokarp
vnitřní = endokarp



Otvírání plodů

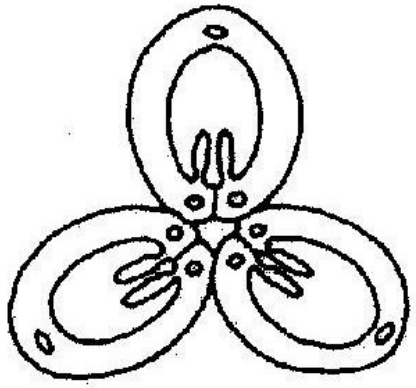
- **břišním švem** (ventricidní plody),
- **v místě srůstu sousedních plodolistů** (septicidní, přehrádkosečné plody),
- **hřbetním švem plodolistů** (lokulicidní, pouzdrosečné plody)
- **děrami** (poricidní plody).
- U některých plodů se **plodolisty** různě **lámou** (septifragní, přehrádkolomné plody).

Některé rostliny vytvářejí plody, popř. semena dvojího až trojího druhu **(různoplodost, heterokarpie, amfikarpie).**

Heterokarpní semena lebedy

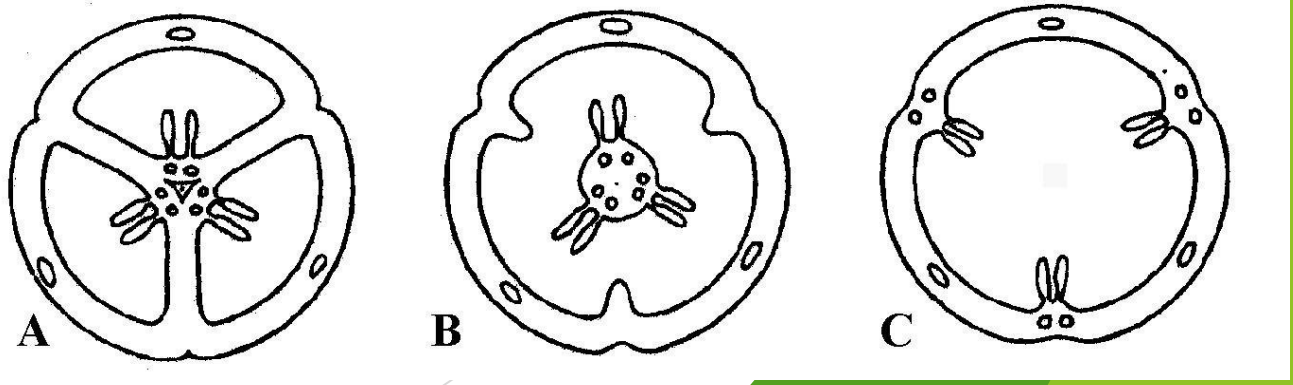
Klasifikace plodů

typ gynecea, počet plodolistů, typ oplodí



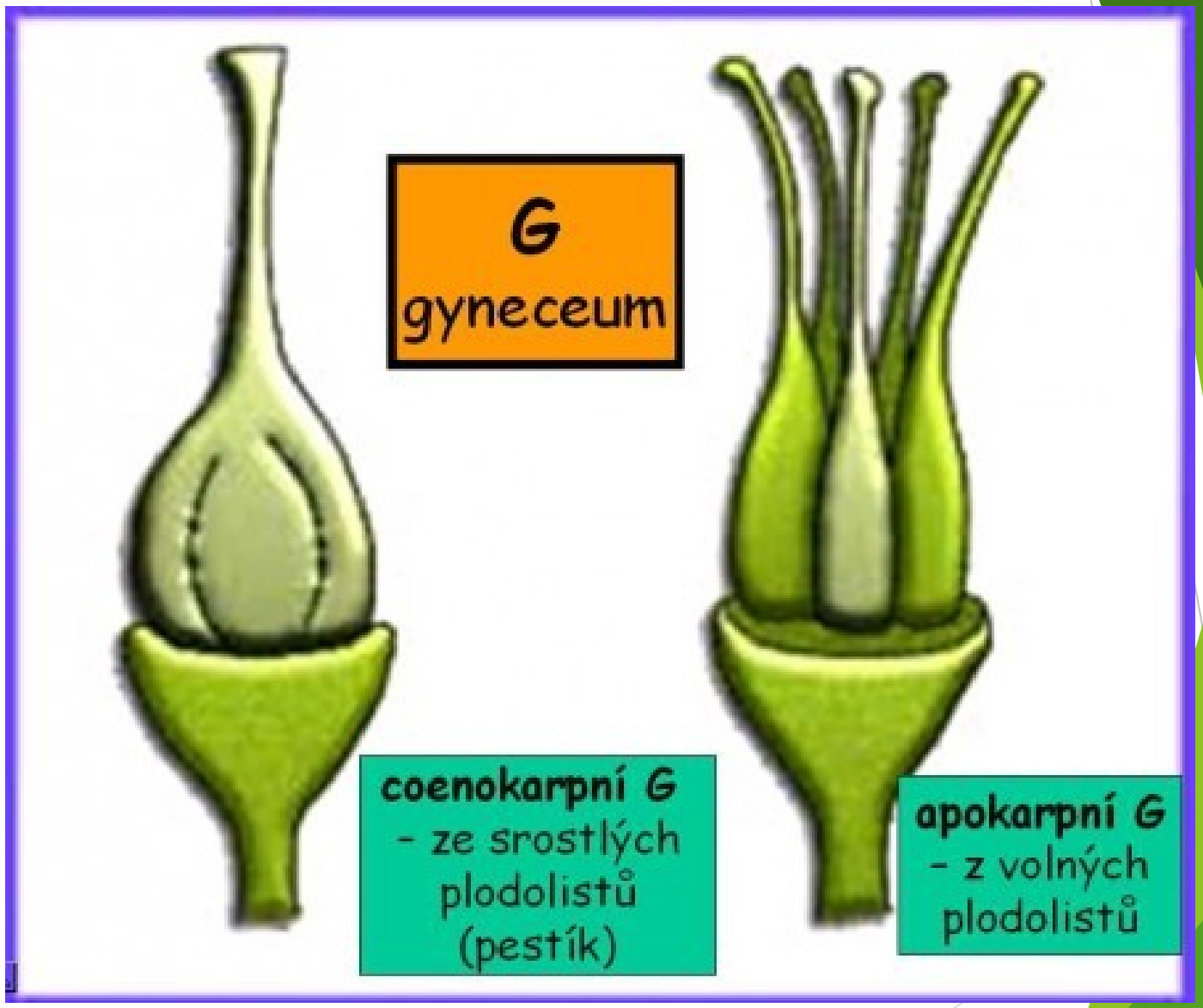
- plody apokarpní
  - pukavé: měchýřek, lusk
  - nepukavé: nažka (monoachenium), bobule, peckovice

- plody cenokarpní
  - pukavé: tobolka – suchá tobolka, šešule, dužnatá tobolka
  - nepukavé: nažka, oříšek, obilka, bobule, hesperidium, peckovice
  - rozpadavé: poltivé, lámavé



Gyneceum

- soubor plodolistů
- z řečtiny = místnost obývaná ženami



Plody apokarpní

pukavé

- měchýřek (folliculus) – *G1*, je vícesemenný až jednosemenný plod se suchým oplodím otevírajícím se břišním švem. Fylogeneticky se jedná pravděpodobně nejpůvodnější typ plodu. Např. blatouch (*Caltha*), orlíček (*Aquilegia*), čemeřice (*Helleborus*), pivoňka (*Paeonia*)
- lusk (legumen) – *G1*, je vícesemenný až jednosemenný plod otevírající se dvěma chlopněmi (každá odpovídá polovině plodolistu) břišním a hřbetním švem. Vzniká z monomerického (= monokarpelového) gynecea. Je typickým plodem bobovitých (*Fabaceae*). Lusky některých zástupců bobovitých nepukají, např. vičenec (*Onobrychis*).

Plody apokarpní

nepukavé

- nažka (monoachenium) – je jednosemenný plod s kožovitým oplodím, např. sasanka (*Anemone*), pryskyřník (*Ranunculus*).

- bobule (bacca) – je jedno- až vícesemenný dužnatý plod s oplodím rozlišeným na vnější blanitý exokarp a dužnatý mezokarp i endokarp. Apokarpická bobule je méně častý typ plodu, např. samorostlík (*Actaea*).

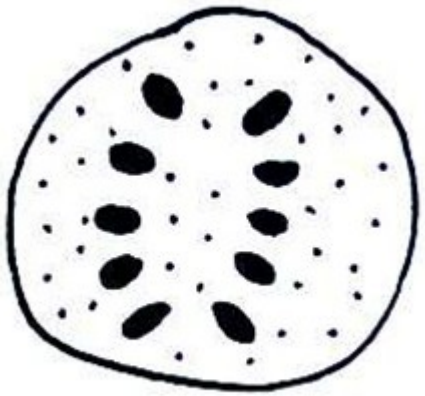
- peckovice (drupa) – je jednosemenná, s oplodím rozlišeným na blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp (sklerokarp). Plod zástupců podčeledě *Prunoideae*, např. třešeň (*Prunus cerasus*), švestka (*Prunus domestica*), meruňka (*Prunus armeniaca*) aj.

Nažka
(schéma)

Souplodí nažek plaménku přímého (*Clematis recta*).

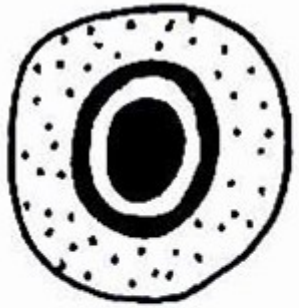
Souplodí nažek sasanky potoční (*Anemone rivularis*).

Soubor nažek
pryskyřníku

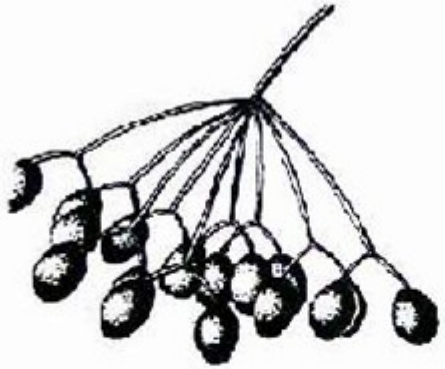


Bobule

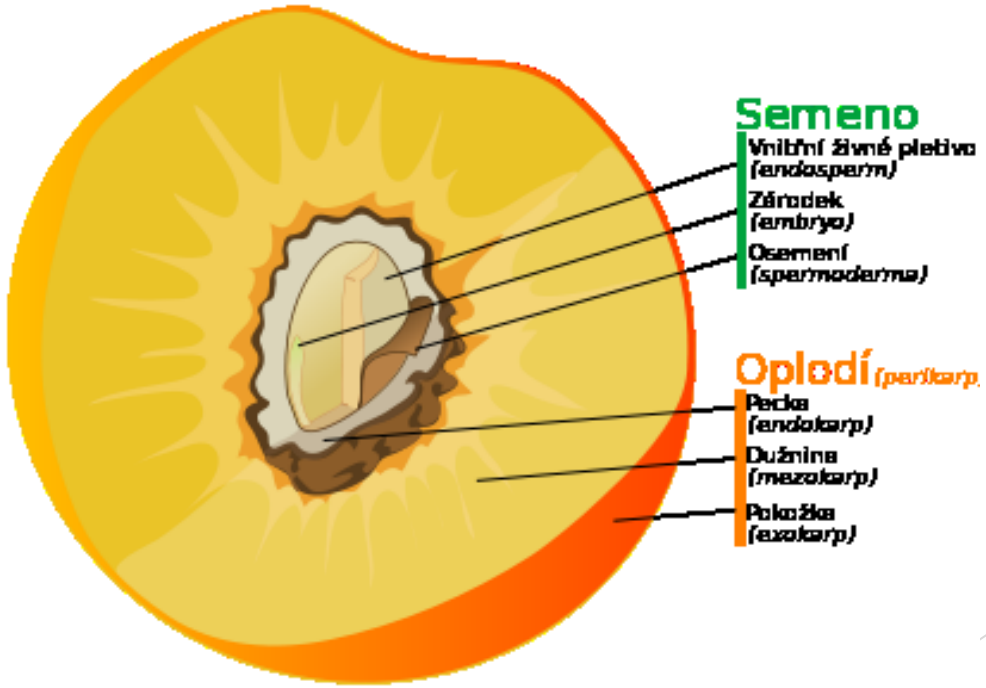
Samorostlík



Peckovice
(schéma)

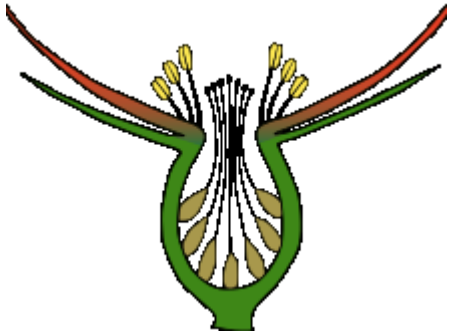


Peckovice kaliny

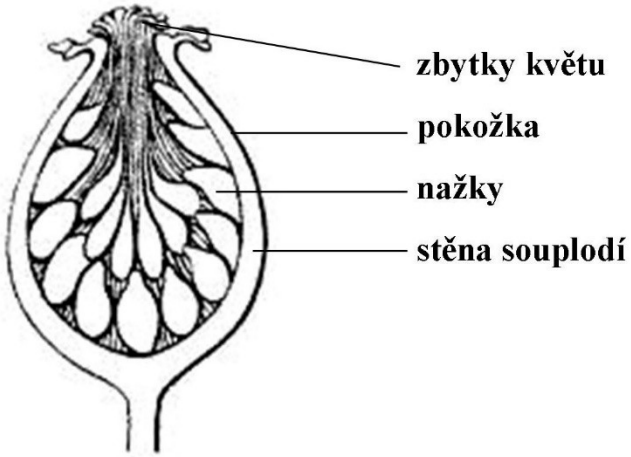


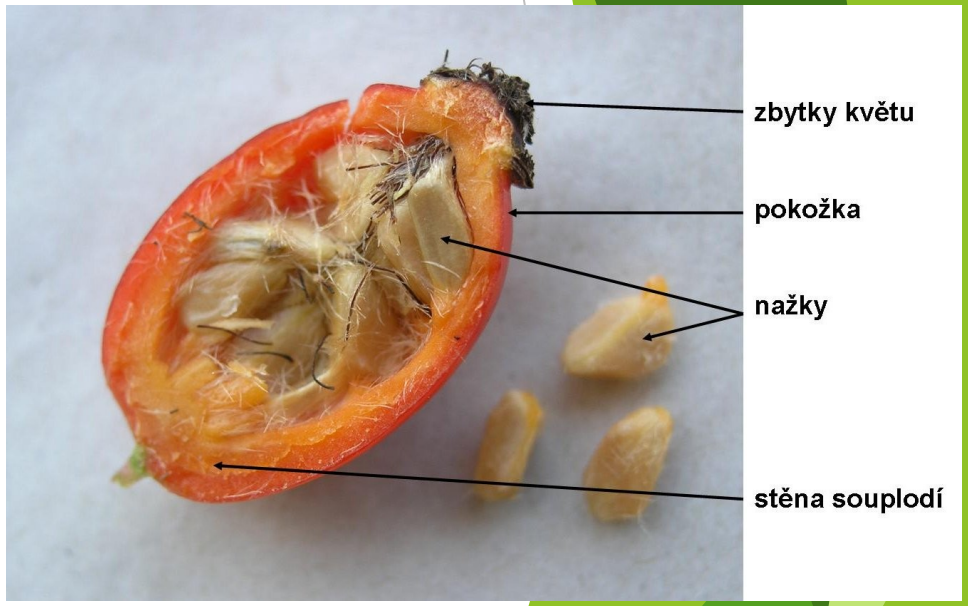
Apokarpické plody mohou být jednotlivé (lusk) nebo tvořit souplodí (concarpium)

V souplodí jsou pestíky apokarpického gynecea spojeny s květním lůžkem. Gyneceum může být ponořeno v receptakulu (malvice, šípek).



Šípek - souplodí nažek růže šípkové (*Rosa canina*)



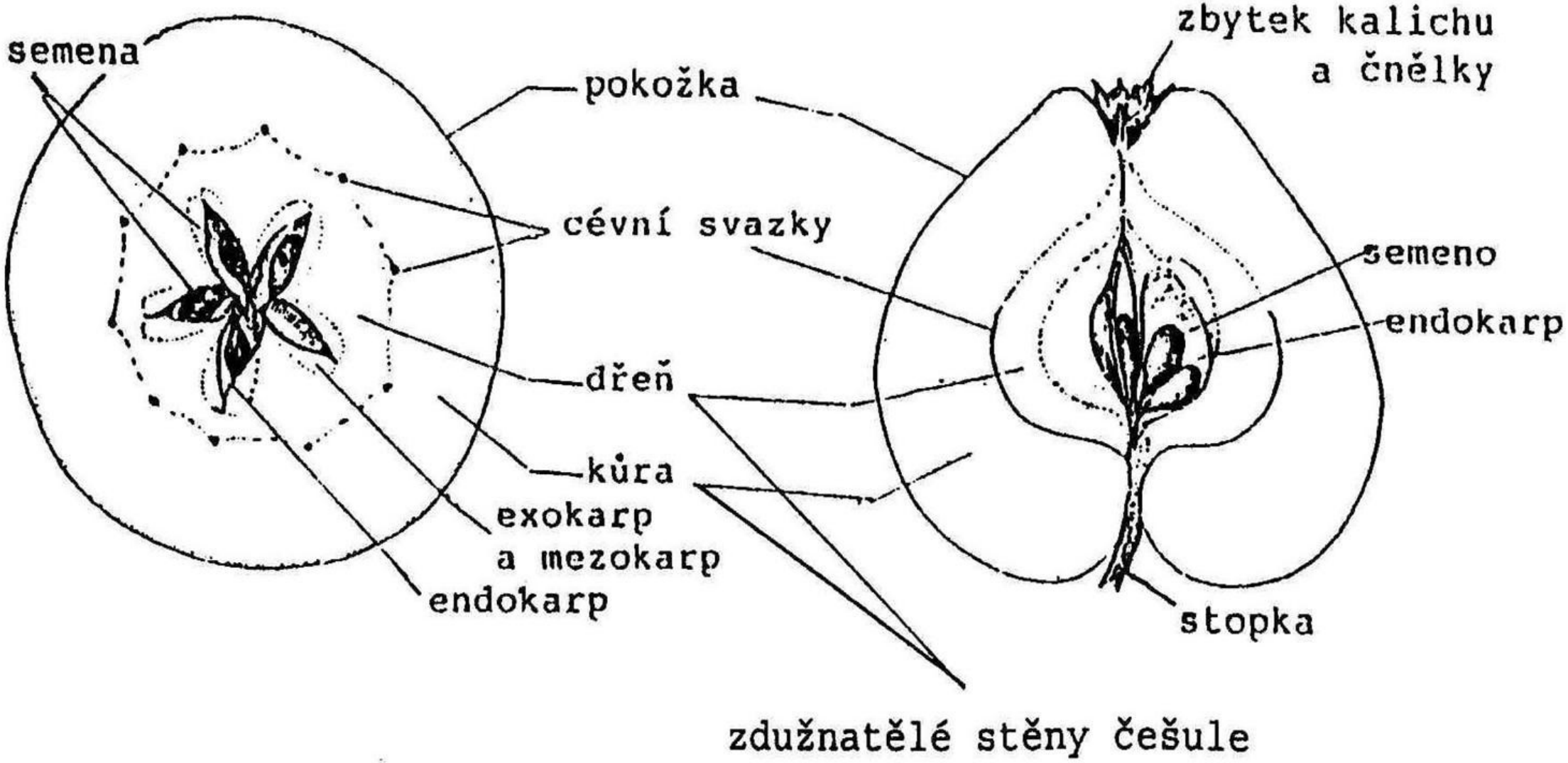


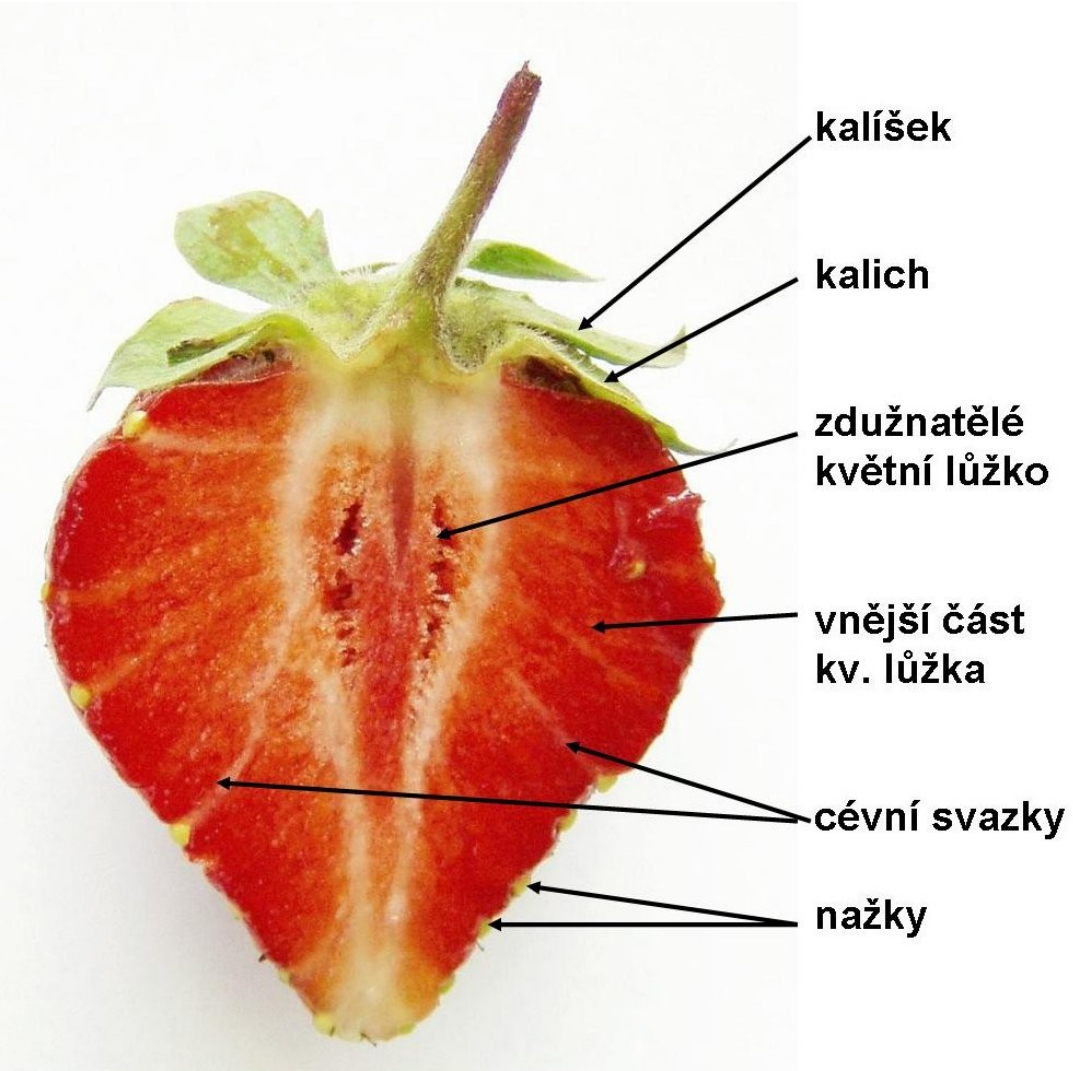
Češule (*hypanthium*, *receptakulum*) je miskovitě rozšířené květní lůžko, často srostlé s dolními částmi květních obalů a tyčinek.

Mezi nažkami jsou protáhlé sklereidy

Malvice, šípek, jahoda – nepravé plody

Příčný a podélný řez malvicí jabloně domácí (*Malus domestica*)





Malina, ostružina – souplodí peckoviček

Plody cenokarpní

- bobule (bacca) – okurka, rajče, meloun, rybíz, tomel, kakao, pepř, (hesperidium – *Citrus*)
- peckovice (drupa) – *Sambucus, Juglans, Olea, Cocos, Lodoicea*
- oříšek (nux) – *Corylus, Tilia, Trapa*
- nažka (achenium) – *Helianthus, Ulmus, Betula, Quercus, Carex*
- obilka (caryopsis) – *Poaceae*
- tobolka (capsula) – otvírání tobolky:
  - přehrádkosečná (šev) – *Hypericum, Digitalis, Nicotiana*
  - pouzdrosečná (žilka) – *Viola, Tulipa*
  - víčko – *Anagalis,* Hyoscyomus, Plantago
  - díry – *Papaver, Antirrhinum*
- šešule (siliqua), šešulka (silicula)

plody cenokarpní nepukavé

suché jednosemenné

dužnaté

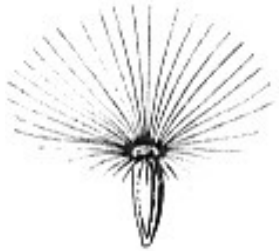
nažka

oříšek

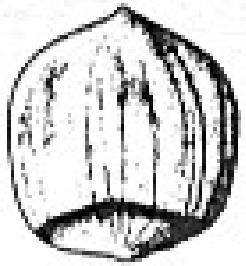
obilka

bobule

peckovice



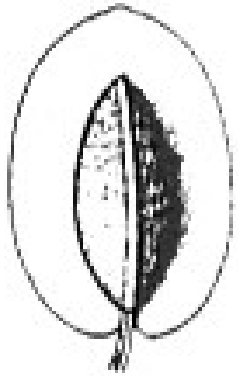
(*Carduus*)



(*Corylus*)

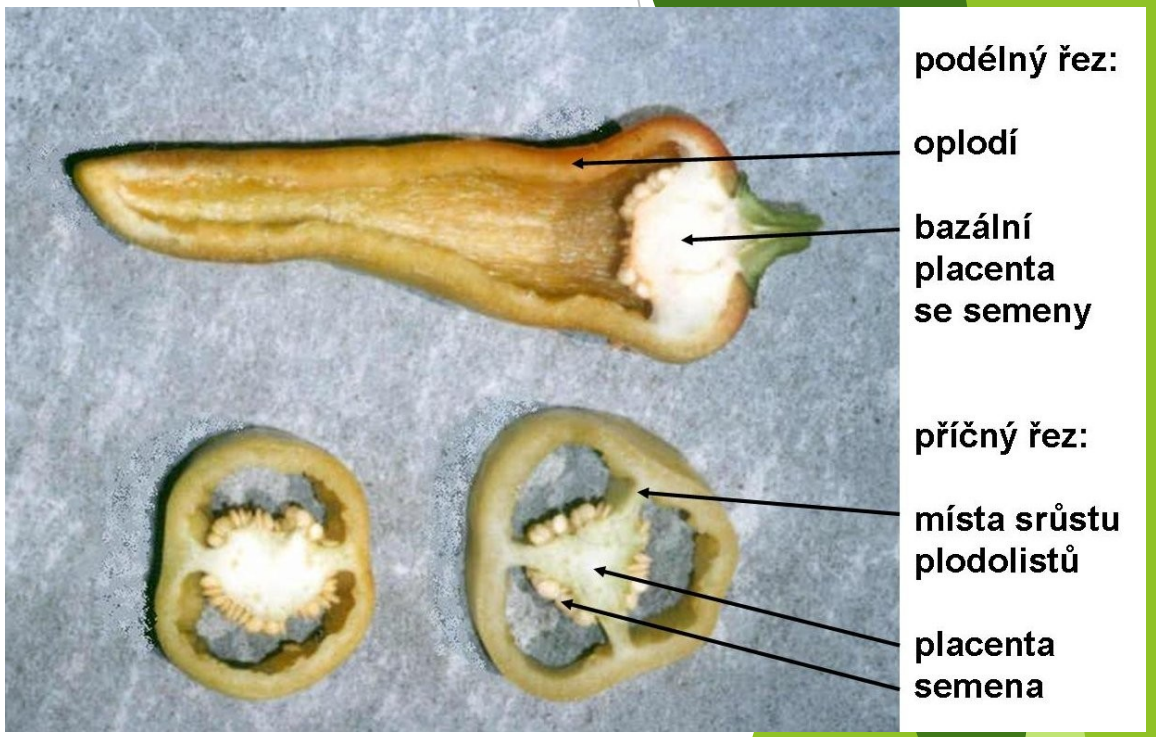
(*Triticum*)

(*Atropa*)

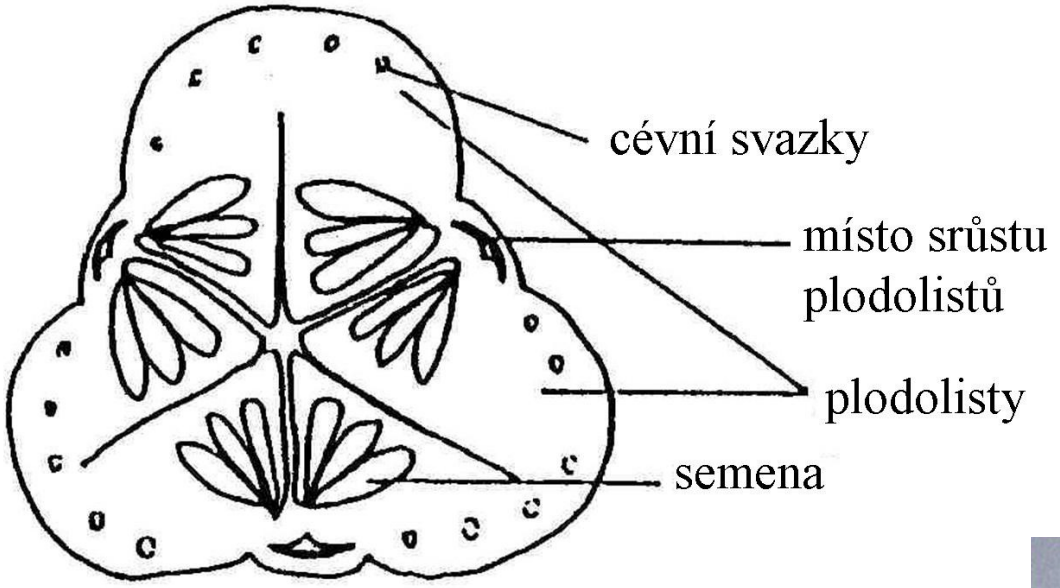


(*Olea*)

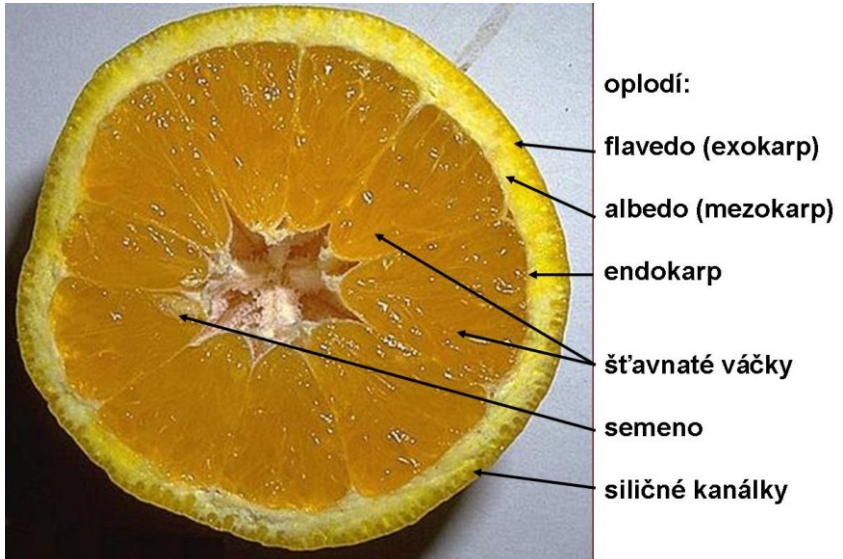
Paprika



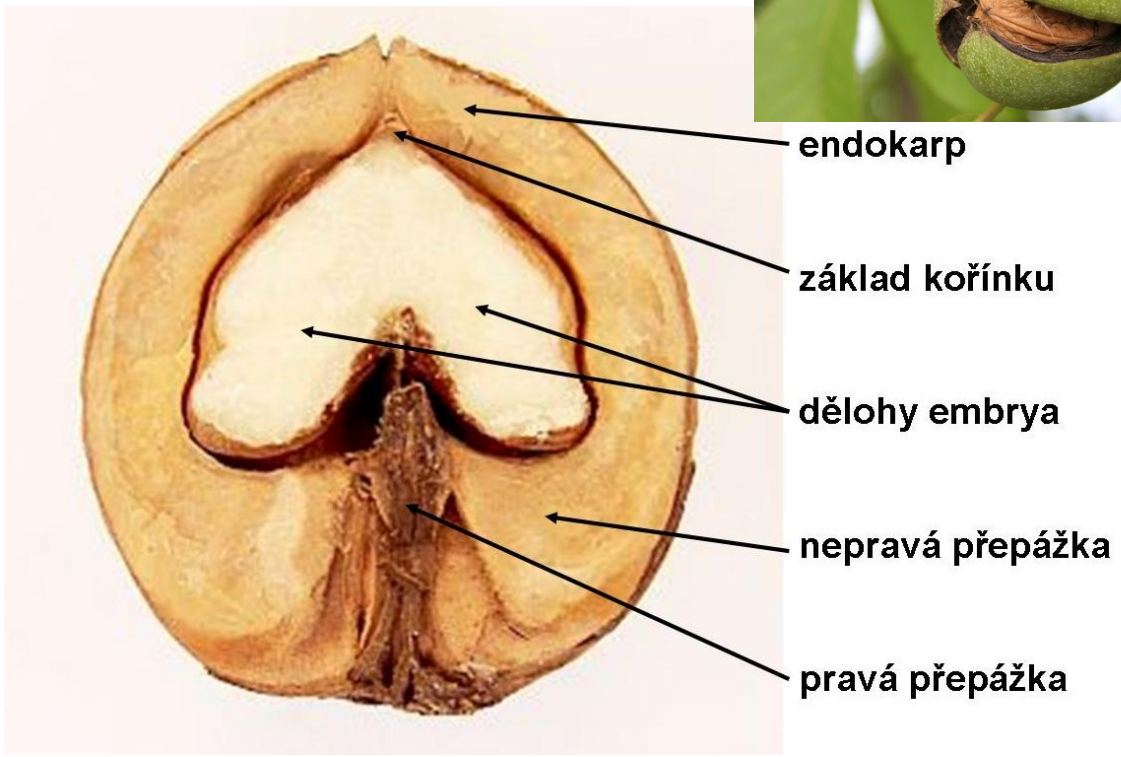
Příčný řez bobulí okurky seté (*Cucumis sativus*)



Hesperidium (Citrus)

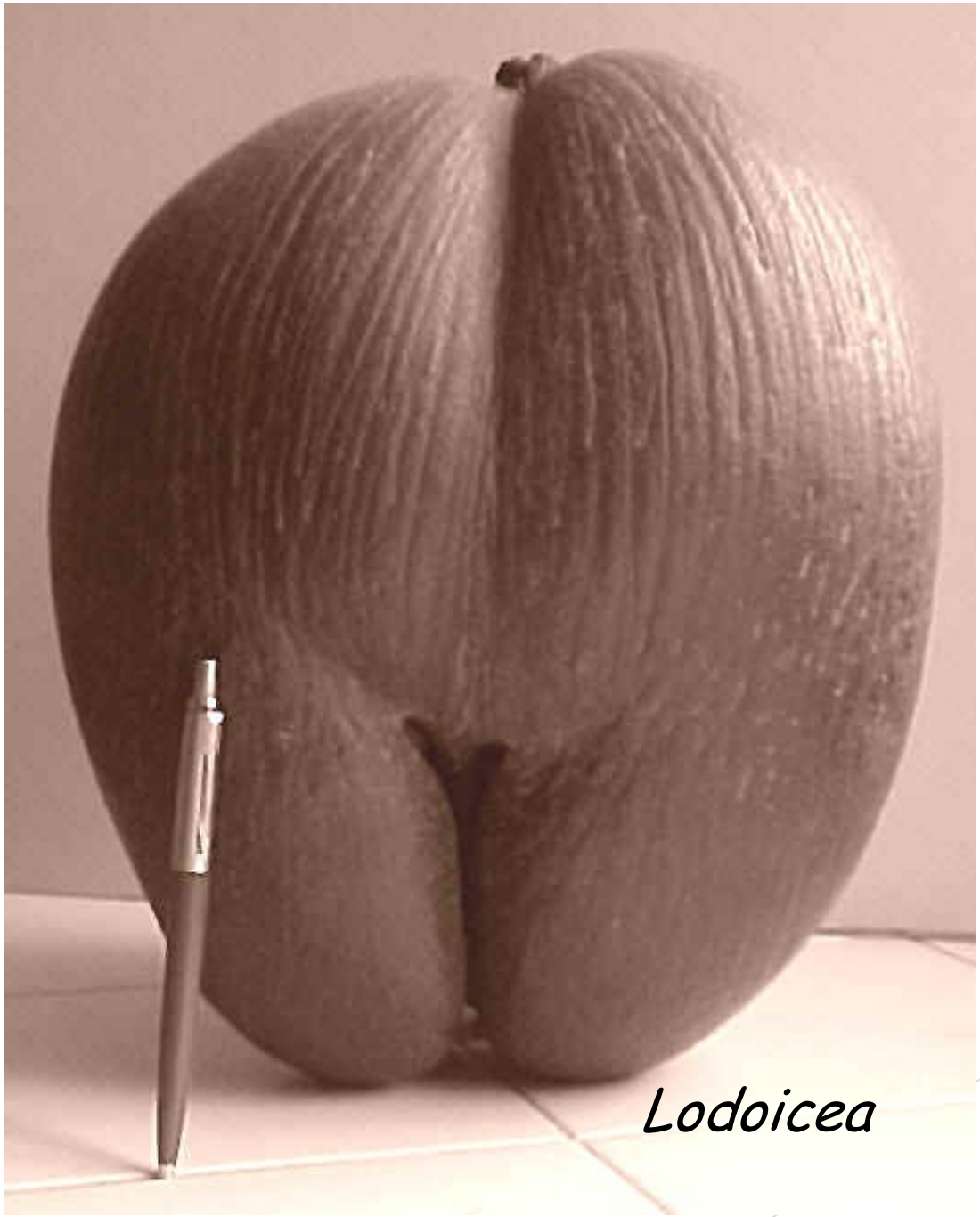


Ořešák



Kokos

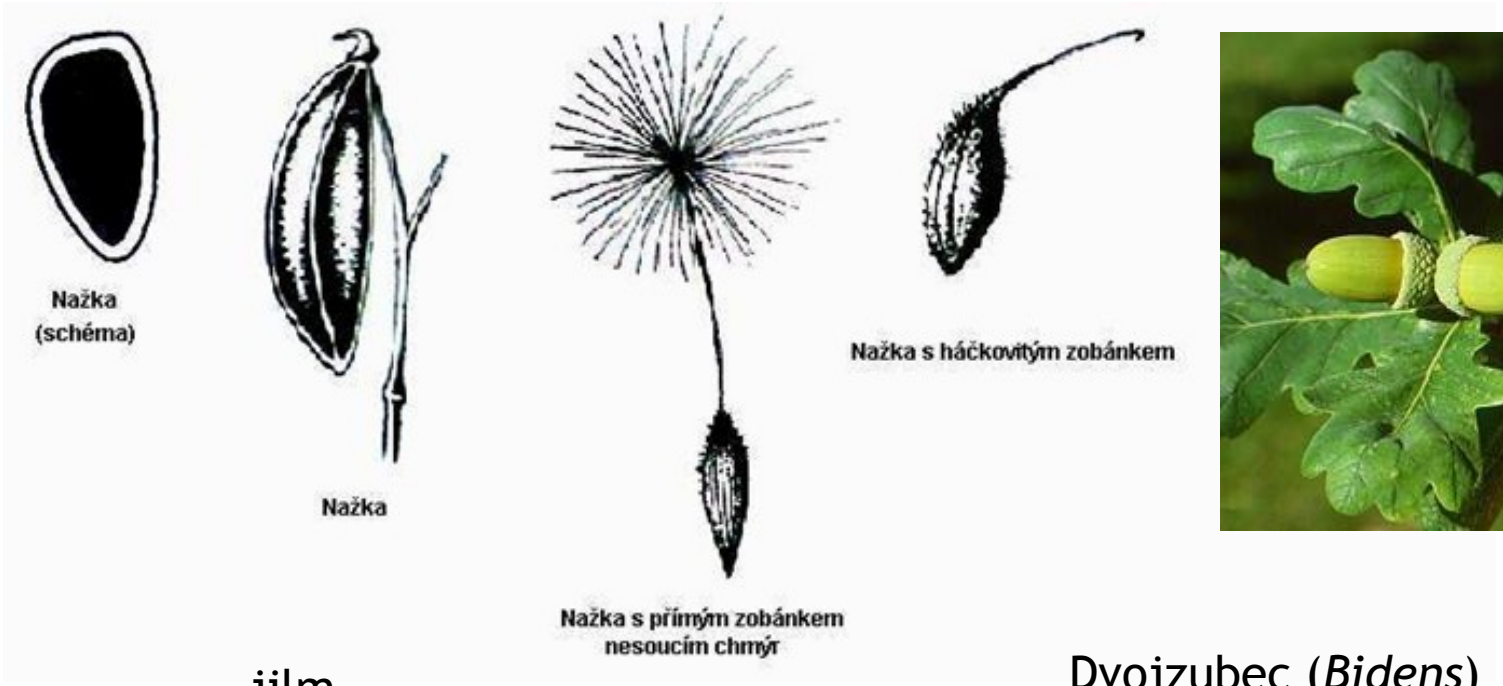
Oliva


Lodoicea

Oříšek
(schéma)

Oříšek lísky

Oříšek habru

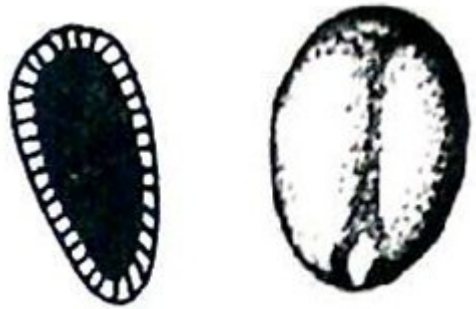


jilm

Dvojzubec (*Bidens*)

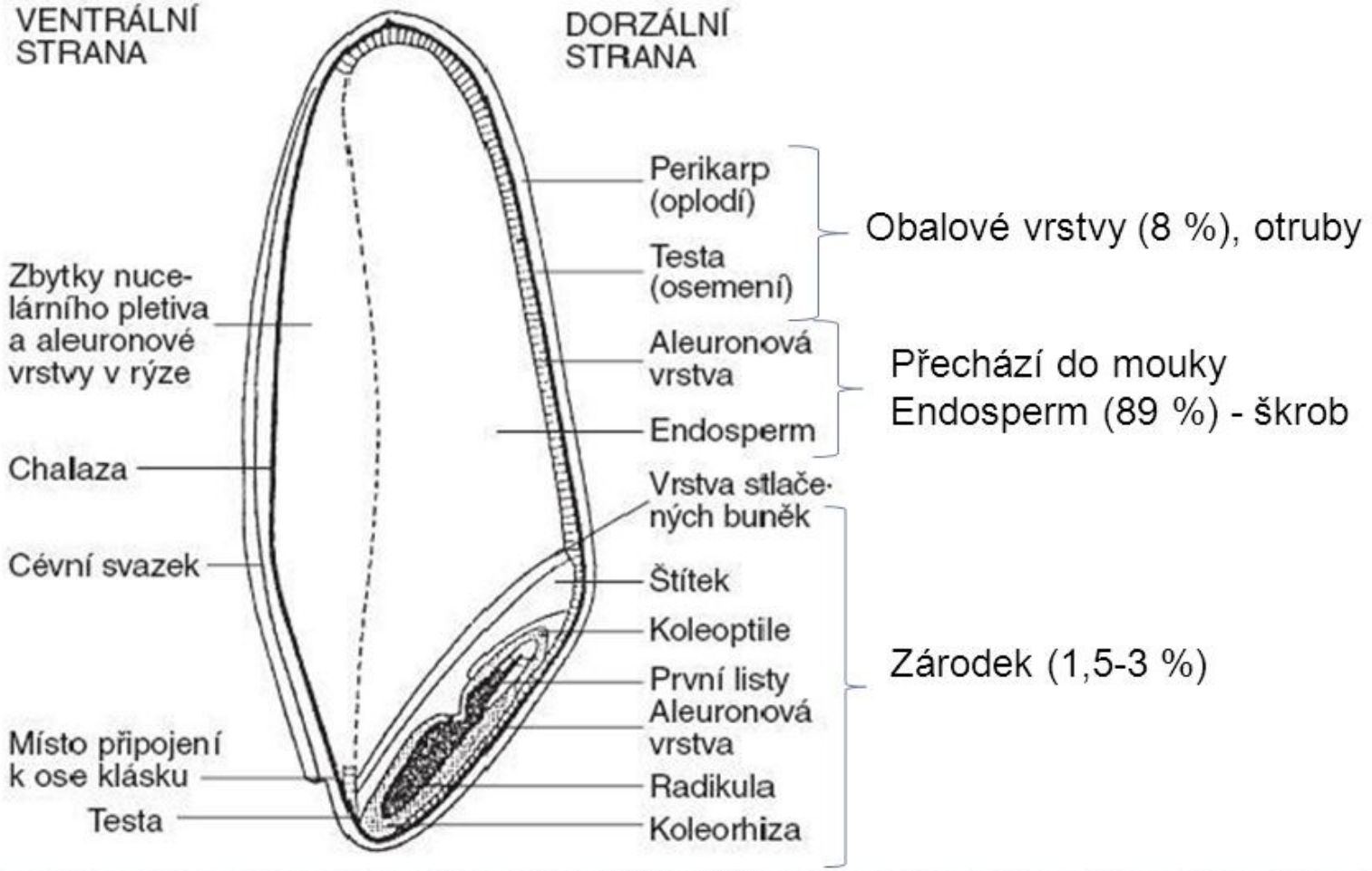
Ostřice (*Carex*)

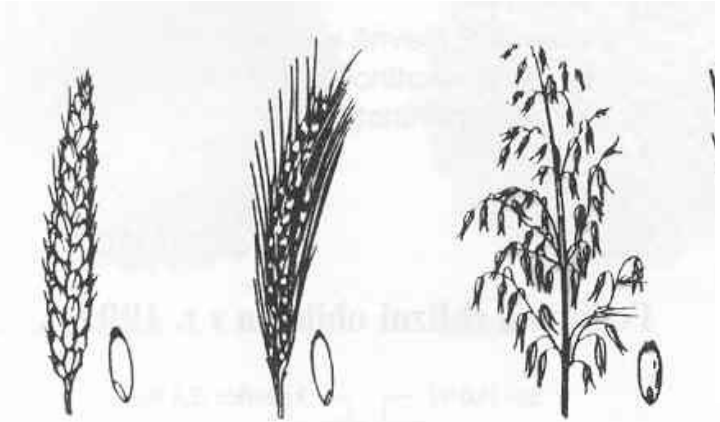
Obilka – příčný řez



Obilka

Obilka pšenice





pšenice

žito

oves

ječmen

rýže

kukuřice

proso

Plody cenokarpní

nepukavé

pukavé

rozpadavé

tobolky (syn-, para-, lyzikarpní)
otvírají se

děrami

chlopněmi

obřízně
- **víčkem**

(*Papaver*)

suché

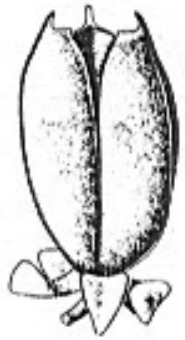
dužnaté

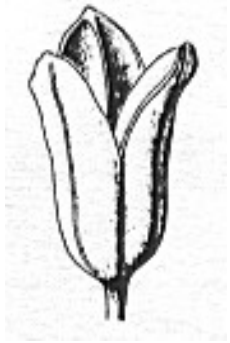
(*Anagallis*)

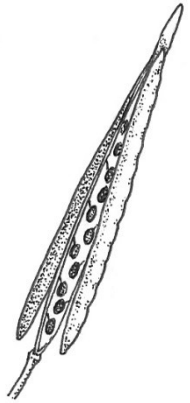
septicitní

lokulicidně
septifrágní

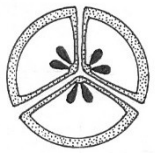
šešule





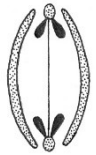


(*Impatiens*)



(*Veratrum*)

(*Iris*)



(*Brassica*)

(Euonymus)

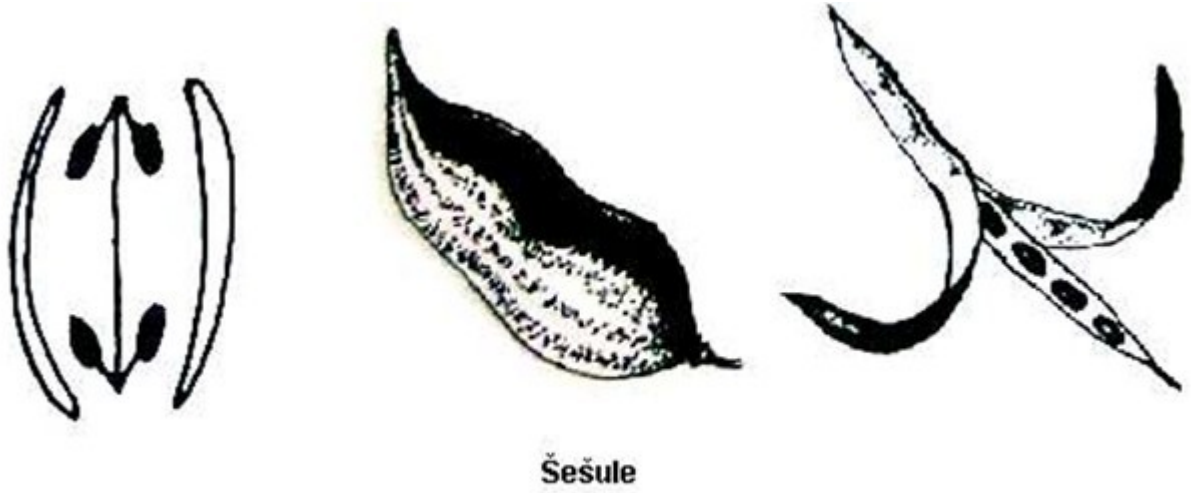
Tobolka
(schéma)

Tobolka šeříku

Tobolka brslenu

Víčkatá tobolka se
zbytkem kalichu

Tobolka máku



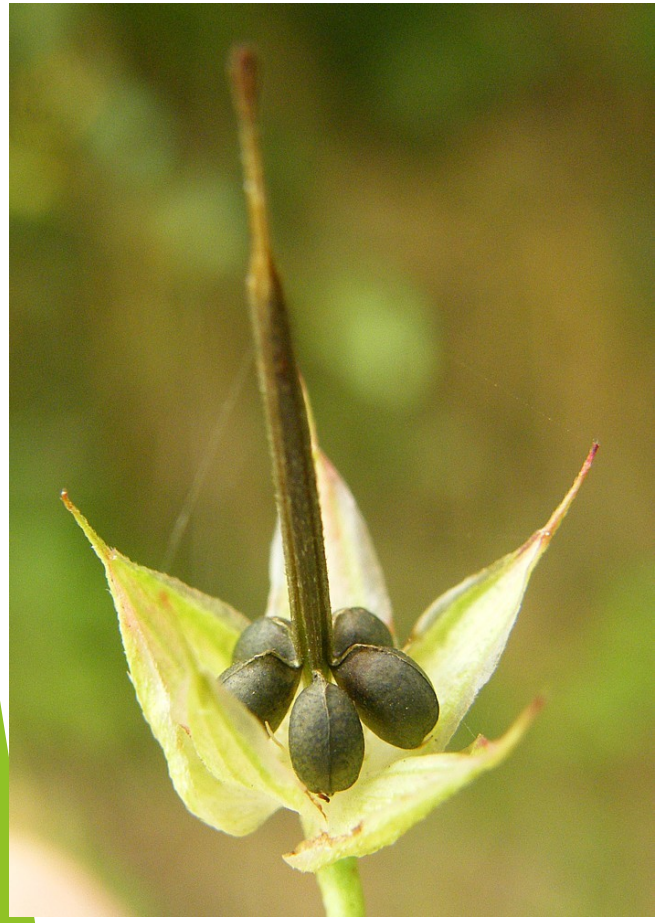
Šešule

Šešulka

Plody cenokarpní - rozpadavé

- plody poltivé (schizokarpia) ve zralosti se rozpadají na díly odpovídající plodolistům
  - zobanitý plod (elaterinum) – *Geranium*
  - diskový plod - *Malva, Tropaeolum*
  - dvojnažka (diachenium) – *Apiaceae, Galium, Acer*
- plody lámavé – rozlamující se na díly neodpovídající plodolistům
  - struk (lomentum) – *Raphanus*, čičorka (Coronilla), jerlín (*Sophora*)
  - tvrdka (nucula) – *Boraginaceae, Lamiaceae*

Geranium



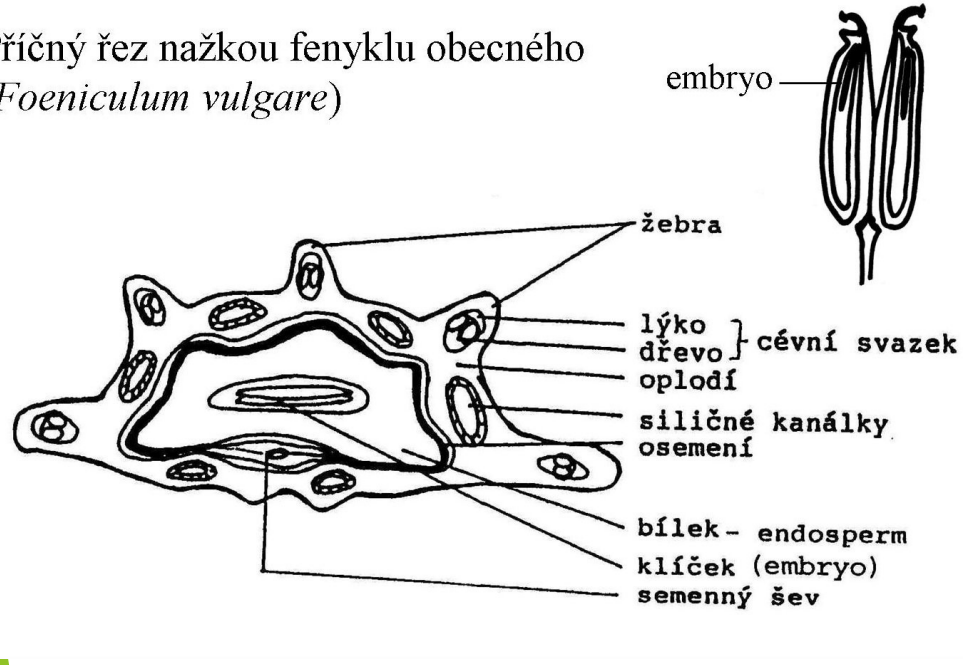
Malva

Dvounažka
(schéma)

Dvounažka kmínu

Dvounažka svízele

Příčný řez nažkou fenyklu obecného
(*Foeniculum vulgare*)



javor

Ohnice (*Raphanus*)

Tvrdka
(schéma)

Osténkaté tvrdky

Tvrdka hluchavky

Zvláštním případem plodů jsou např. dužnatý nepukavý lusk rohovníku (svatojánský chléb) (*Ceratonia siliqua*),

dvousemenný nepukavý lusk podzemnice olejné (*Arachis hypogaea*)

Plodenství (fructus congregatus)

Soubor plodů vzniklý z květů celého květenství

Arctium lappa

bukvice

Ananas

Ficus carica

plodenství
nažek uloženo uvnitř zdužnatělého hruškovitého útvaru stonkového původu (fík, sykonium)

Otázky a úkoly

- Jaký je rozdíl mezi apokarpickým a cenokarpickým plodem? Uveďte příklad pro oba typy a vysvětlete na nich rozdíly.
- Vyjmenujte několik příkladů dužnatých plodů a vysvětlete na příkladu, čím je tvořen nepravý plod.
- Vyjmenujte několik příkladů suchých plodů a popište, jestli jsou pukavé, nepukavé nebo lámavé.
- Jaký je rozdíl mezi nažkou a oříškem?
- Popište vrstvy oplodí peckovice.
- Popište obilku.

Rozšiřování plodů a semen

(generativních diaspor):

- **autochorie** (ukladači, poutníci, vrhači, zavrtávači, geokarpické rostliny)
- **zooochorie** - epizoochorie
  - endozoochorie (např. ornitochorie)
  - synzoochorie (elaiosomy – dužnaté přívěsky)
    - myrmekochorie
  - antropochorie (záměrná i nezáměrná)

- **anemochorie**
- **hydrochorie**

- více způsoby podle konkrétních podmínek – **polychorie**
- různé typy semen a plodů určené k odlišným způsobům rozšiřování – **heterokarpie**, „**heterosporie**" (*Calendula*, měsíček; *Spergularia salina*, kuřinka solná)

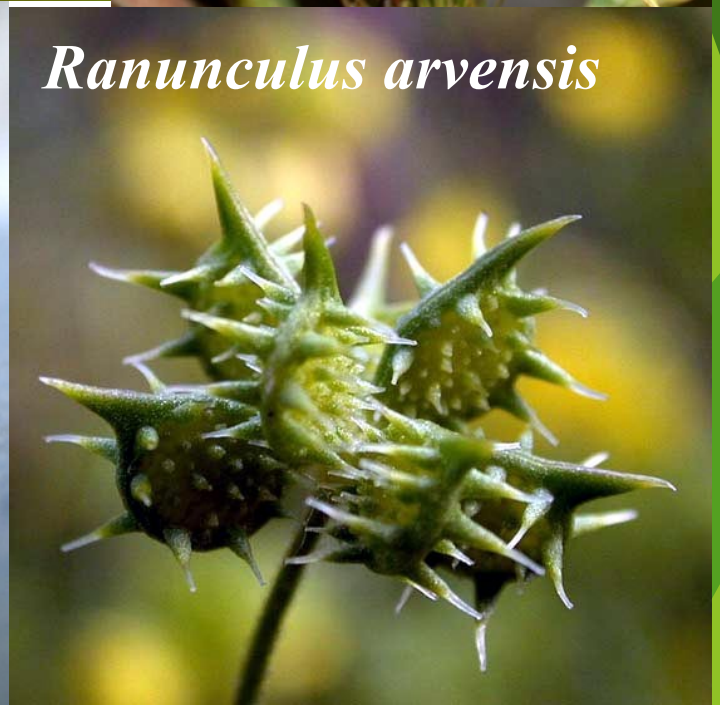
Epizoochorie

Circaea lutetiana

Myosotis arvensis

Geum urbanum

Arctium lappa



Ranunculus arvensis

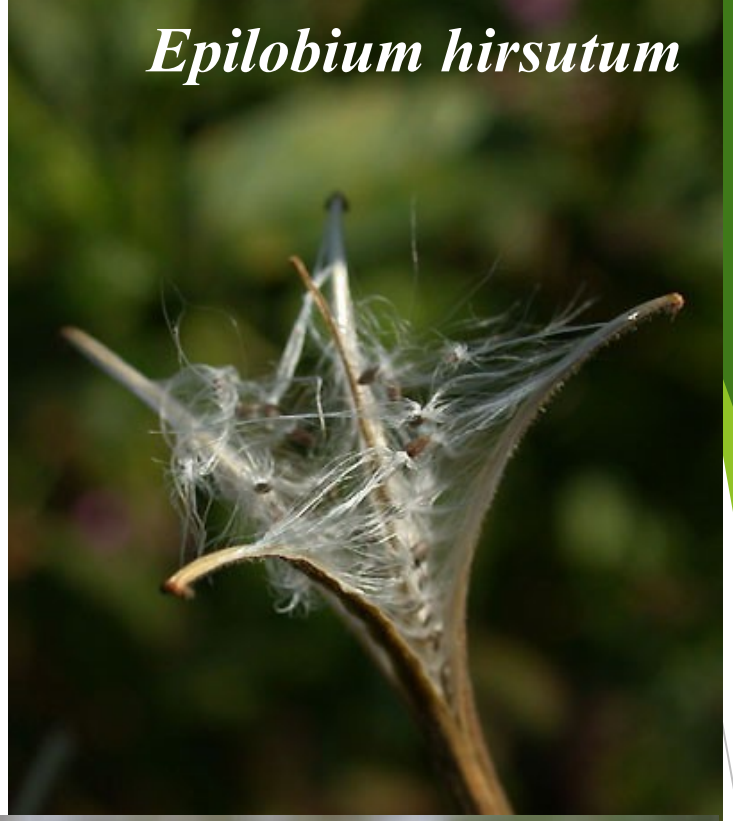
Anemochorie

- letci
- běžci
- balisté

Experimentálně zjištěná **vzdálenost** přenosu některých diaspor v **km**

Lycopodium sp.	330
Taraxaxum sp.	10,2
Hieracium sp.	2,5
Betula pendula	1,6
Pinus sylvestris	0,15
Acer platanoides	0,09

Anemochorie



Katrán tatranský
(Crambe tatarica)

„Stepní běžci“

Hydrochorie

– **dešťovými kapkami** = **ombrochorie** (*Thlaspi*, *Prunella*, *Salvia*)

hydrochastické tobolky (*Aizoaceae*, "kvetoucí kameny") – plody se otvírají pouze za deště a zároveň jsou semena vyplavena vodou

-**vodou** – **nautochorie**

Nymphaea - vzdušné vaky na semenech

Carex - mošničky

Cocos - speciální plovací pletiva

- **baryhydrochorie** - *Impatiens*... (těžká semena válena vodním proudem po dně)

Otázky a úkoly

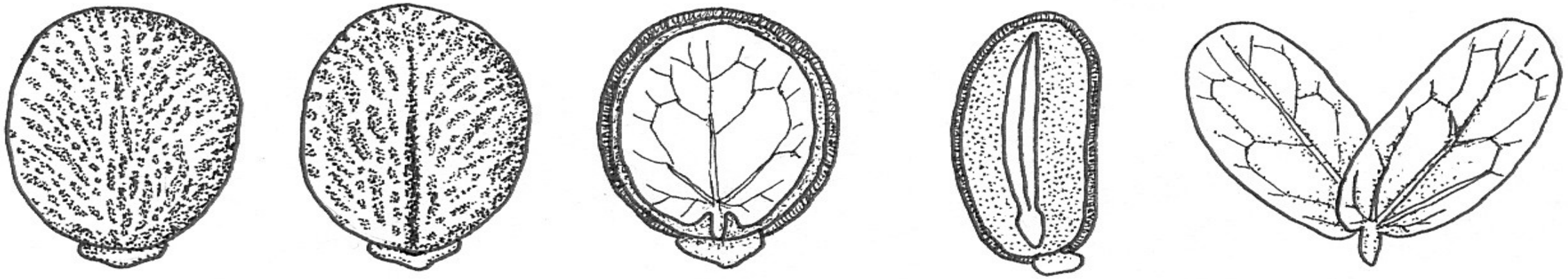
- Jaké jsou hlavní znaky semen, které jsou rozšiřovány anemochoricky?
- Jaké jsou typické znaky semen, které jsou rozšiřovány zoochoricky? Uveď několik typů zoochorie.
- Popiš alespoň jeden způsob hydrochorického rozšiřování semen.
- Popiš několik autochorických způsobů rozšiřování semen.

Semeno

- **mnohobuněčné embryo** se založenými meristematickými pletivy pro stonek a kořeny
- **osemení** pro zabránění vysychání a jako mechanickou ochranu
- tuky pro **zásobu energie** a na ochranu proti hnilobě
- **škrob** v endospermu nebo dělohách a hypokotylu, který po rozštěpení poskytuje energii nutnou pro rychlý příjem vody při klíčení

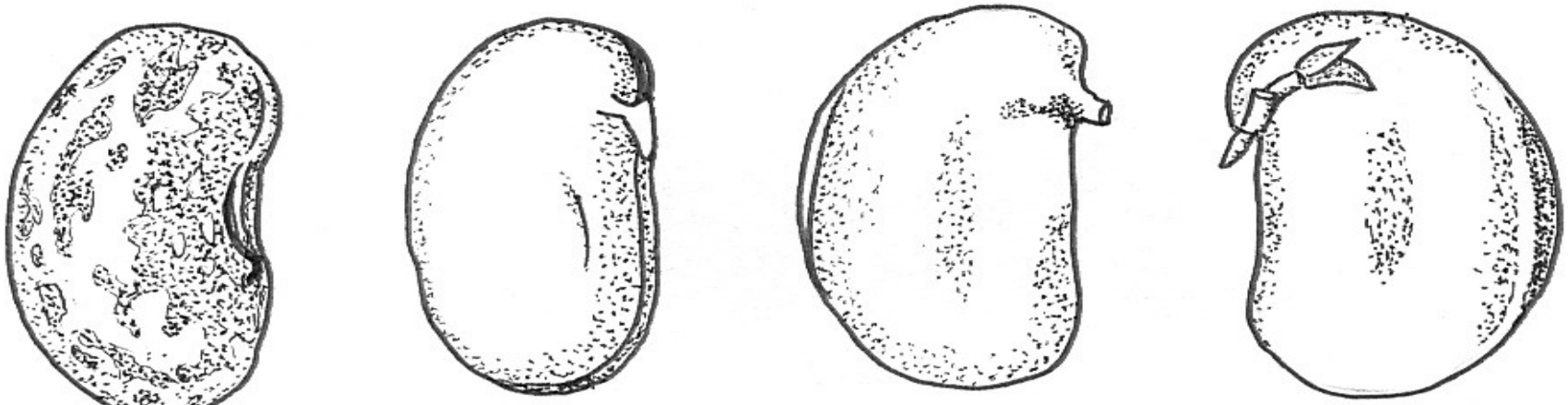
různé efektivní evoluční adaptace umožňují embryím přežít nepříznivé podmínky počasí

semeno s endospermem v době zralosti



Ricinus

semeno bez endospermu v době zralosti



Phaseolus

Příklad semene krytosemenných rostlin s endospermem v době zralosti embrya

bílečnaté semeno

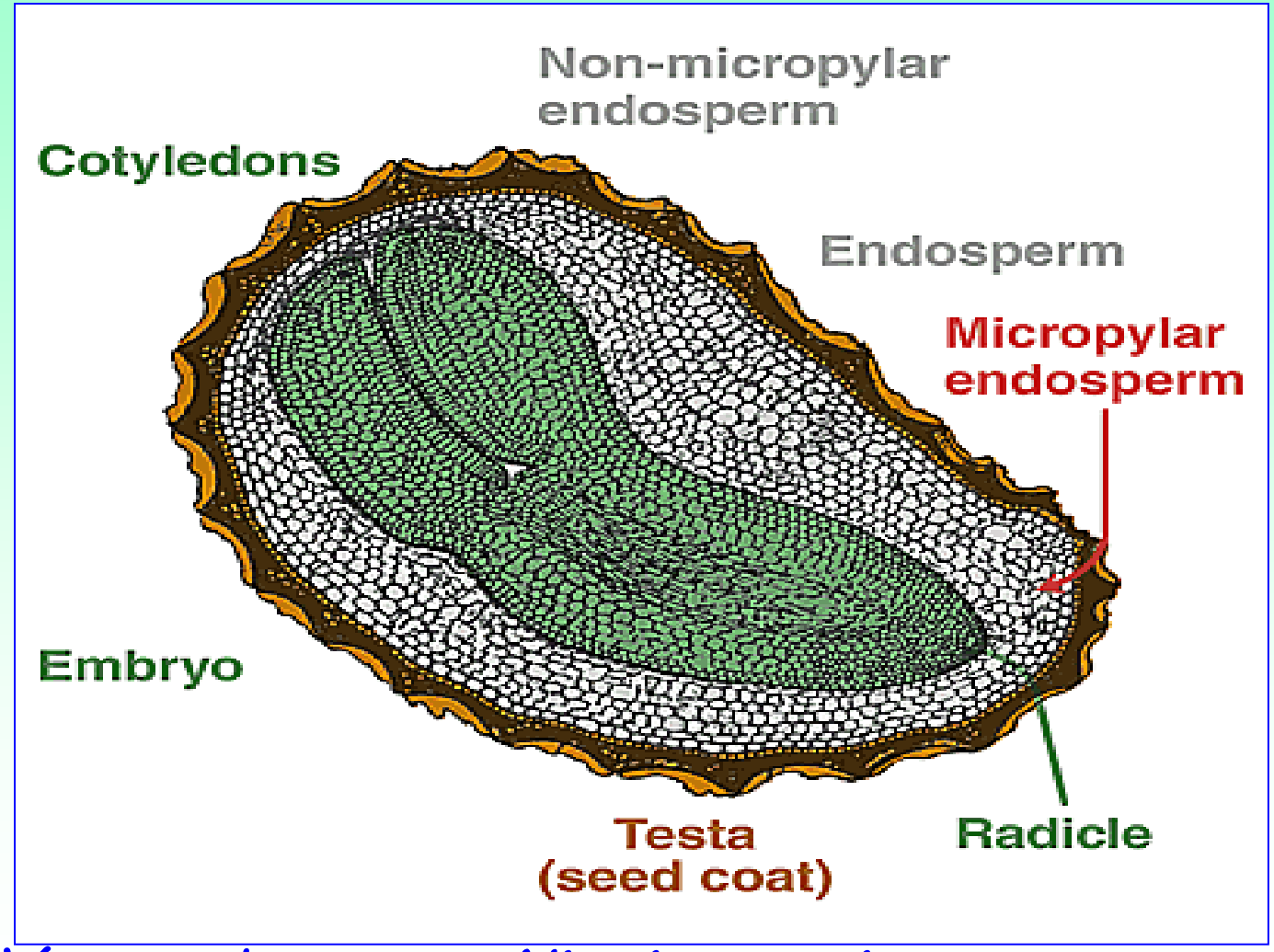
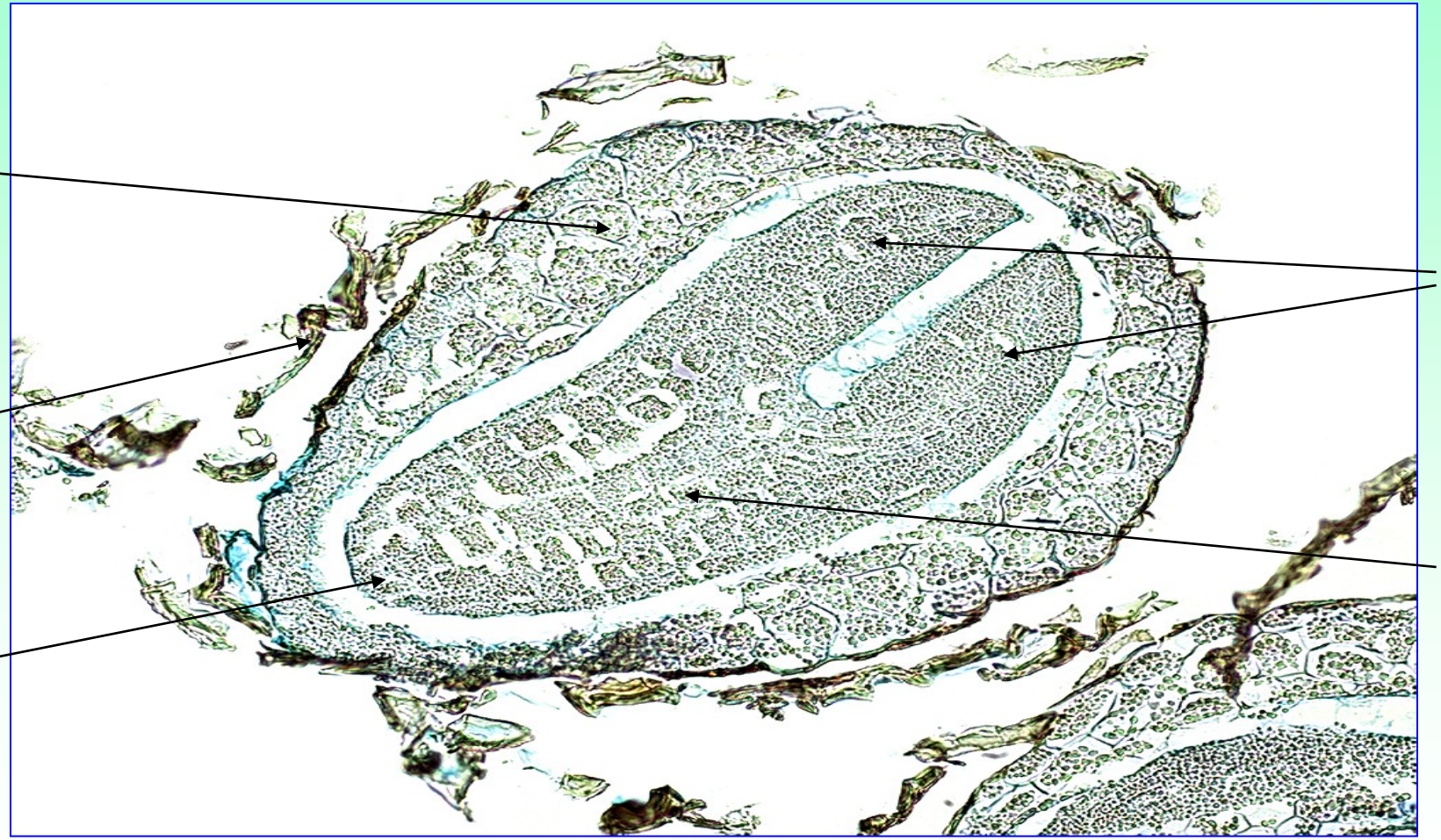


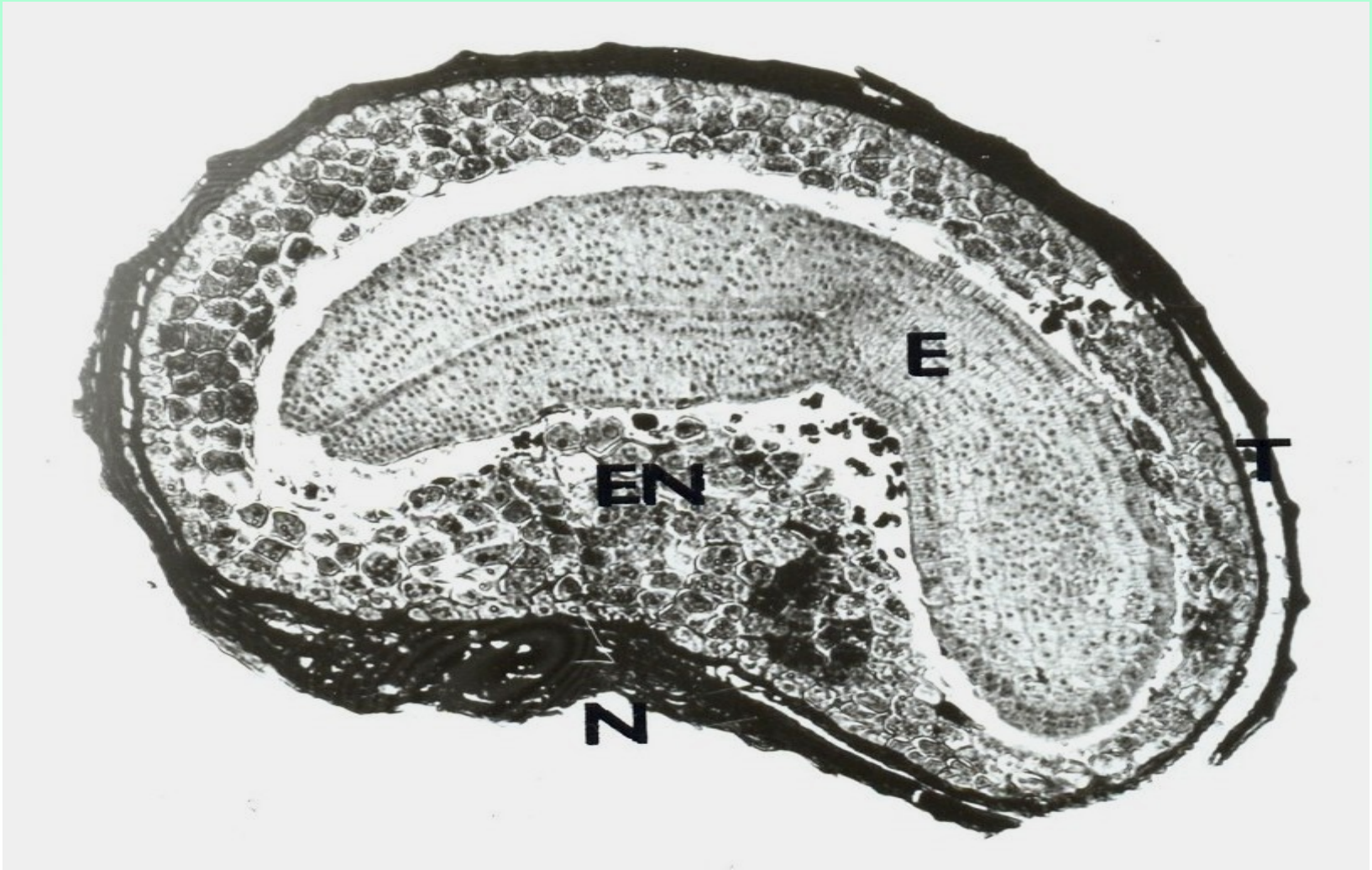
Schéma stavby semene *Nicotiana rustica*

Nicotiana tabacum L.- embryo v semeni

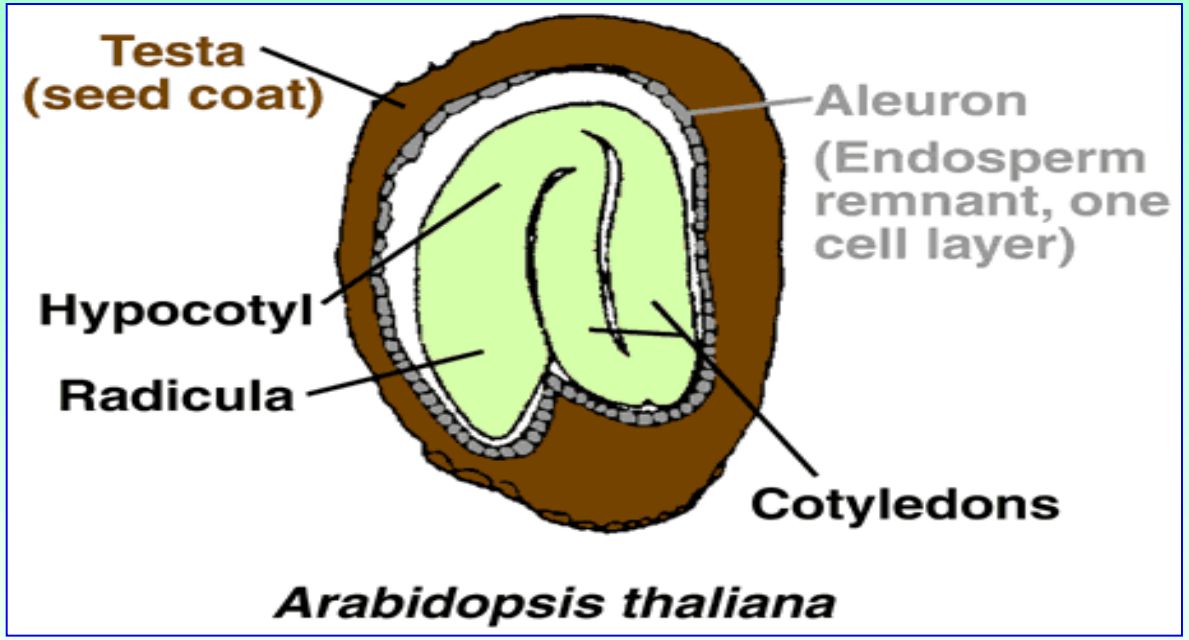


Příklad semene s endospermem v době zralosti embrya

Papaver somniferum L.



Příklad semene bez endospermu v době zralosti embrya



http://www.lvdayschool.com/whatshappening2/spring/arabidopsis-4.gif

Schéma podélného řezu semenem *Arabidopsis thaliana*

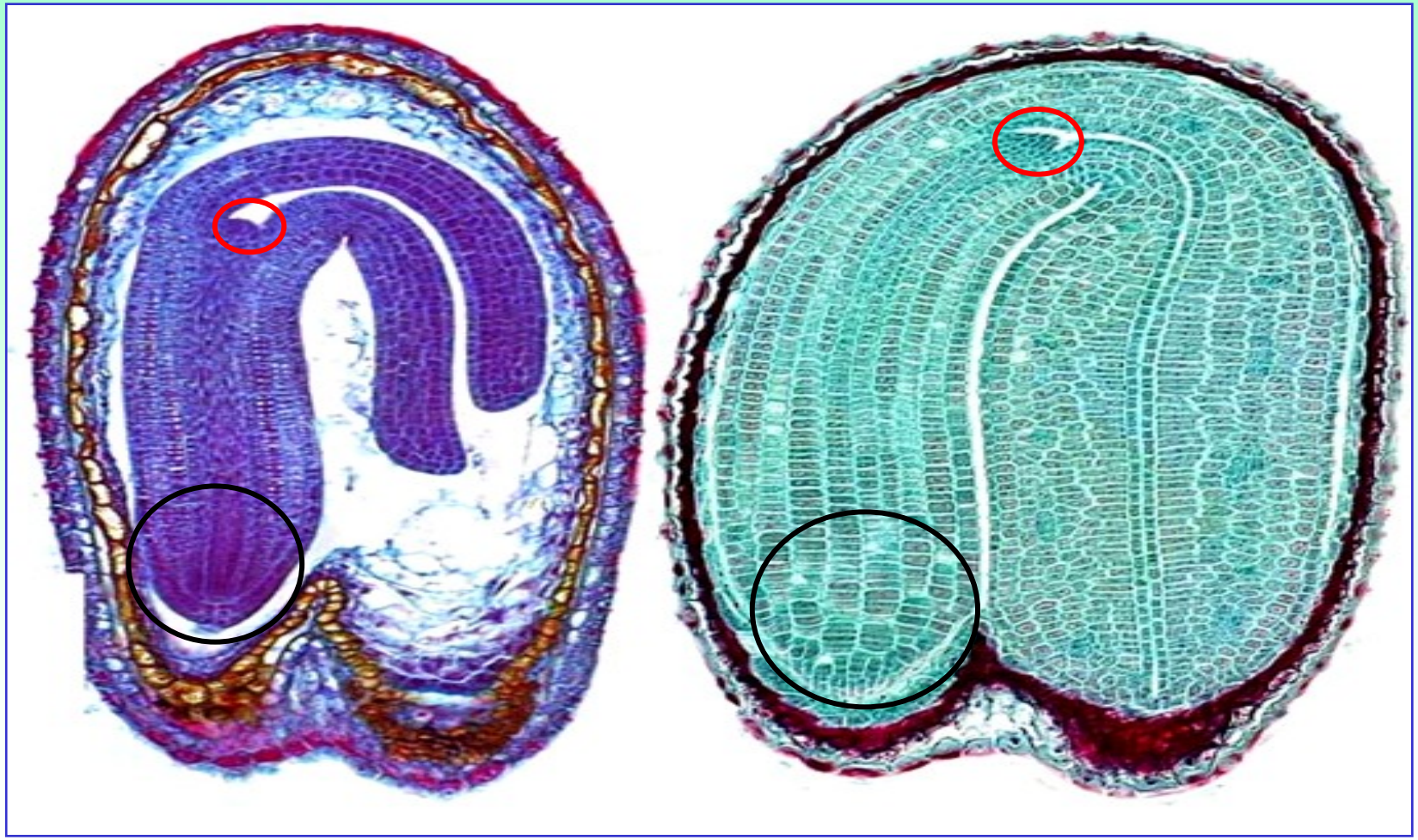
Schéma podélného řezu semenem *Capsella bursa-pastoris*

Primární meristémy – založeny již v embryu

http://botit.botany.wisc.edu

embryonální osa = hypokotyl

RAM



SAM

dělohy

starší torpédovité embryo

zralé embryo

Klíčení semen

- Quiescence (rostliny neklíčí, protože nejsou optimální podmínky)
- Dormance (rostliny neklíčí ani v optimálních podmínkách)

Typy dormance:

-Exogenní dormance

- nepropustnost osemení (fyzikální d.)

-mechanická pevnost testy (mechanická d.) (*skarifikace – odstranění osemení*)

-osemení obsahuje inihibitory klíčení (chemická d.)

-Endogenní dormance

-Fyziologická dormance (období sucha, světla nebo tmy (fotodormance), teplotní rozpětí (termodormance), období vlhka a nízké teploty (tzv. stratifikace)

-Morfologická dormance (dozrávání embrya až po odpadnutí semene z mateř. rost.)

-Složená dormance

Co semena potřebují ke klíčení?

Požadavky pro klíčení

všechna semena potřebují pro klíčení:

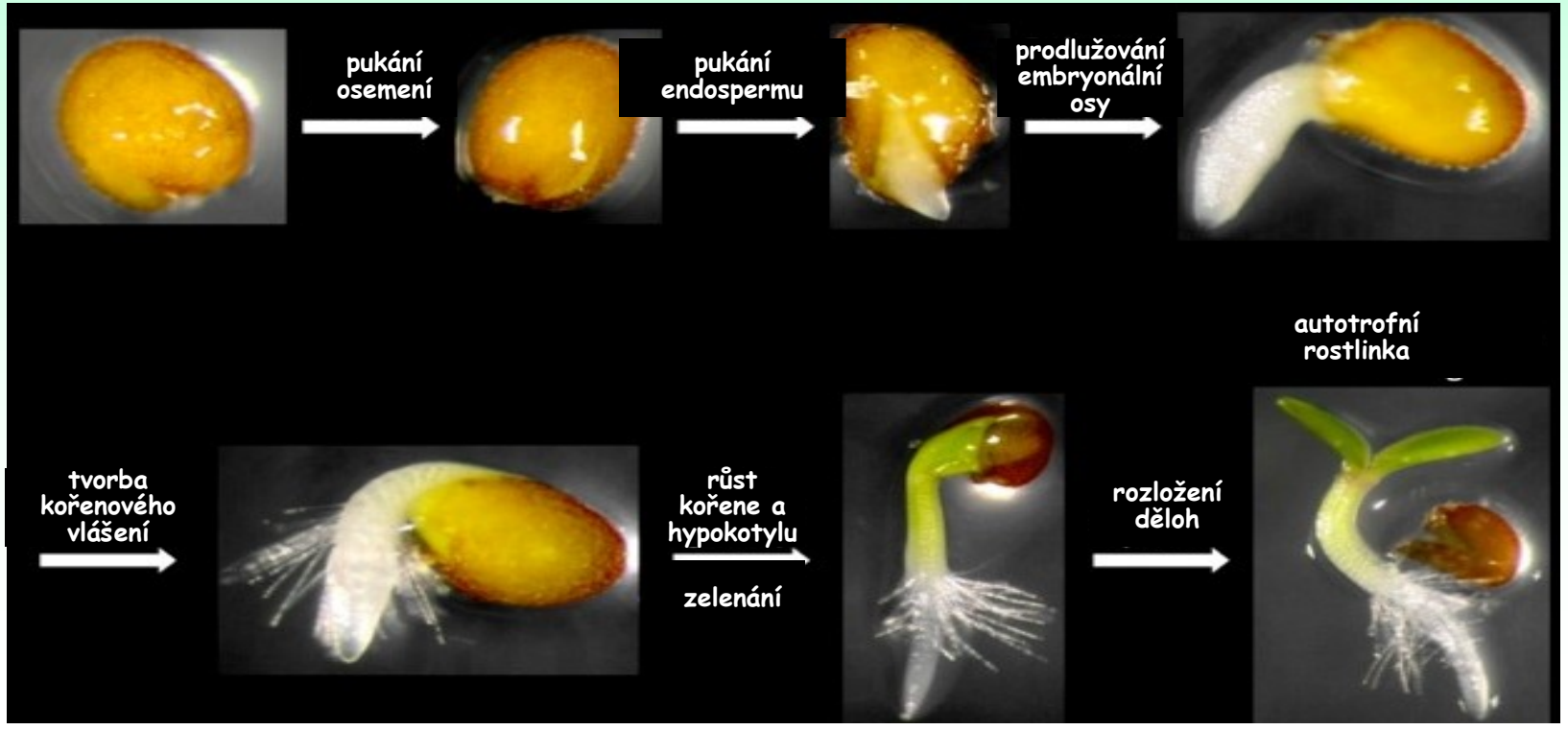
- přiměřenou zásobu vody
- vhodnou teplotu
- přítomnost kyslíku

Speciální požadavky pro klíčení :

- zmrznutí – přispívá k otevření osemení
- horko nebo kouř z ohně
- abrasivní působení písku
- hydrolyzační působení v zažívacím traktu živočichů

Klíční rostlina x semenáček (seedling)

- **kořen** se vždy vyvíjí jako první a roste směrem dolů do půdy
- pak vyrůstá ze semene stonek (hypokotyl) a vynáší nad povrch půdy děložní listy, které hledají světlo
- chloroplasty v buňkách stonku (i hypokotylu) a děložních listů rychle dozrávají - zelenají



stadia klíčení *Arabidopsis*

Klíčení

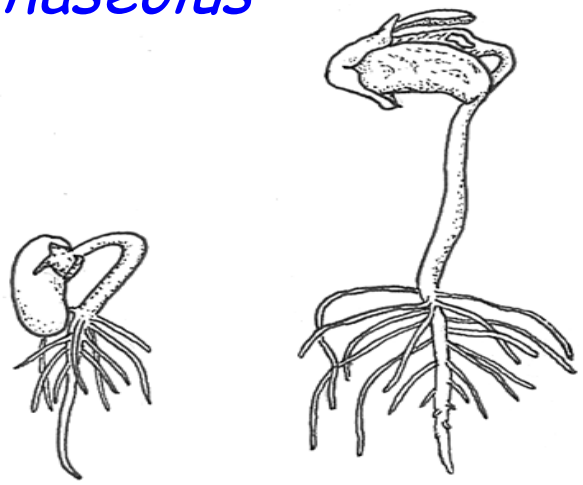
epigeické – dělohy jsou hypokotylem vynášeny nad povrch, zelenají:
jehličnany, tabák, *Arabidopsis, Phaseolus, Helianthus, Allium*

http://www.youtube.com/watch?v=XTZih16DUB4&hd=1
http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=d26AhcKeEbE

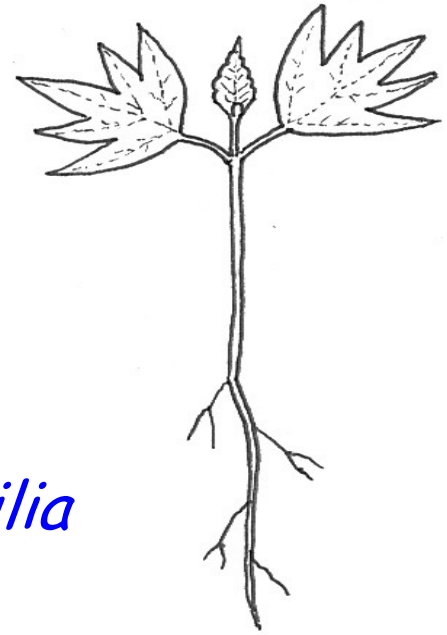
hypogeické - dělohy zůstávají pod povrchem substrátu
Quercus, Pisum, Juglans, Poaceae
http://www.youtube.com/watch?v=iFCdAgeMGOA&feature=related

Viviparní klíčení – např. „mangrovníky" (např. Rhizophora – kořenovníky) – klíčení v plodu na mateř. rost.

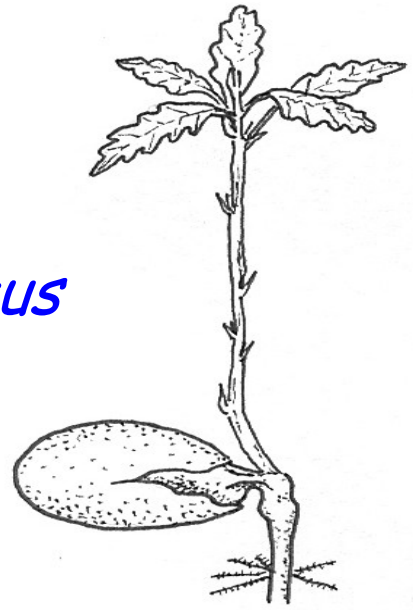
Phaseolus



klíčení epigeické

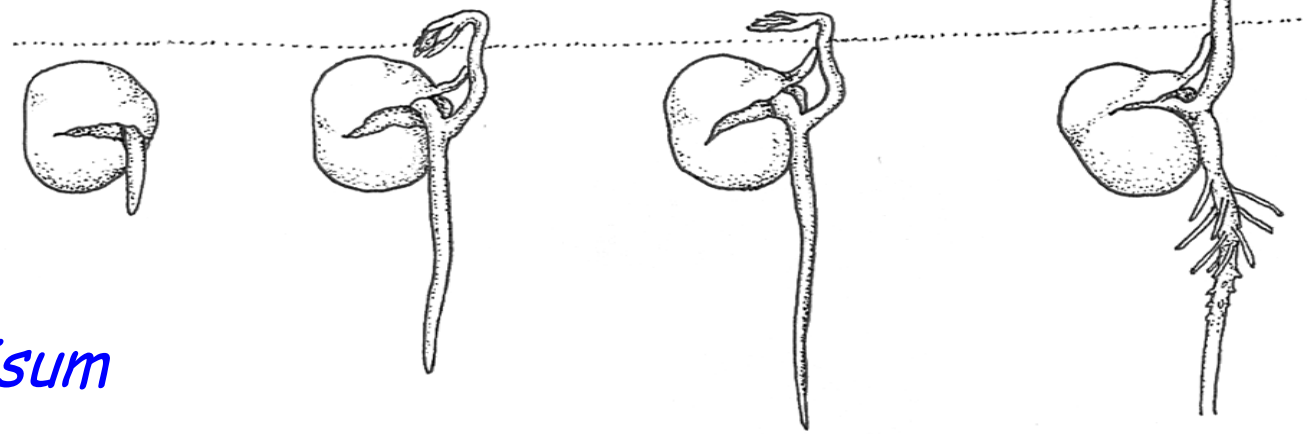


Tilia



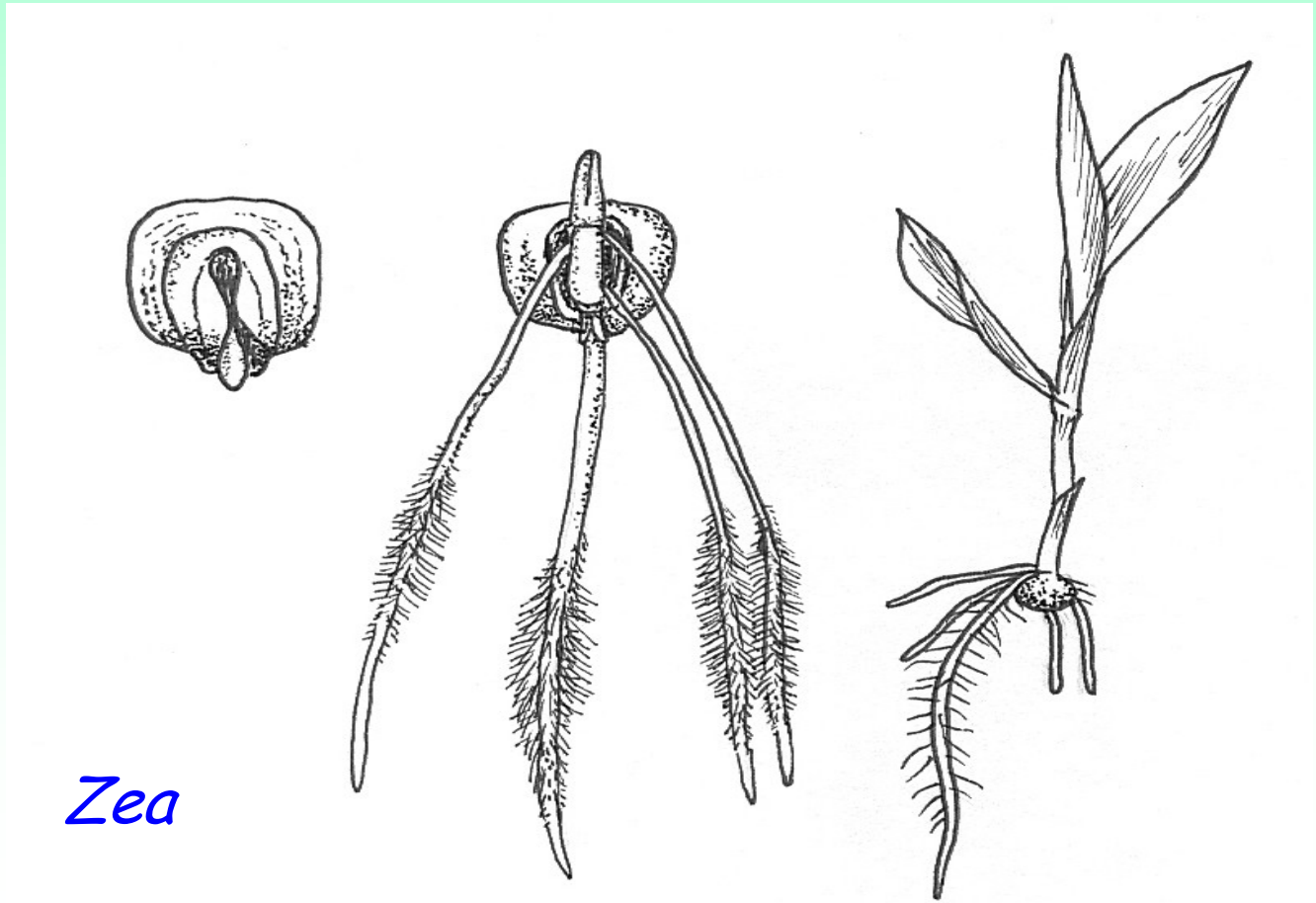
Quercus

klíčení hypogeické

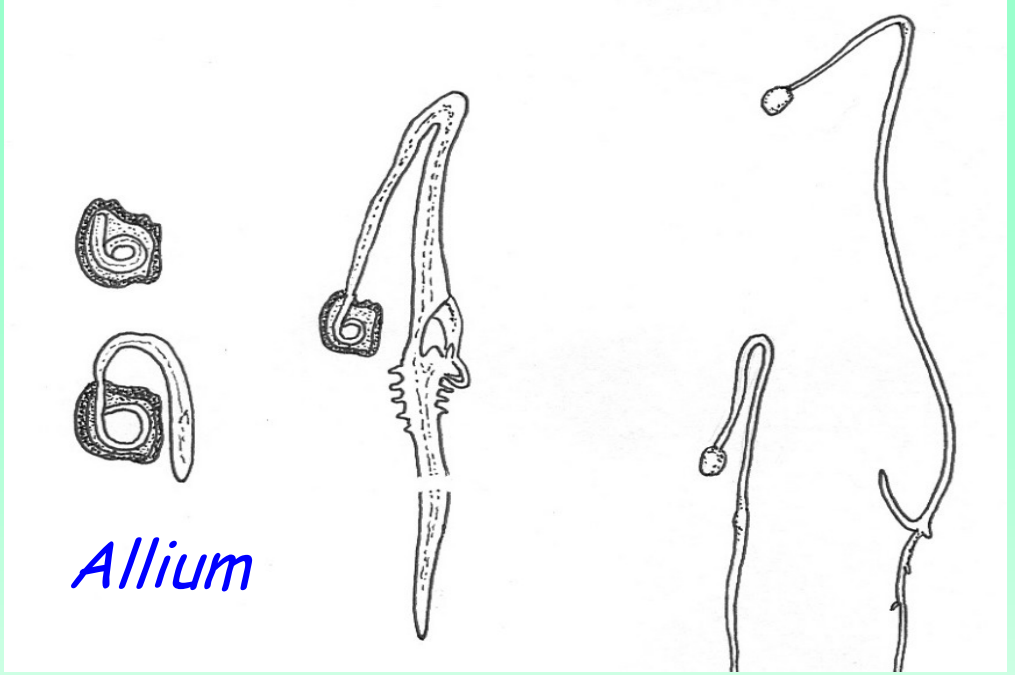


Pisum

klíčení epigeické



Zea



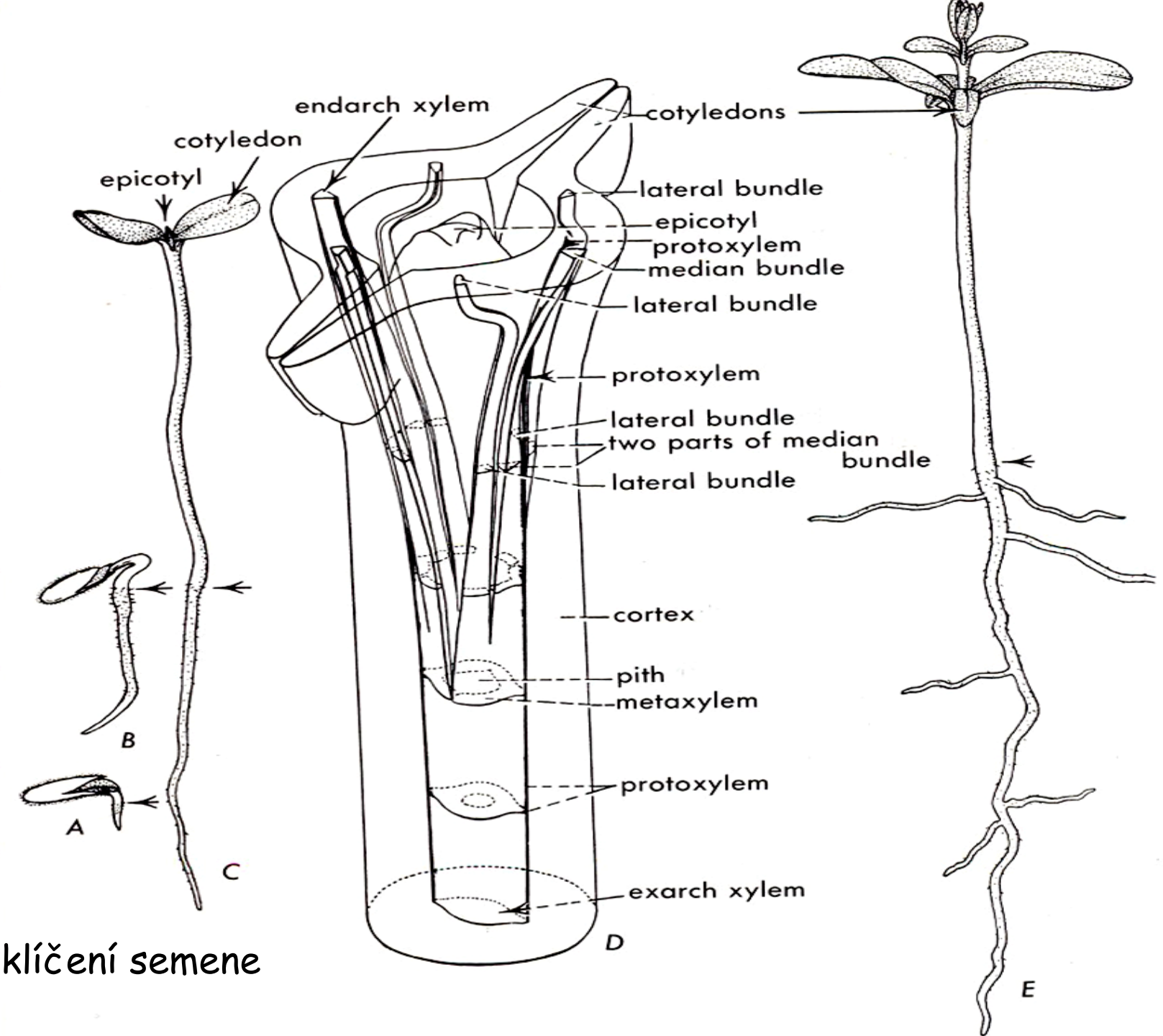
Allium

klíčení hypogeické

Stavba hypokotylu

přechod od radiálního uspořádání CS v kořeni ke kolaterálním CS ve stonku a listech

Essau 1966



stadia klíčení semene