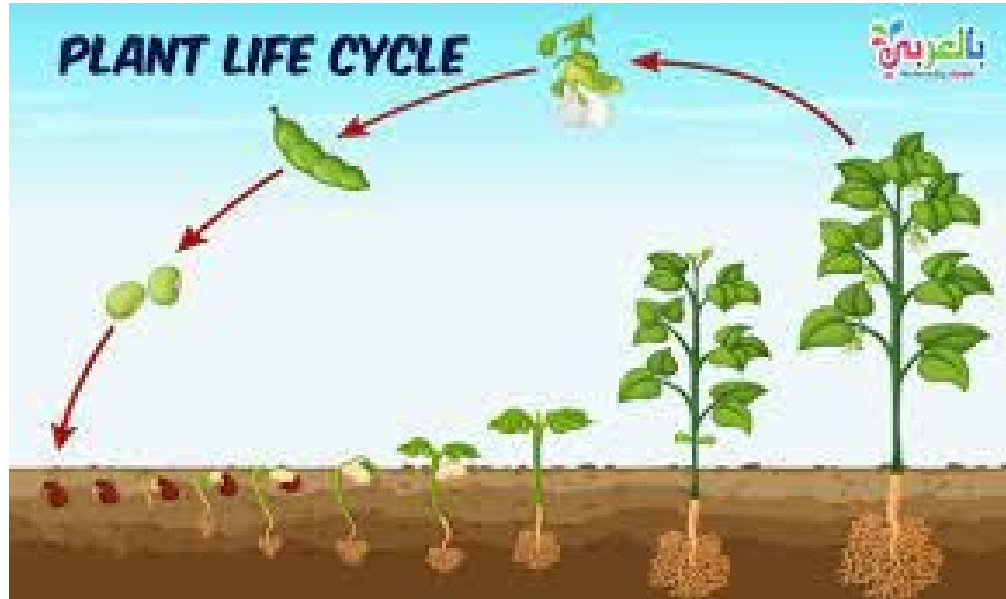


1. Životní cykly u rostlin

2. Plody

Hana Cempírková, Ph.D.

Rostlinná embryologie 2021



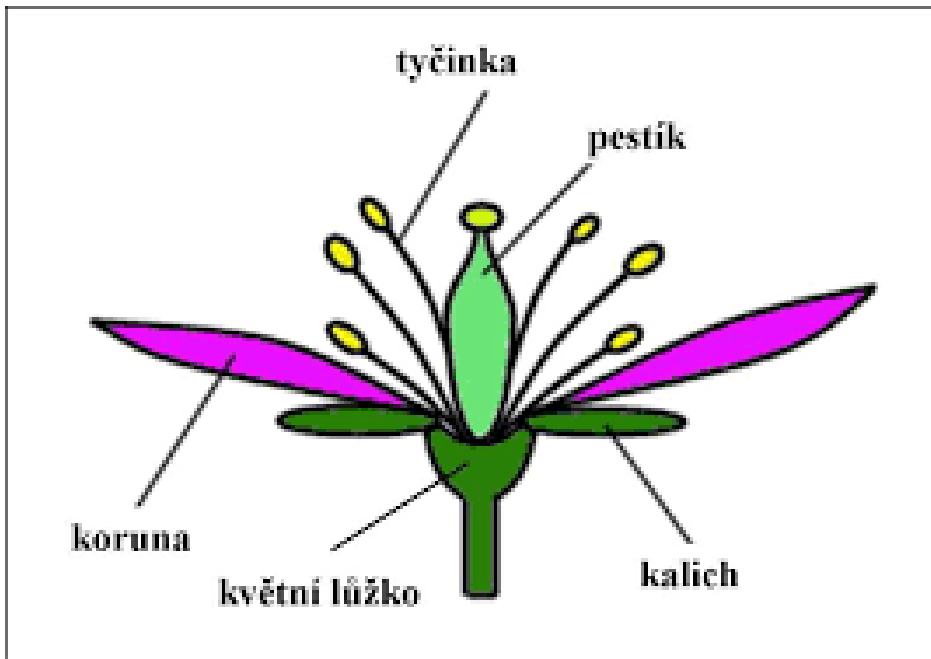
Cíle dnešní přednášky

- ▶ 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)

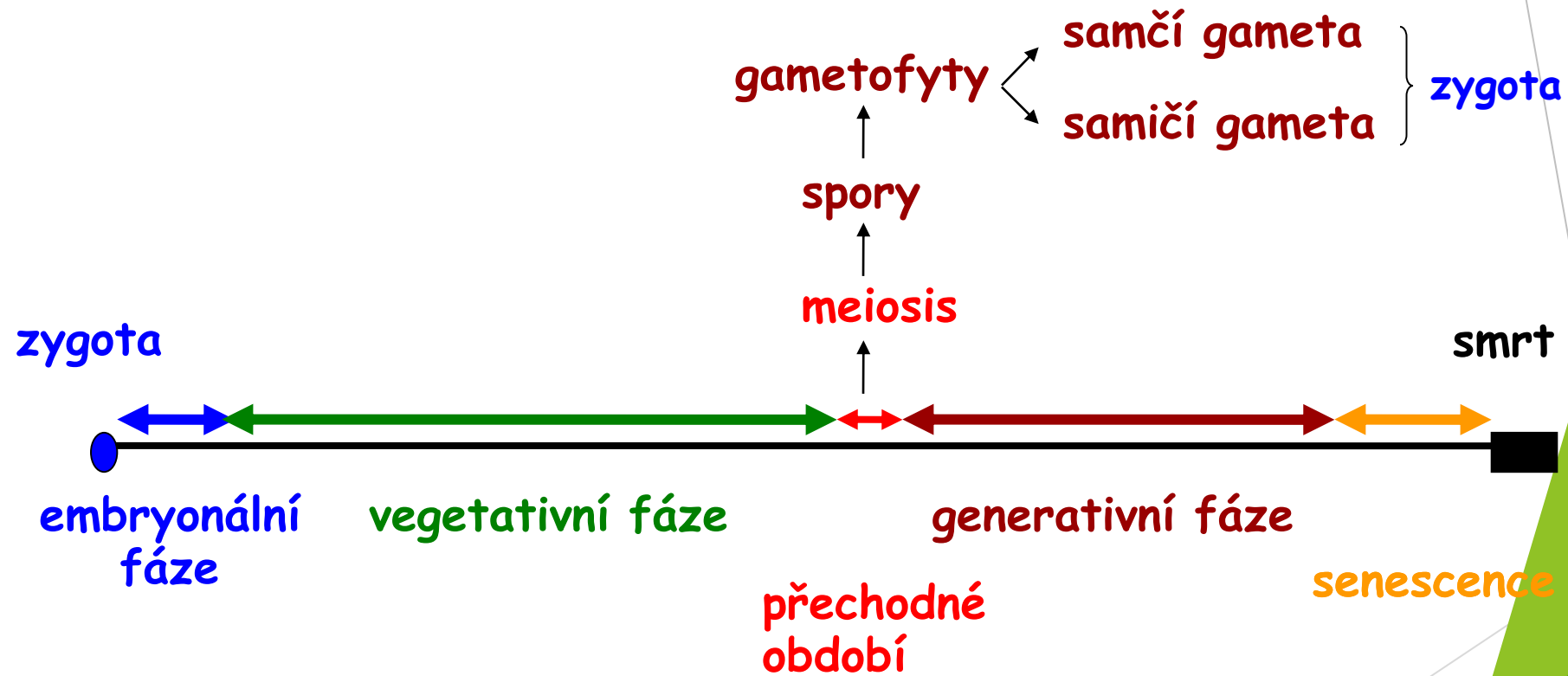


vegetativní rozmnožování (amixis)

- fragmentace
- cibulky, hlízky
- rhizomy

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

Ontogeneze rostlin

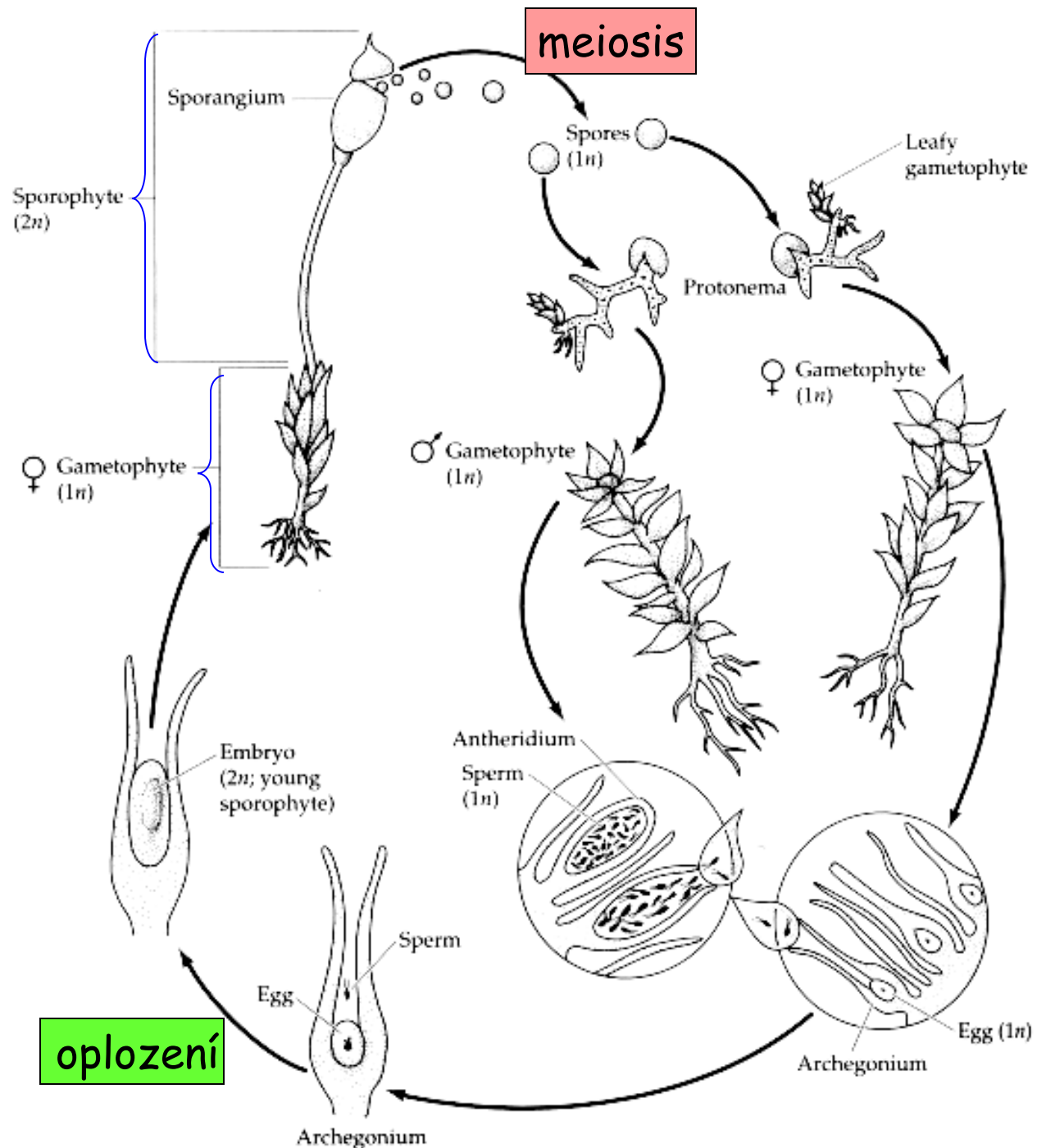
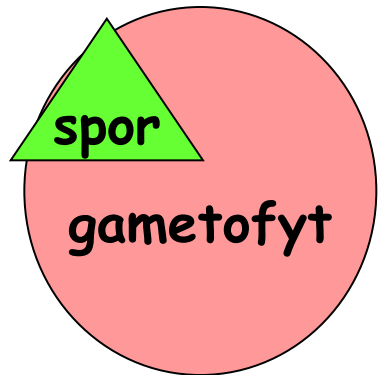


Fáze rodozměny u rostlin

- 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**

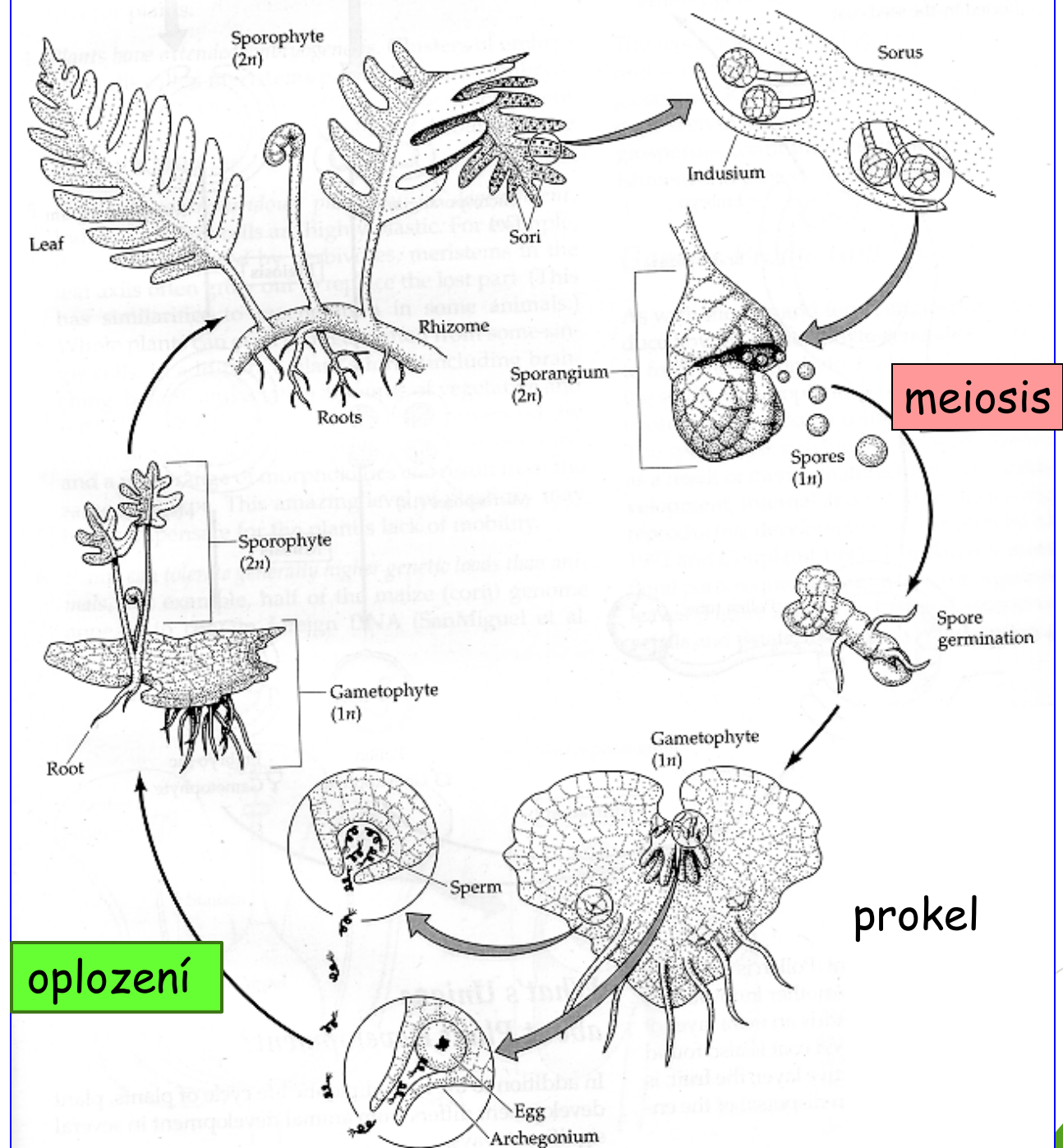
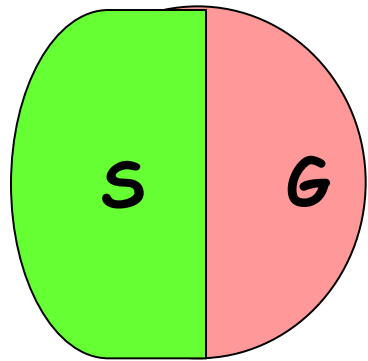
Rodozměna u mechorostů

embryo i zralý sporofyt jsou závislé na fotosyntéze gametofytu

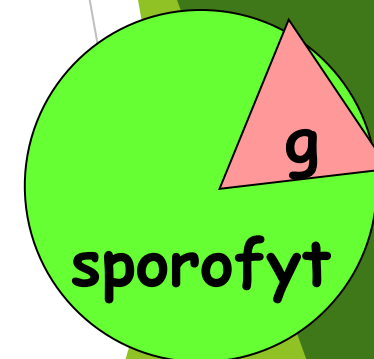
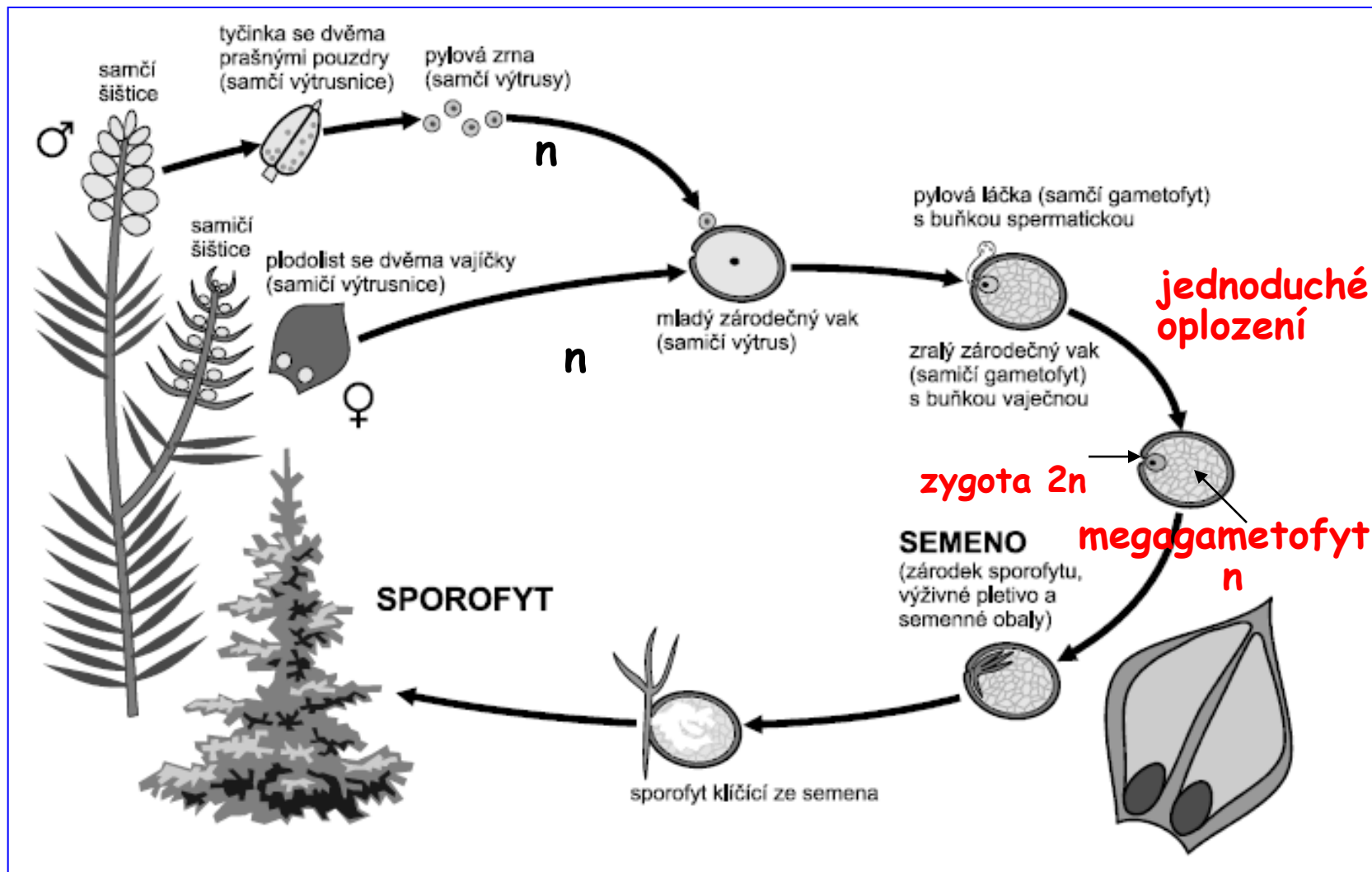


Rodozměna u kapradin

sporofyt i gametofyt je schopný fotosyntézy



Rodozměna u nahosemenných rostlin

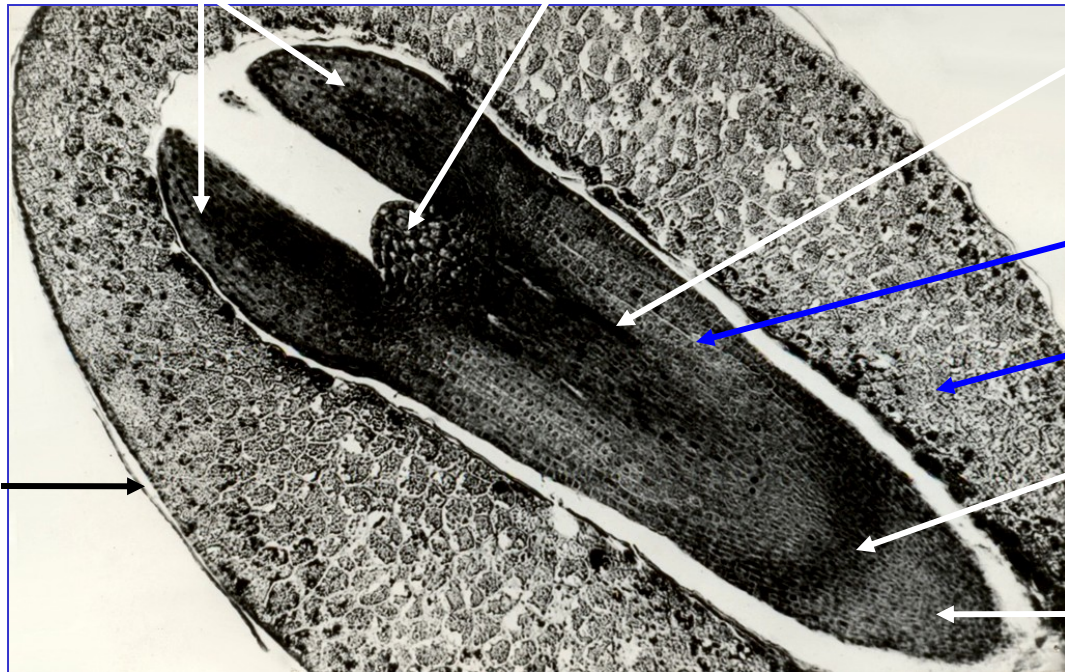


Embryo nahosemenných rostlin

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

dělohy

SAM



hypokotyl

embryo

haploidní
megagametofyt
(primární endosperm)

„RAM“

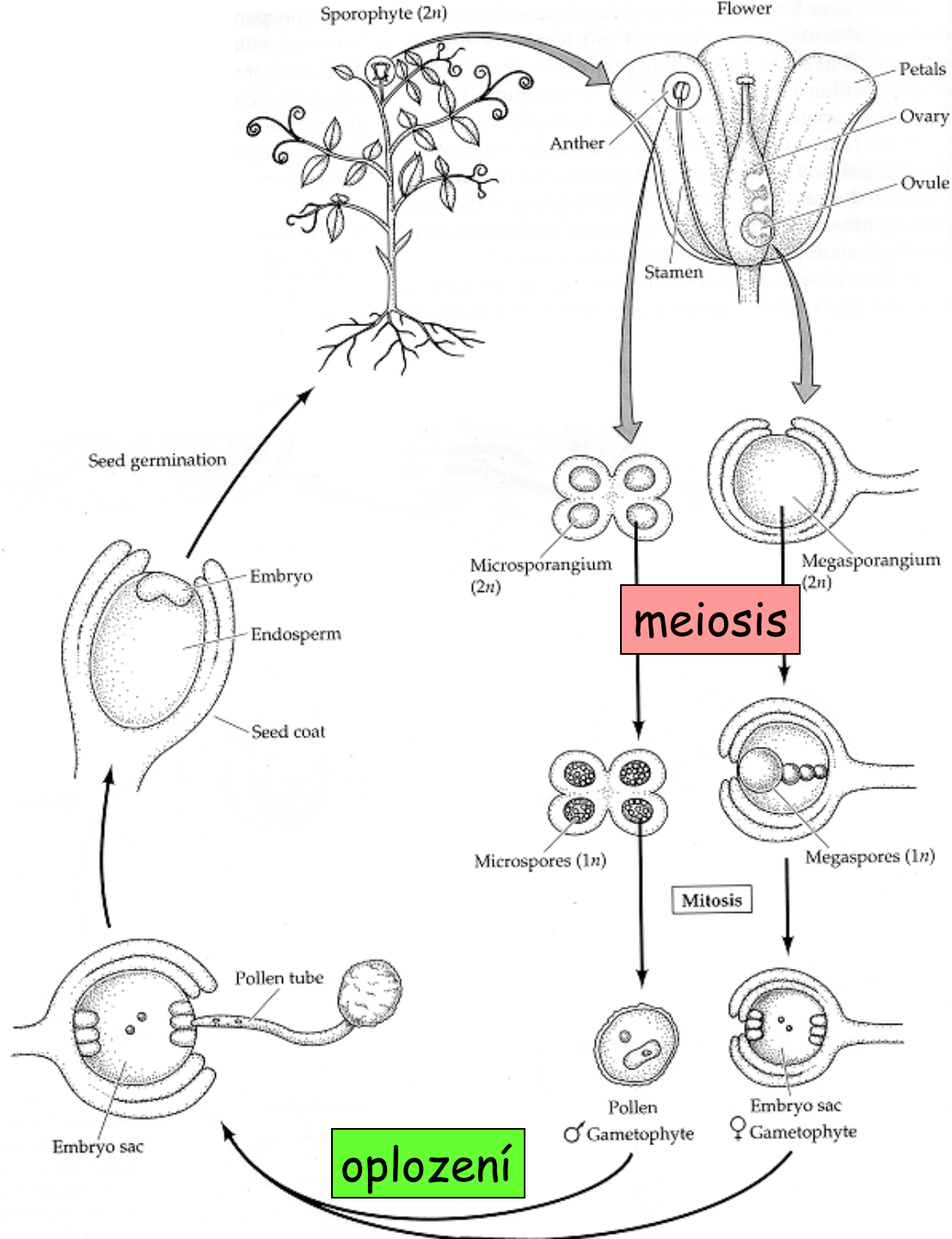
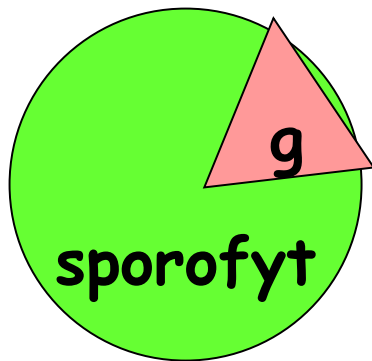
kořenová čepička

zbytek
nucelu

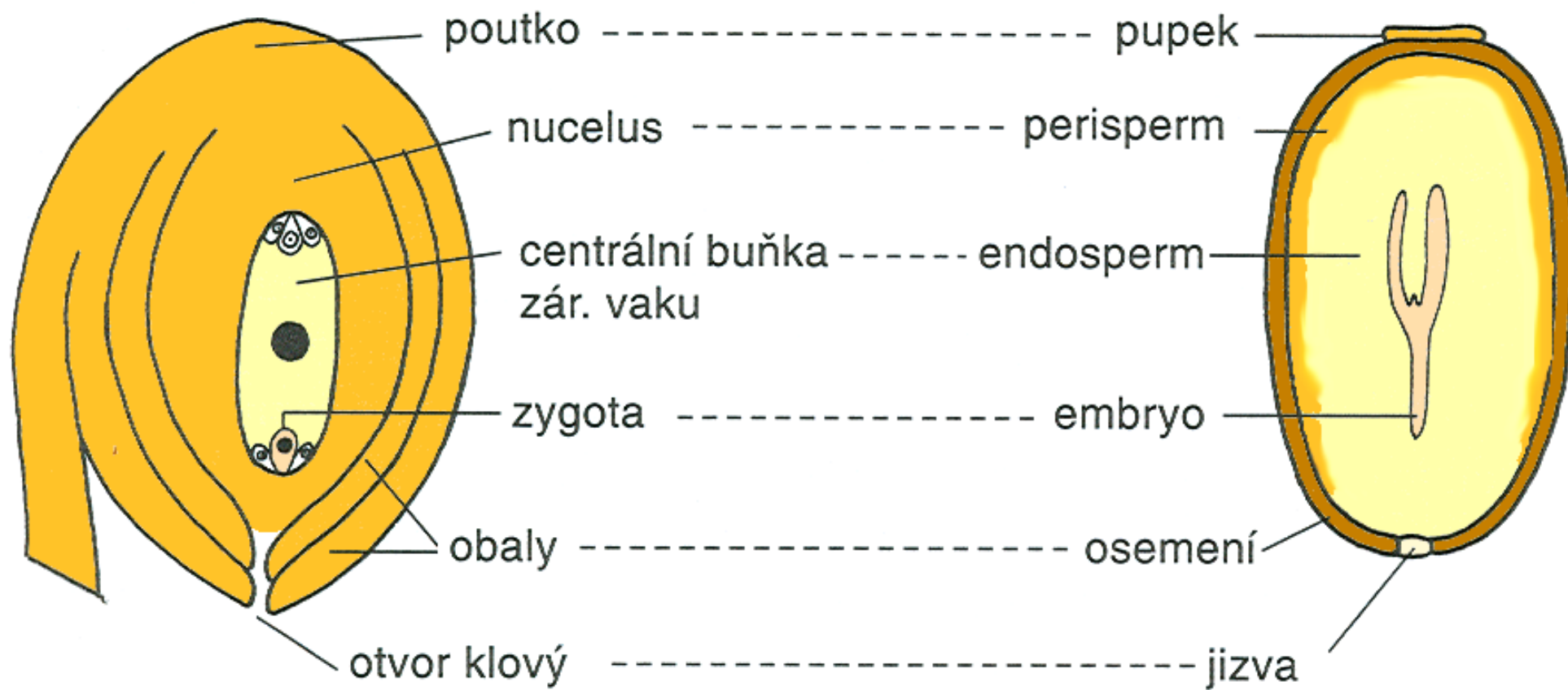
parafínový řez, barveno Heidenheinovým železitým hematoxylinem
(osemení odstraněno před procedurou)

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

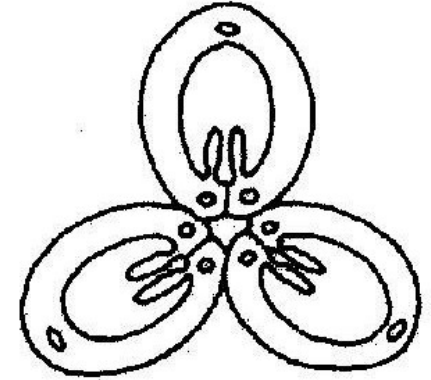


Klasifikace plodů

typ gynecea, počet plodolistů, typ oplodí

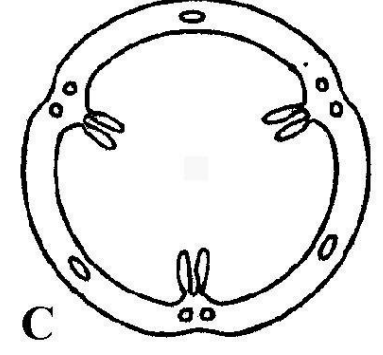
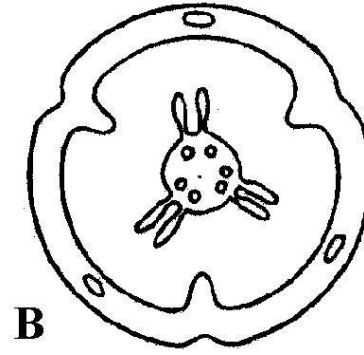
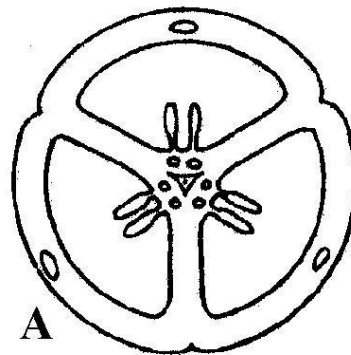
- plody apokarpní

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



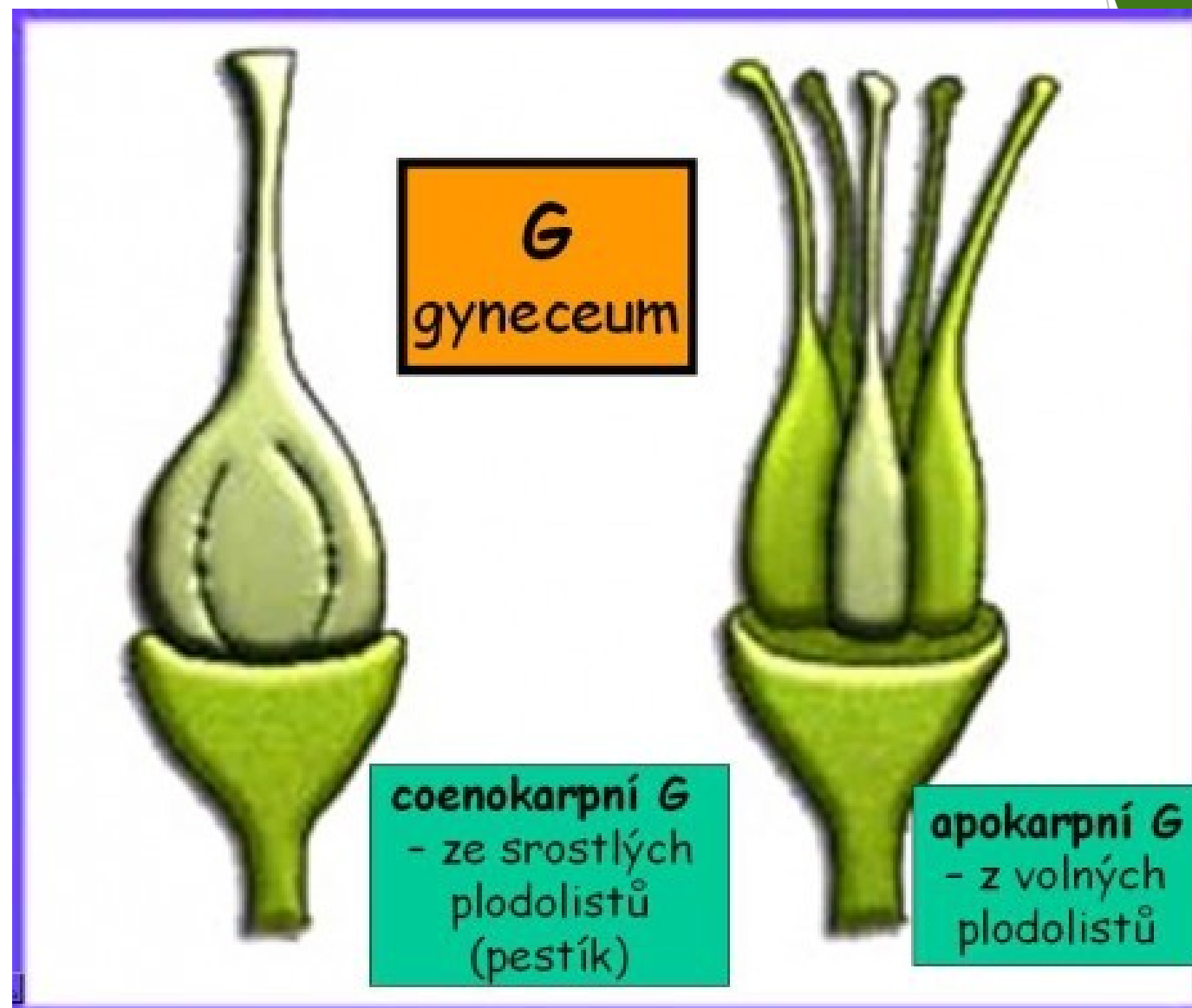
- plody cenokarpní

- 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. vičeneč (*Onobrychis*).



Méchýřek



<http://botanika.wendys.cz>



Lusk

www.zahradapriroda.cz

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)



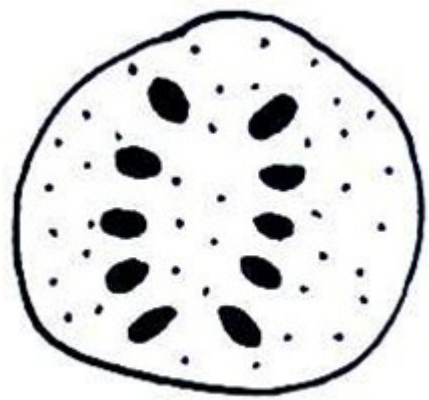
Souplodí nažek plaménku přímého
(*Clematis recta*).



Souplodí nažek sasanky potoční
(*Anemone rivularis*).



Soubor nažek
pryskyřníku

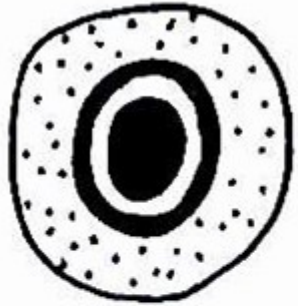


Bobule



TROLLDRUVA, ACTÆA SPICATA L.

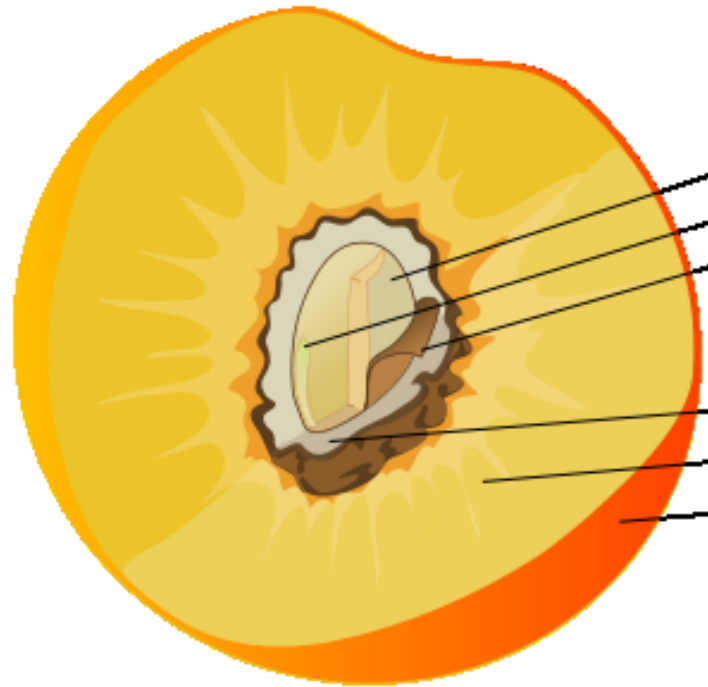
Samorostlík



Peckovice
(schéma)



Peckovice kaliny



Semeno

- Vnitřní živé pleťivo
(endosperm)
- Zárodek
(embryo)
- Osamení
(spermoderma)

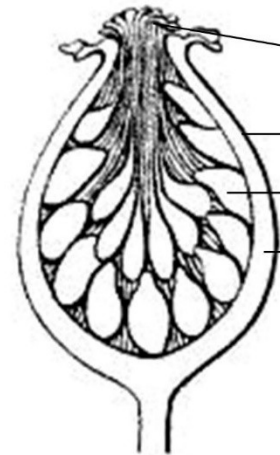
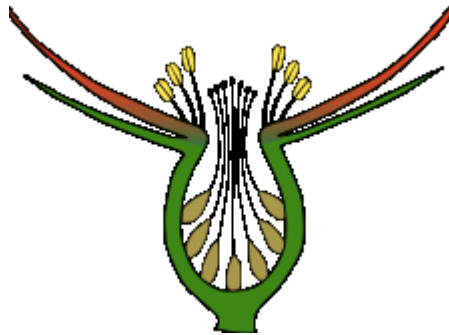
Oplodí (perikarp)

- Pecka
(endokarp)
- Dužnina
(mezokarp)
- Pokožka
(exokarp)

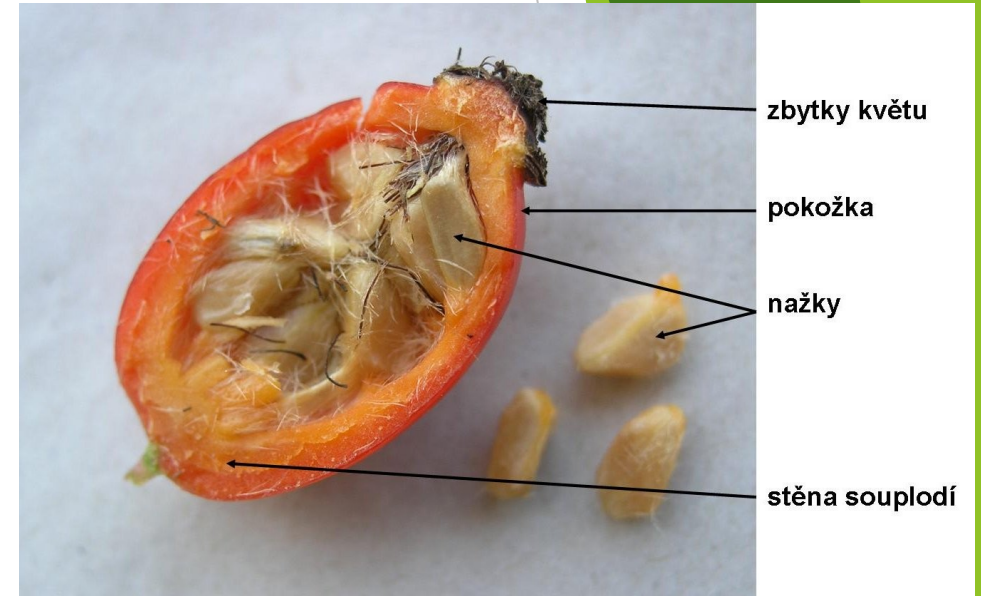
Apokarpické plody mohou být jednotlivé (lusk) nebo tvořit souplodí (concarpium)

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*)



zbytky květu
pokožka
nažky
stěna souplodí

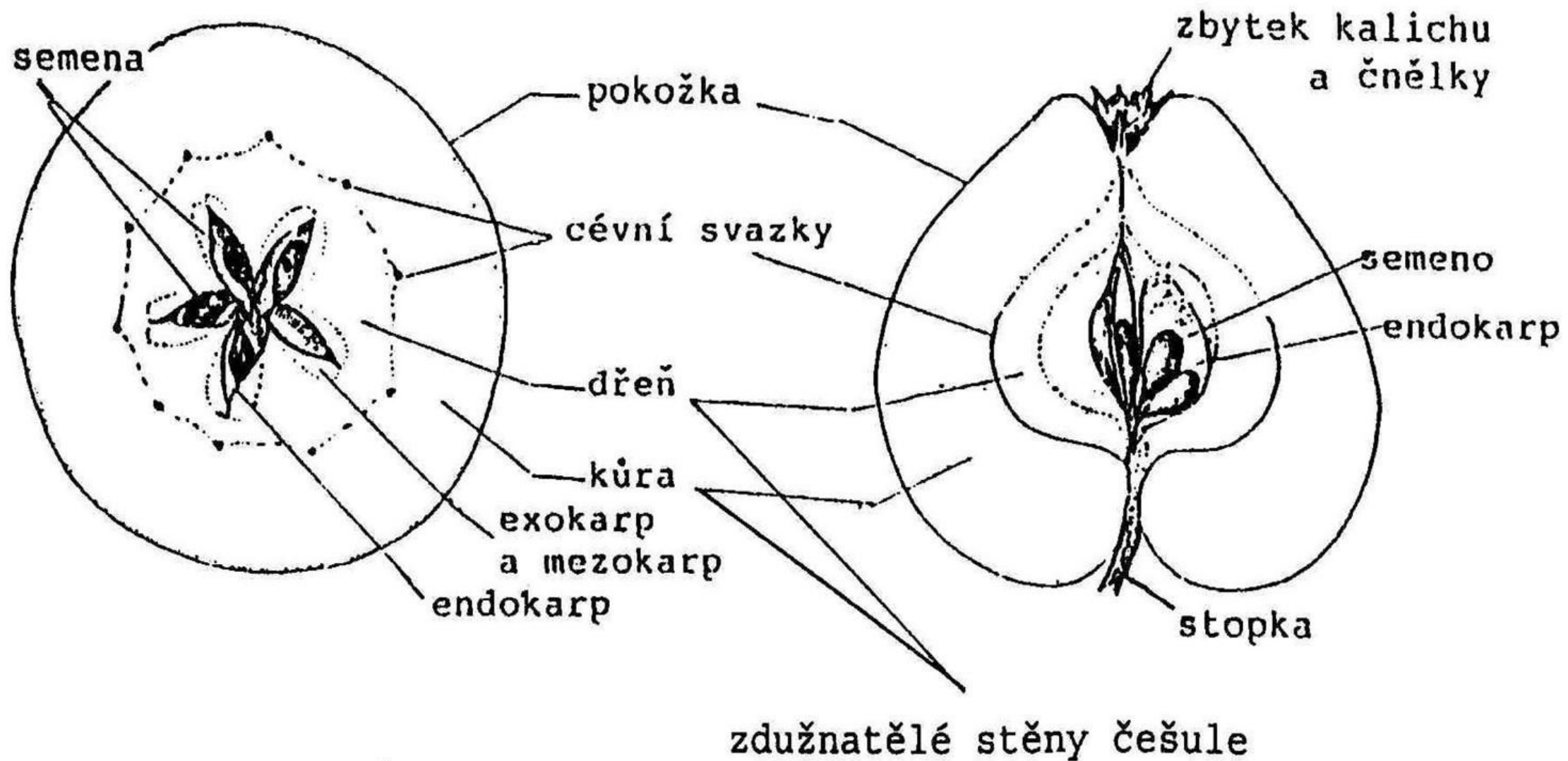


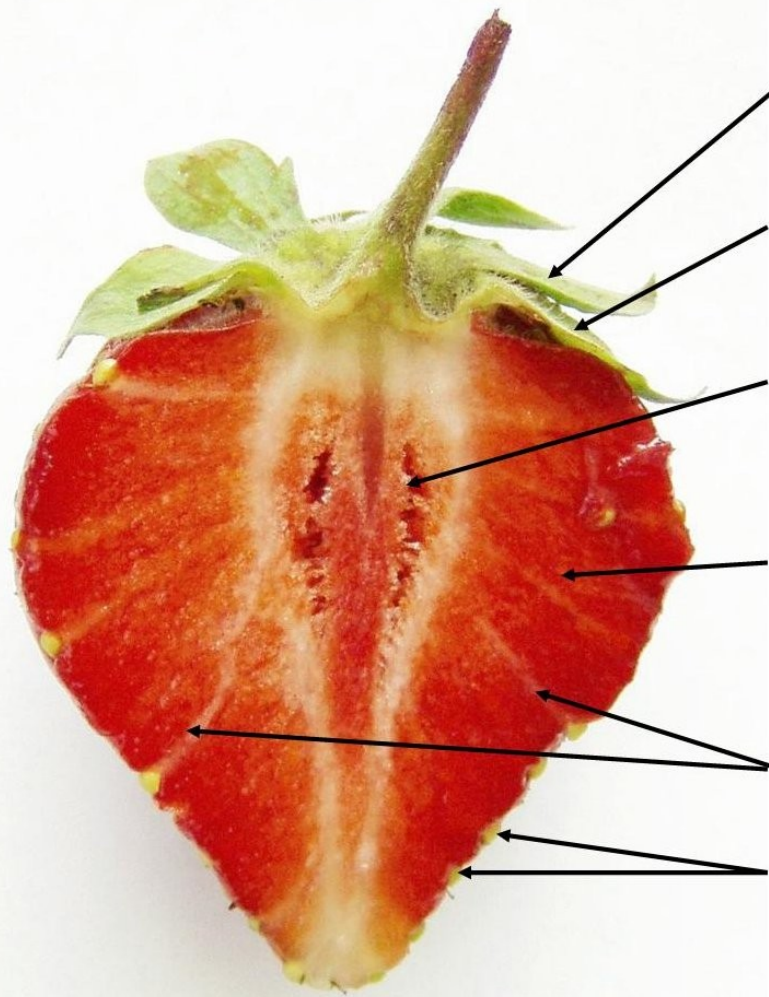
Češule (*hypanthium*, *receptakulum*) je miskovitě rozšířené **květní lůžko**, často srostlé s dolními částmi **květních obalů** a **tyčinek**.

Malvice, šípek, jahoda - nepravé plody

Mezi nažkami jsou protáhlé sklereidy

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





- kalíšek
- kalich
- zdužnatělé květní lůžko
- vnější část kv. lůžka
- cévní svazky
- nažky

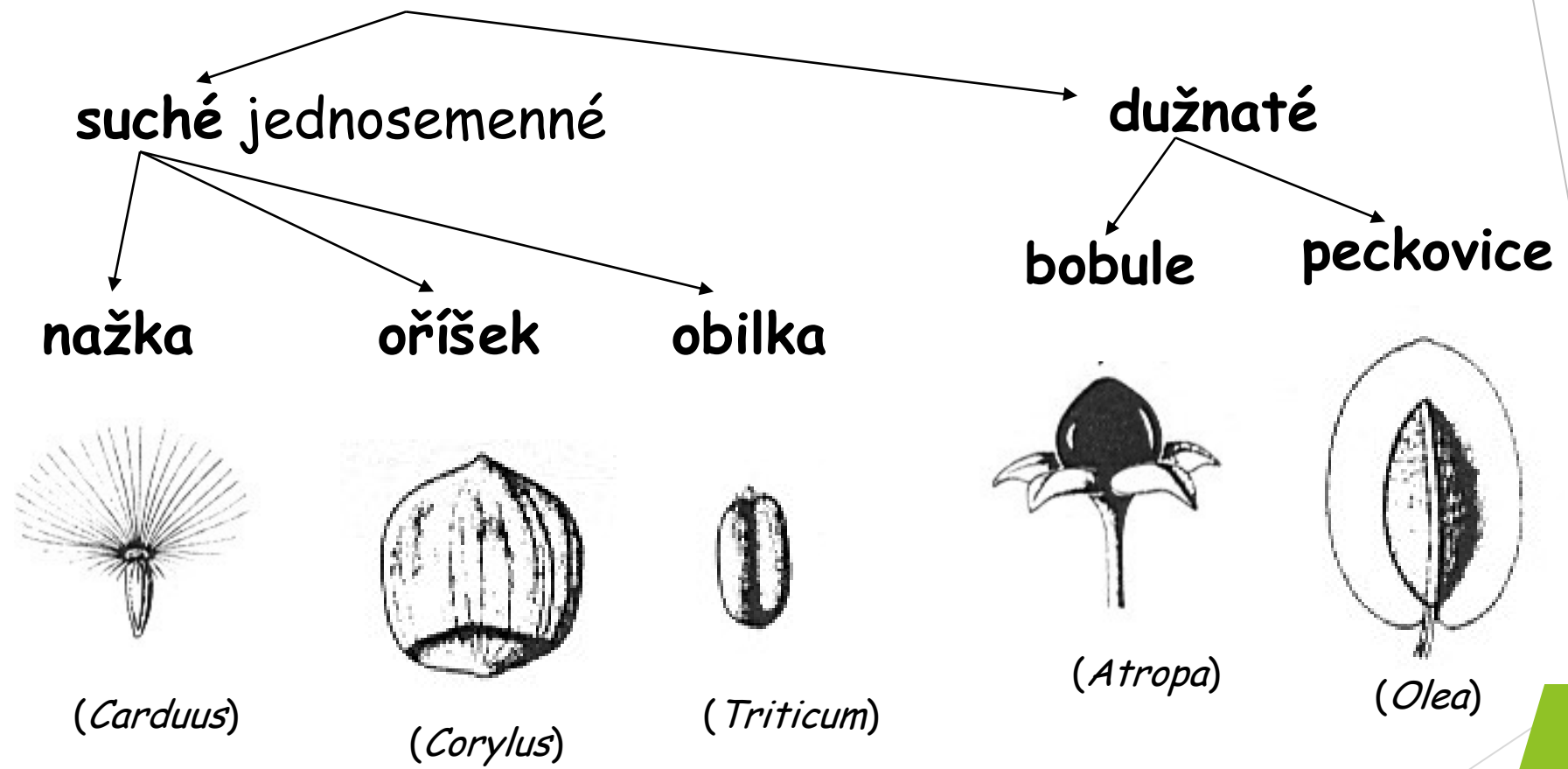


Malina, ostružina - souplodí peckoviček

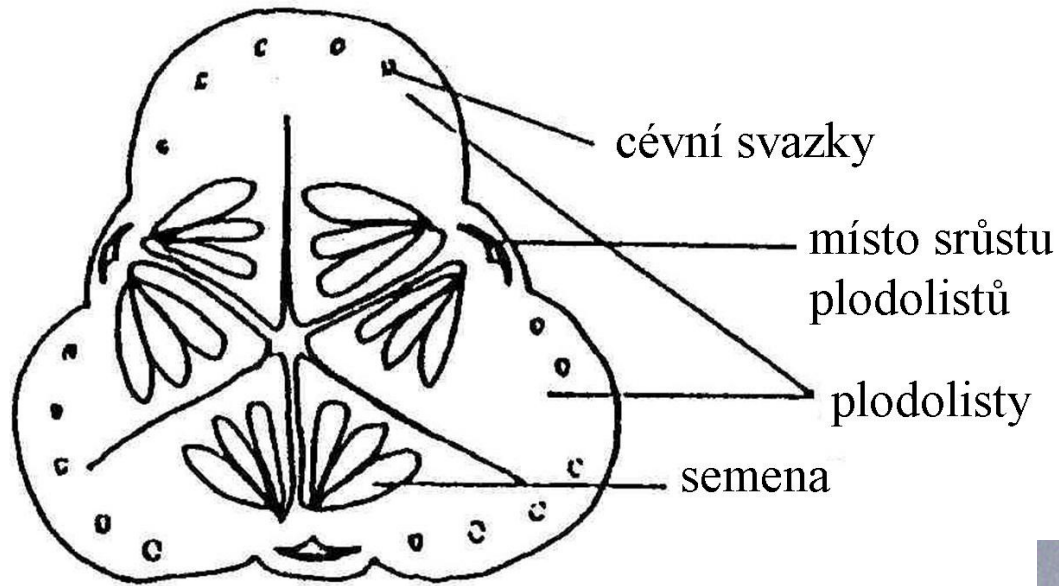
Plody cenokarpní

- **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)

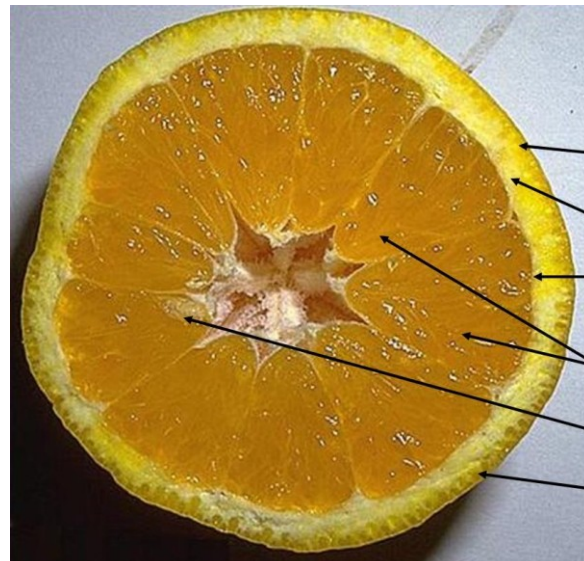
plody cenokarpní nepukavé



Příčný řez bobulí okurky seté (*Cucumis sativus*)



Hesperidium
(Citrus)



oplodí:
flavedo (exokarp)
albedo (mezokarp)
endokarp
šťavnaté váčky
semeno
siličné kanálky

Paprika



podélný řez:
oplodí
bazální placenta se semeny
příčný řez:
místa srůstu plodolistů
placenta semena

Ořešák



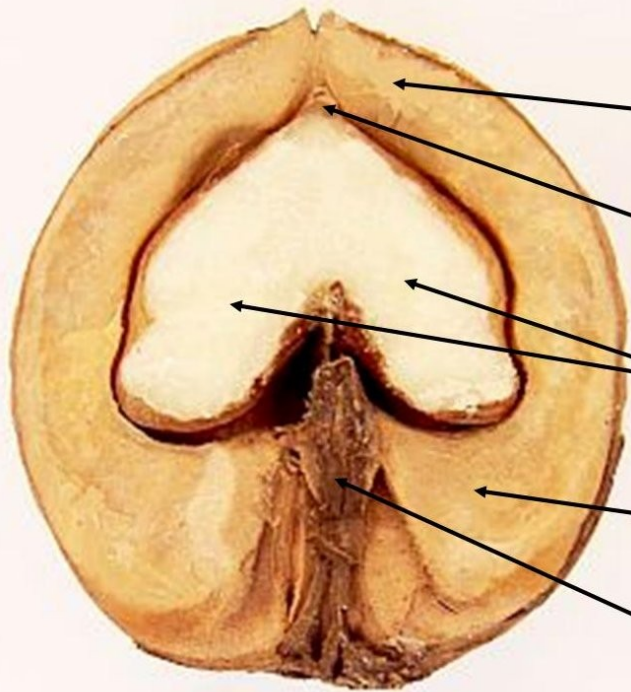
endokarp

základ kořínku

dělohy embrya

nepravá přepážka

pravá přepážka

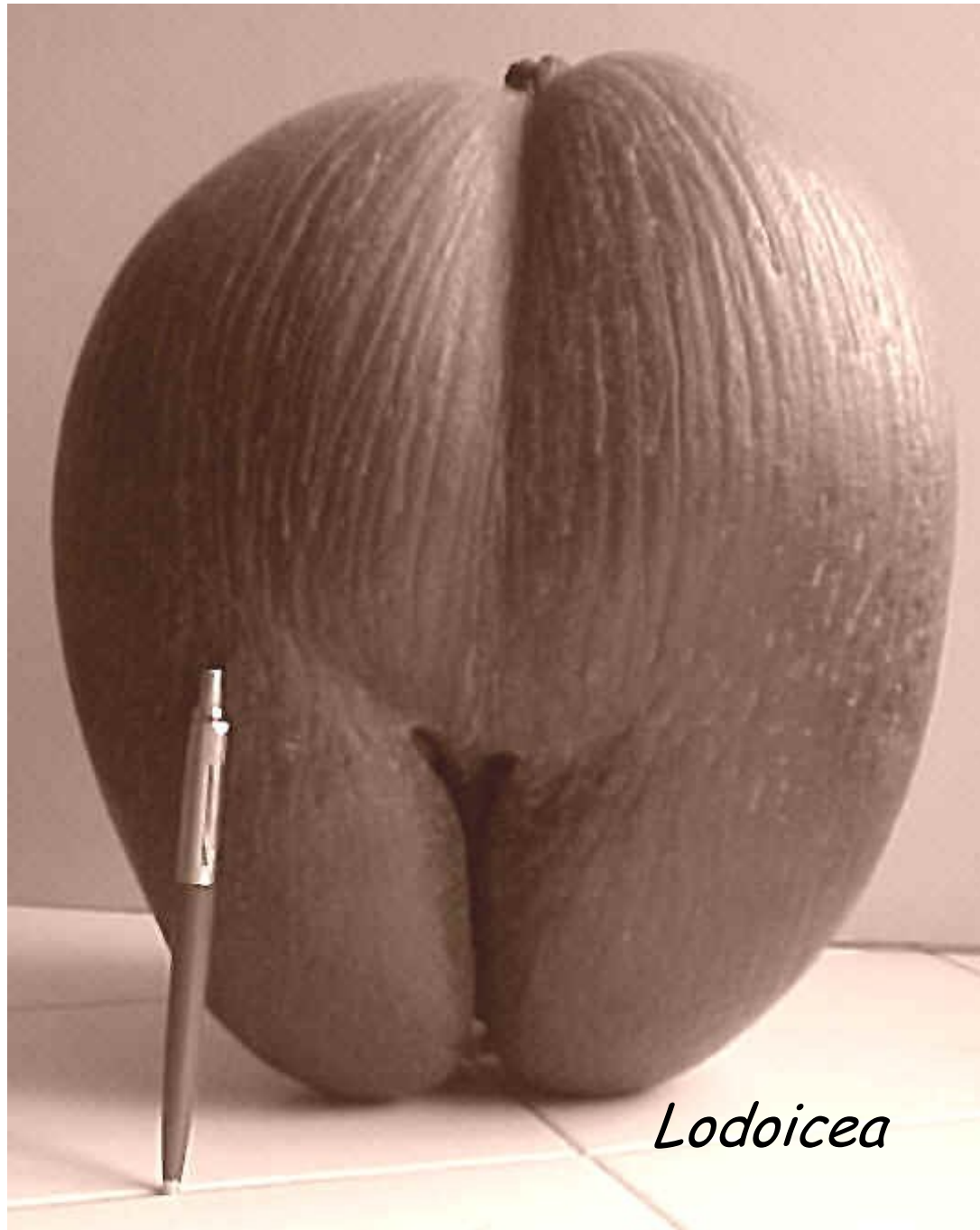


Kokos



Oliva





Lodoicea



Oříšek
(schéma)



Oříšek lísky



Oříšek habru





Nažka (schéma)



Nažka



Nažka s přímým zobánkem nesoucím chmýr



Nažka s háčkovitým zobánkem



Dvozubec (*Bidens*)



Ostřice (*Carex*)



jilm



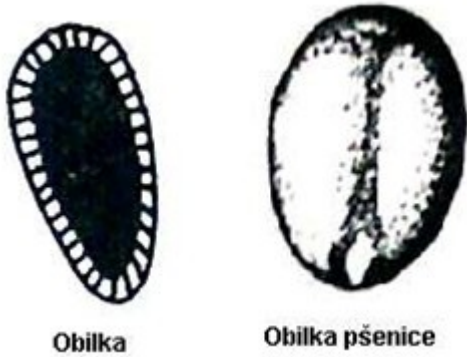
© Eva Hettenbergerová



2000 μm

© Daniela Bártová Dittrichová

Obilka – příčný řez



VENTRÁLNÍ STRANA

DORZÁLNÍ STRANA

Zbytky nuce-
lárního pletiva
a aleuronové
vrstvy v rýze

Chalaza

Cévní svazek

Místo připojení
k ose klásku

Testa

Perikarp
(oplodí)

Testa
(osemení)

Aleuronová
vrstva

Endosperm

Vrstva stlače-
ných buněk

Štítek

Koleoptile

První listy
Aleuronová
vrstva

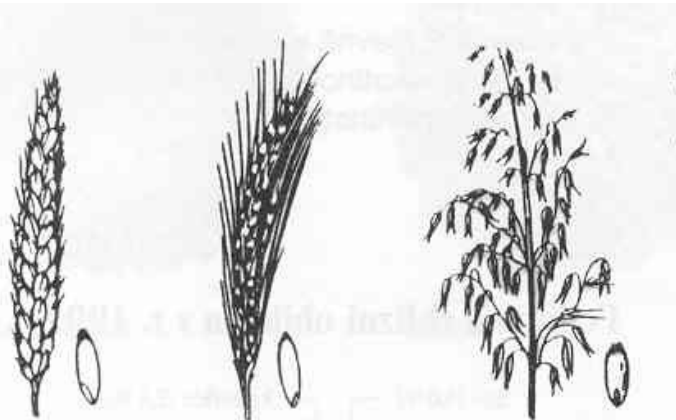
Radikula

Koleorhiza

Obalové vrstvy (8 %), otruby

Přechází do mouky
Endosperm (89 %) - škrob

Zárodek (1,5-3 %)



pšenice

žito

oves

ječmen

rýže

kukuřice

proso

Plody cenokarpní

pukavé

nepukavé

rozpadavé

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

děrami

chlopněmi

obřízně
- víčkem

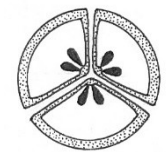
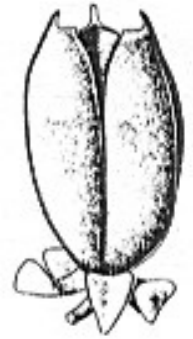
suché

dužnaté

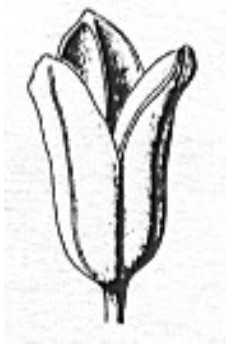
septicitní

lokulicidně
septifrágní

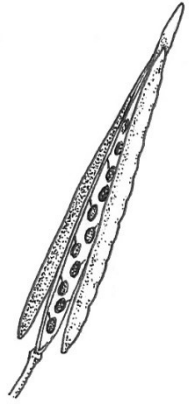
šešule



(*Veratrum*)



(*Iris*)



(*Brassica*)

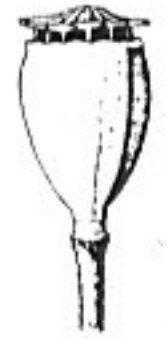


(*Impatiens*)

(*Euonymus*)



(*Anagallis*)



(*Papaver*)



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

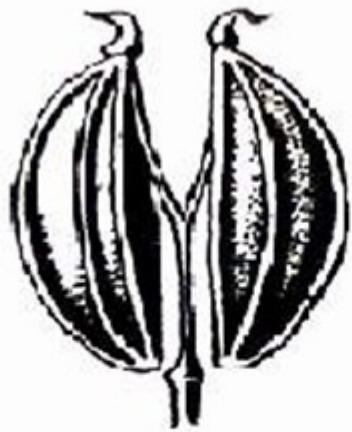


Malva





Dvounažka
(schéma)



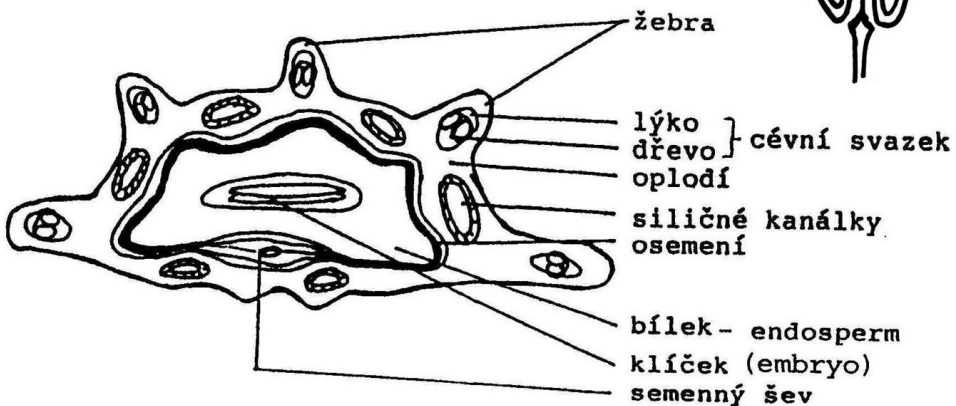
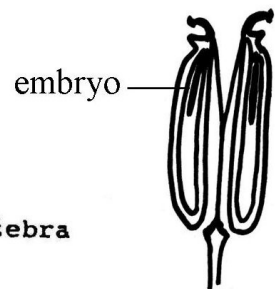
Dvounažka kmínu



Dvounažka svízele



Příčný řez nažkou fenyklu obecného
(*Foeniculum vulgare*)



javor



Ohnice (*Raphanus*)



Struk



Struk ohnice



Struk s jalovým zobanem

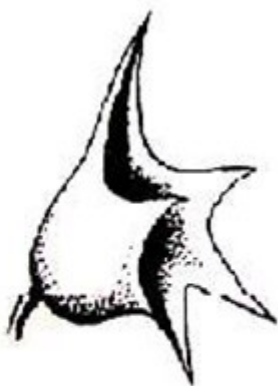




Tvrška
(schéma)



Osténkaté tvršky



Tvrška hluchavky





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

dvousemenný nepukavý lusk podzemnice olejně (*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)
- **zoochorie** - 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

Geum urbanum



Arctium lappa



Myosotis arvensis



Ranunculus arvensis



Anemochorie

- letci
- běžci
- balisté

Experimentálně zjištěná vzdálenost přenosu některých diaspor v km

Lycopodium sp. 330

Taraxaxum sp. 10,2

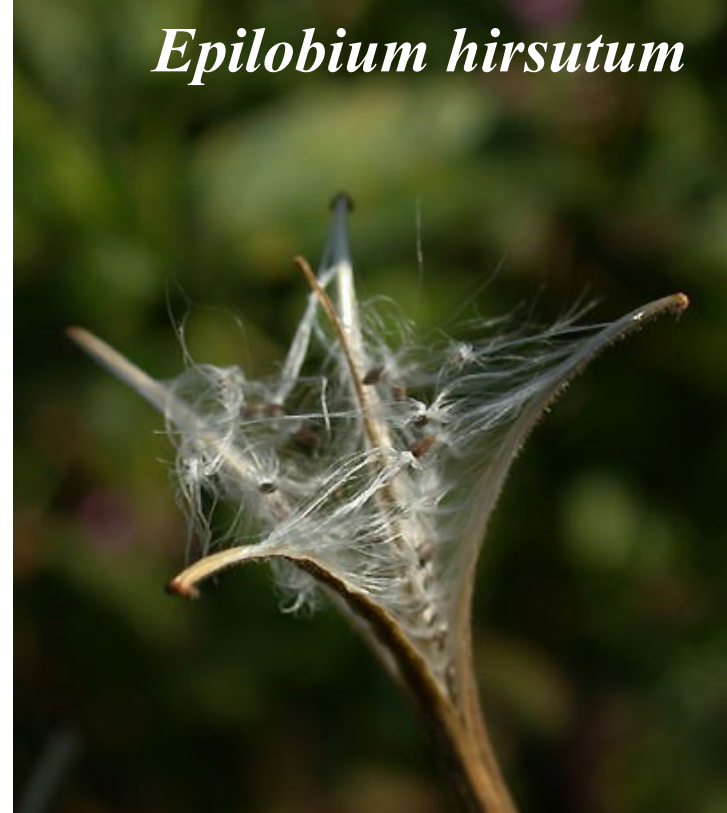
Hieracium sp. 2,5

Betula pendula 1,6

Pinus sylvestris 0,15

Acer platanooides 0,09

Anemochorie



„Stepní běžci“

Katrán tatranský
(*Crambe tatarica*)



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

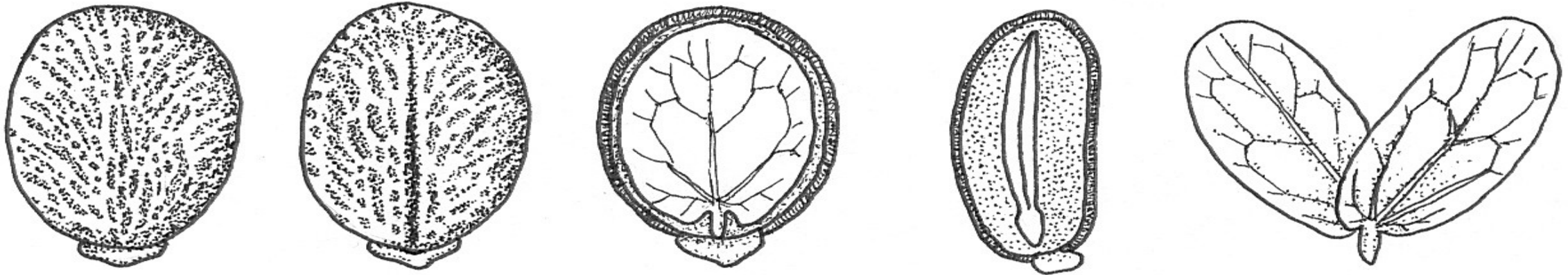
- Jaké jsou hlavní znaky semen, které jsou rozšiřovány anemochoricky?
- Jaké jsou typické znaky semen, které jsou rozšiřovány zoochoricky? Uveď několik typů zoochorie.
- Popiš alespoň jeden způsob hydrochorického rozšiřování semen.
- Popiš několik autochorických způsobů rozšiřování semen.

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

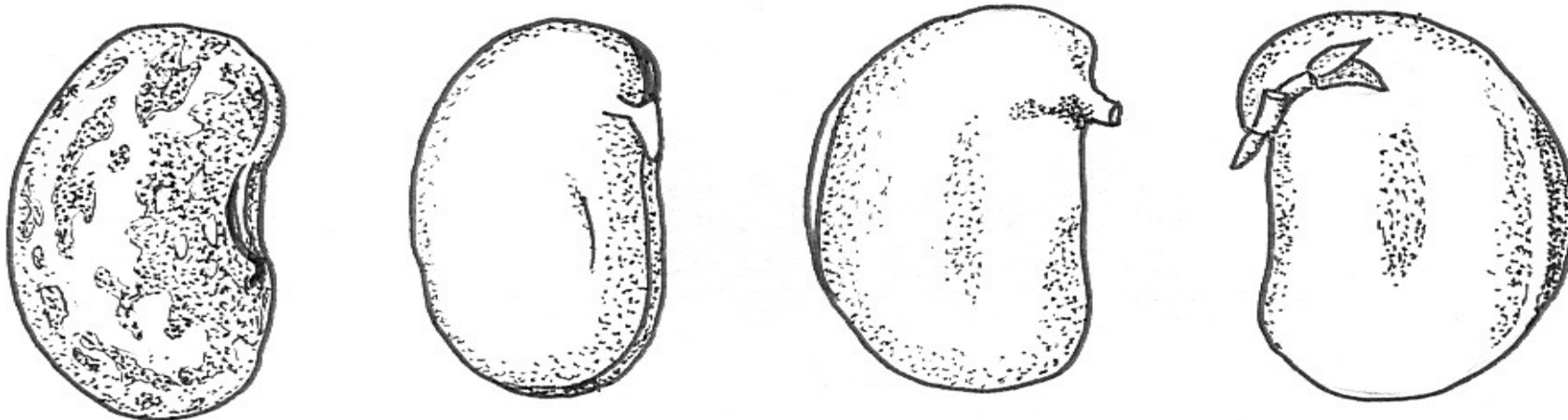
různé efektivní evoluční adaptace umožňují embryím přežít nepříznivé podmínky počasí

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

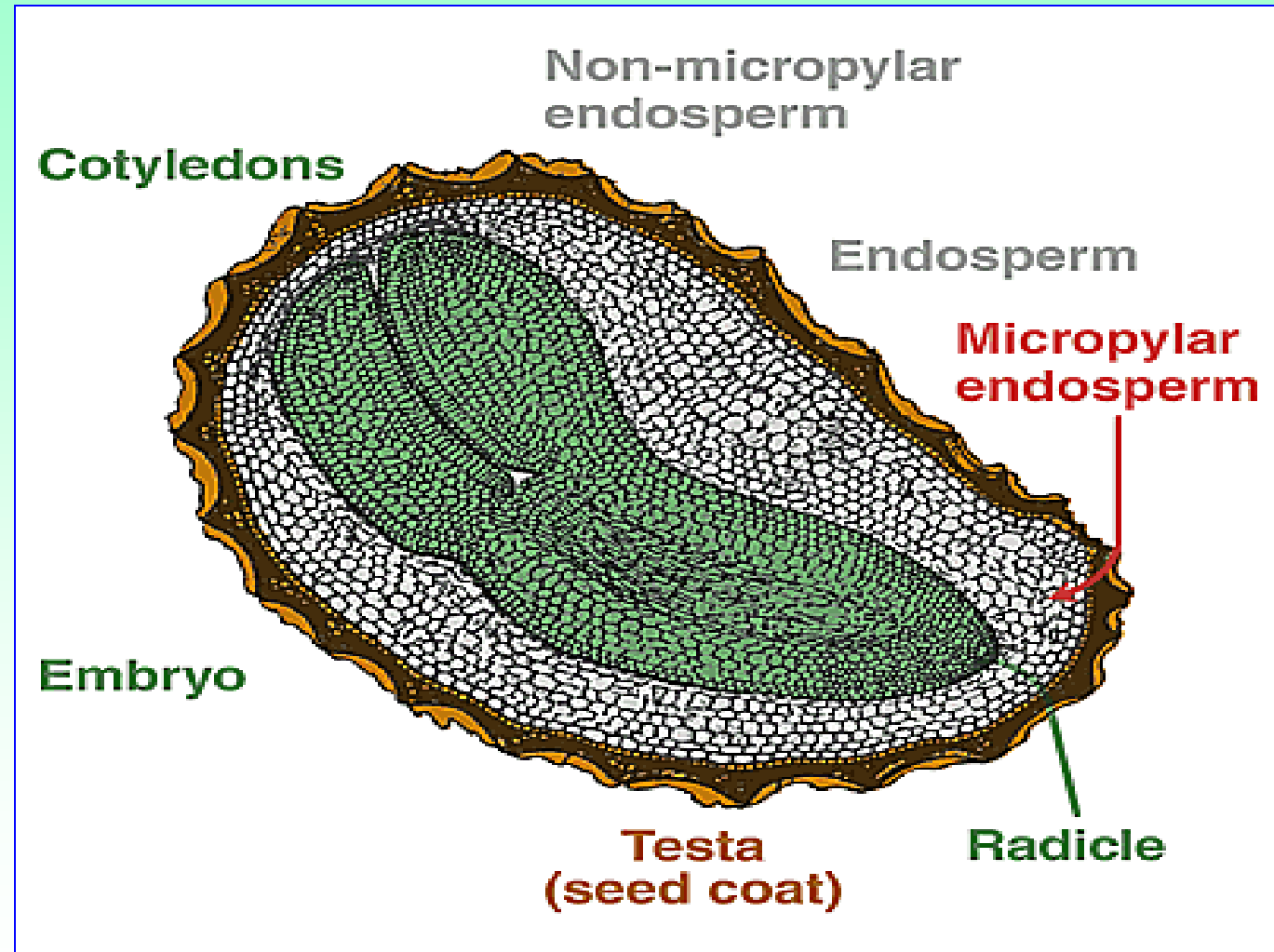
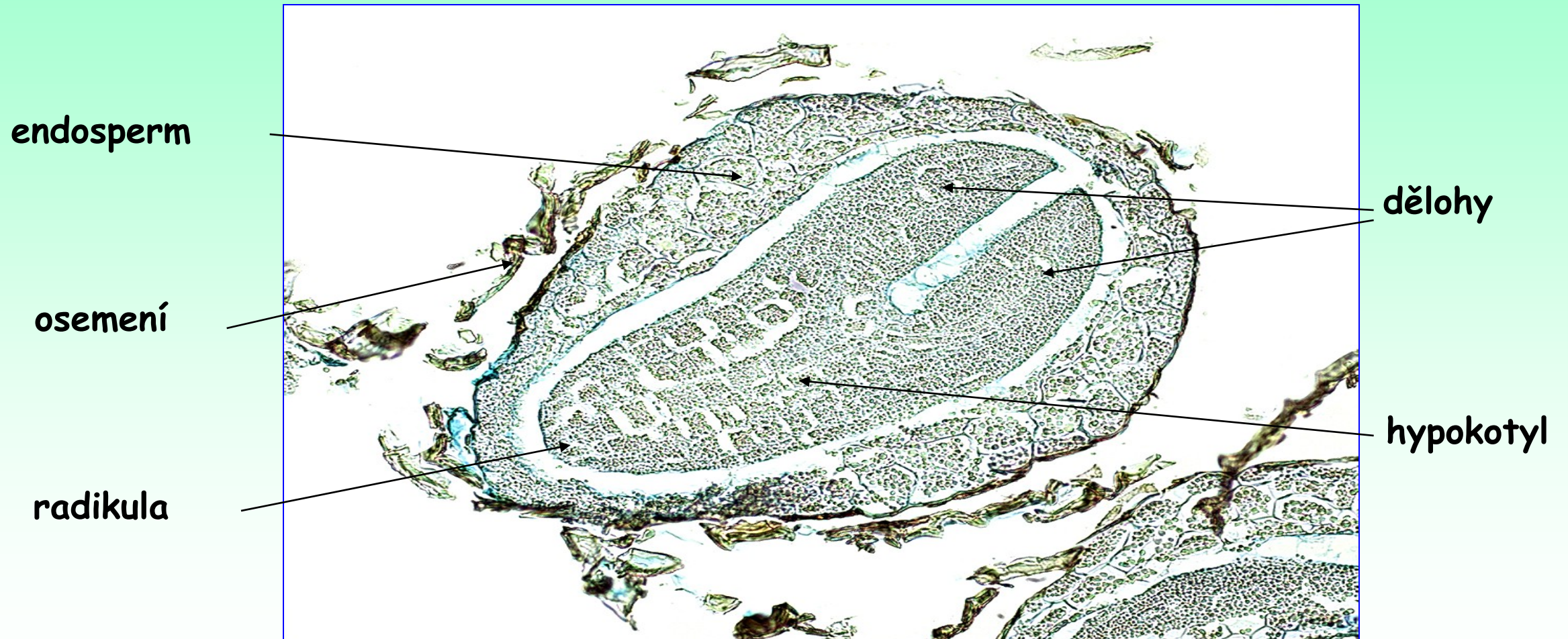


Schéma stavby semene *Nicotiana rustica*

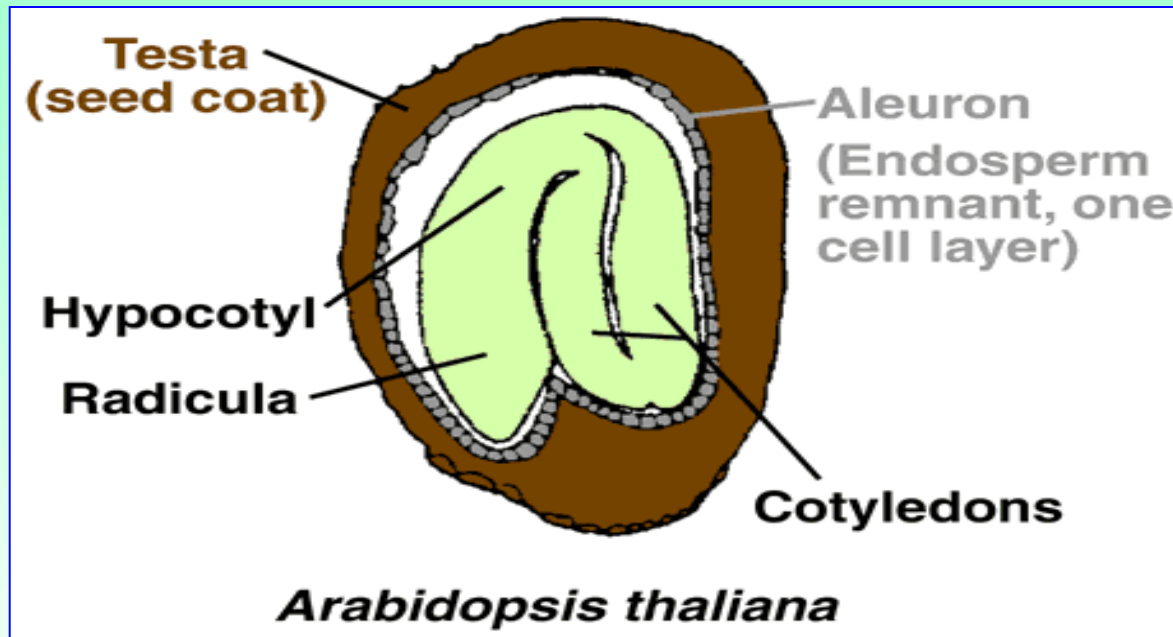
Nicotiana tabacum L. - embryo v semeni



Příklad semene s endospermem
v době zralosti embrya
Papaver somniferum L.



Příklad semene bez endospermu v době zralosti embrya



<http://www.lvdayschool.com/whats happening2/spring/arabidopsis-4.gif>

Schéma podélného řezu semenem
Arabidopsis thaliana



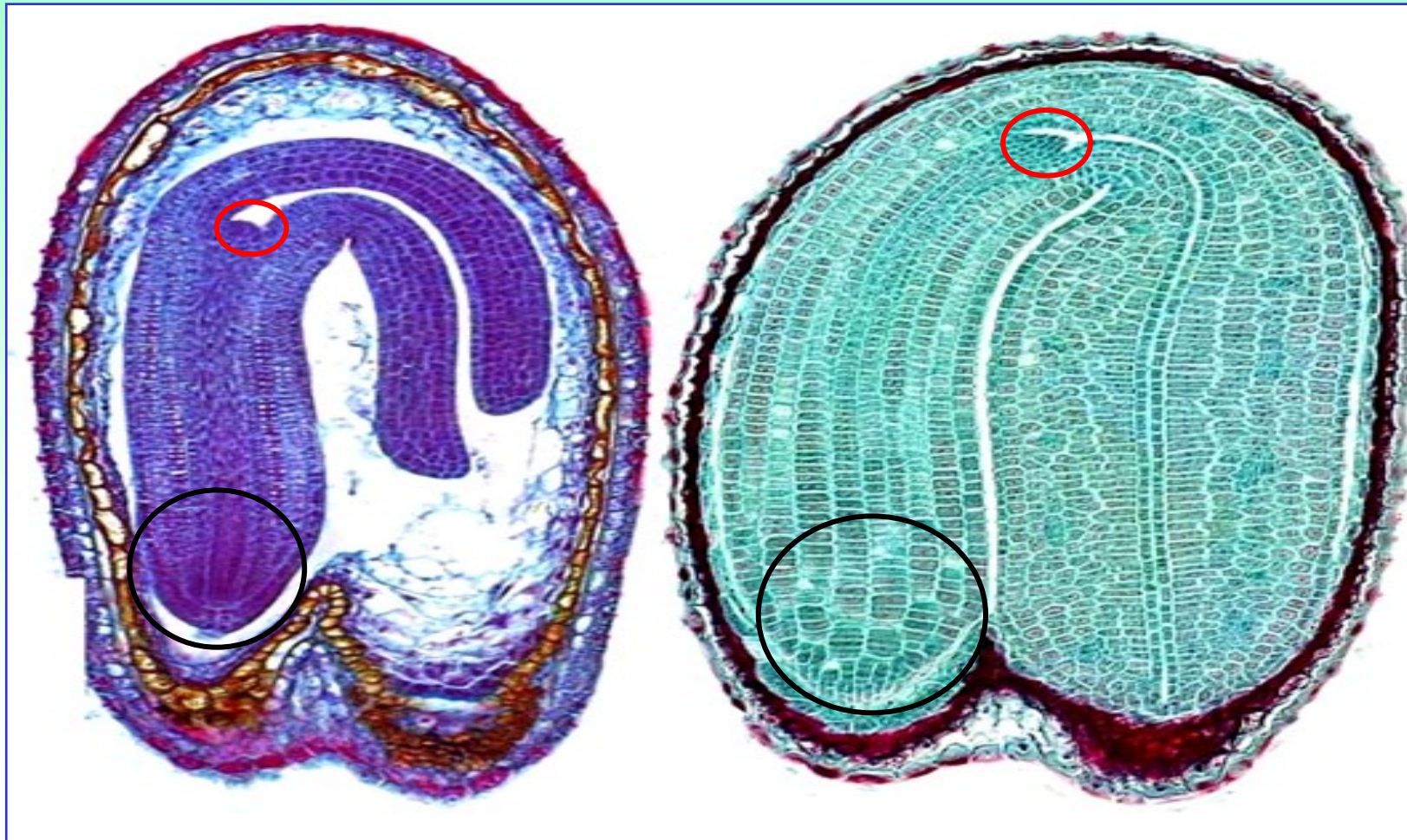
Schéma podélného řezu semenem
Capsella bursa-pastoris

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 inhibitory 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

Požadavky pro klíčení

všechna semena potřebují pro klíčení:

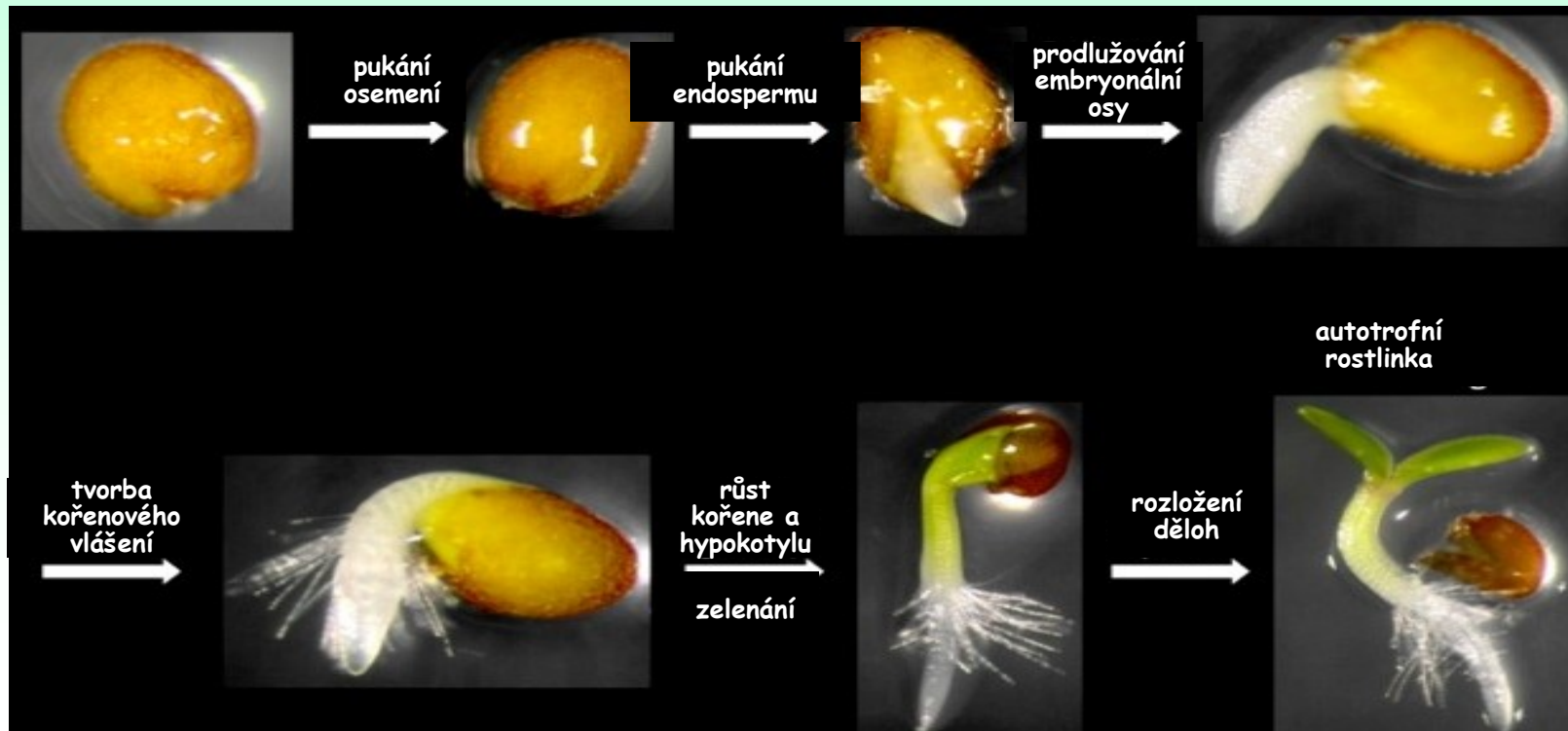
- přiměřenou zásobu vody
- vhodnou teplotu
- přítomnost kyslíku

Speciální požadavky pro klíčení :

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

Klíčící 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>

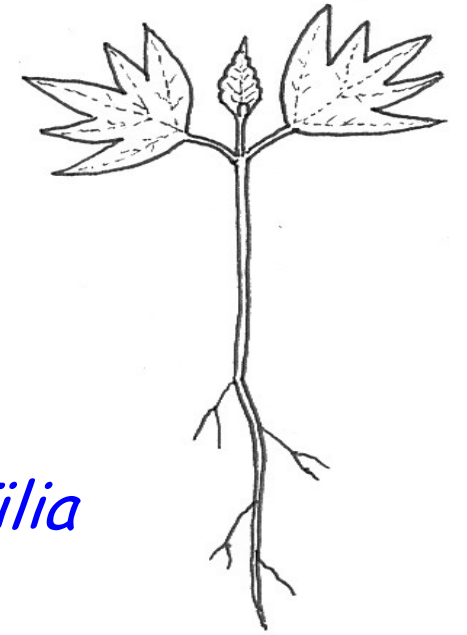
Viviparní klíčení - např. „mangrovníky“ (např. *Rhizophora* - kořenovníky) - klíčení v plodu na mateř. rost.

Phaseolus

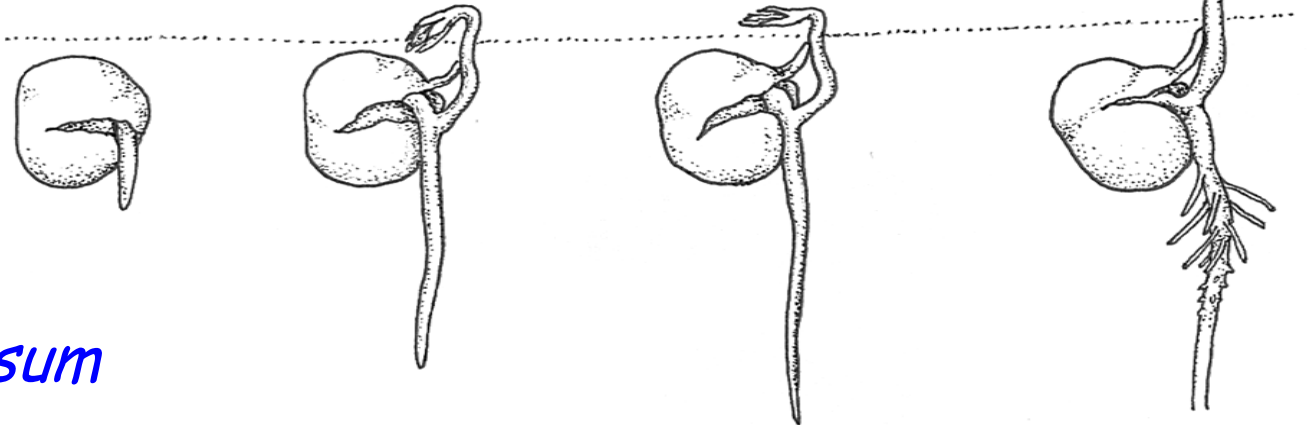


klíčení epigeické

Tilia

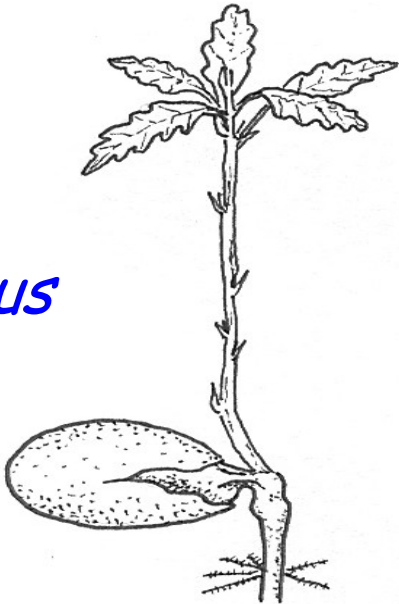


klíčení hypogeické

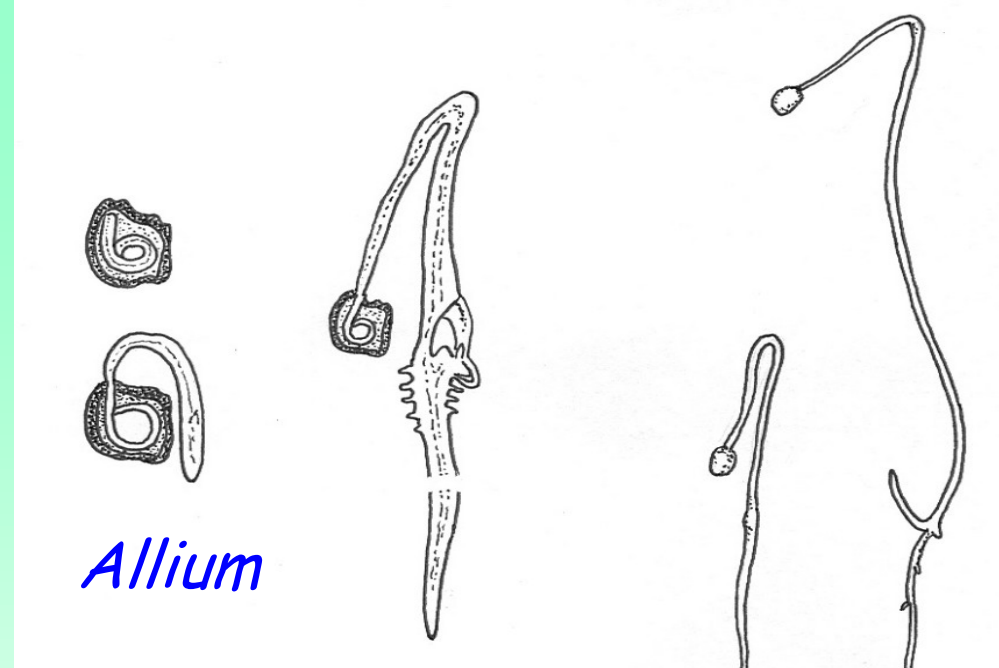
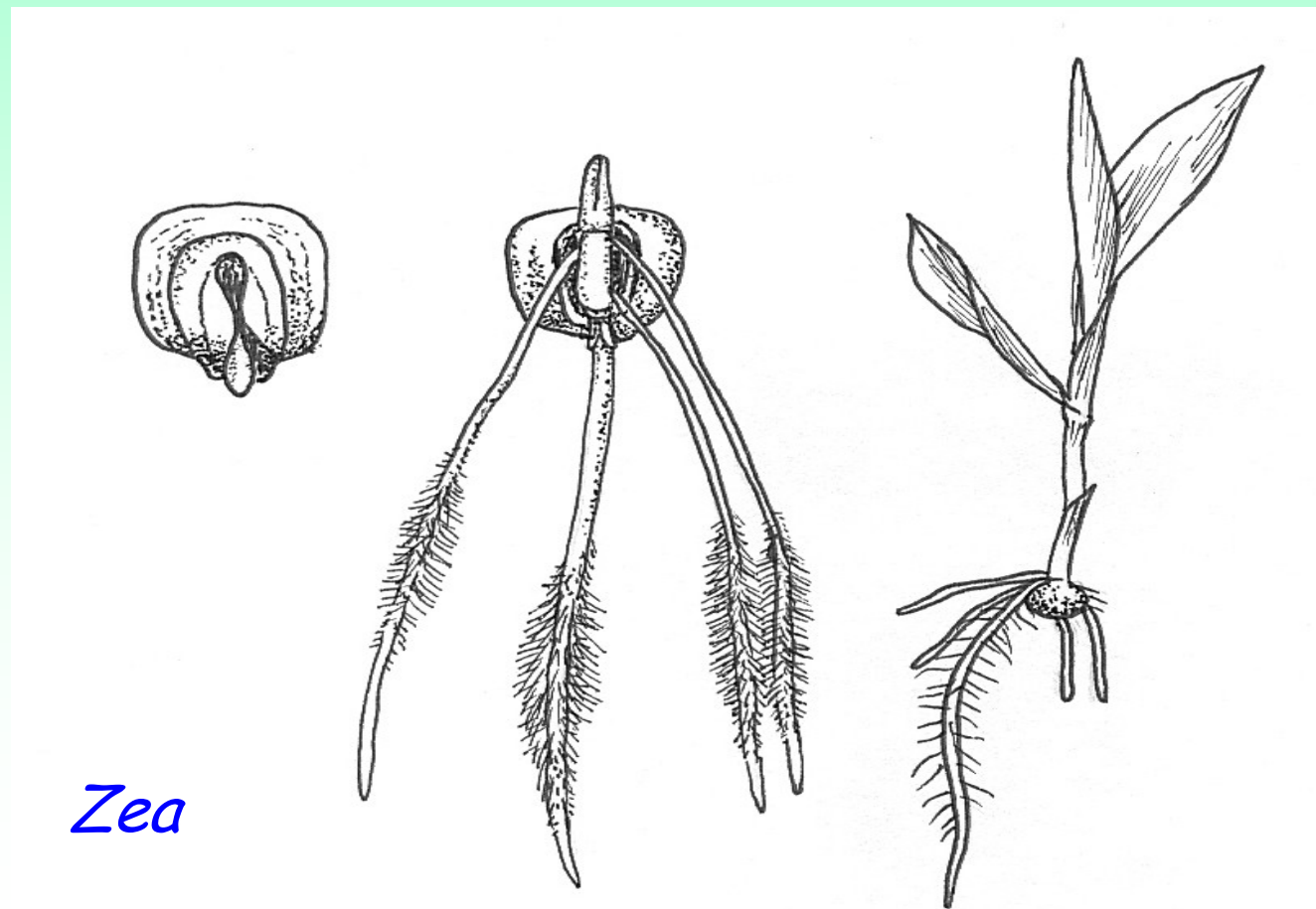


Pisum

Quercus



klíčení epigeické



klíčení hypogeické

Stavba hypokotylu

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

Essau 1966

stadia klíčení semene

