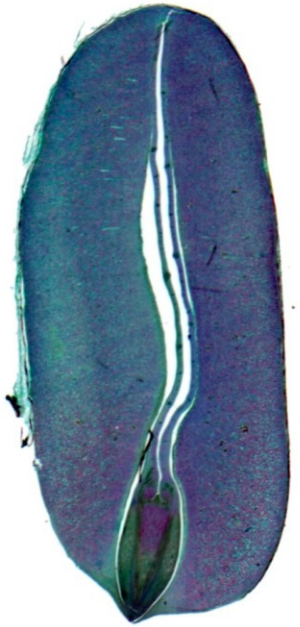
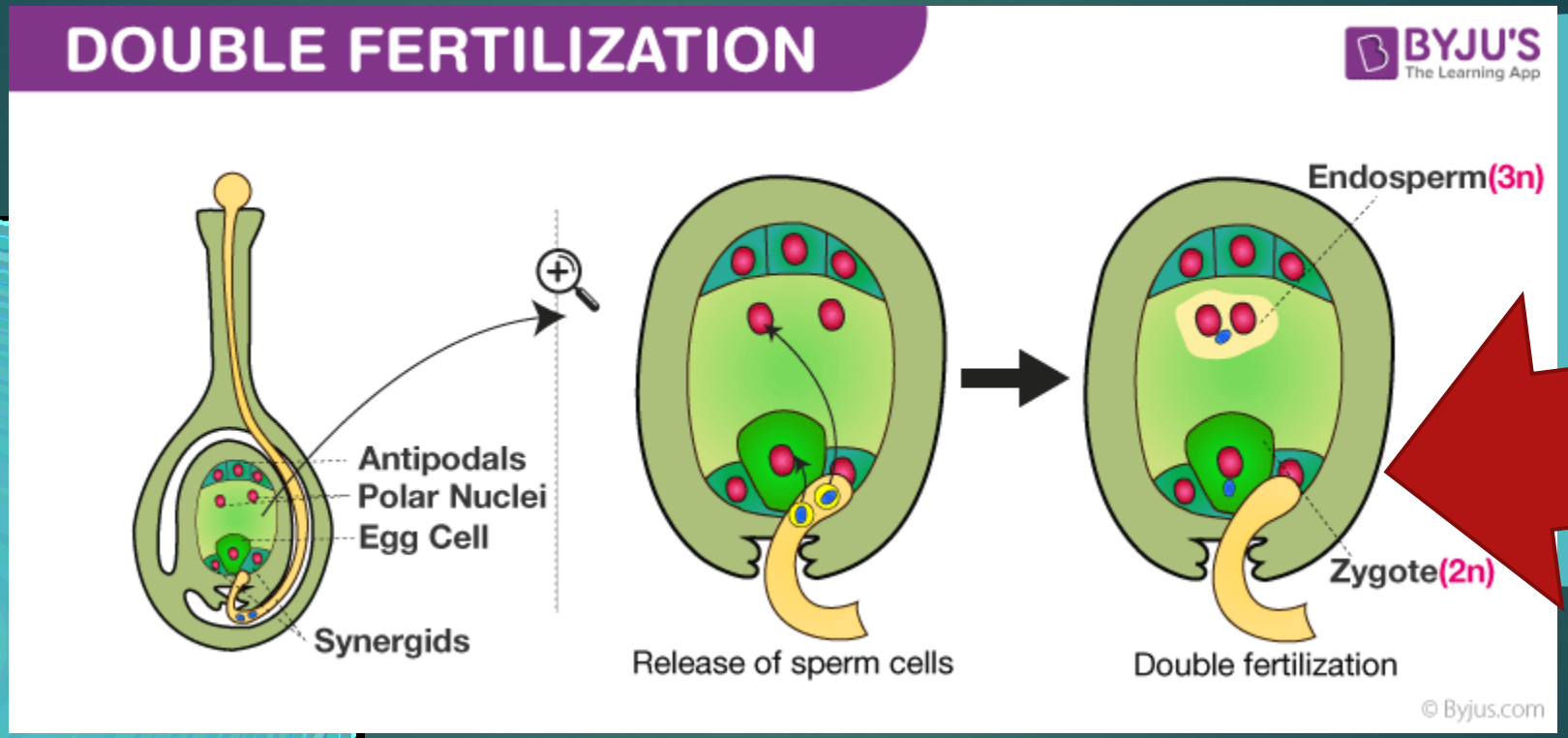
Embryogeneze

ROSTLINNÁ EMBRYOLOGIE, PODZIMNÍ SEMESTR 2021

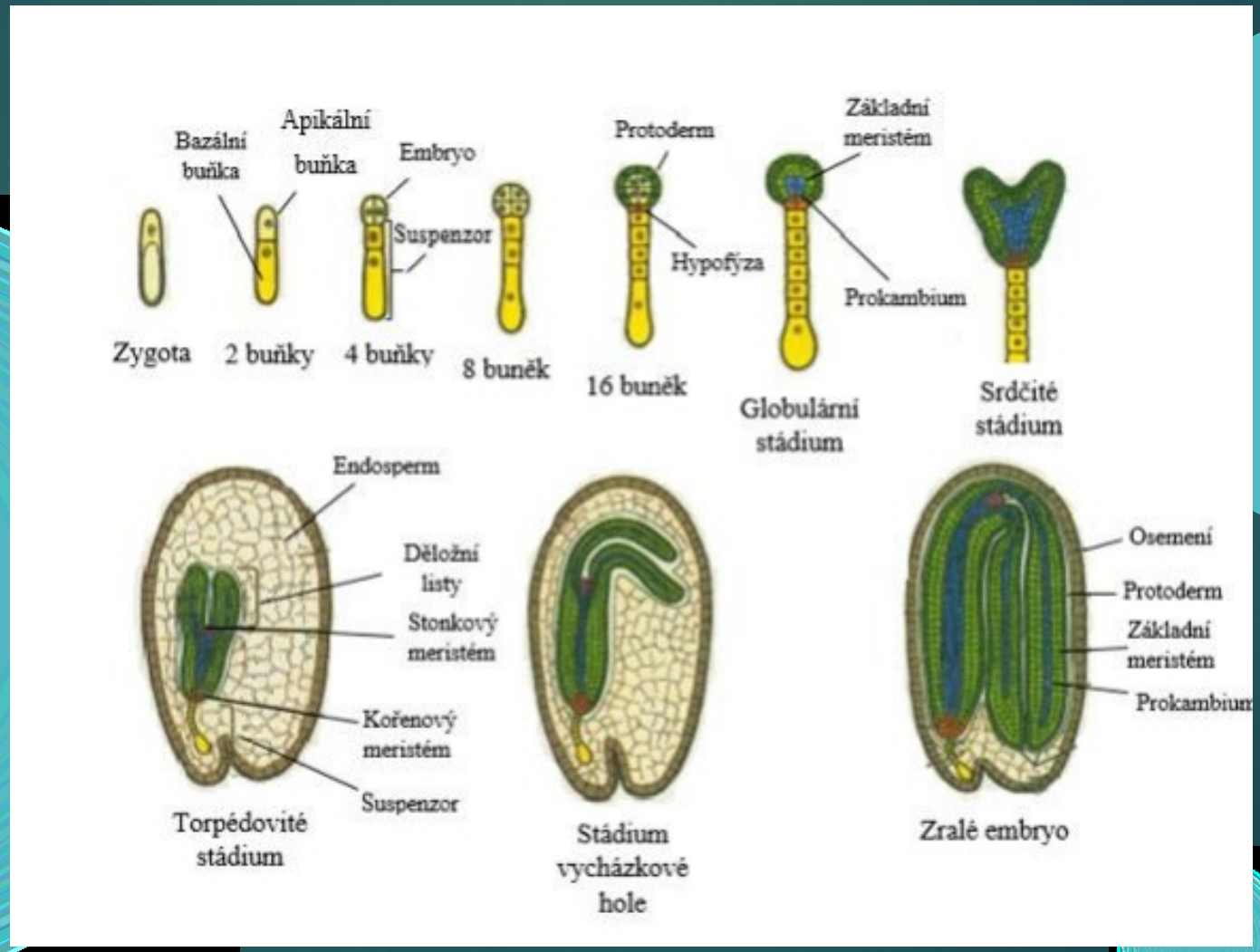
Mgr. Hana Cempírková, Ph.D.

- Co se děje ve vajíčku po oplození?
- Jak vypadá rostlinné embryo?
- Jaká je role auxinu při vývoji embrya?
- Jak vzniká endosperm?

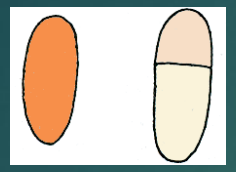



DOUBLE FERTILIZATION
BYJU'S
The Learning App
Antipodals
Polar Nuclei
Egg Cell
Synergids
Release of sperm cells
Endosperm(3n)
Zygote(2n)
Double fertilization
© Byjus.com

Stádia vývoje embrya dvouděložných rostlin

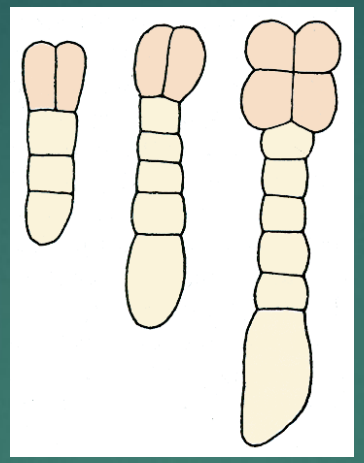


Embryogeneze dvouděložných krytosemenných rostlin - schéma



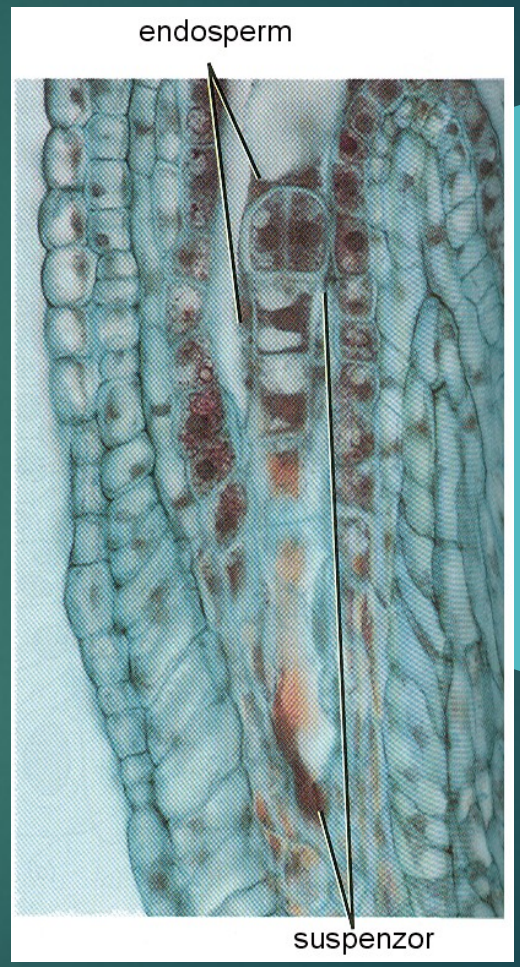
zygota

první dělení zygoty



vznik suspenzoru a proembrya

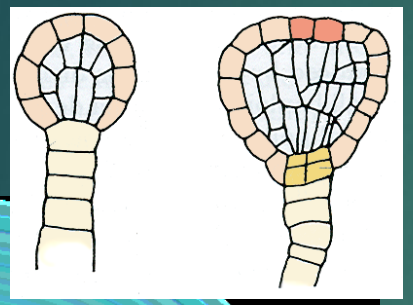
lineární embryo



Raven P.H., Everet R.F., Eichhorn S.E.: Biology of Plants. - W. H. Freeman and Comp. Publ., 2005

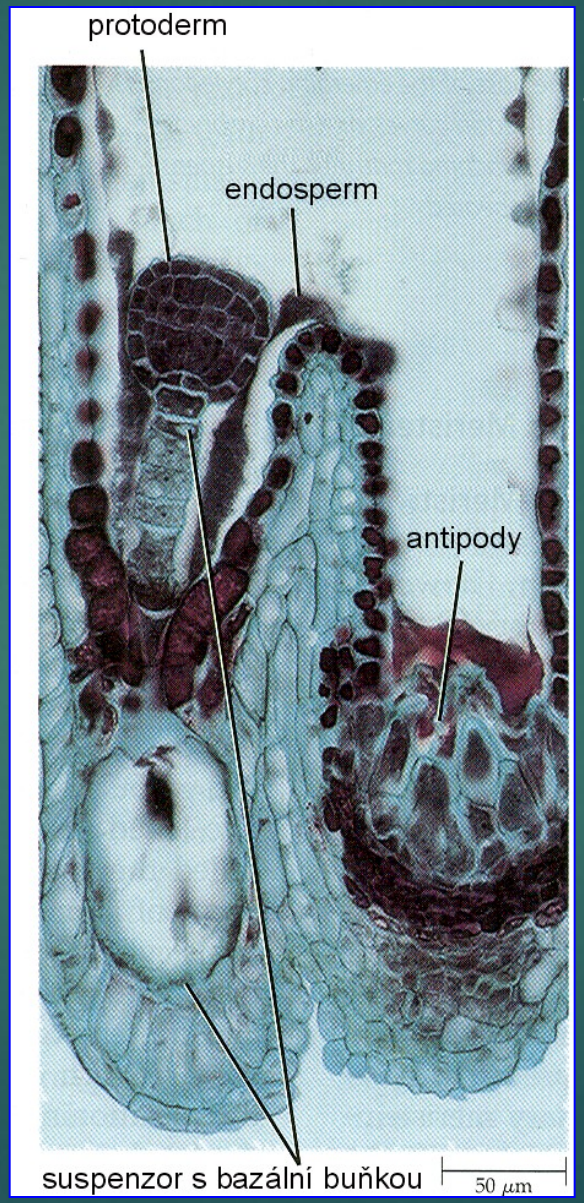
Embryogeneze dvouděložných krytosemenných rostlin - schéma

globulární embryo

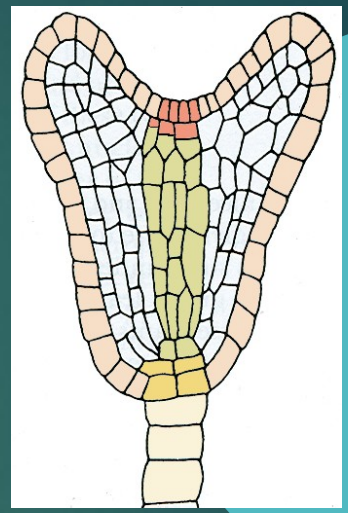


diferenciace
protodermu
centrálního
meristému

epifýzy
hypofýzy

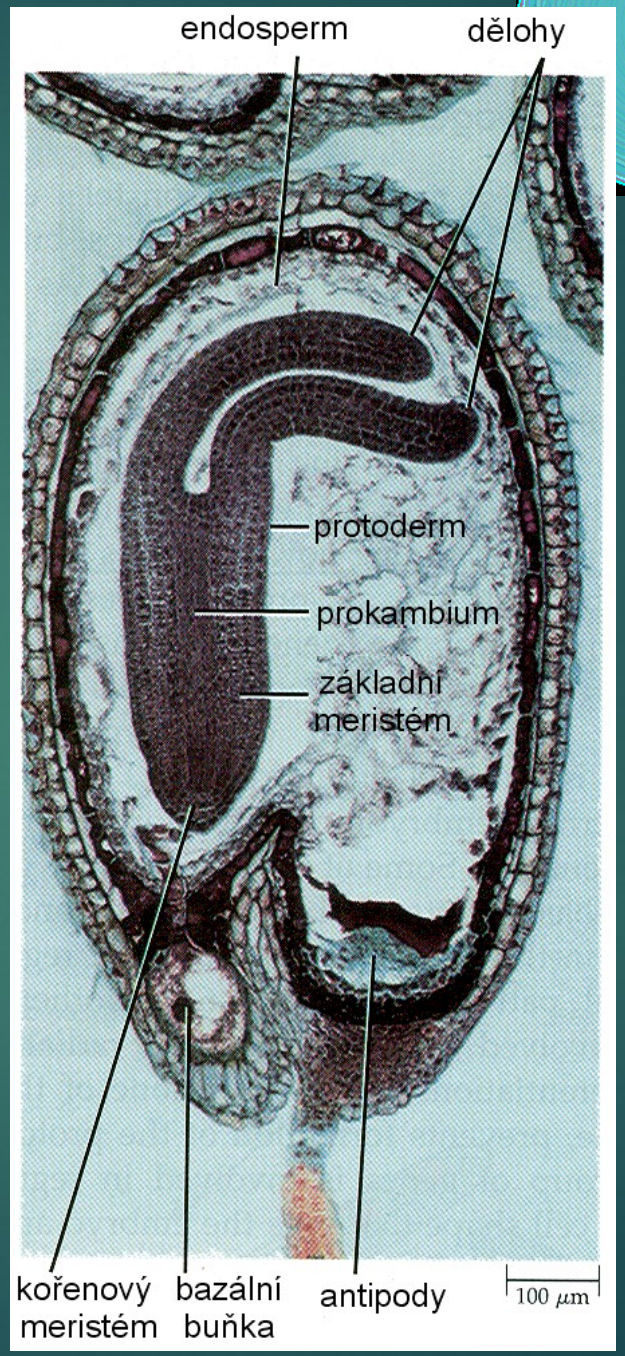


srdčité - torpédovité embryo



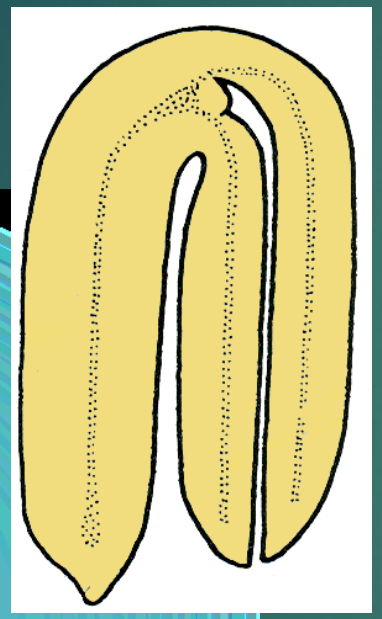
diferenciace
prokambia
a základního meristému

Raven et al. 2005



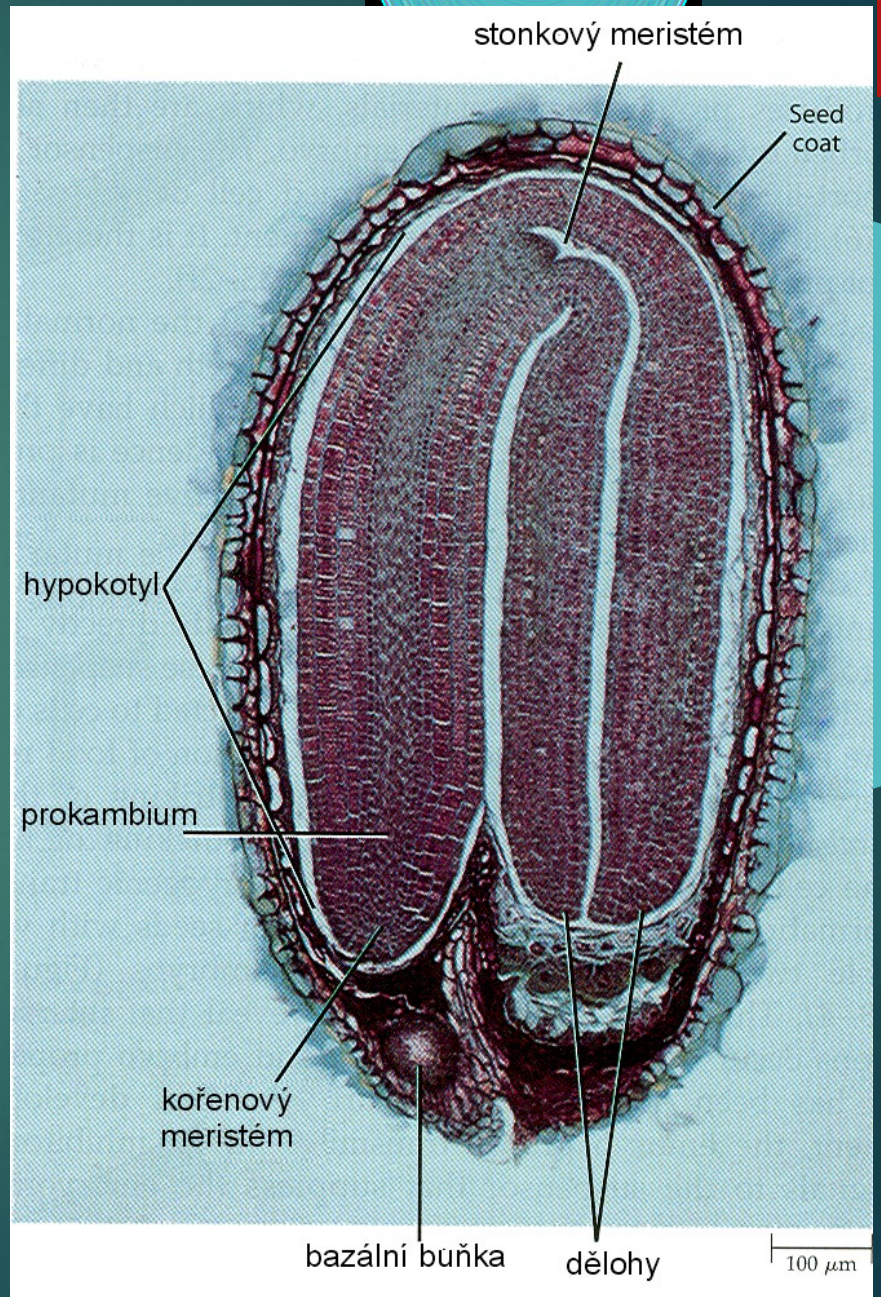
Raven et al., 2005

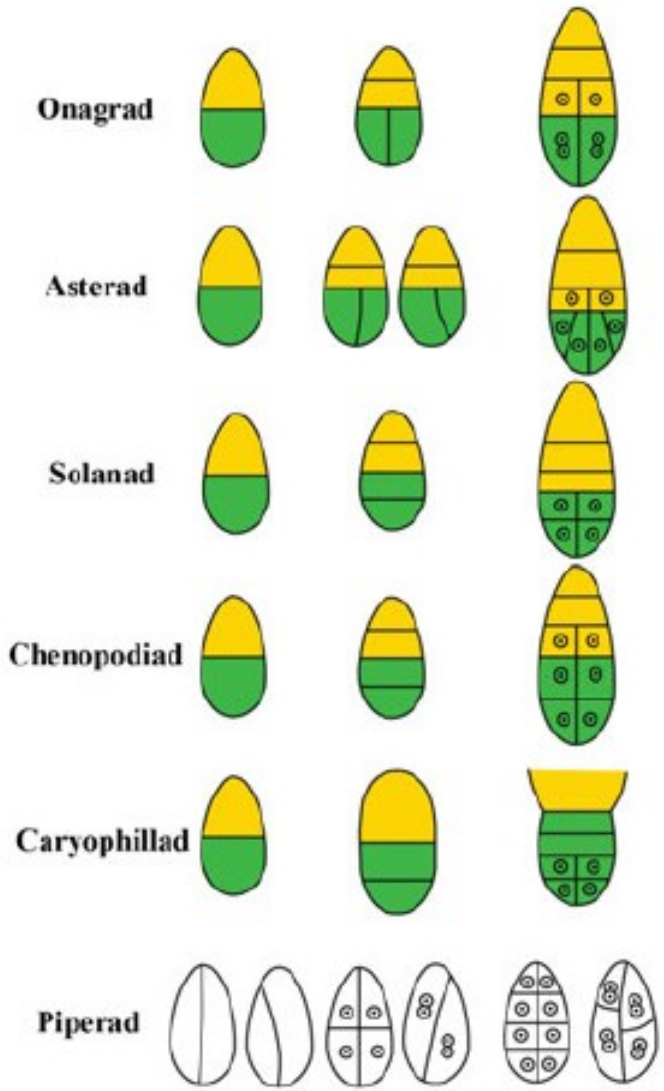
Embryogeneze dvouděložných krytosemenných rostlin - schéma



zralé embryo
vstupující do dormance

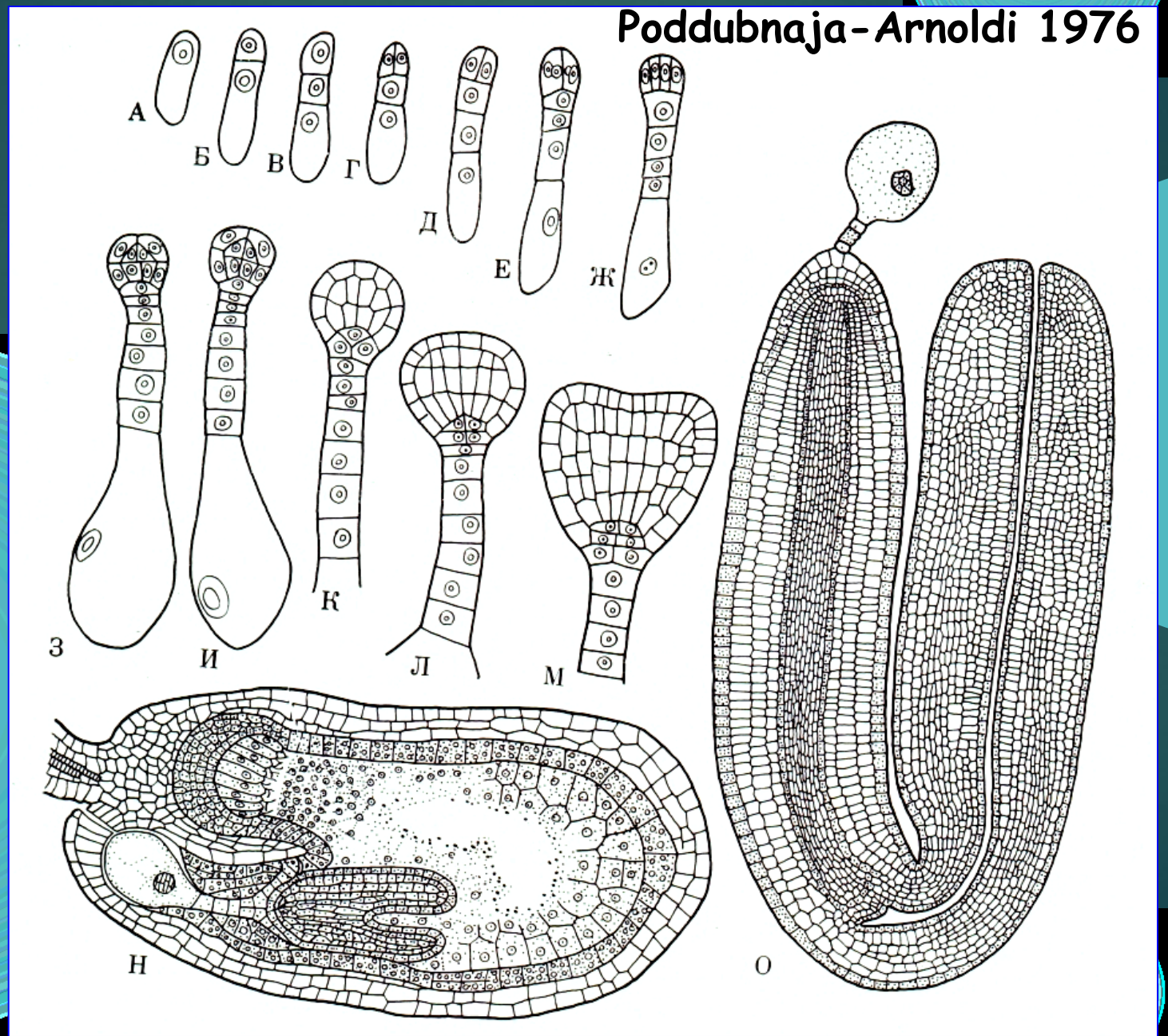
Raven et al. 2005





Embryogenetické typy

Onagrad - Capsella



Stadia embryogeneze *Arabidopsis thaliana*

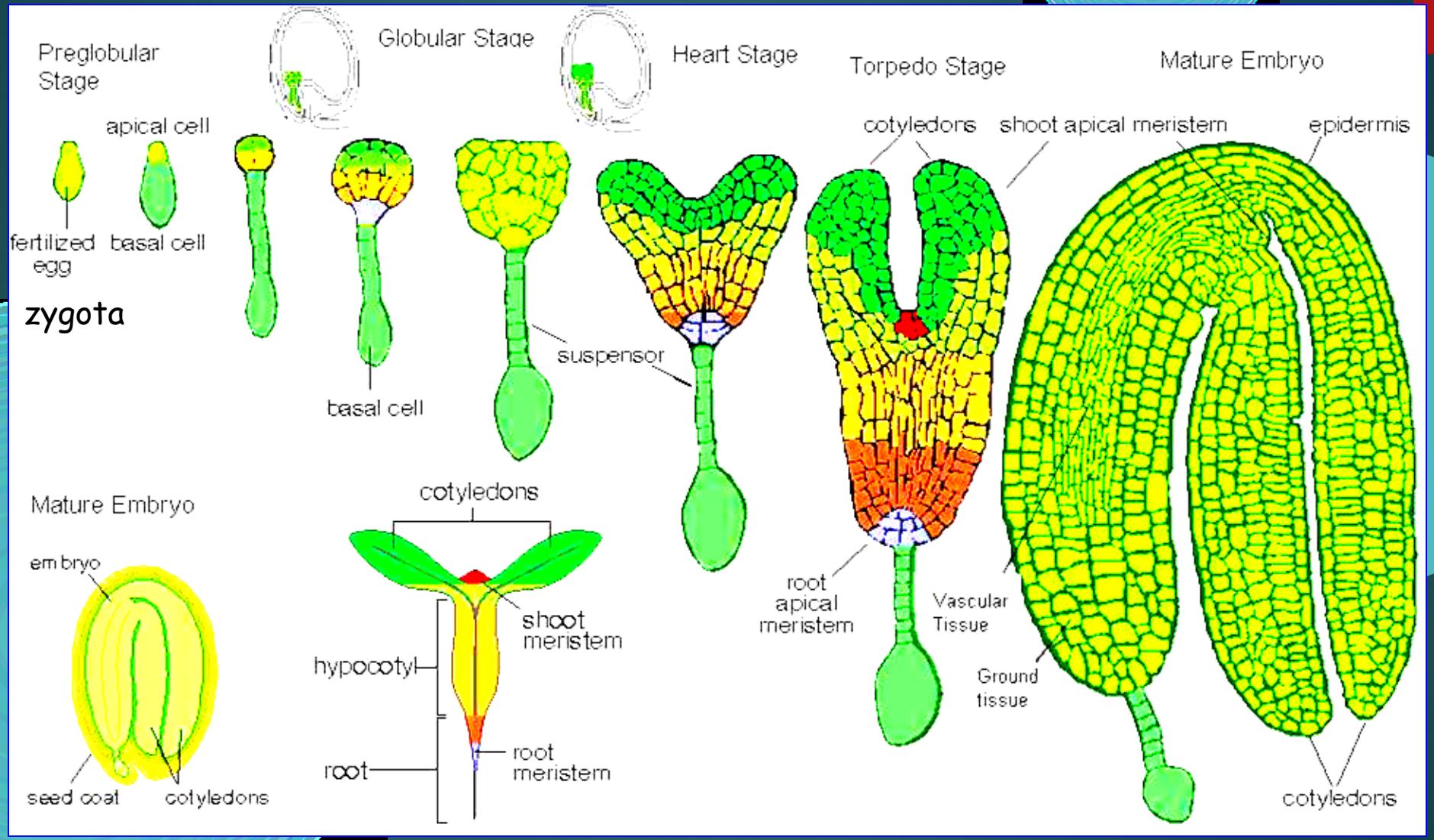


Image adapted f pert, Lewis.
(1998) Princi elopment. Oxford University Press, NY

Embryogeneze u *Arabidopsis* (typ Onagrad)

první dělení zygoty = příčné

- malá apikální buňka
- větší bazální buňka

} proembryo

- bazální buňka → suspenzor + hypofýza
- apikální buňka → vlastní embryo

PIN-FORMED 1 - 8 (PIN1- 8)
= regulátory transportu auxinu

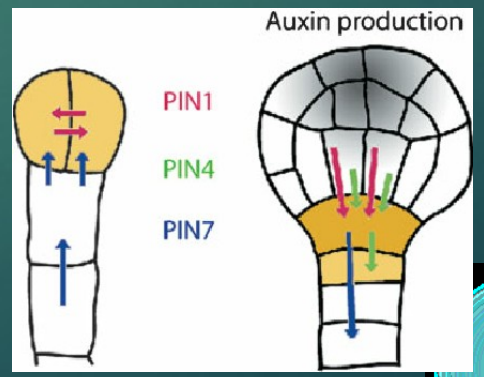
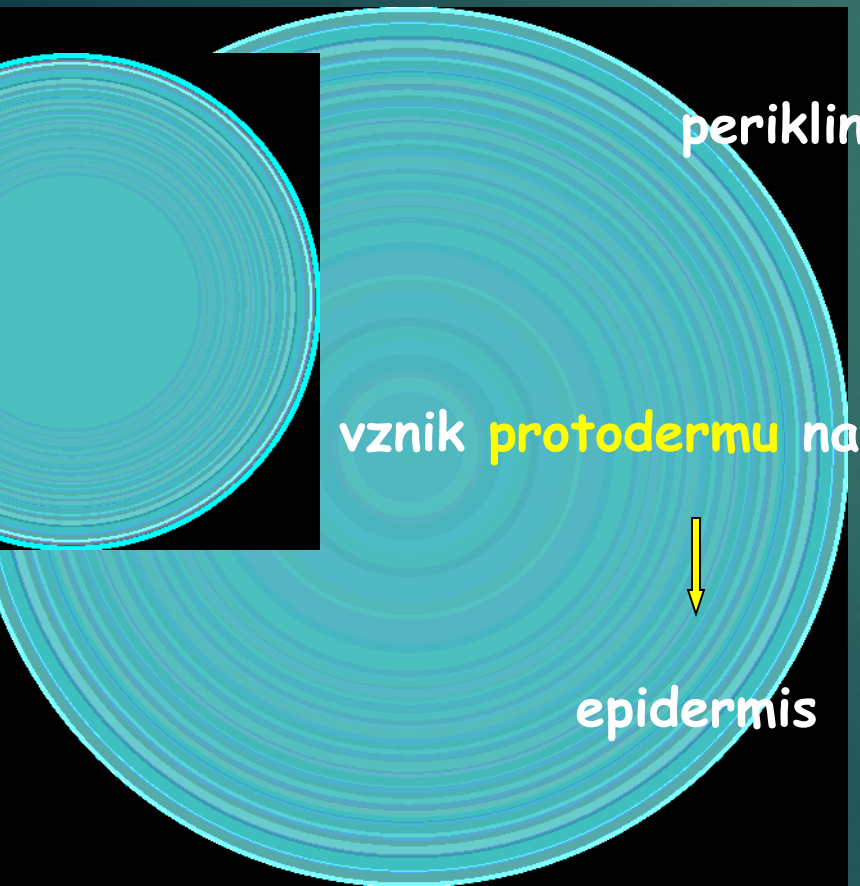


Figure adapted from Friml J, Vieten A, Sauer M, Weijers D, Schwarz H et al. 2003 Nature 426:147–153.

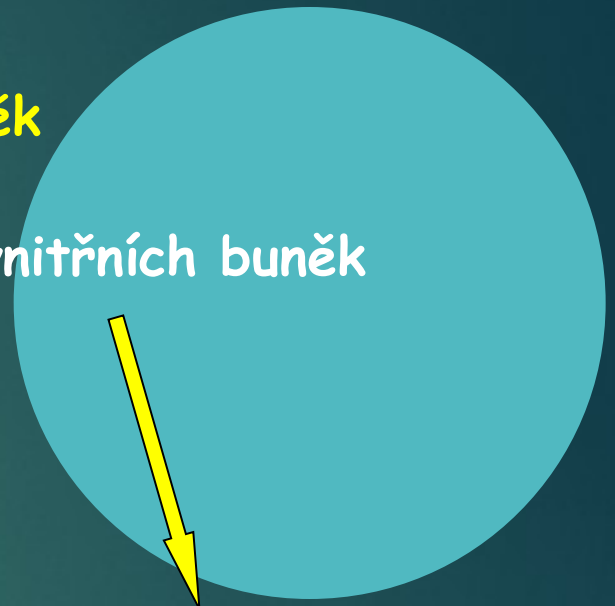
Embryogeneze u *Arabidopsis*

formace radiálních vzorů - začíná ve stadiu 8 buněk



periklinální dělení

dělení vnitřních buněk

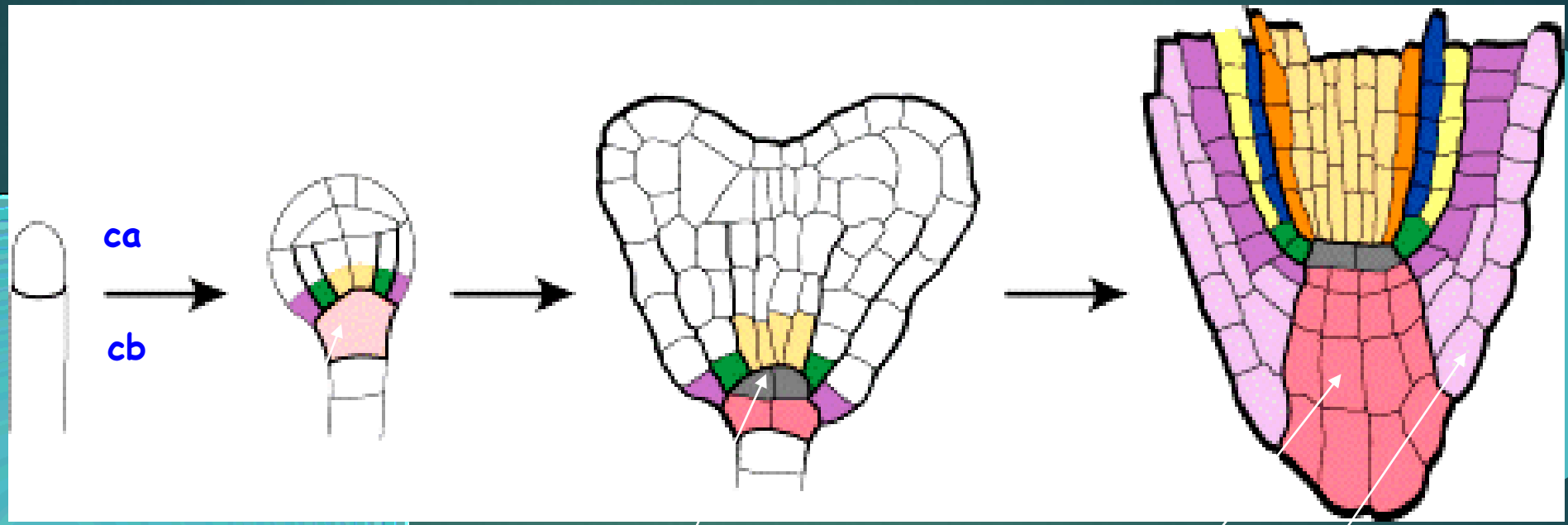


vznik protodermu na povrchu → epidermis

základní meristém → kůra a endodermis

základ prokambia → cévní svazky

Arabidopsis – vývoj radikuly

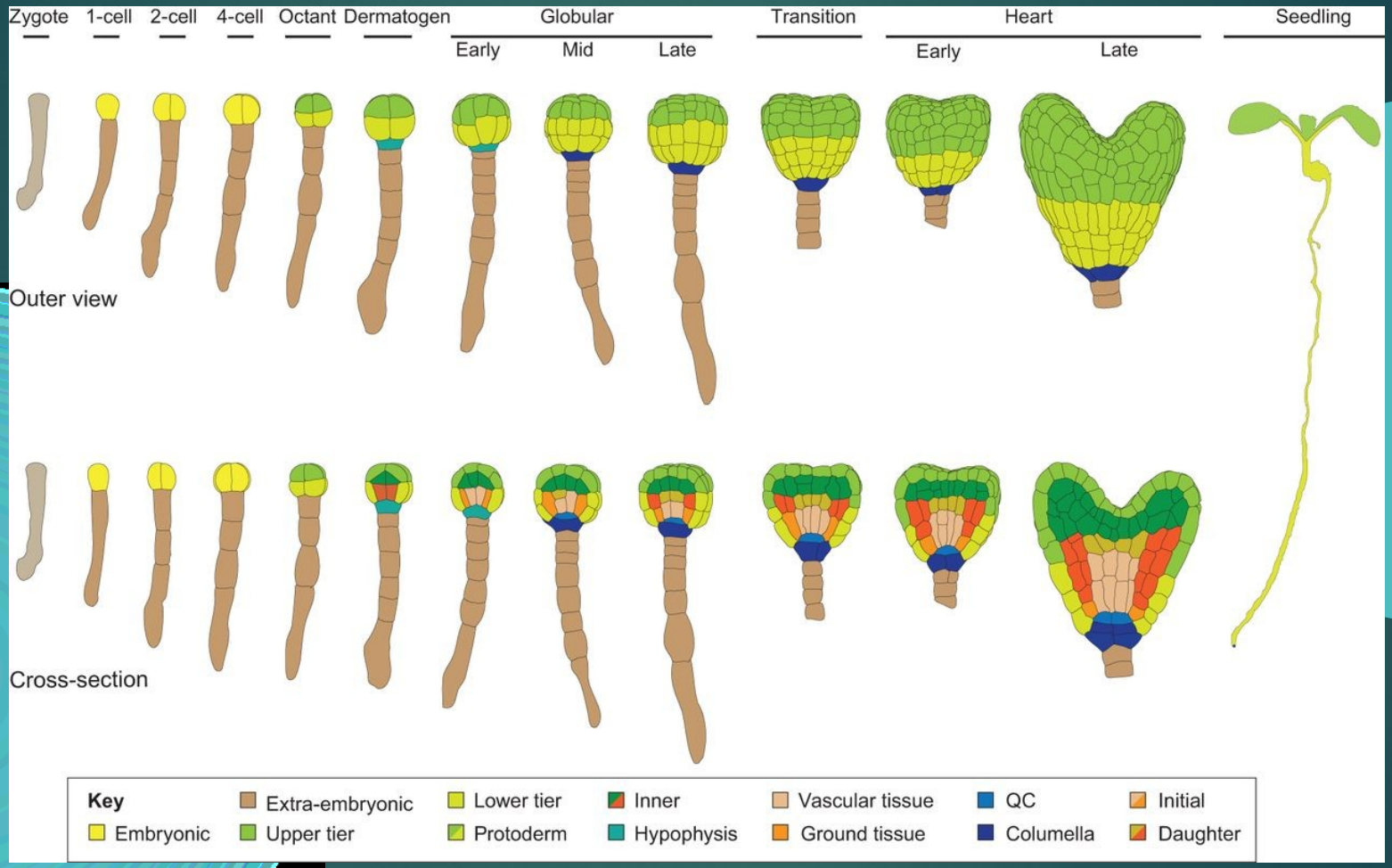


u *Arabidopsis* je **hypofýzou**
buňka přiléhající k suspenzoru
(derivát bazální buňky)

později se dělí na horní buňku **čočkovitou → kořenový meristém**

spodní buňka → kolumela
→ kořenová čepička

Embryogeneze a osud buněk u *Arabidopsis*

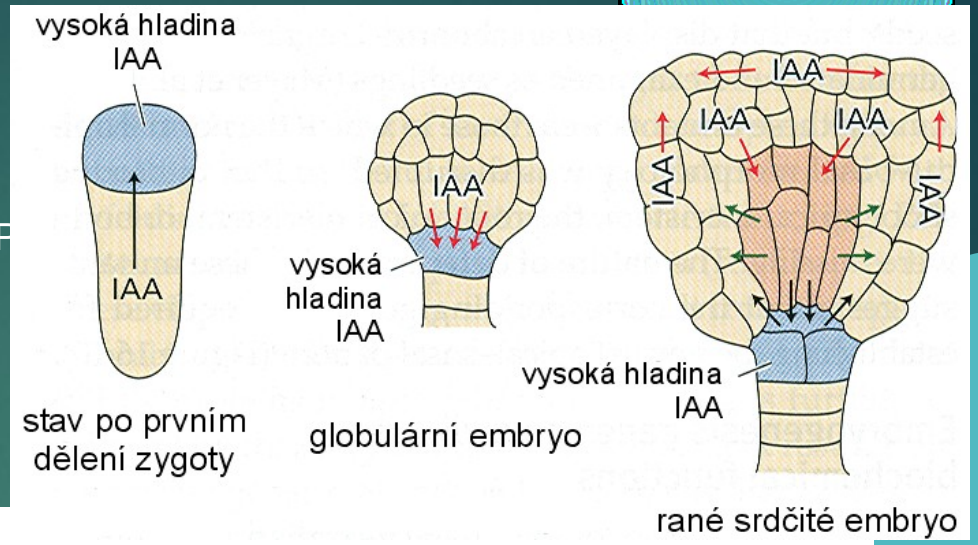


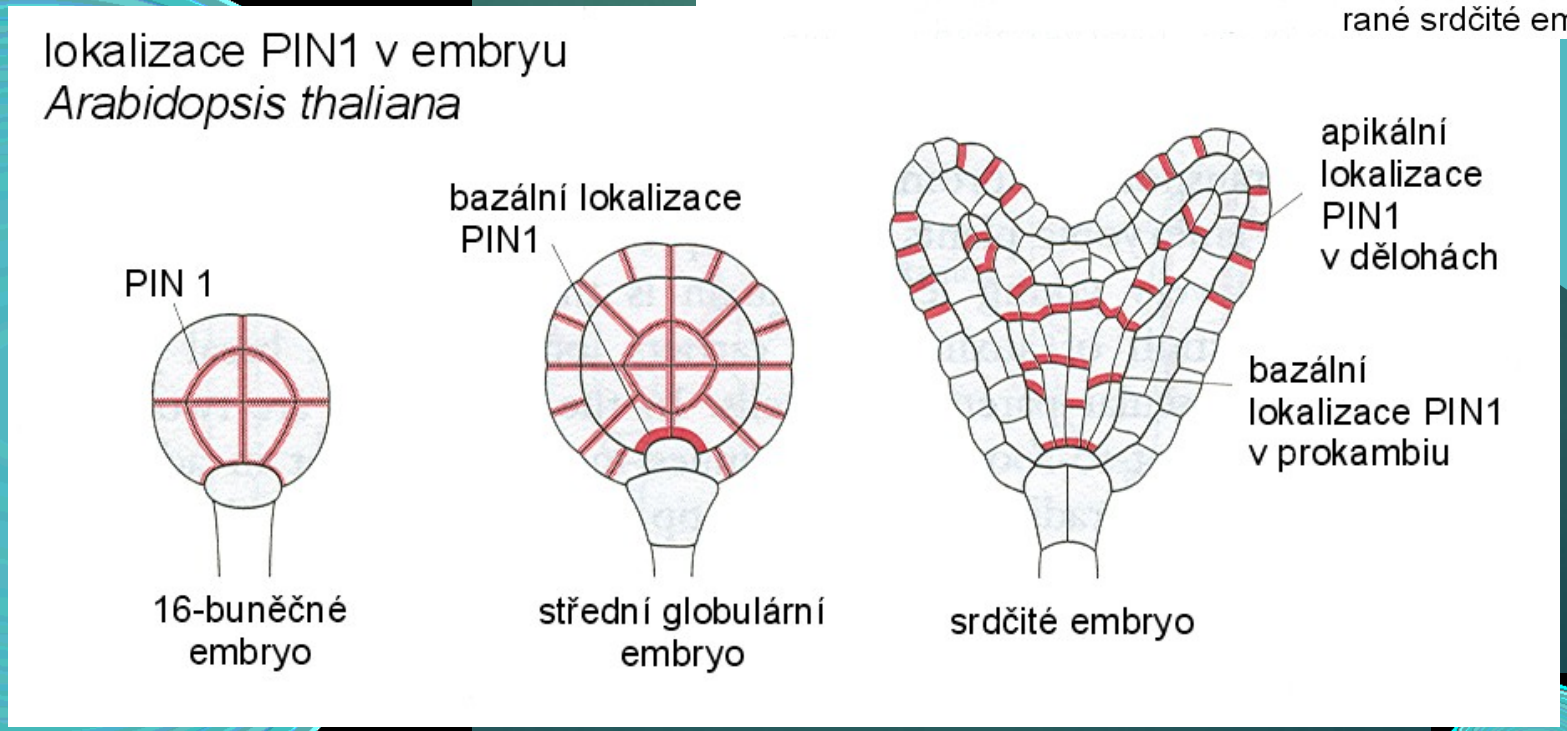
Doporučná literatura:

Building a plant: cell fate specification in the early *Arabidopsis* embryo

http://dev.biologists.org/content/142/3/420

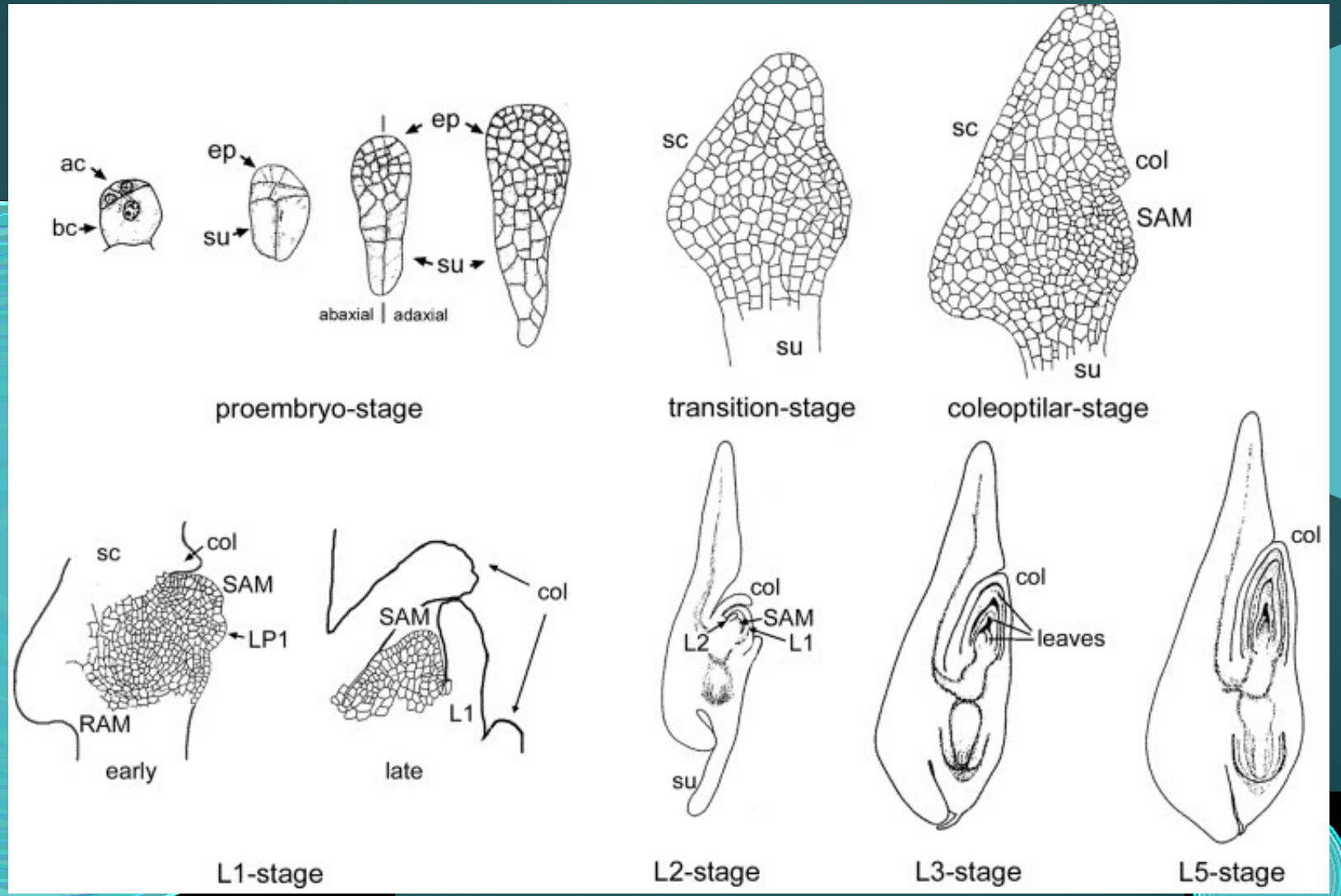
Polarita embrya – transport auxinu



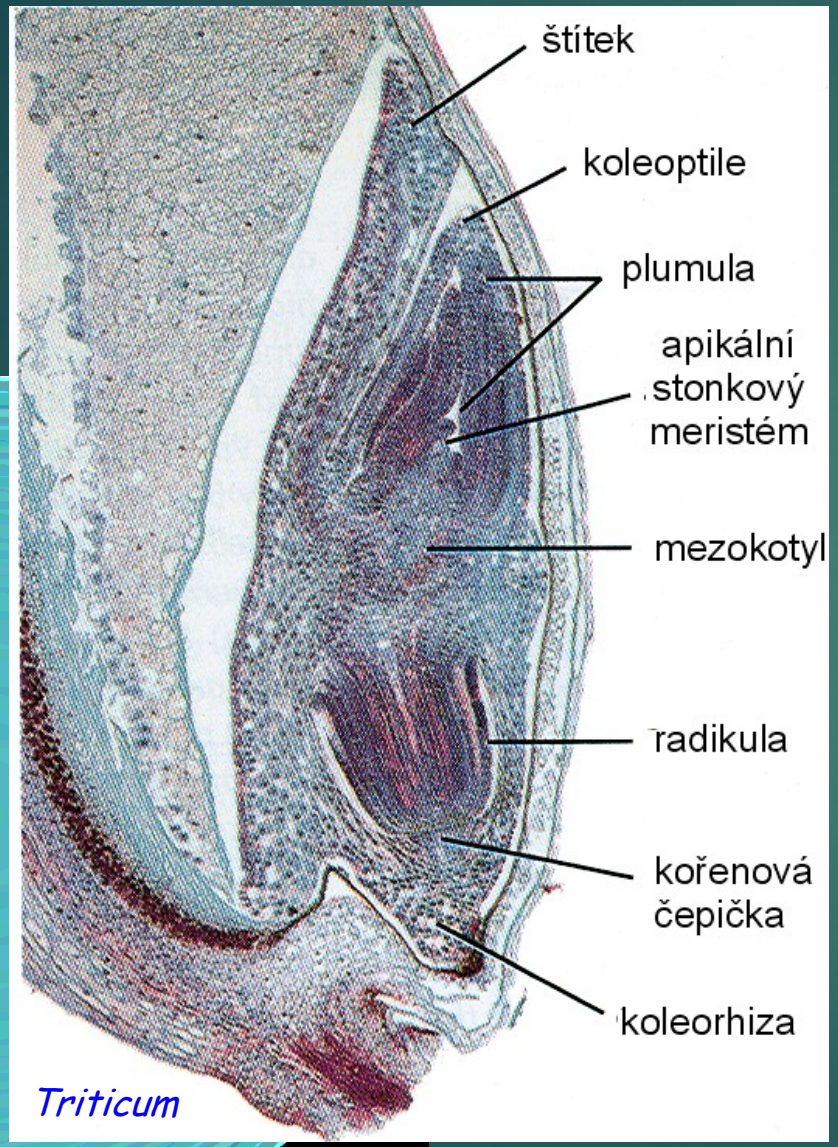


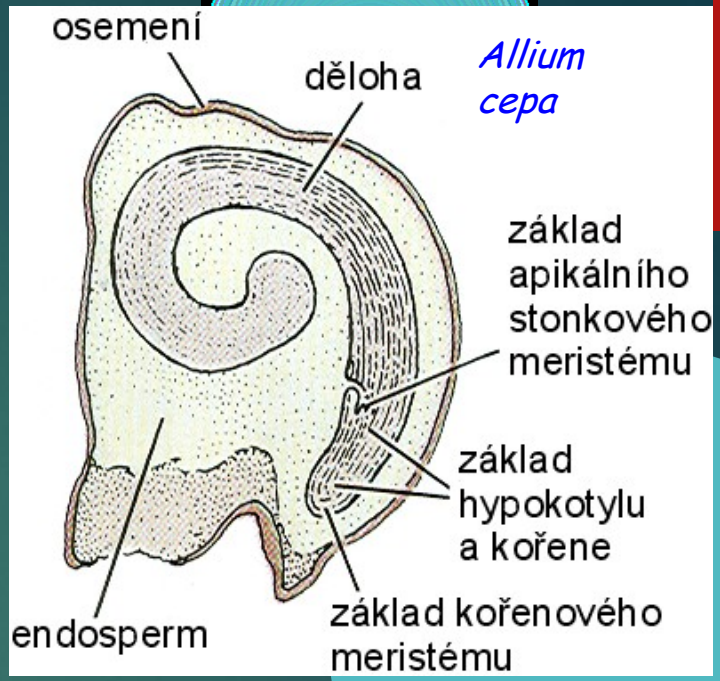
Taiz l., Zieger E.: Plant Physiology. – Sinauer Ass., Inc., Publishsrs, Sunderland, Massachusetts, 2006 (upraveno)

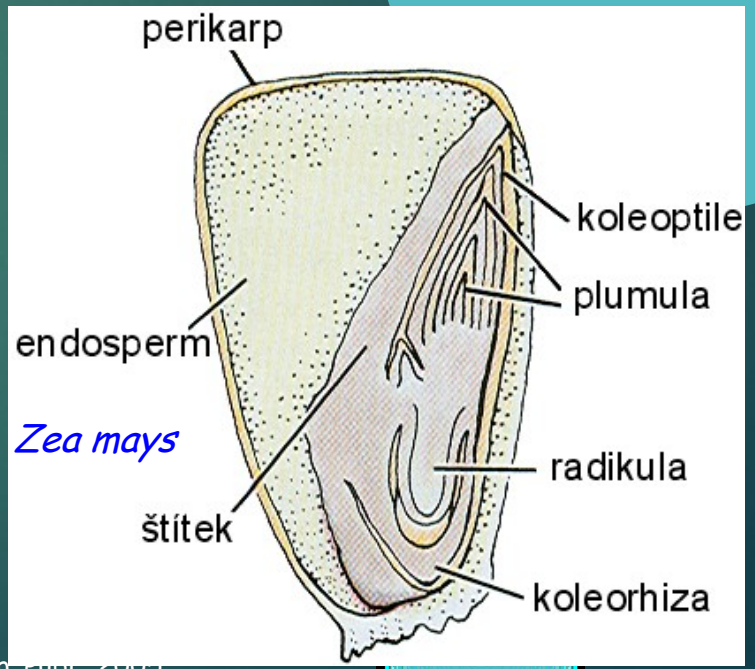
Embryogeneze u kukuřice



Embrya rostlin jednoděložných





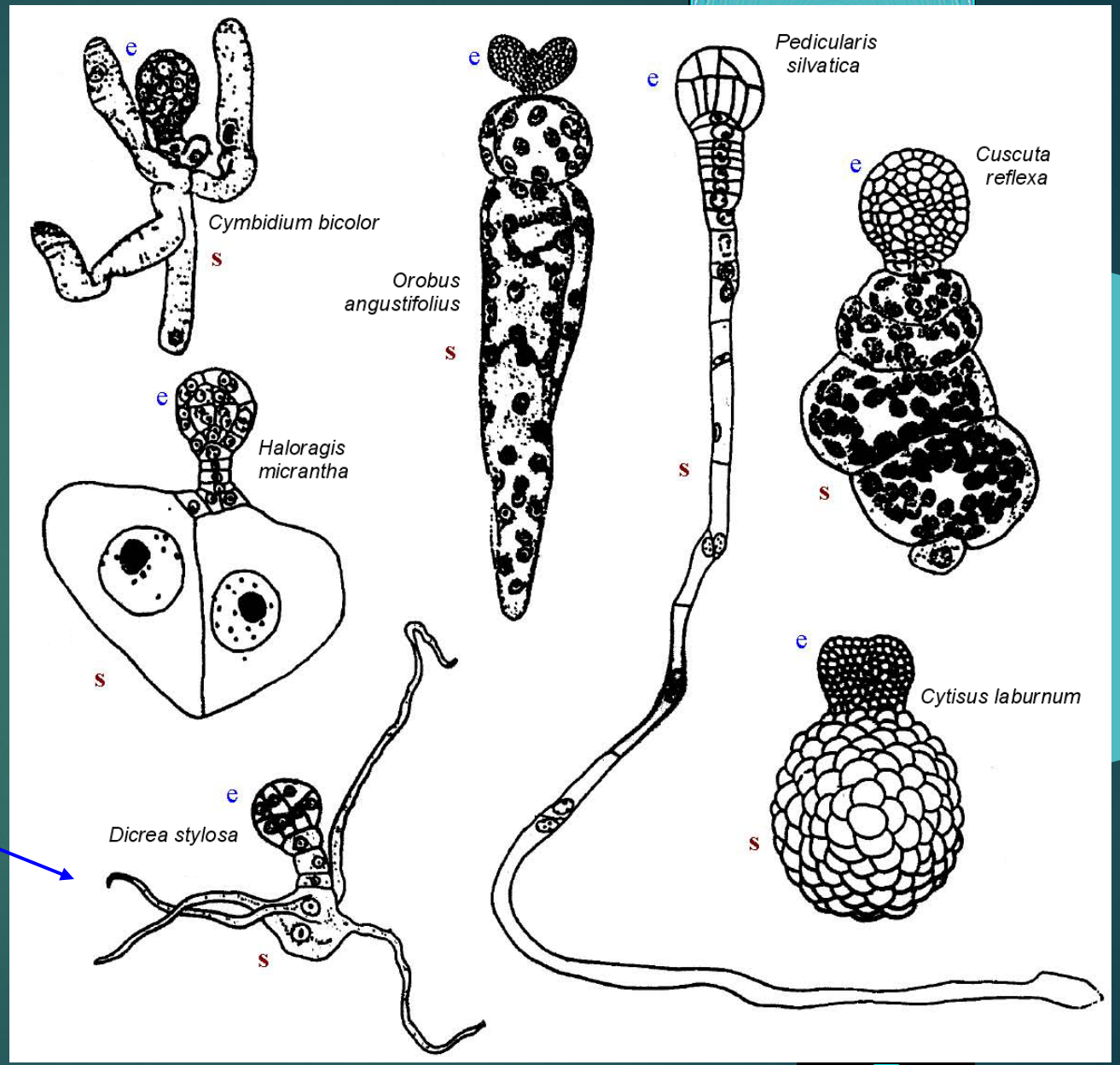


Raven P.H., Everet R.F., Eichhorn S.E.: Biology of Plants. – W. H. Freeman and Comp. Publ., 2005

suspenzor
(zavěšovadlo)

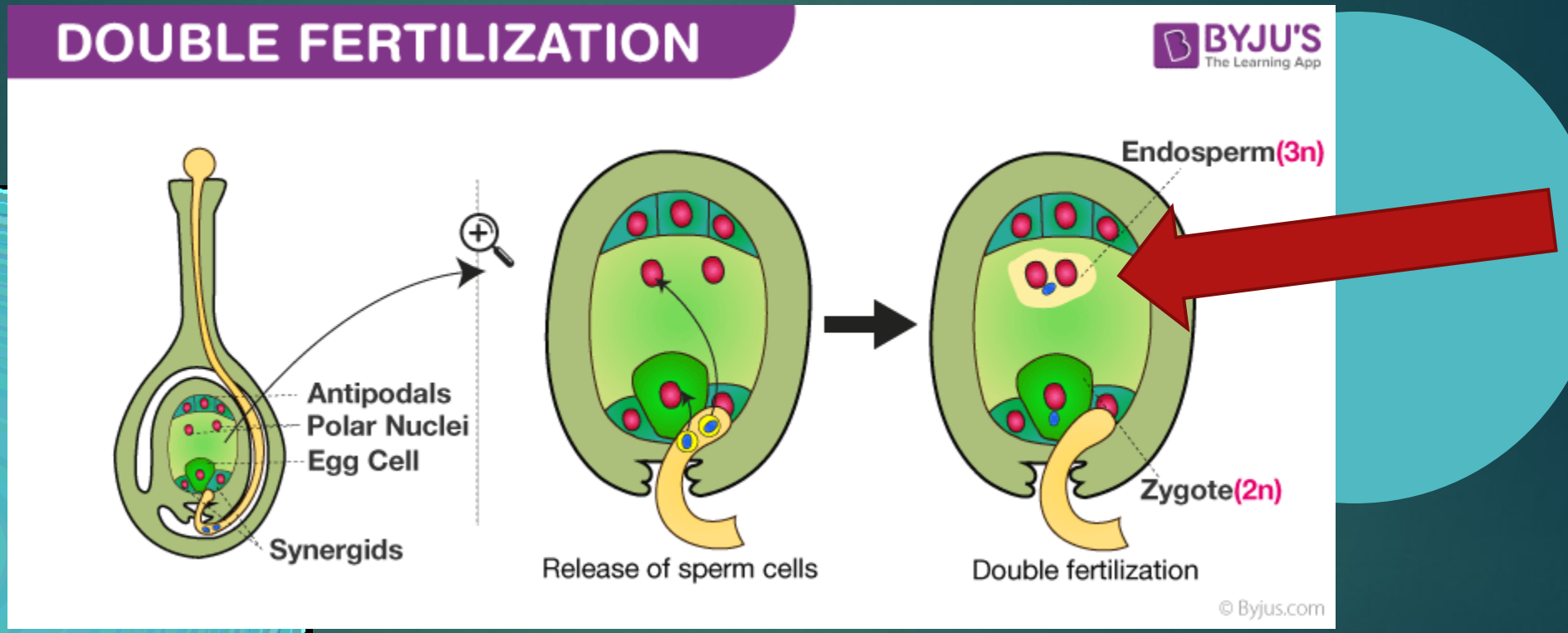
dočasná funkce v rané embryogenezi

tvarově rozmanitý orgán - haustoria



Wardlaw C.W.: Embryogenesis in Plants. – John Viley & sons, Inc., London, 1955

DOUBLE FERTILIZATION



Endosperm

= pletivo obklopující a vyživující embryo v průběhu vývoje

počátek vývoje endospermu = konfluace – oplození centrální buňky zárodečného vaku = vznik primární endospermální buňky

dočasný - v průběhu dozrávání embrya je „spotřebován" a zásobní látky jsou uloženy v dělohách embrya = bezbílečnatá semena

v semeni **přetrvává** v době zralosti embrya = bílečnatá semena

zbytek nucellu v době zralosti embrya = perisperm

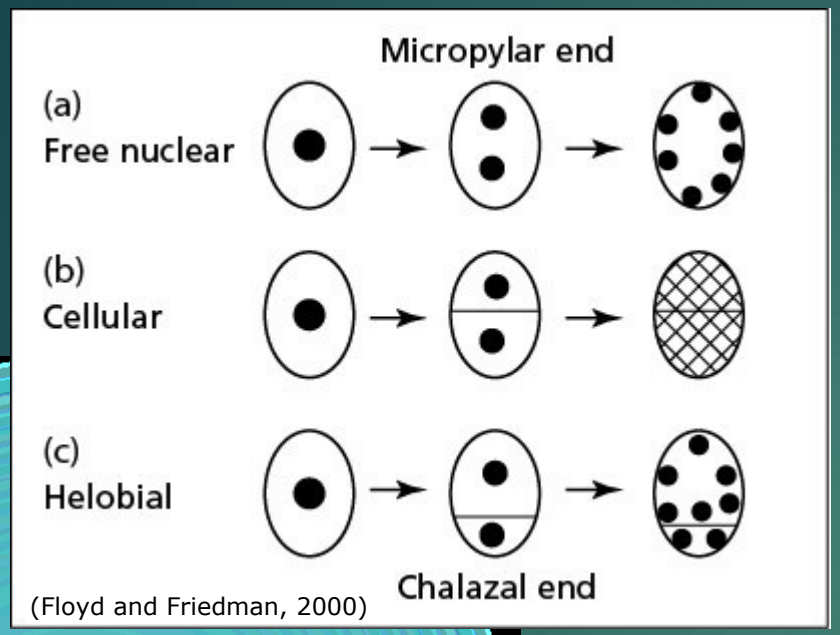
Endosperm rostlin krytosemenných

typy endospermu podle způsobu dělení:

- jaderný **(nukleární)** – zpočátku volnojaderné dělení, později celularizace - výskyt u jednoděložných i dvouděložných rostlin (*Brassicaceae - Capsella, Galanthus, Cocos*)
- buněčný **(celulární)** – po každém dělení jádra tvorba buněčné stěny - častější u dvouděložných (*Viciaceae, Solanaceae, Campanulaceae - Jasione*)
- helobiální – po prvním dělení vznik přepážky, v každé pak probíhá volnojaderné dělení - častější u jednoděložných (*Juncus, Najas*)

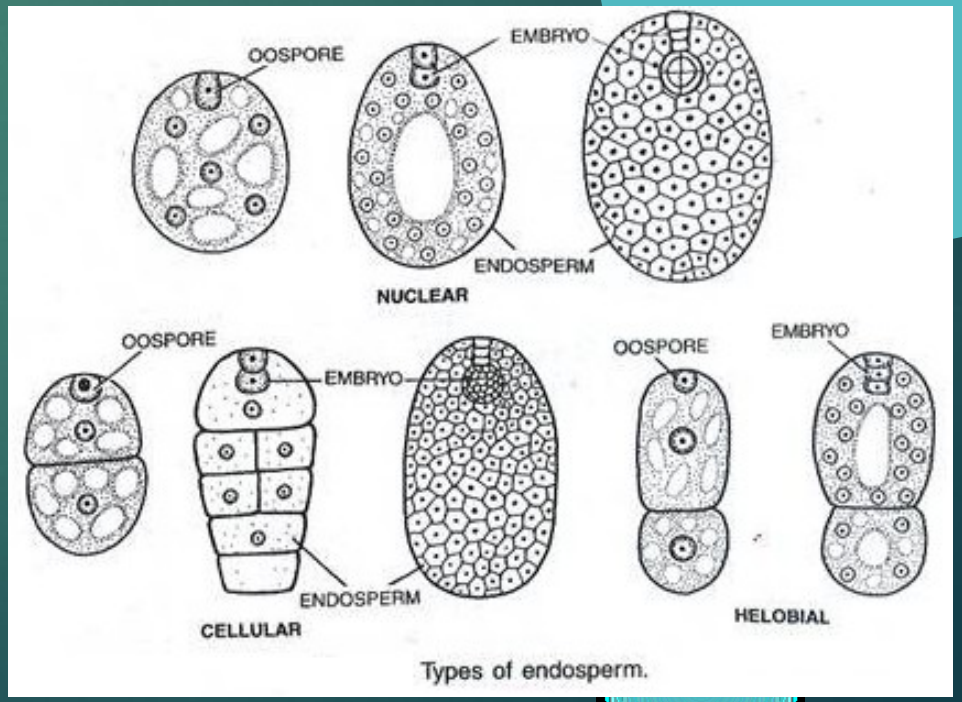
endosperm může i chybět *(Orchidaceae, Trapaceae)*

Typy endospermu



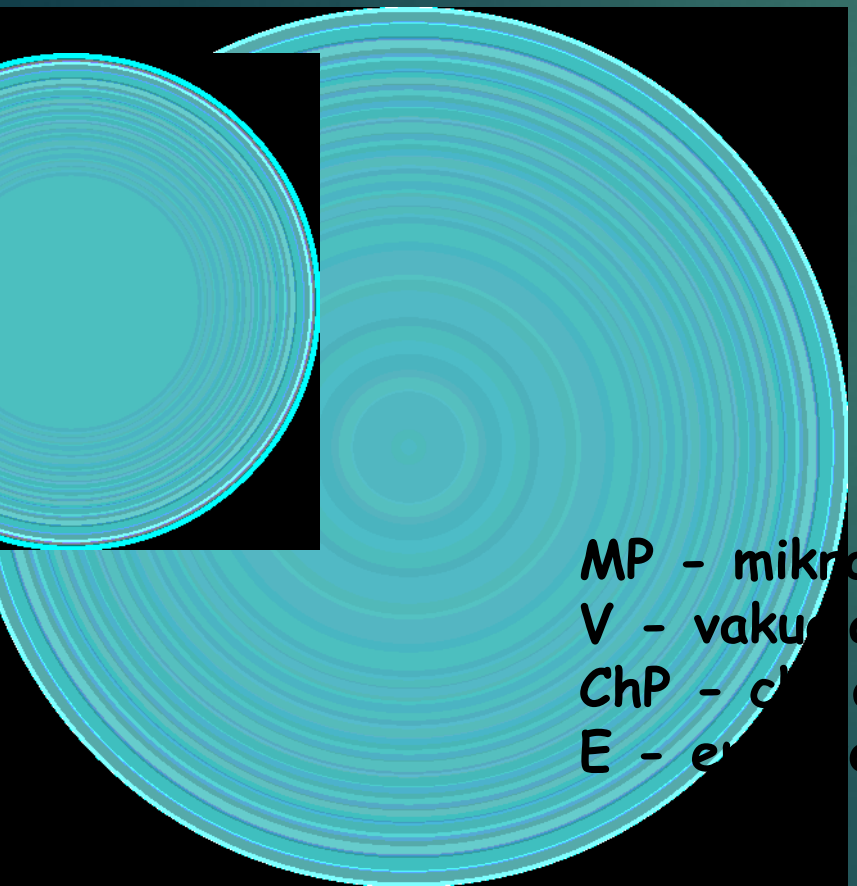
(Floyd and Friedman, 2000)

http://www.yourarticlelibrary.com/biology/various-types-of-endosperm-of-flowering-plants/11785/



Types of endosperm.

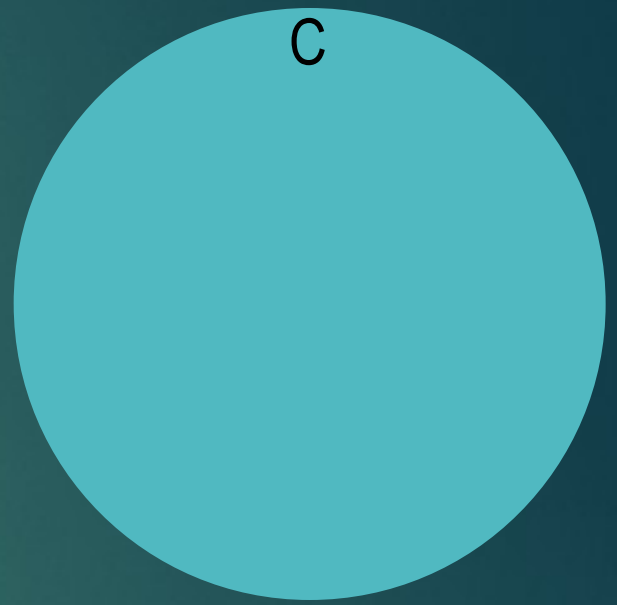
Raná stadia vývoje jaderného endospermu u *Arabidopsis* (coenocyt)



MP - mikropylární pól
V - vakuola
ChP - chalazální pól
E - embryo

MCE - mikropylární endosperm
PEN - periferální endosperm
CZE - chalazální endosperm

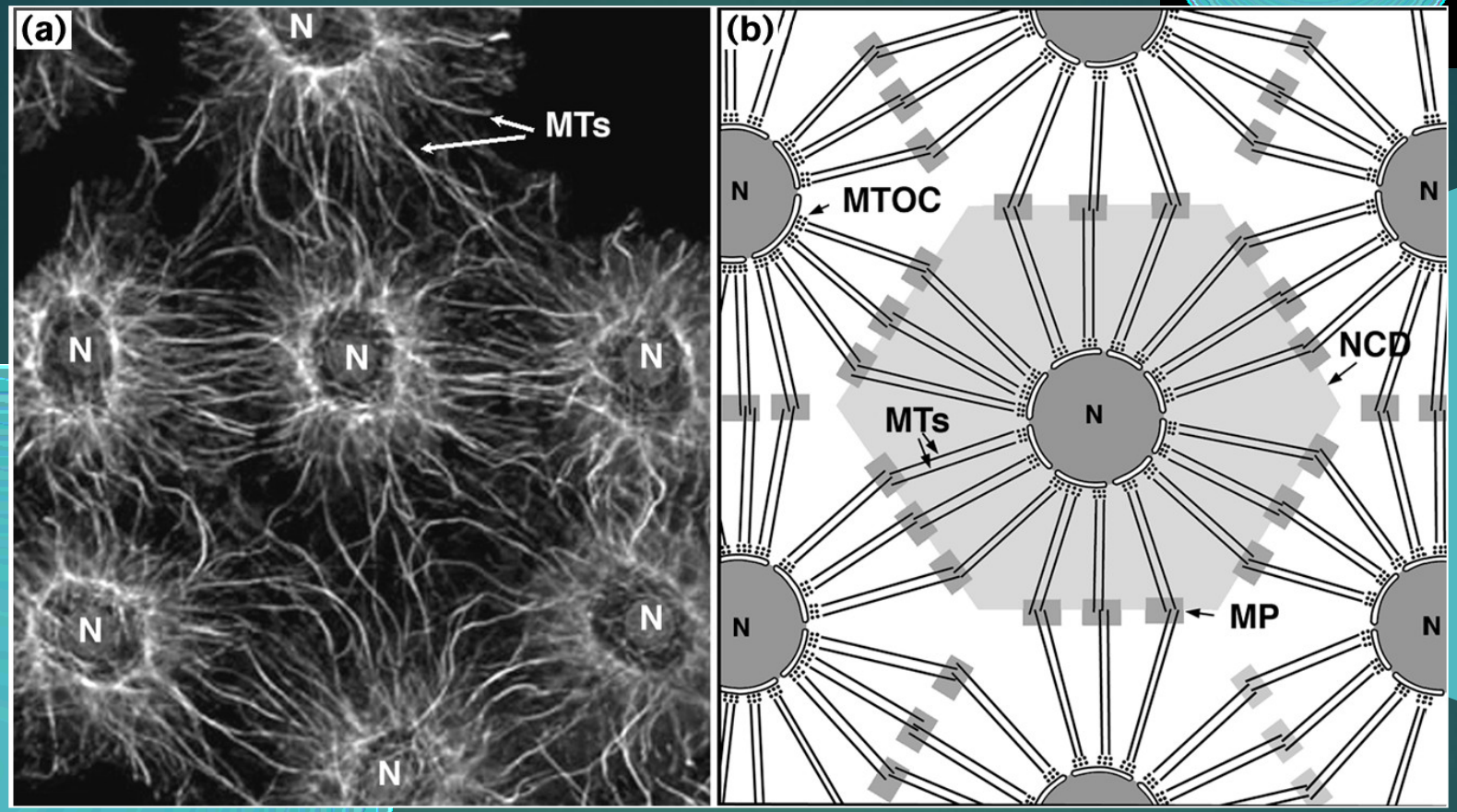
Celularizace endospermu u *Arabidopsis*



MCE -mikropylární buněčný endosperm
ALV - alveoly
RMS - radiál mikrotubulární systém
NO - endos mální noduly
E - embry

CE - buněčný endosperm
ChC - chalazání cysta
ALC - „aleurone-like cells“

Celularizace jaderného endospermu

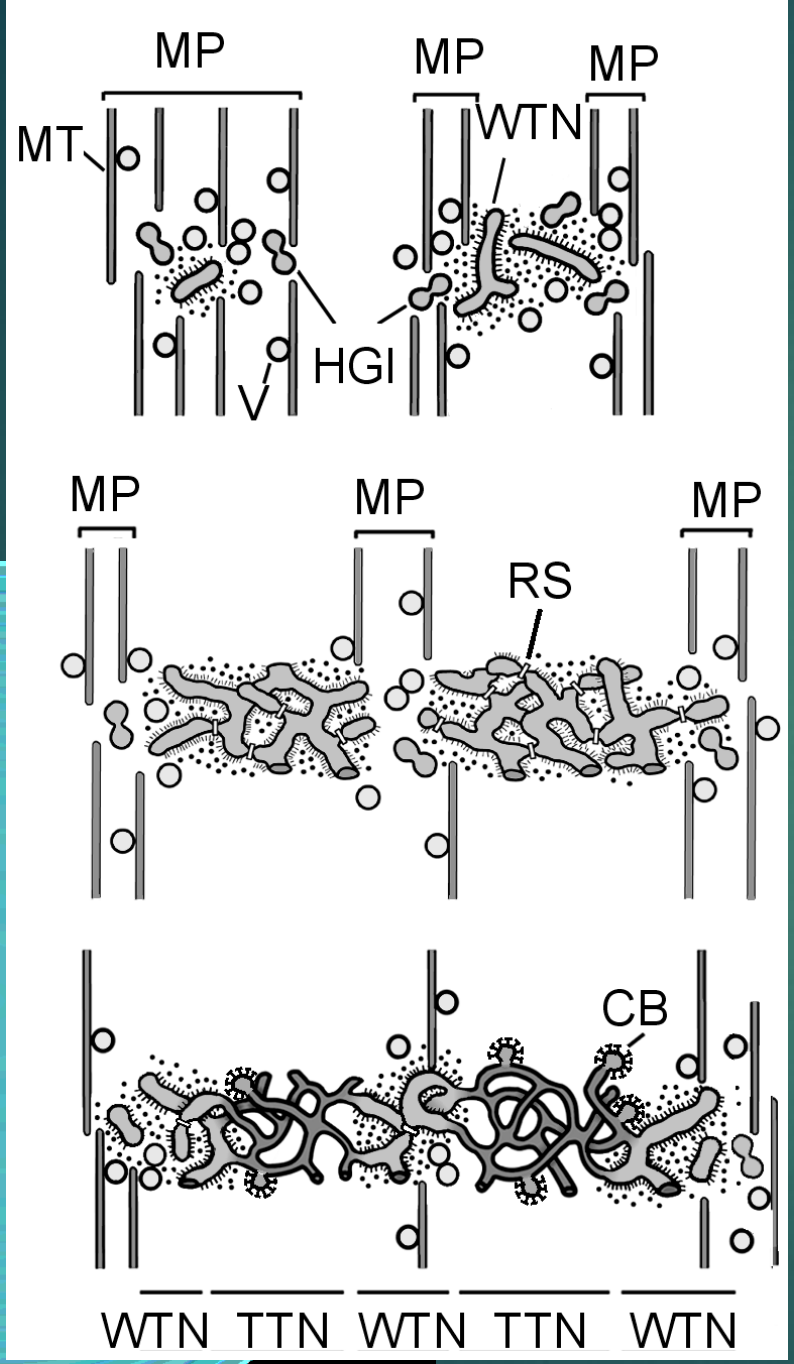


(*Coronopus didymous*, čel. *Brassicaceae*)

NCD – nukleo-cytoplazmatická doména
MP – minifragmoplast
MTOC – centrum organizující mikrotubuly
MT – mikrotubuly
N – jádro

Otegui M., Staehelin A.: Cytokinesis in flowering plants: more than one way to divide a cell. Curr. Opinion plant Biol. 3 (2000): 493 - 502

Celularizace jaderného endospermu



MP – minifragmoplast
MT – mikrotubulus
HGI – fúze váčků typu přesýpacích hodin (angl. *hourglass intermediates*)
RS – ring-like structure
WTN – síť širokých tubulů
TTN – síť tenkých tubulů
CB – klatrinové vezikuly tvořící se na membráně (angl. *clathrin-coated budding vesicle*)

Otegui M., Staehelin A.:Cytokinesis in flowering plants: more than one way to divide a cell. – Curr. Opinion plant Biol. 3 (2000): 493 – 502

Endosperm

ploidie - záleží na typu zárodečného vaku:

obecně 3N, u *Oenothera* 2N
u typů *Fritillaria, Penea, Pepromia* polyploidní (extrém 300N)

složení:

zásobní látky

polysacharidy (škrob, galaktomananové hemicelulózy u datle, luštěnin)

proteiny (proteinová tělíska – fragmenty ER, vakuoly) – zásobní, funkční

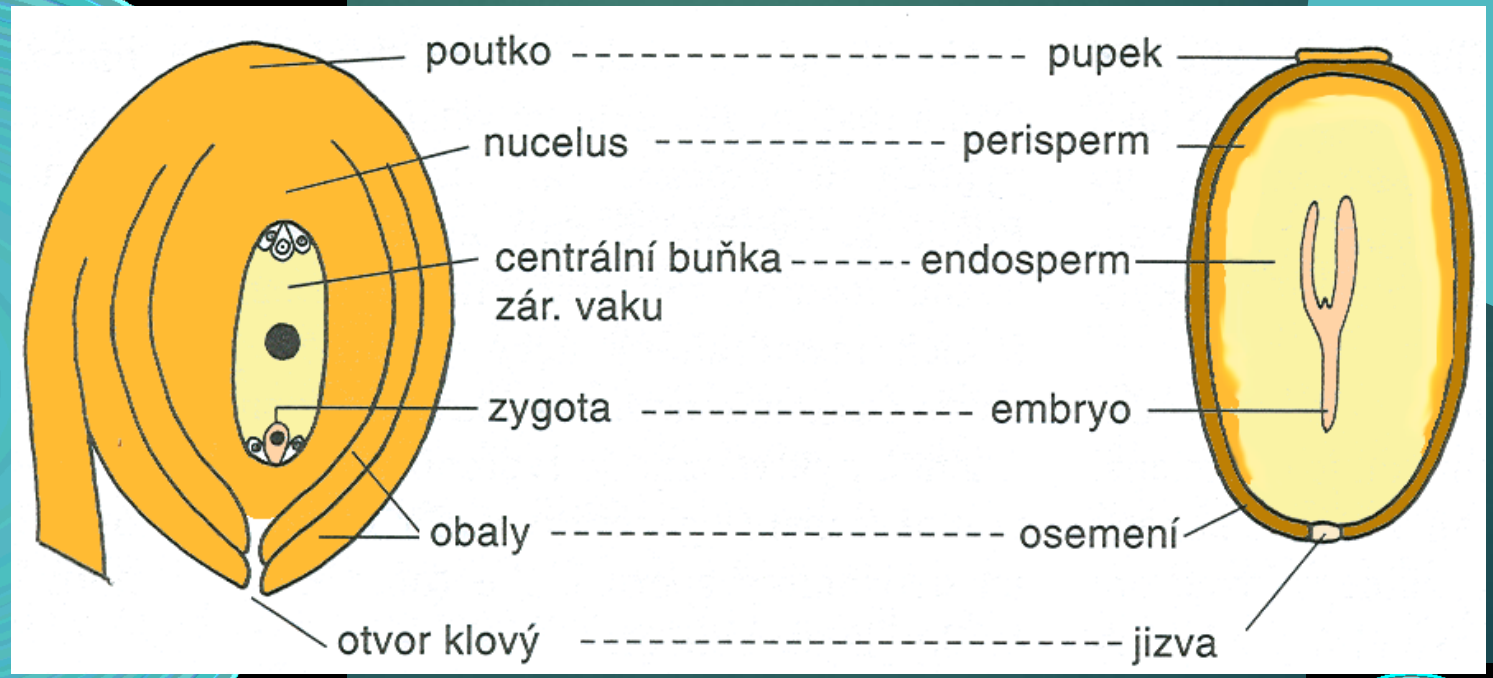
lipidy (tuky a oleje – lipidová tělíska oleozomy)

fytin – hexafosfátový ester *myo*-inozitolu, Ca a Mg sůl

Zrání embrya

1. ukládání zásobních látek
2. dehydratace a tvorba ochranných proteinů
   (LEA = late embryo abundant)
3. zvýšená koncentrace inhibičních látek
   (ABA = kyselina abscisová)

přeměna vajíčka a integumentů v semeno



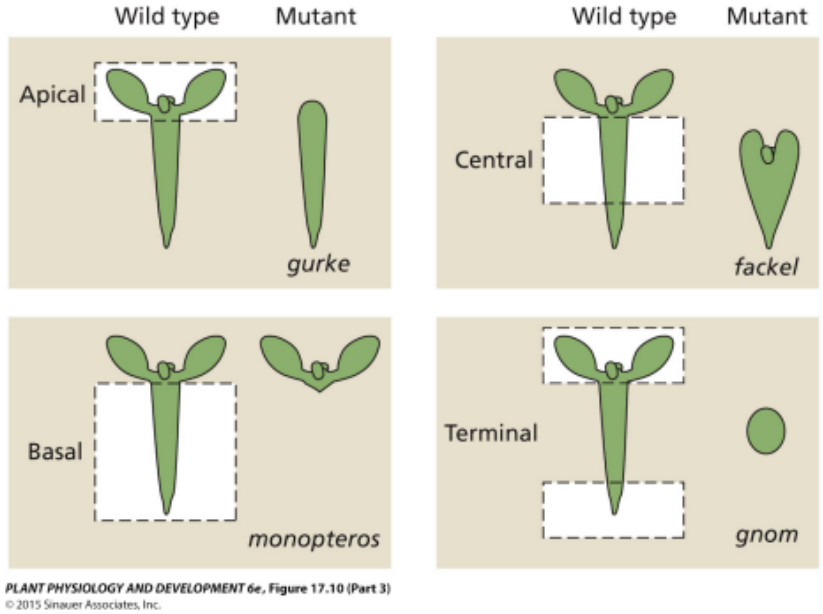
přeměna **pestíku** (nebo jeho části) **v plod**

Genetická kontrola embryogeneze u Arabidopsis

Apical-basal axis

Gene Activities: Lessons from Arabidopsis embryo development defective mutants

(C) Schematic of mutant types



PLANT PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT 6e, Figure 17.10 (Part 3)
© 2015 Sinauer Associates, Inc.

GURKE (GK)
- Acetyl-CoA carboxylase
- Required for very-long-chain fatty acids (VLCFA) and sphingolipids
- Crucial for proper patterning of the apical portion of the embryo

FACKEL (FK)
- Sterol C-14 reductase

Lipid-mediated signaling

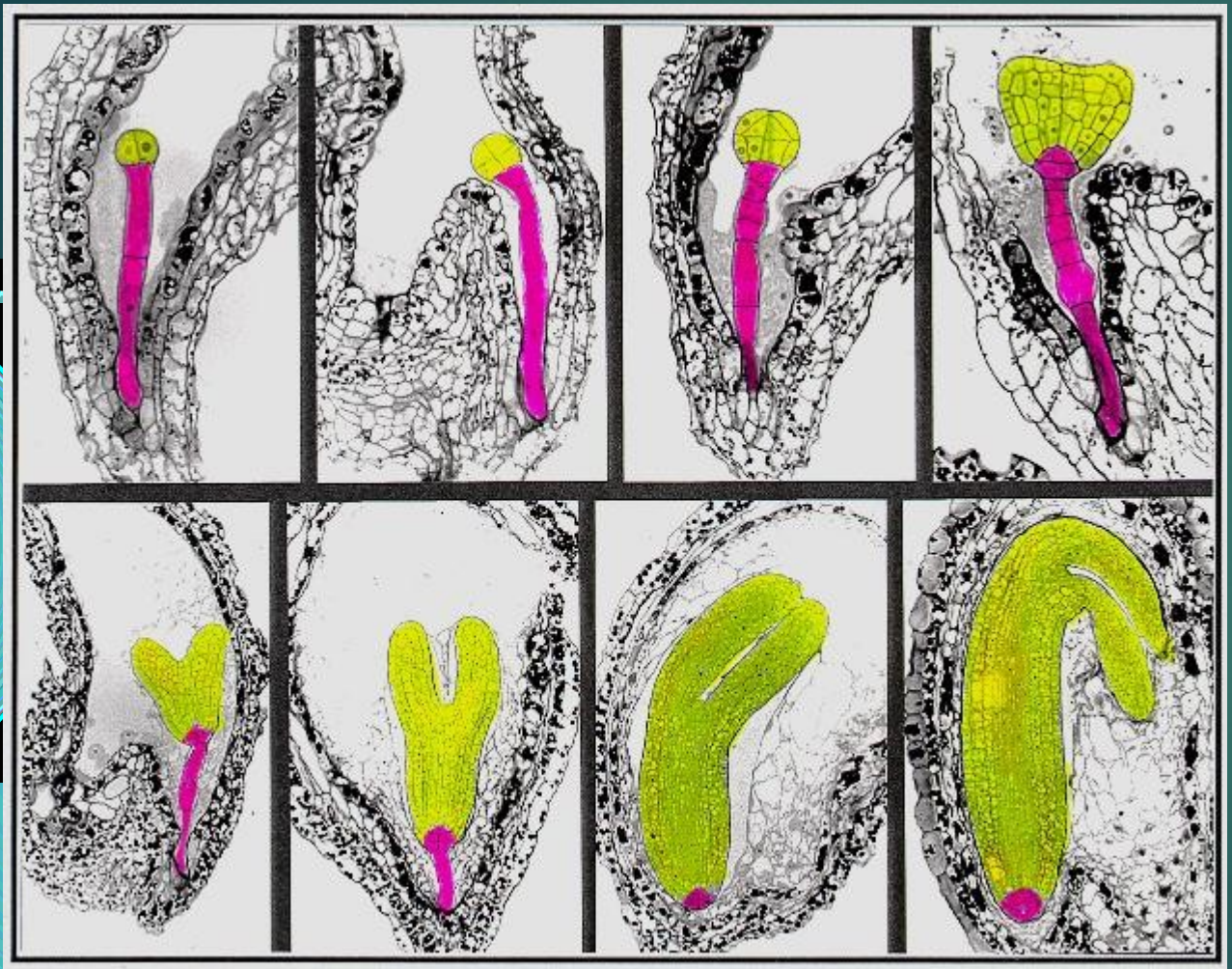
GNOM (GN)
- Guanine nucleotide exchange factor (GEF)
- Establishes a polar distribution of PIN auxin efflux proteins

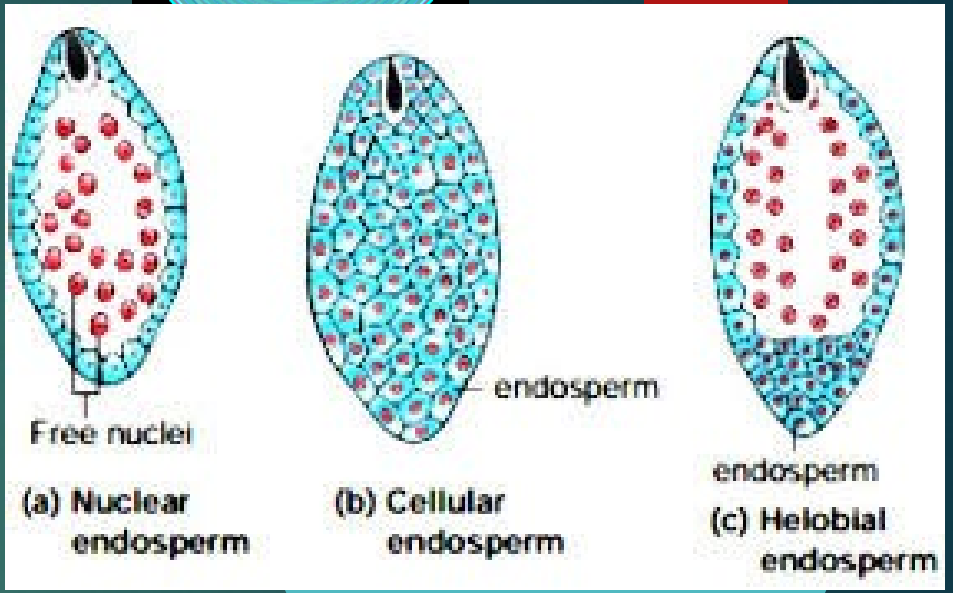
MONOPTEROS (MP)
- Auxin response transcription factor (ARF)
- Necessary for normal formation of basal elements of the embryo

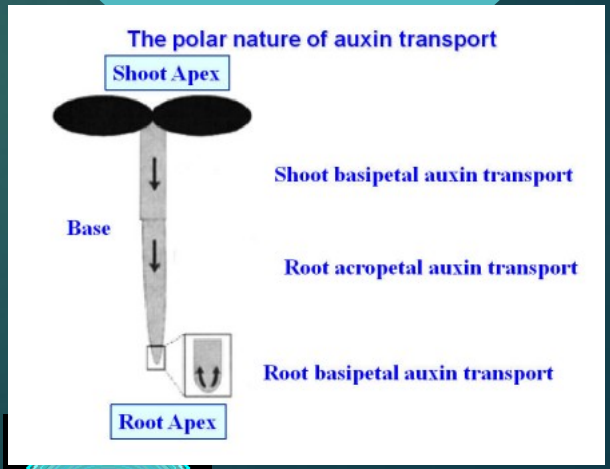
Auxin-mediated signaling

Četba pro zájemce: Gene expression and genetic analysis during higher plants embryogenesis (Abid et al. 2010)

Shrnutí




Free nuclei
endosperm
endosperm
(a) Nuclear endosperm
(b) Cellular endosperm
(c) Helobial endosperm


The polar nature of auxin transport
Shoot Apex
Shoot basipetal auxin transport
Base
Root acropetal auxin transport
Root basipetal auxin transport
Root Apex