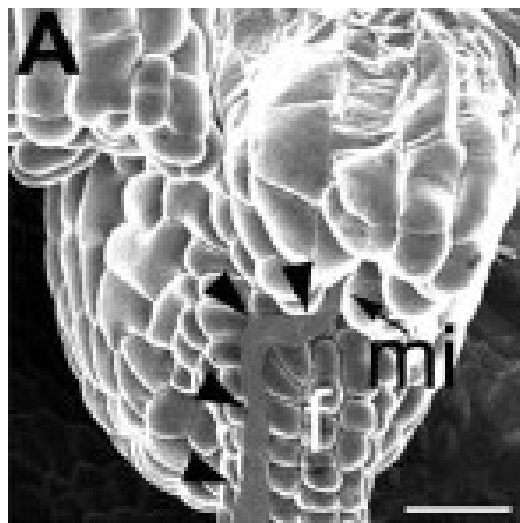
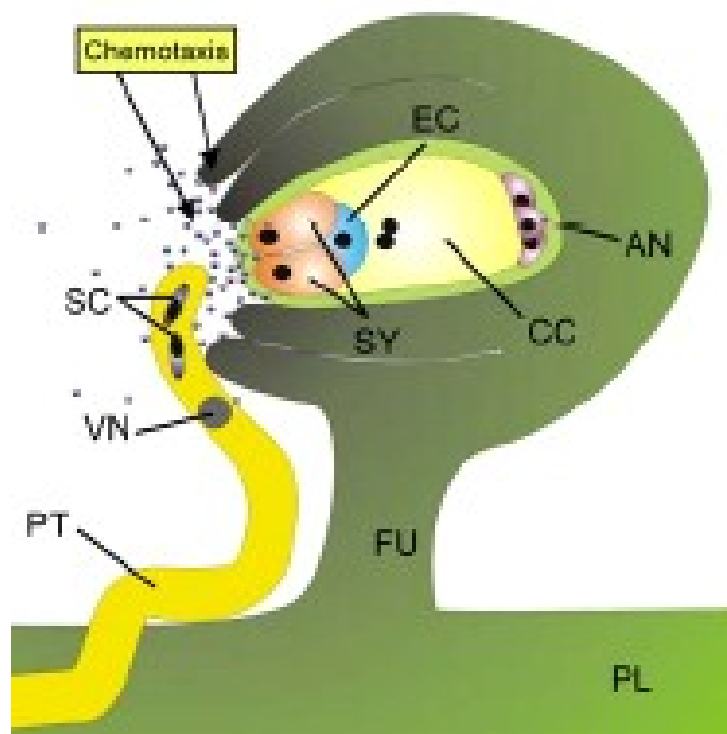


Dvojí oplození u krytosemenných rostlin

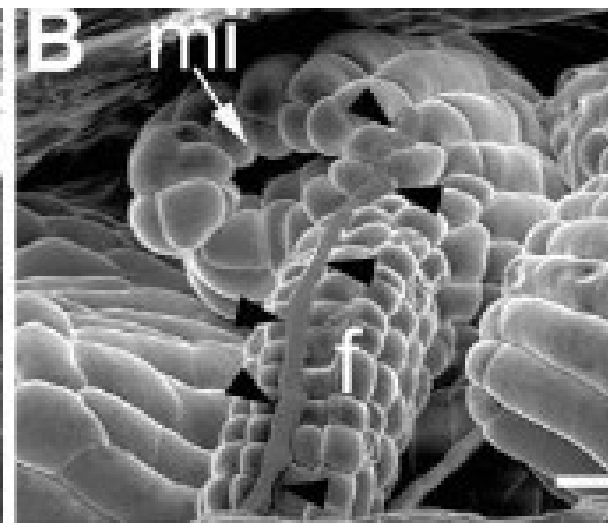
Vniknutí pylové láčky do zárodečného vaku

- pylová láčka prorůstá **filiformním aparátem** do jedné synergidy
- někdy synergida **degeneruje** předem (reakce na opylení), u druhé se projevují změny související se zvýšenou metabolickou aktivitou
- pylová láčka v synergidě praská - její obsah se smísí s obsahem synergidy
- jádro synergidy a vegetativní jádro degenerují (**DNAáza**)
- **aktinové filamenty** tvoří korunovité struktury a reagují s myosinem na povrchu spermatických buněk a podílejí se tak na jejich transportu do vaječné a centrální buňky

Navigace pylové láčky



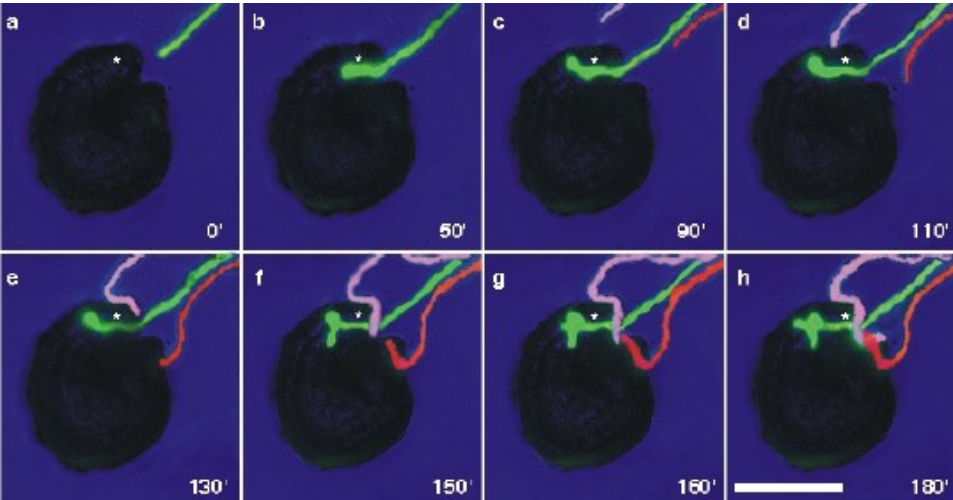
WT



magamata FG mutant

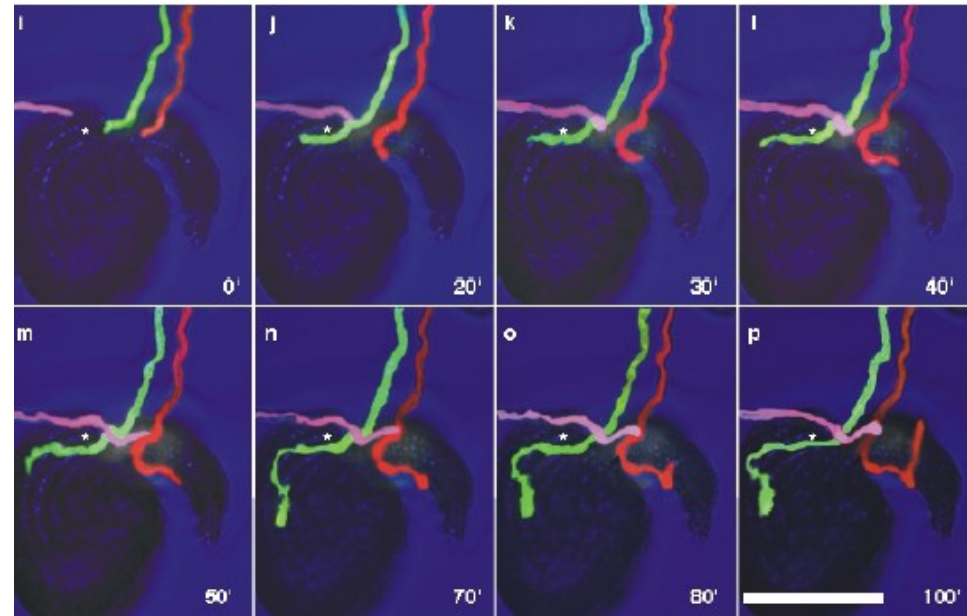
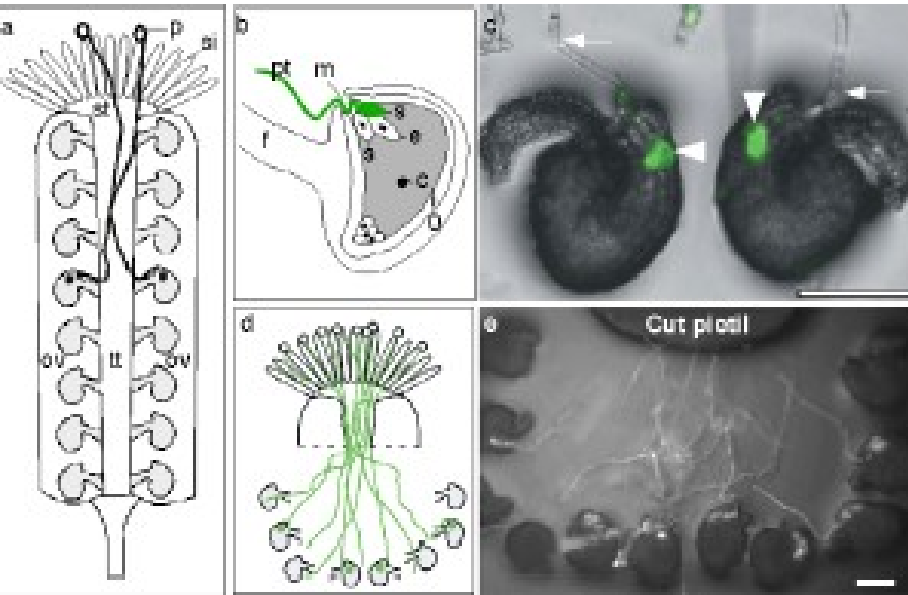
A. thaliana - růst pylových láček *in vitro*

Lat52:GFP



Palanivelu a Preuss 2006

unfertilized *A. thaliana* ovules emit diffusible, developmentally regulated, species-specific attractants, and demonstrated that ovules penetrated by pollen tubes rapidly release diffusible pollen tube repellents.



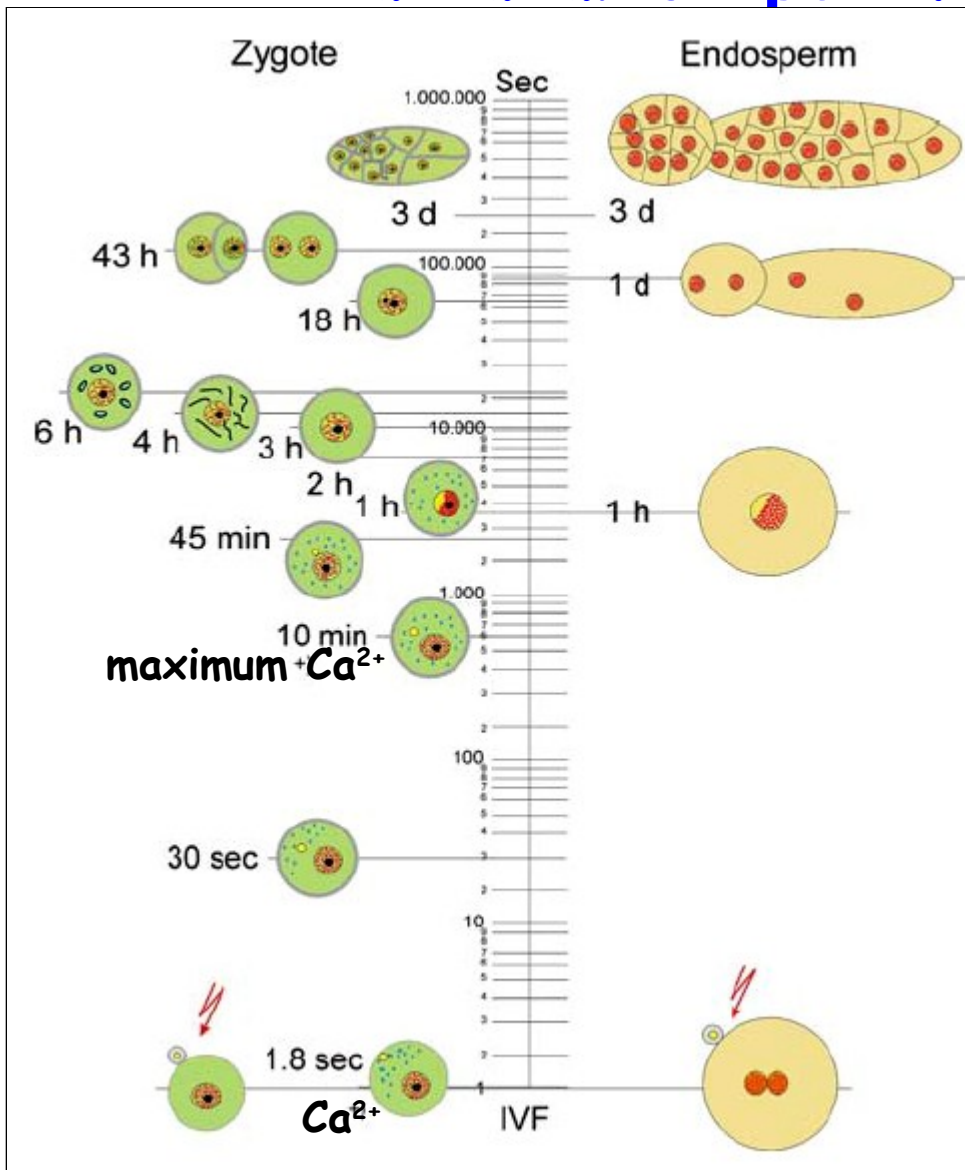
Karyogamie a plasmagamie

Karyogamie = splývání jader

- **syngamie** - splývání jader vaječné a spermatické buňky
- **konfluace** - splývání jader centrální a spermatické buňky

Plasmagamie = splývání cytoplasmy buněk

Raná embryogeneze a vývoj endospermu u kukuřice po IVF



fúze iniciovaná
el. pulsem

Vývoj embrya a endospermu

Post-Fertilization Development
& Embryology

Embryogeneze - vývoj embrya

= proces přeměny jednobuněčné **zygoty** v embryo obsahující základy orgánů budoucí rostliny

pozoruhodná jednota utváření klíčnicí rostliny různých taxonů vyšších rostlin :

apikálně-bazální osa = meristémy

radiální symetrie = koncentricky uspořádaná pletiva

další vývoj - postembryonální aktivita meristémů

Vývoj embrya v čase

je charakterizován sledem typických morfologických stadií

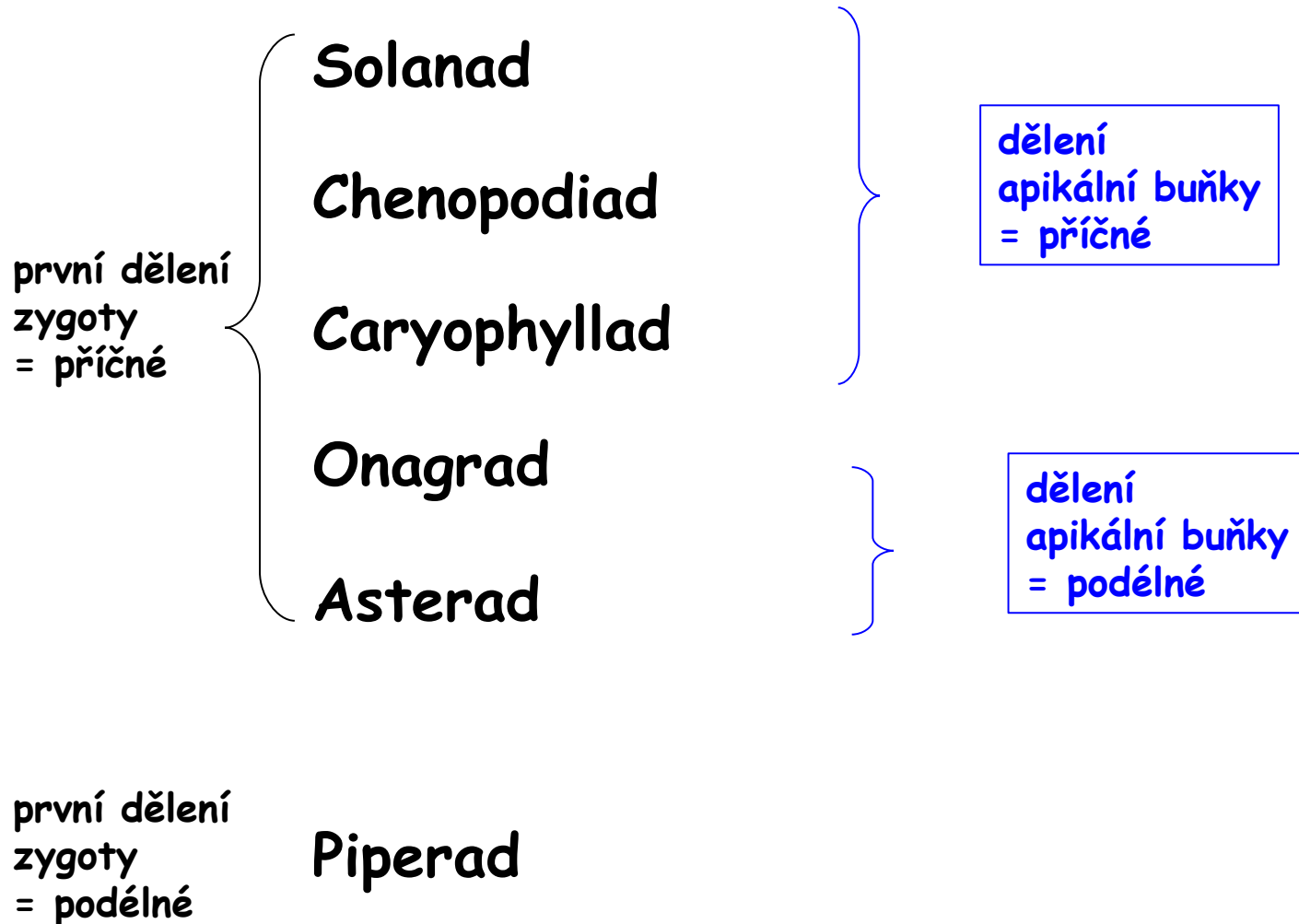
u dvouděložných rostlin

zygota
lineární embryo
globulární embryo
srdcovité embryo
hruškovité (torpédovité)
zralé embryo

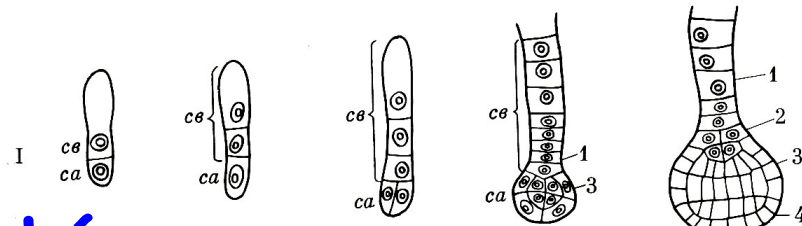
u jednoděložných rostlin

zygota
lineární embryo
mnohobuněčné embryo
„válcovitý útvar“
zralé embryo (laterálně
založený SAM a rudiment
2. dělohy)

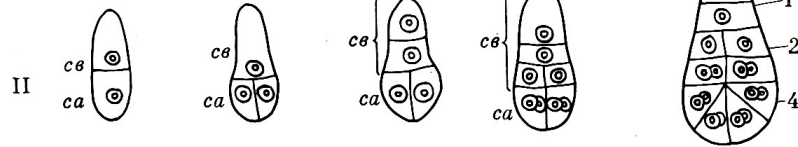
Embryogenetické typy



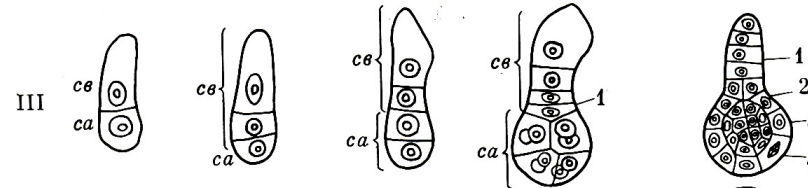
Embryogenetické typy



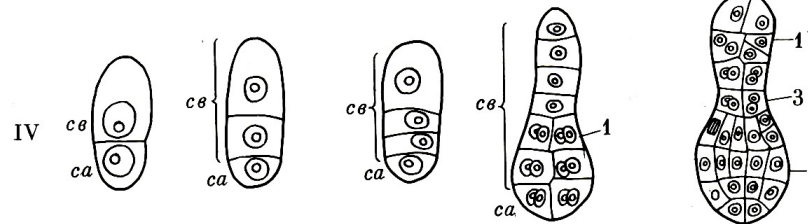
Onagrad



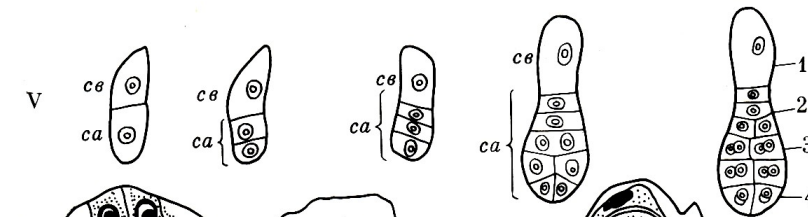
Asterad



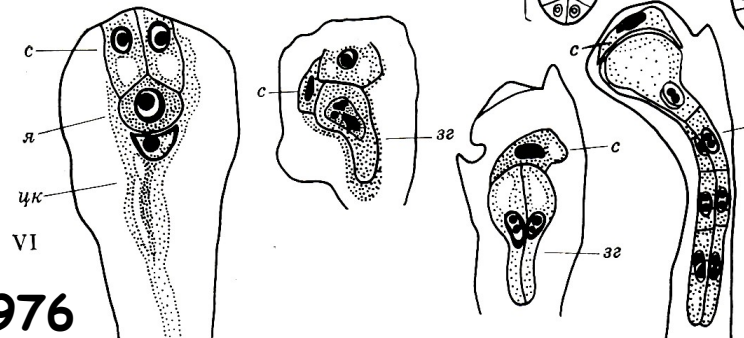
Solanad



Chenopodiad



Caryophyllad



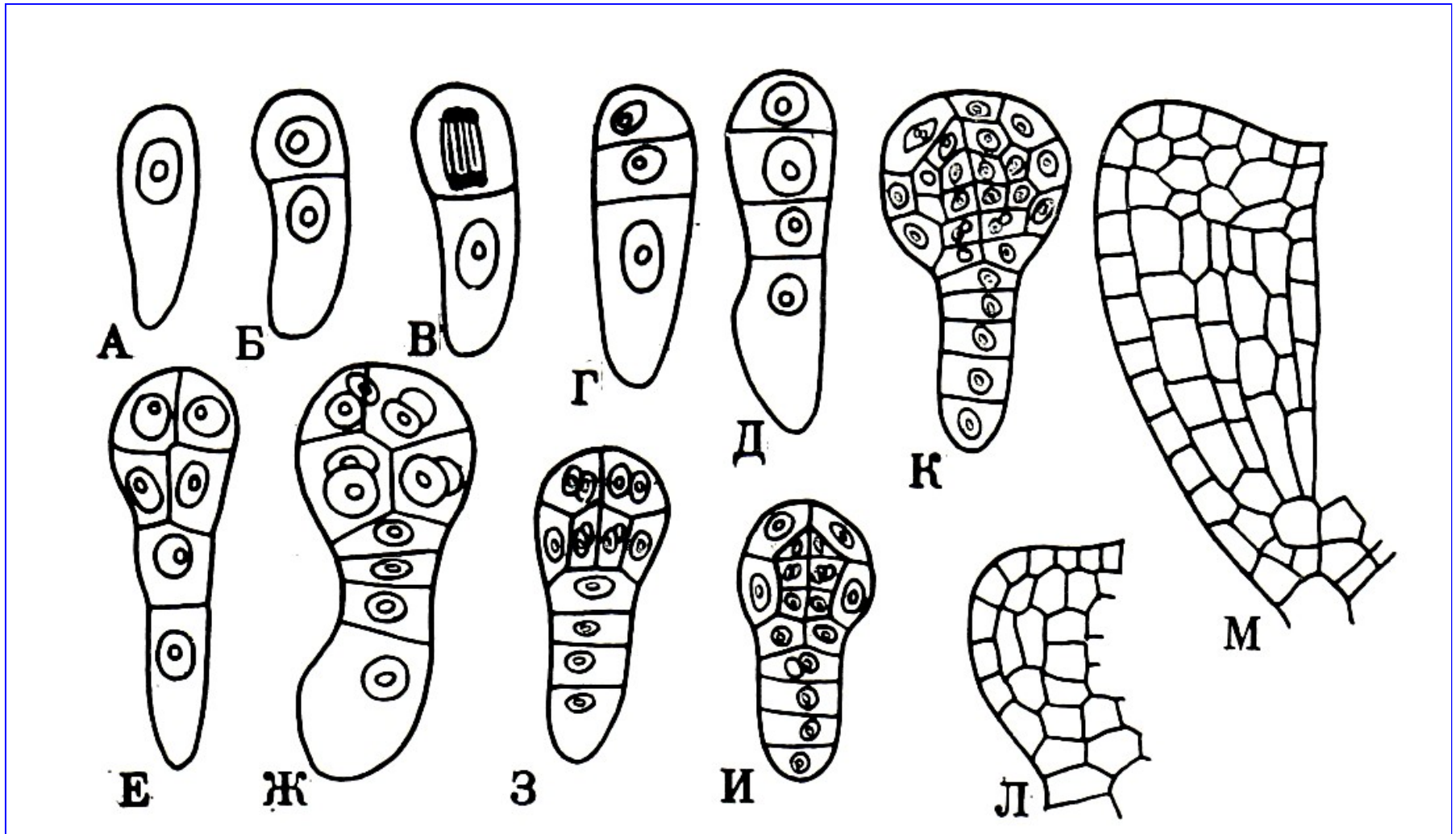
Piperad

Výskyt embryogenetických typů

- **Solanad** - *Solanaceae* (lilek, tabák), *Papaveraceae*, *Linaceae*
- **Chenopodiad** - *Chenopodiaceae* (merlík, řepa)
- **Caryophyllad** - *Silenaceae*, *Fumariaceae*, *Viciaceae*
- **Onagrad** - *Onagraceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae*, *Lamiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Viciaceae*, *Liliaceae*
- **Asterad** - *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae*, *Poaceae*
- **Piperad** - *Piperaceae*, *Dipsacaceae*, *Euphorbiaceae*

Solanad

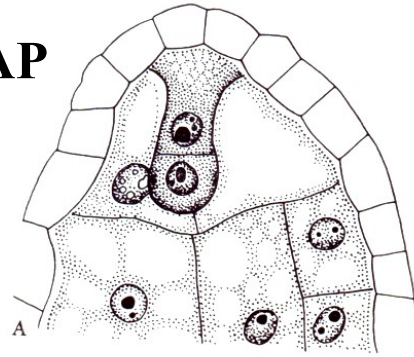
Podubnaja - Arnoldi 1976



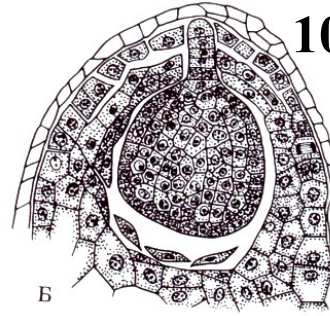
Vývoj embrya a endospermu - *Nicotiana*

N. ruta ×
N. tabacum

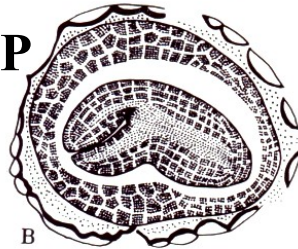
5 DAP



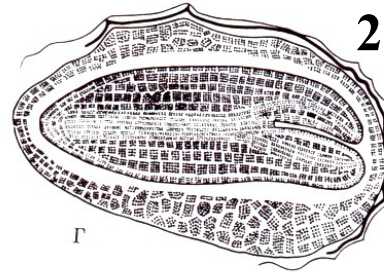
10 DAP



15 DAP

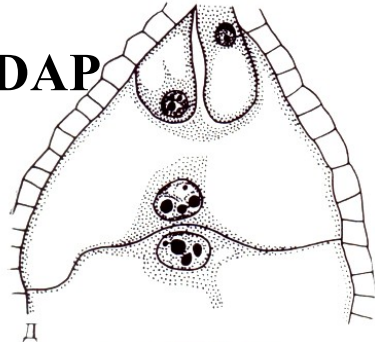


20 DAP

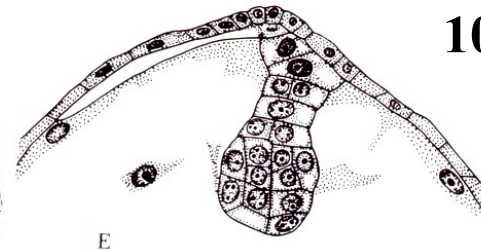


Poddubnaja-Arnoldi
1976

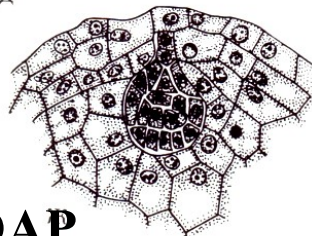
5 DAP



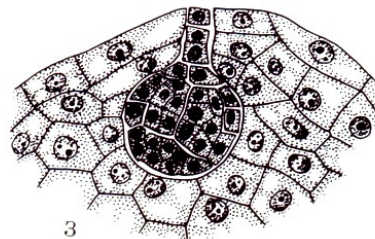
10 DAP



15 DAP



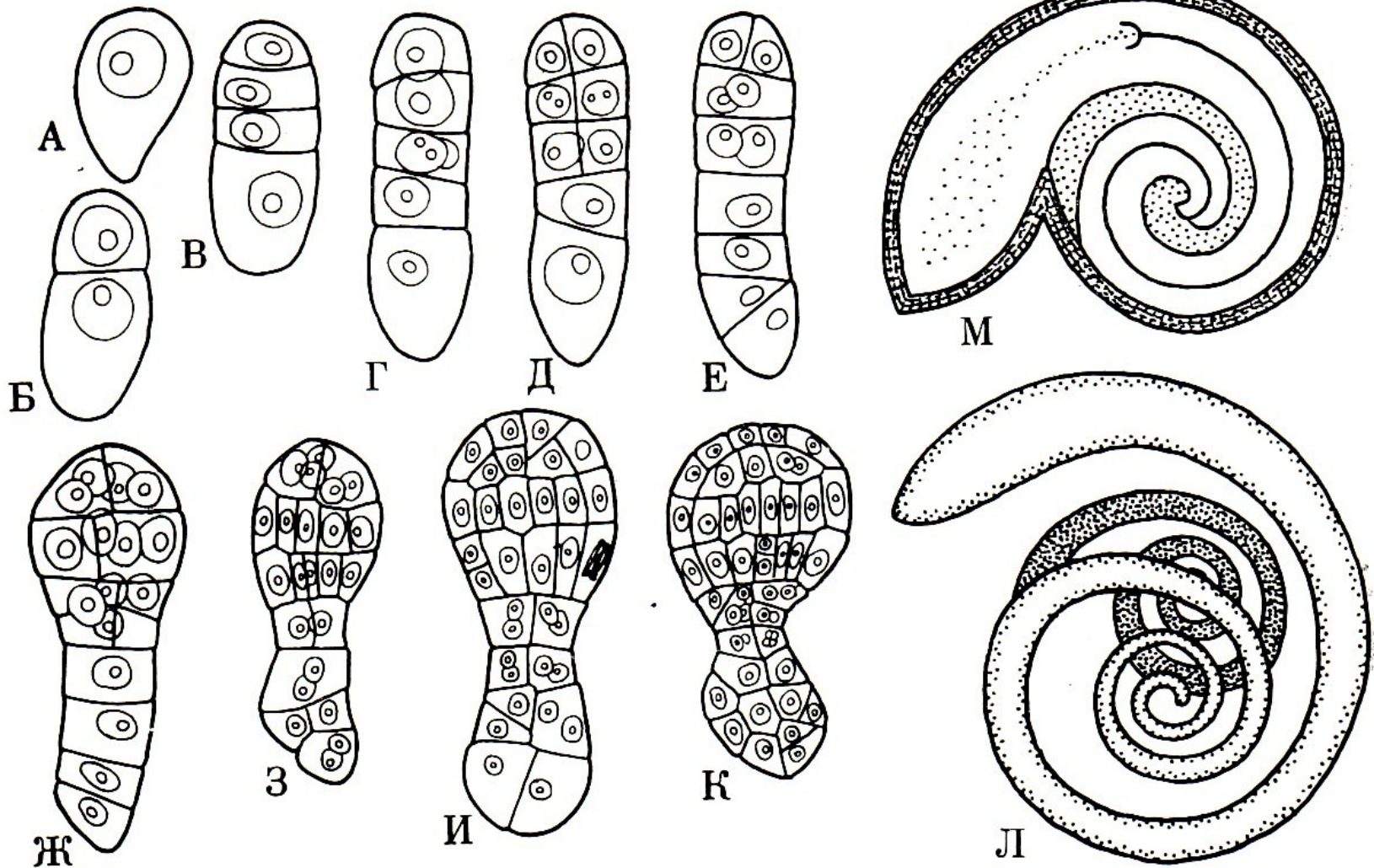
20 DAP



Zpomalení
vývoje
při křížení s
pylem *N. ruta*

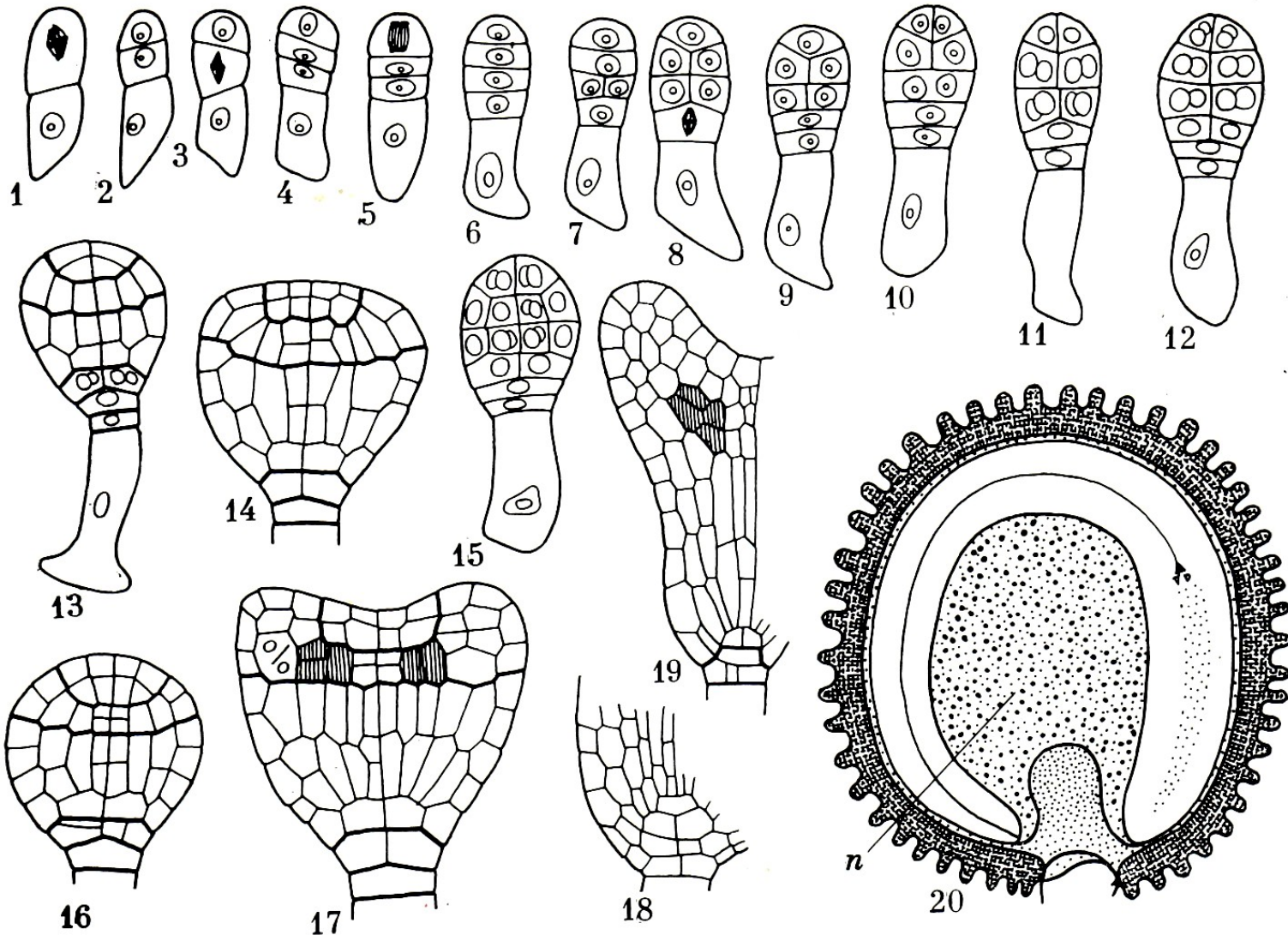
Chenopodiad

Poddubnaja-Arnoldi 1976

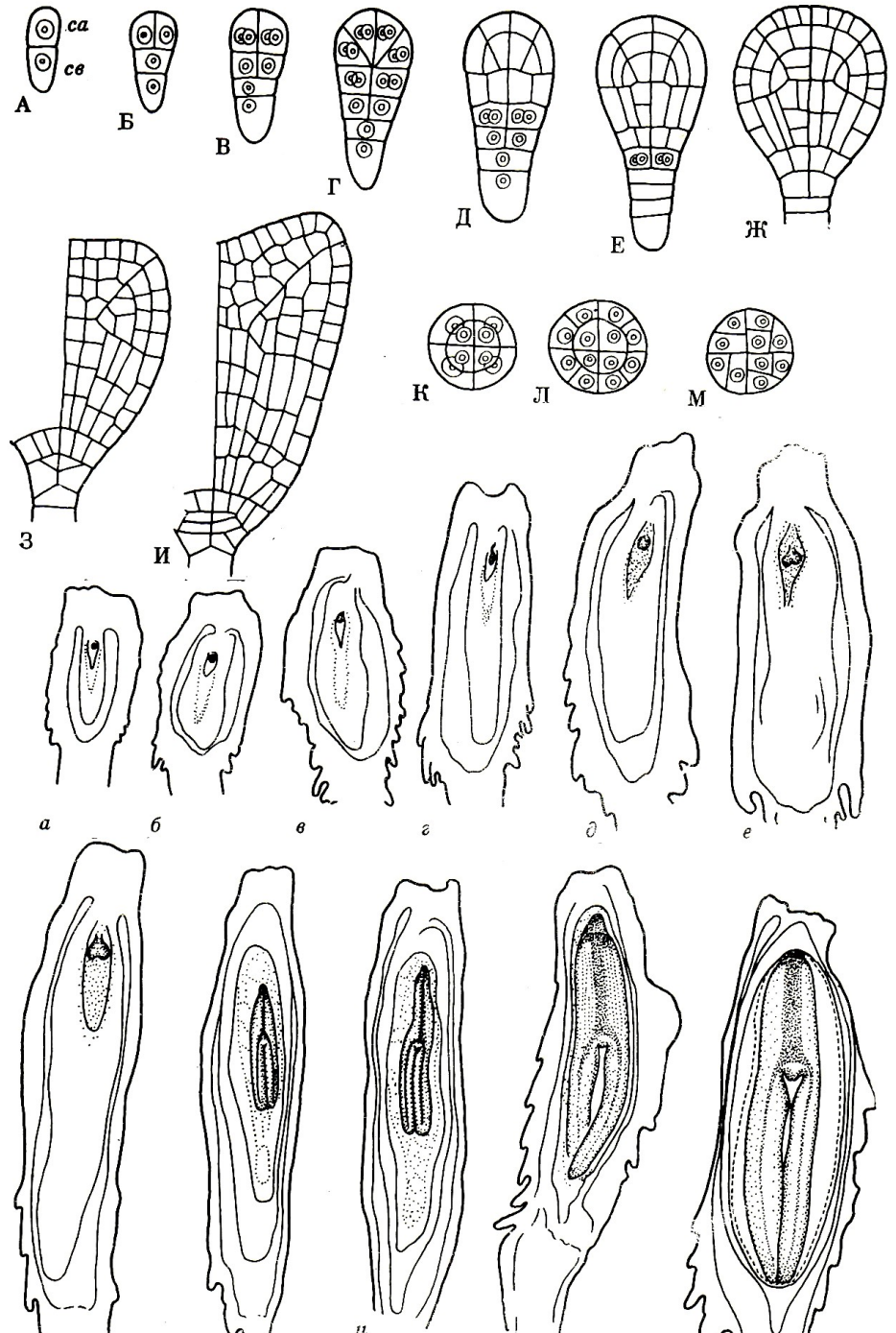


Caryophyllad (*Sagina*)

Poddubnaja-Arnoldi 1976



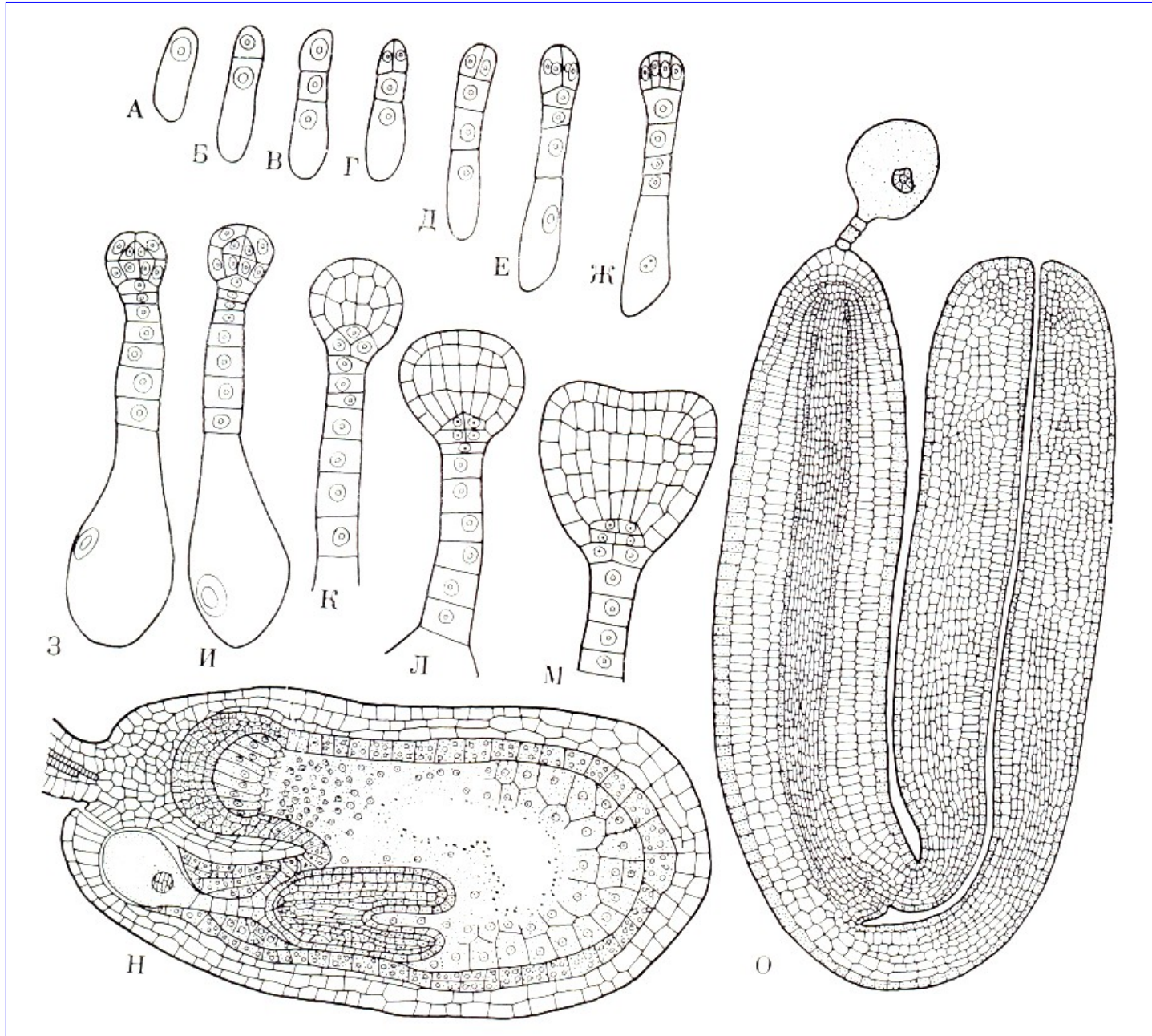
Asterad



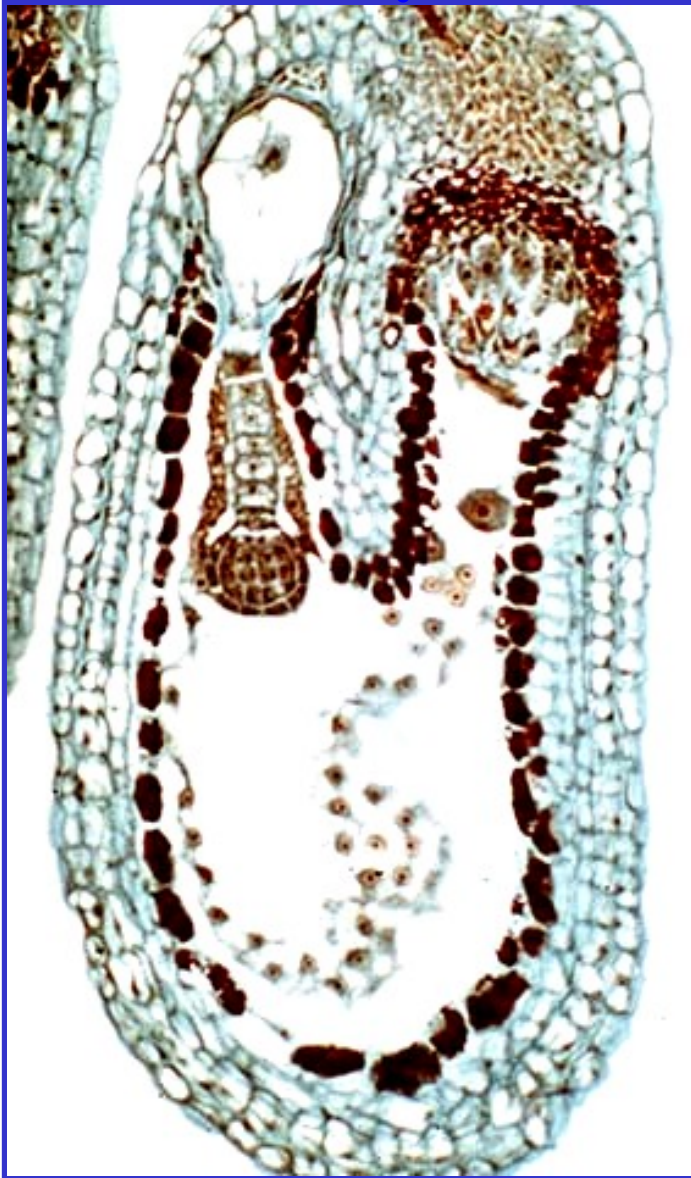
Podubnaja-Arnoldi 1976

Onagrad - Capsella

Podubnaja-Arnoldi 1976



Capsella bursa-pastoris

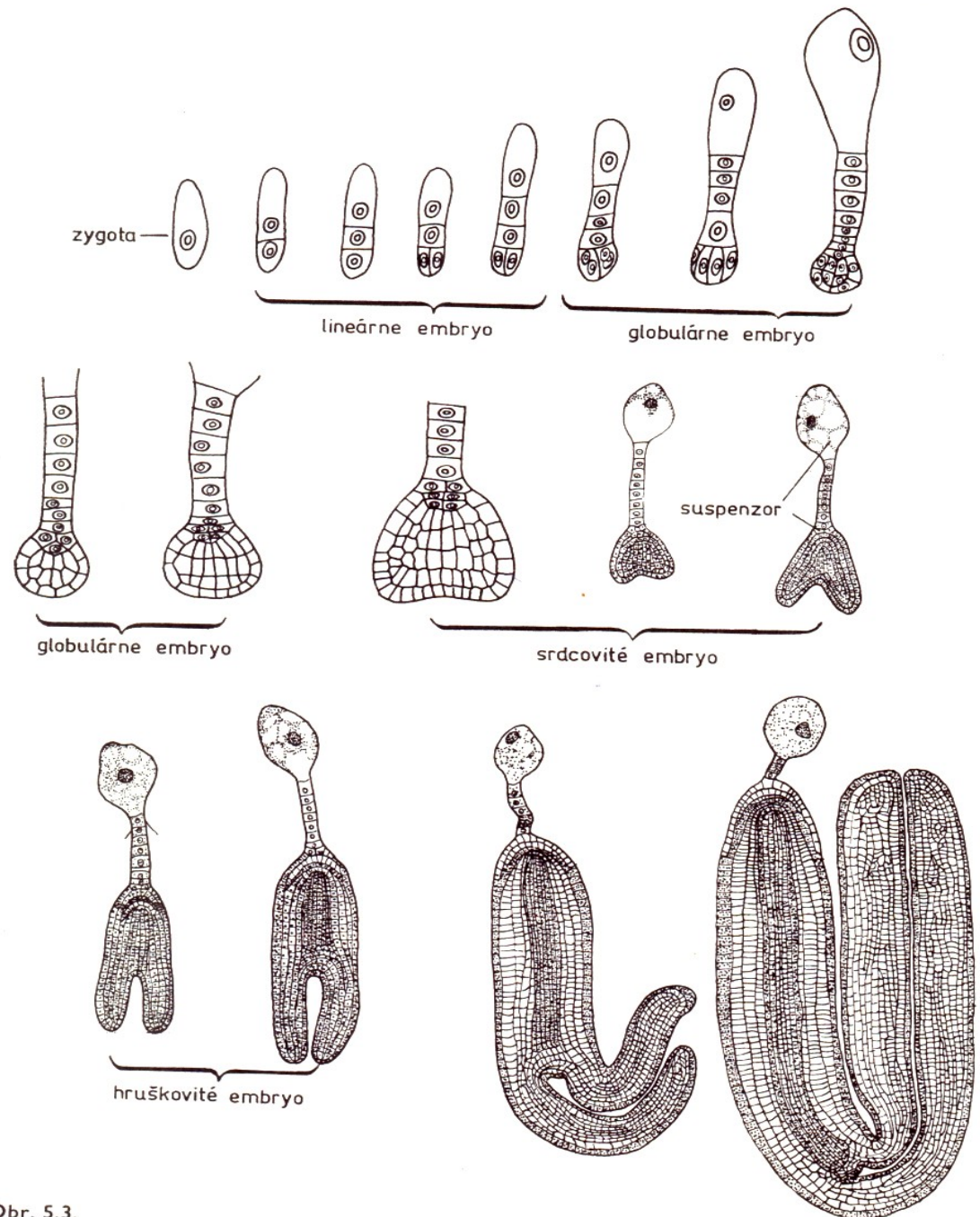


globulární embryo



torpédovité (hruškovité) embryo

Stadia vývoje embrya Capsella



Erdelská 1981

Obr. 5.3.
Schéma vývinu embrya druhu *Capsella bursa-pastoris* (podľa Poddubnej-
Arnoldiovej, 1964)

zrelé embryo
(tvar "U")

Stadia vývoje embrya - Capsella

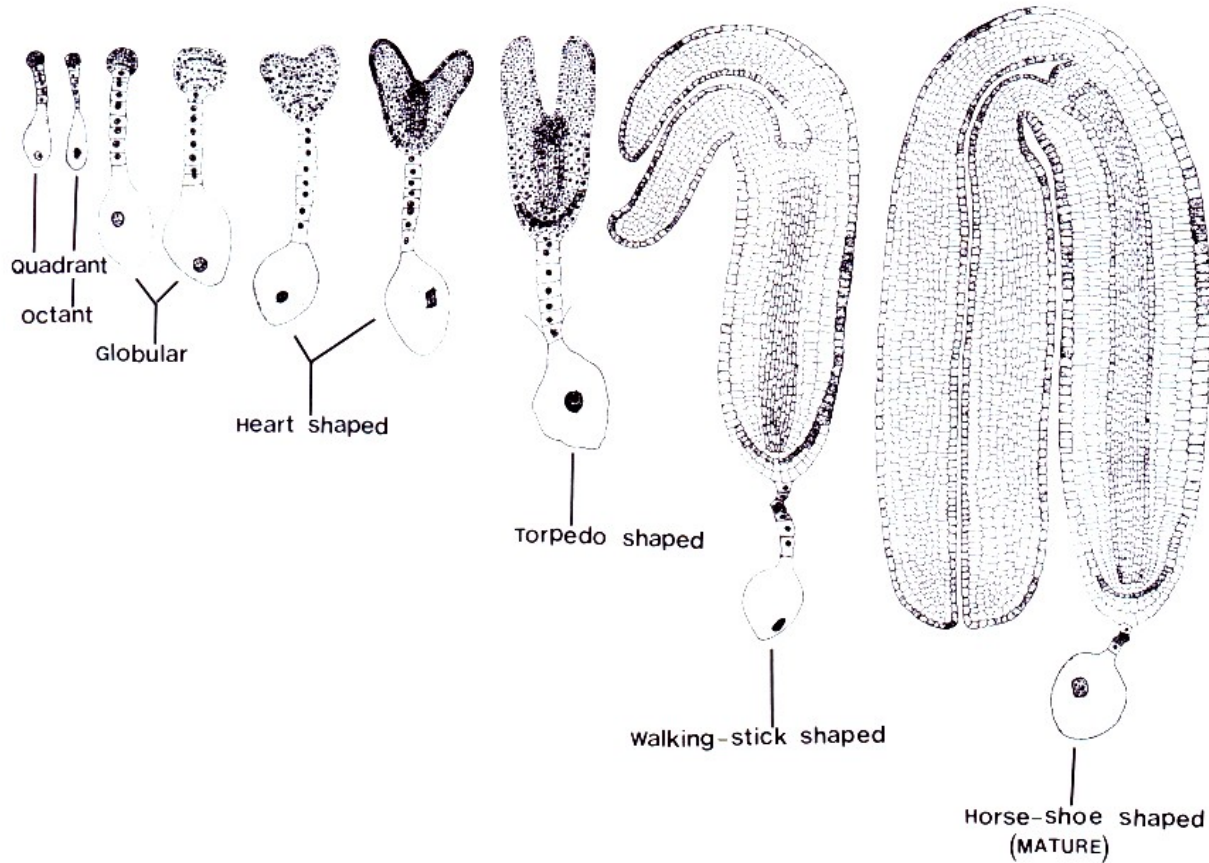


Fig. 3. Stages in the embryogenesis of *Capsella bursa-pastoris* in longitudinal sections. The lower end of the embryo is directed towards the micropyle (Schaffner [25]).

Stadia embryogeneze *Arabidopsis thaliana*

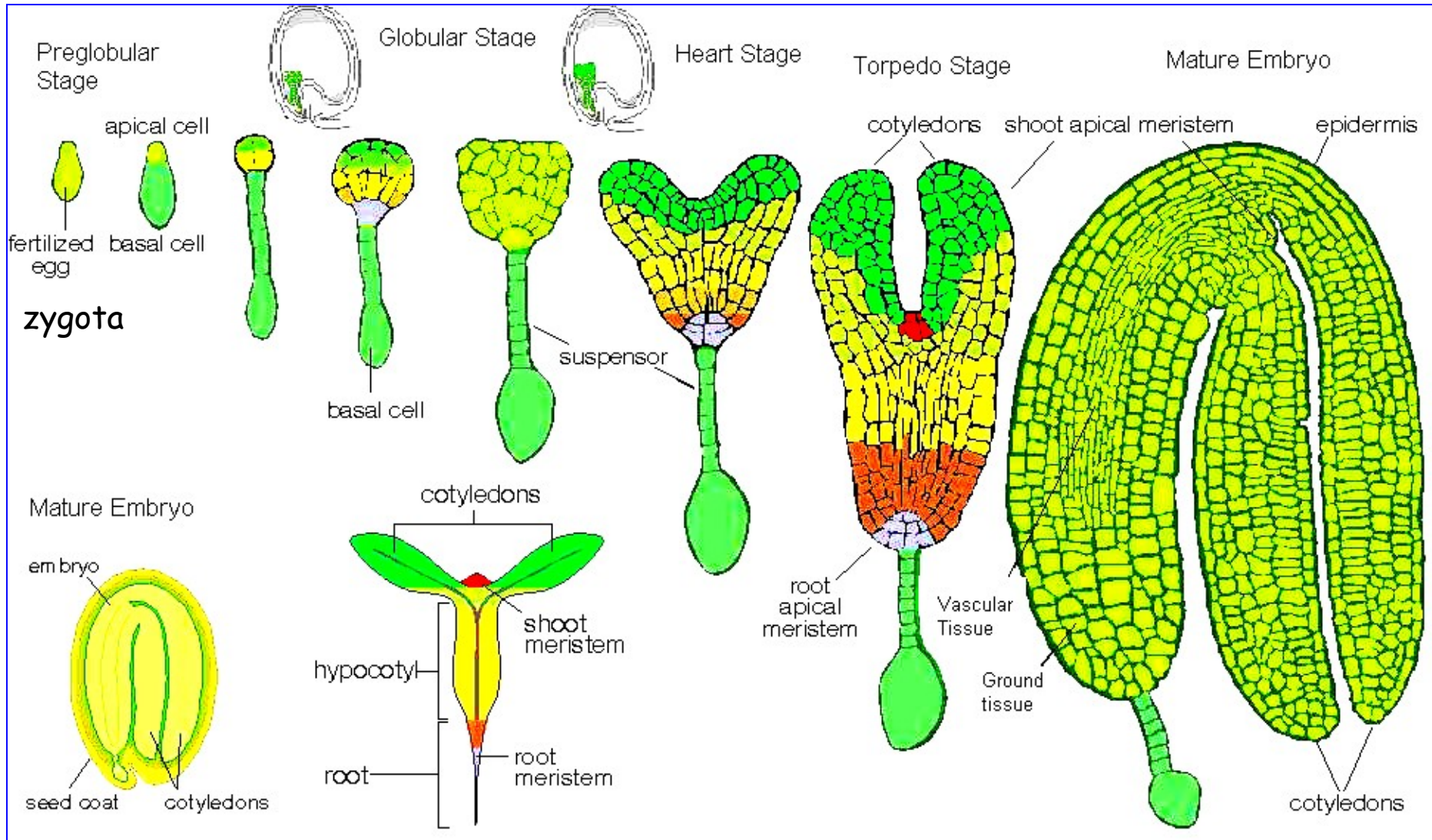
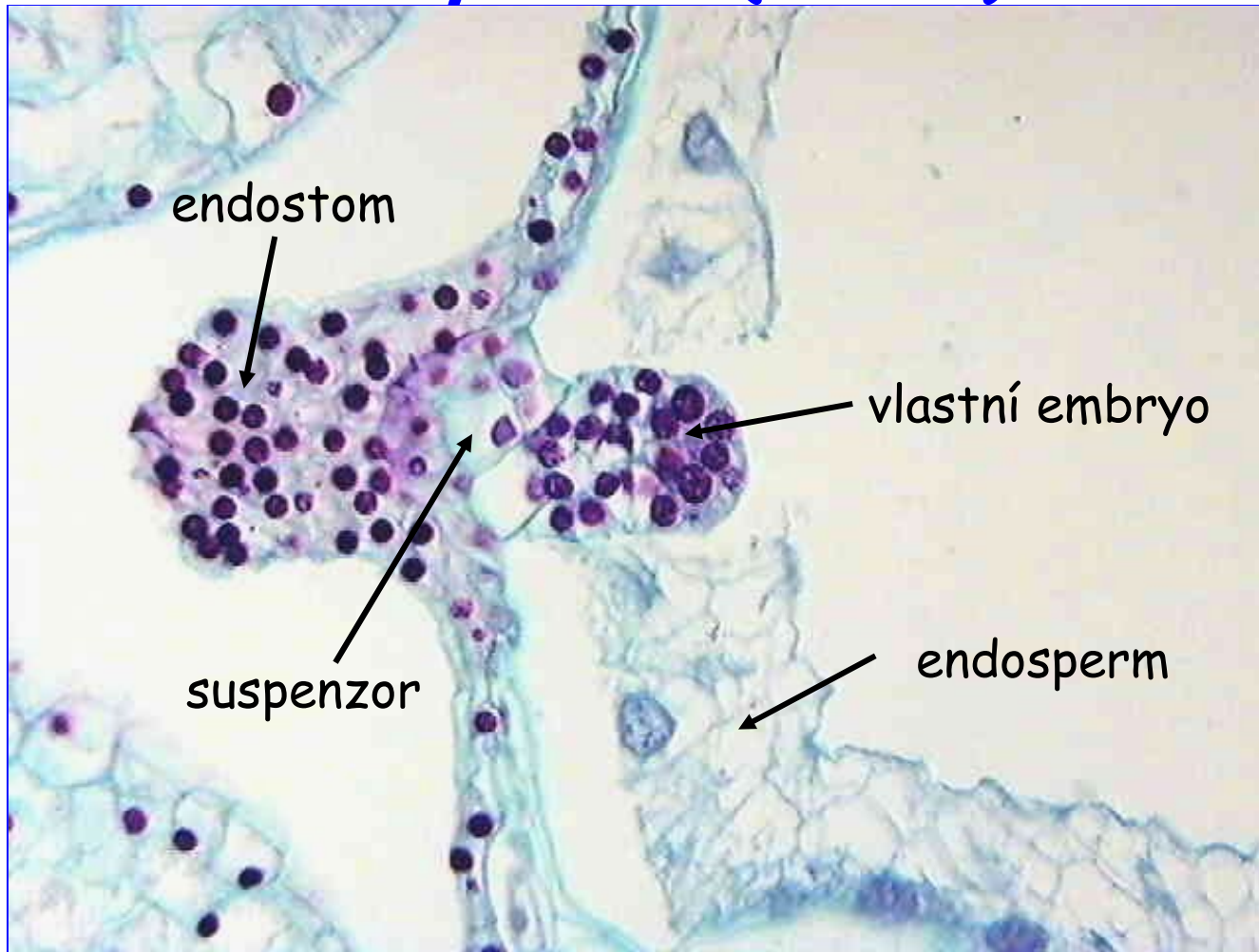


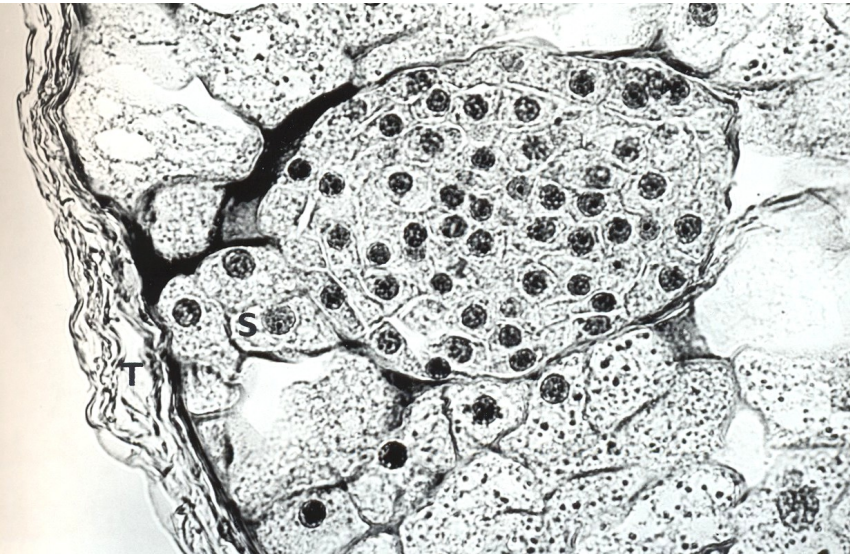
Image adapted from Wolpert, Lewis.
 (1998) Principles of Development. Oxford University Press, NY

Embryo lilie (*Lilium*)



embryo v globulární fázi vývoje

Embrya jednoděložných rostlin

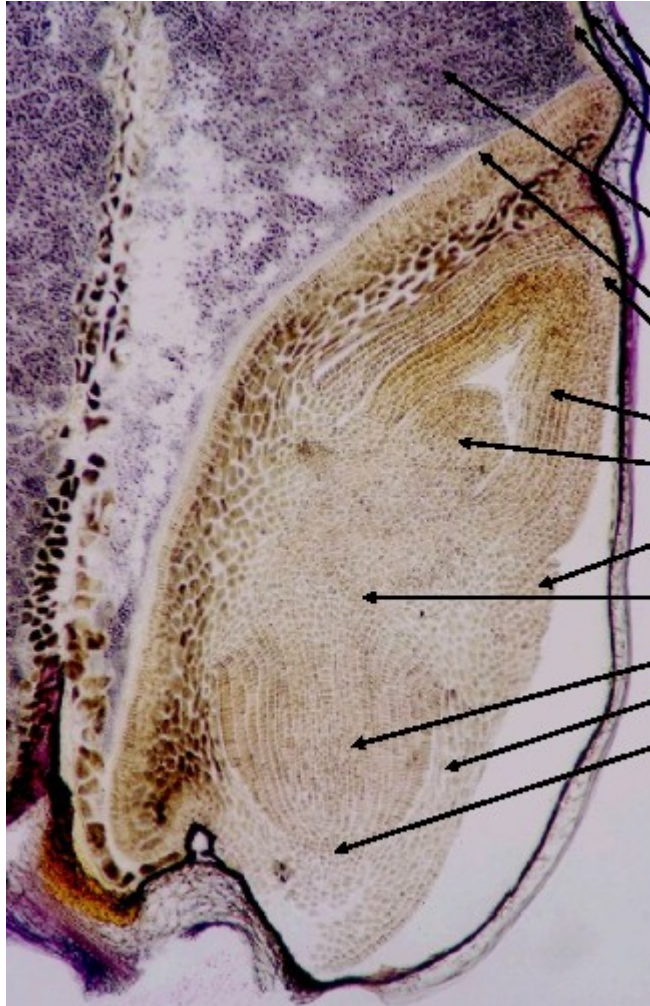


Galanthus nivalis



Narcissus pseudonarcissus

Podélný řez obilkou pšenice



perikarp } u obilek srůstá
testa }

aleurónová vrstva
endosperm

embryo:

štítek (scutellum)

koleoptile

list

plumula

epiblast (rudiment 2. dělohy)

mezokotyl

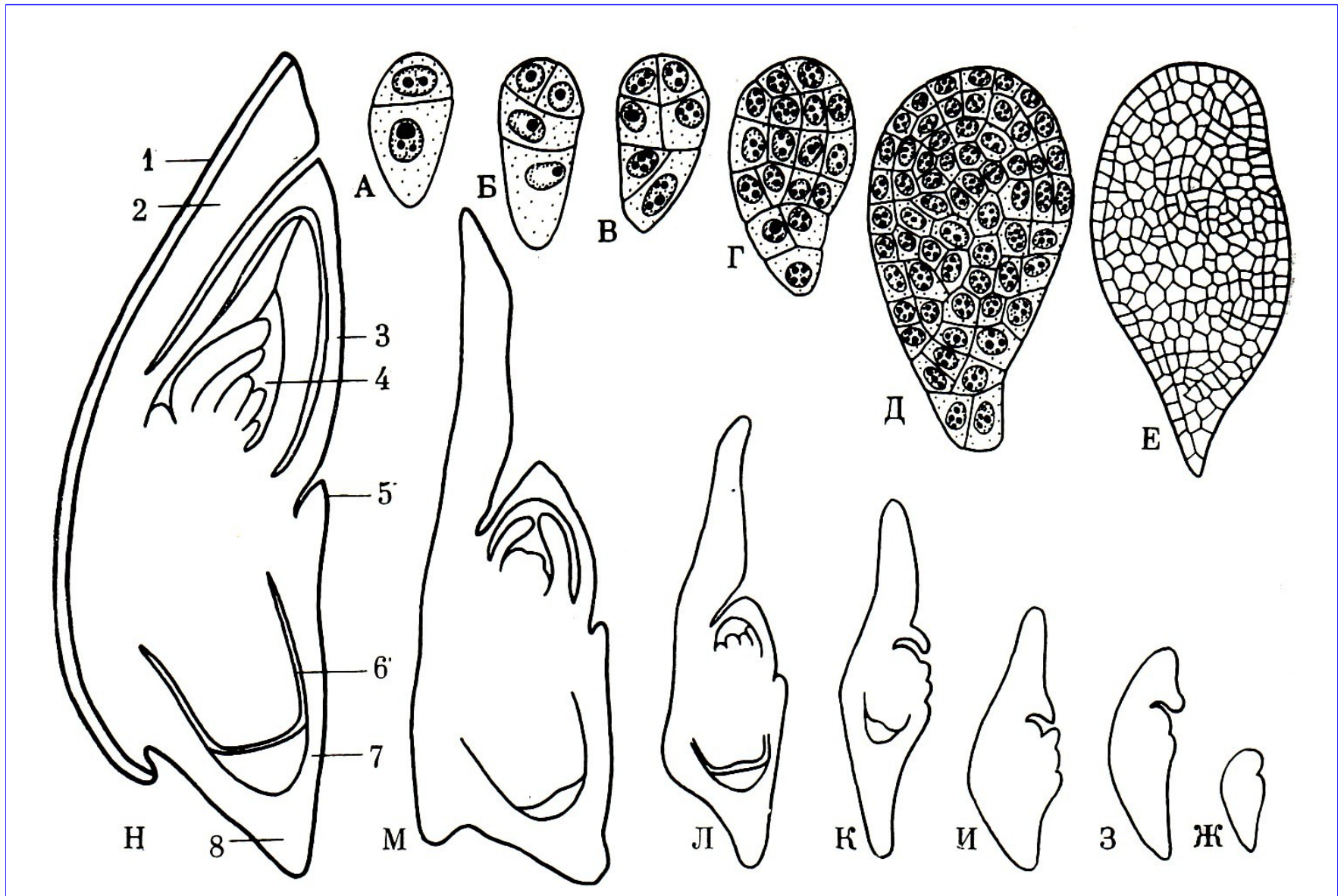
radikula

koleorhiza

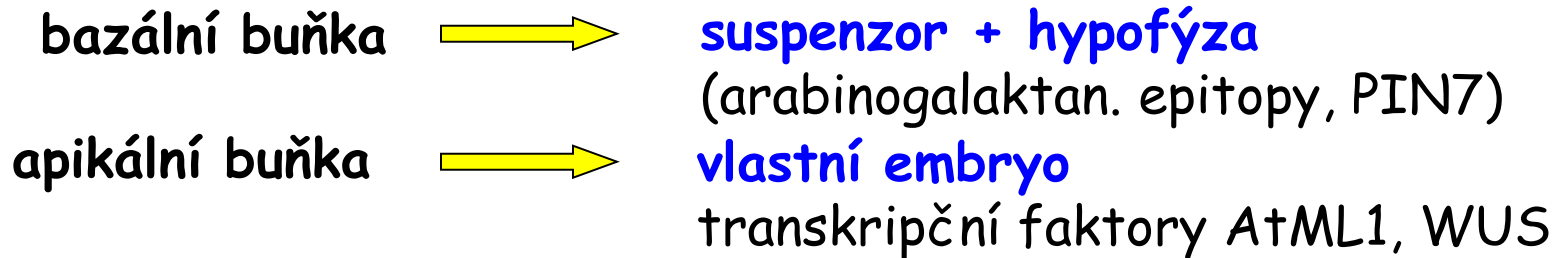
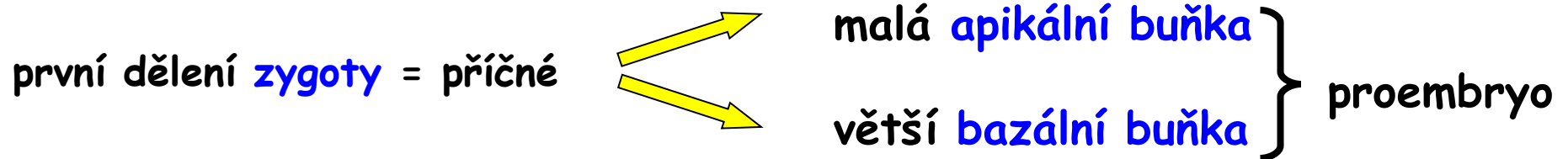
kalyptra

Zea

Poddubnaja-Arnoldi 1976



Embryogeneze u *Arabidopsis* (typ Onagrad)



PIN-FORMED 1 - 7 (PIN1-7)
= regulátory transportu auxinu

Embryogeneze u *Arabidopsis*

formace radiálních vzorů - začíná ve stadiu 8 buněk

periklinální dělení

dělení vnitřních buněk

vznik protodermu na povrchu

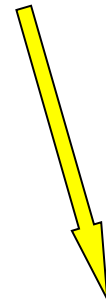
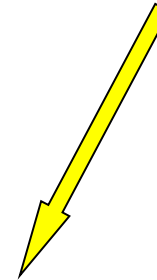
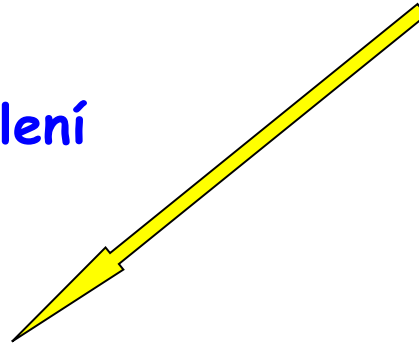
základní meristém

základ prokambia

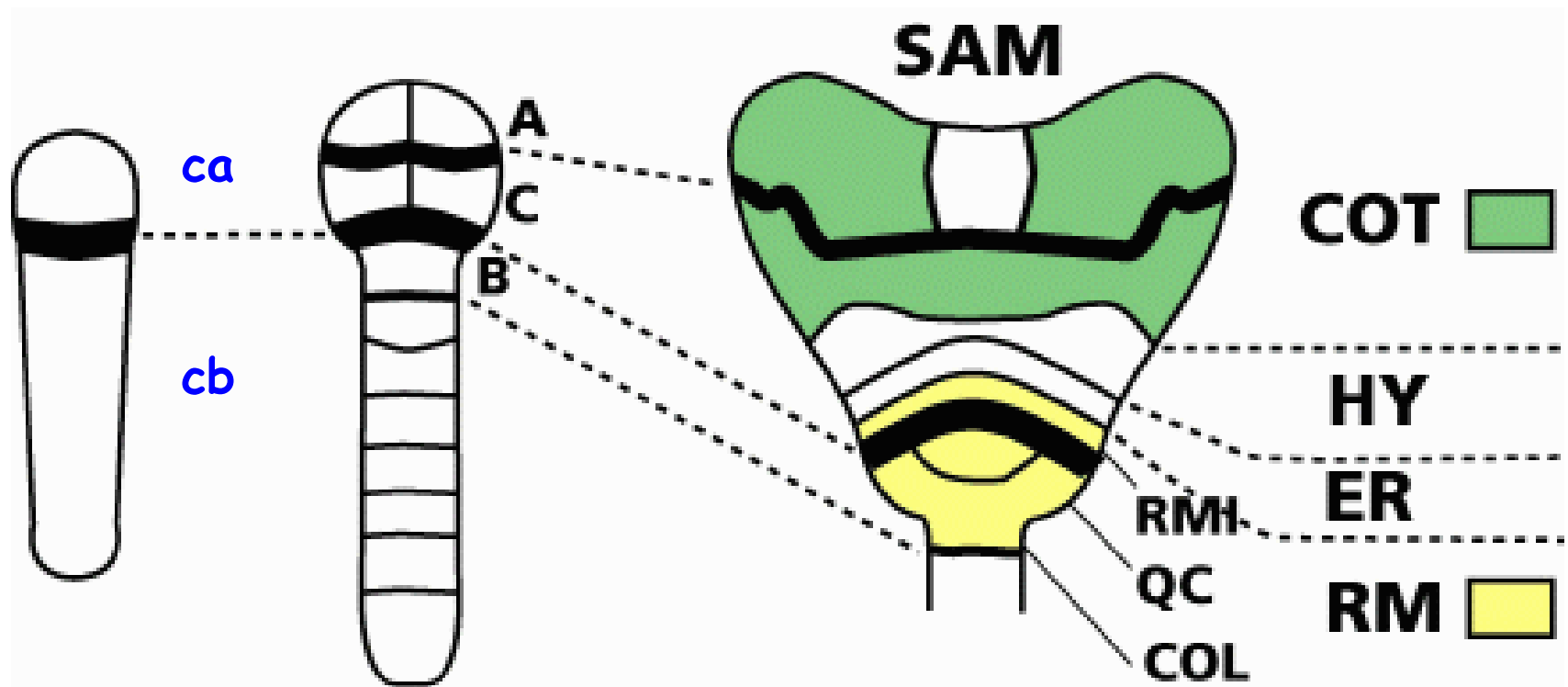
epidermis

kůra a endodermis

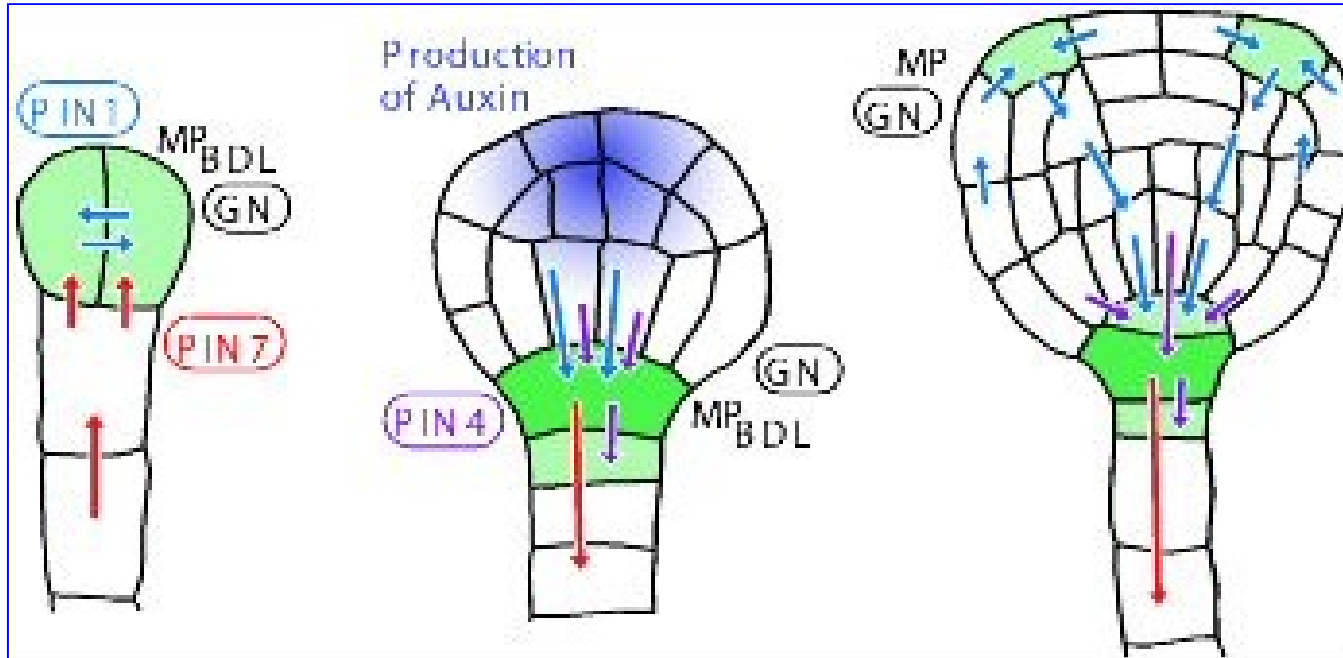
cévní svazky



Embryogeneze u *Arabidopsis*



Model pro roli distribuce auxinu při formování embrya (J. Friml)



specifikace apikálních buněk - hromadění auxinu

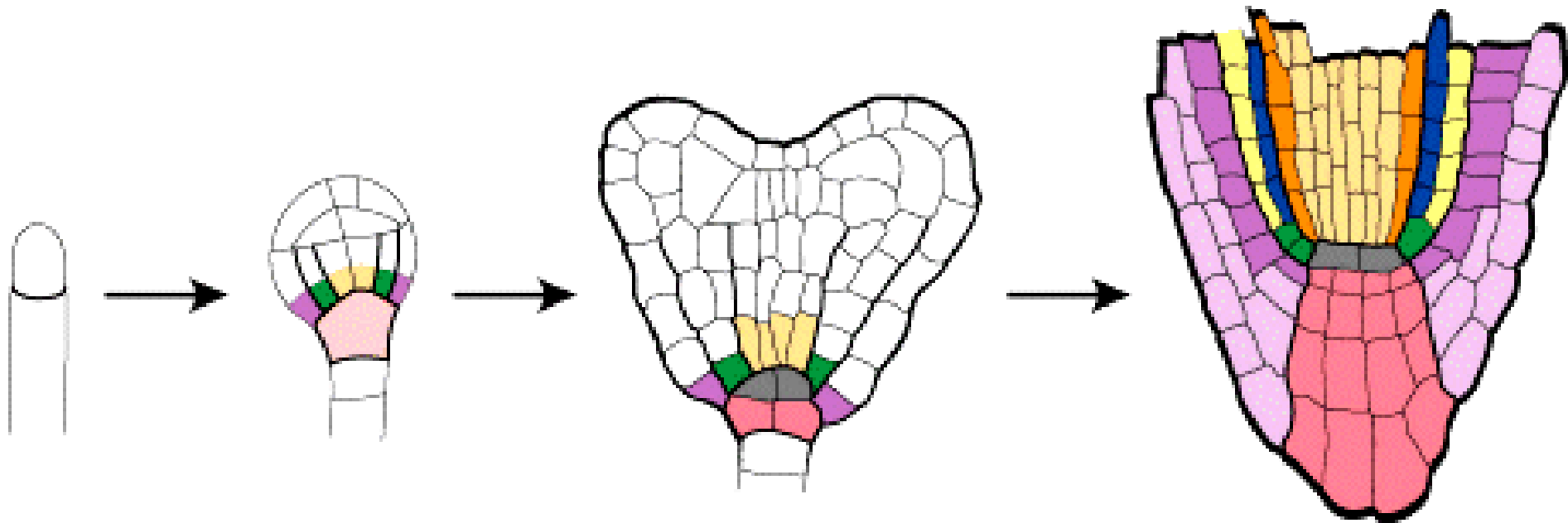
specifikace kořenového pólu - produkce a transport auxinu do hypofýzy a suspenzoru

specifikace základů děloh - hromadění auxinu v ve dvou místech apexu GE

mp, bdl - mutanty v odpovědi na auxin
gn - mutant transportu auxinu

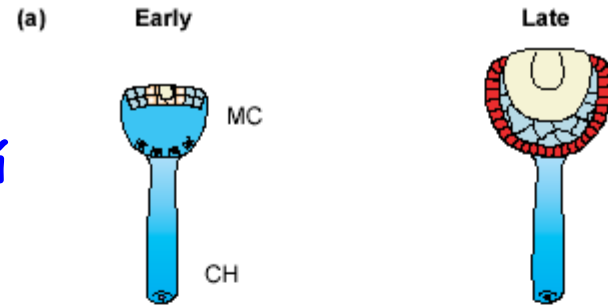
absence kořenového pólu

Arabidopsis - vývoj radikuly

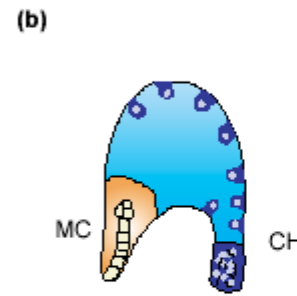


Typy endospermu

helobiální

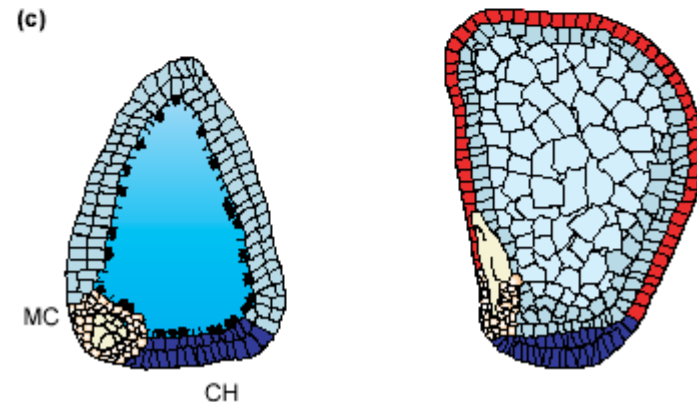


jaderný
převládá

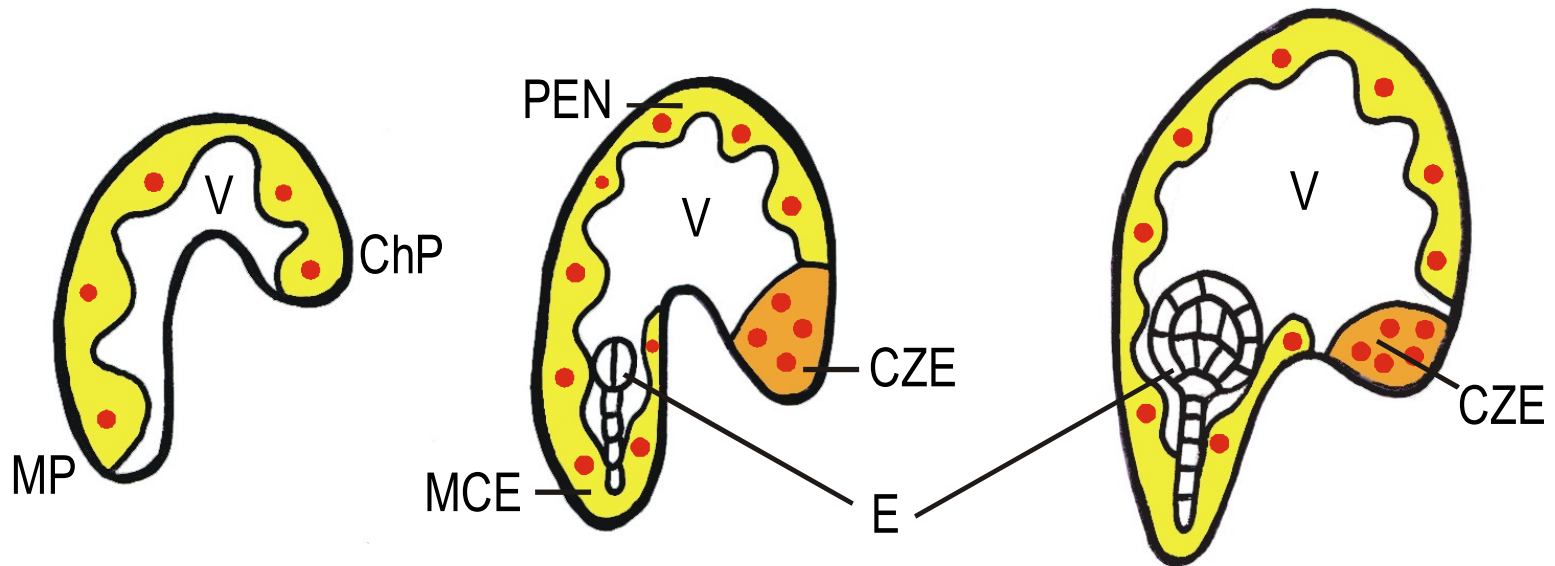


buněčný

jaderný u kukuřice



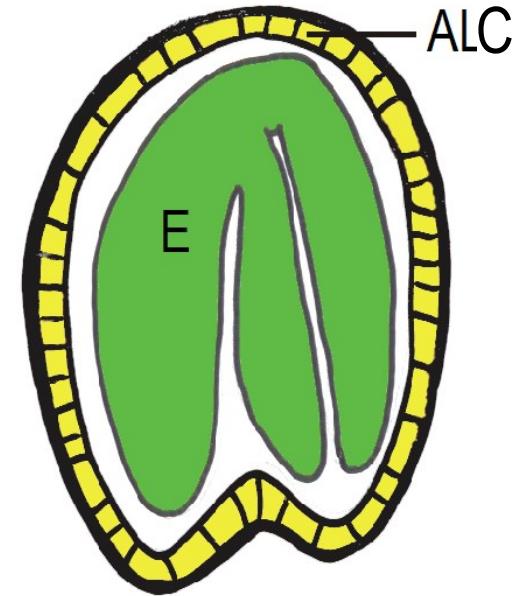
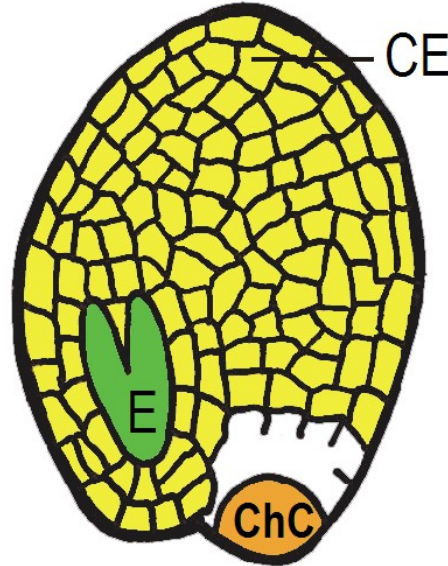
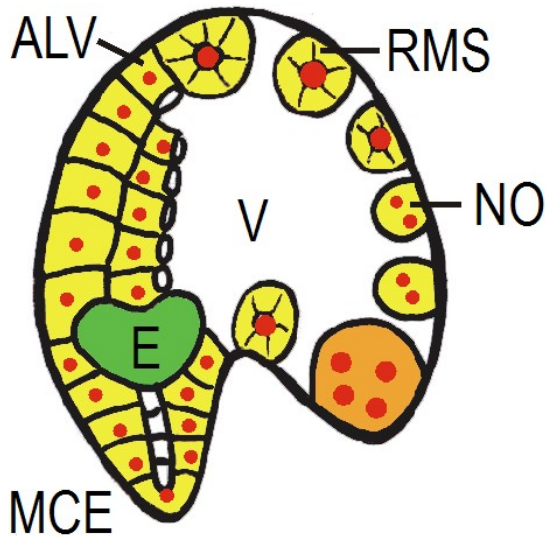
Raná stadia vývoje jaderného endospermu u *Arabidopsis* (coenocyt)



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

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

Cellularizace endospermu u Arabidopsis



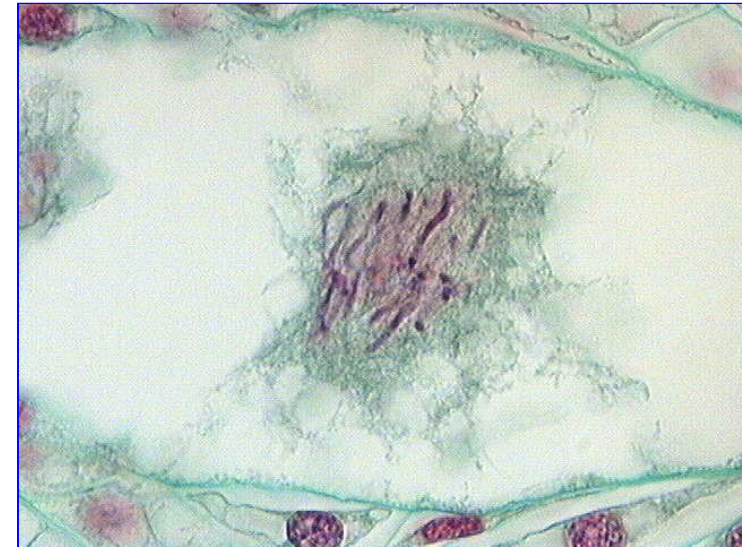
MCE -mikropylární buněčný endosperm
ALV - alveoly
RMS - radiální mikrotubulární systém
NO - endospermální noduly
E - embryo

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

První dělení primárního endospermálního jádra u lilie

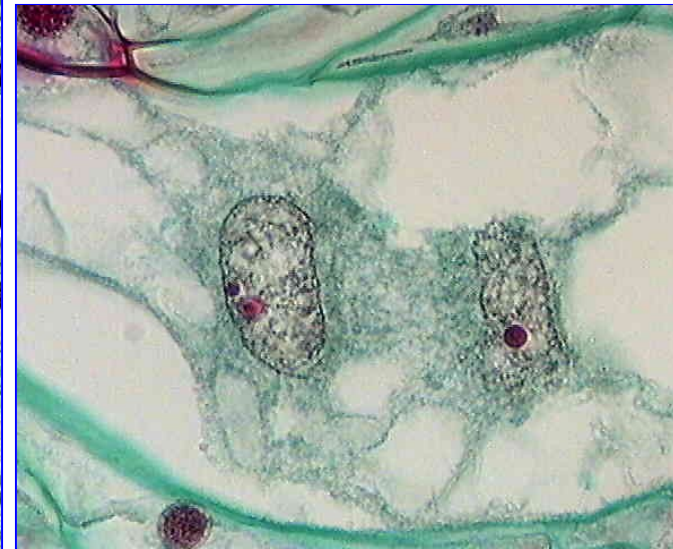
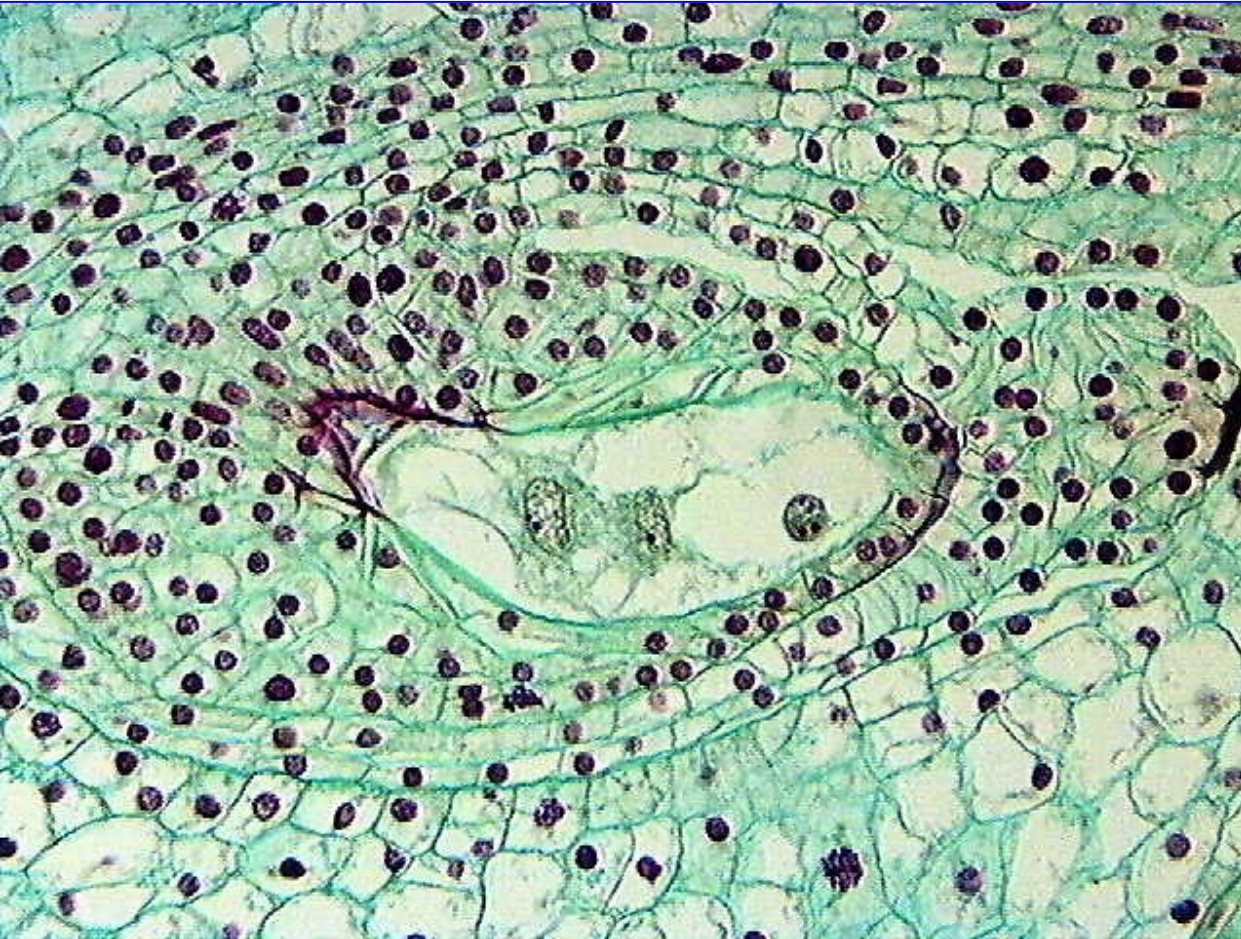


antipody



metafáze prvního dělení primárního endospermálního jádra, vznik volnojaderného endospermu
v mikropyle tmavě červeně zbarvená pylová láčka (šipka).

Dvoujaderný endosperm u lilie

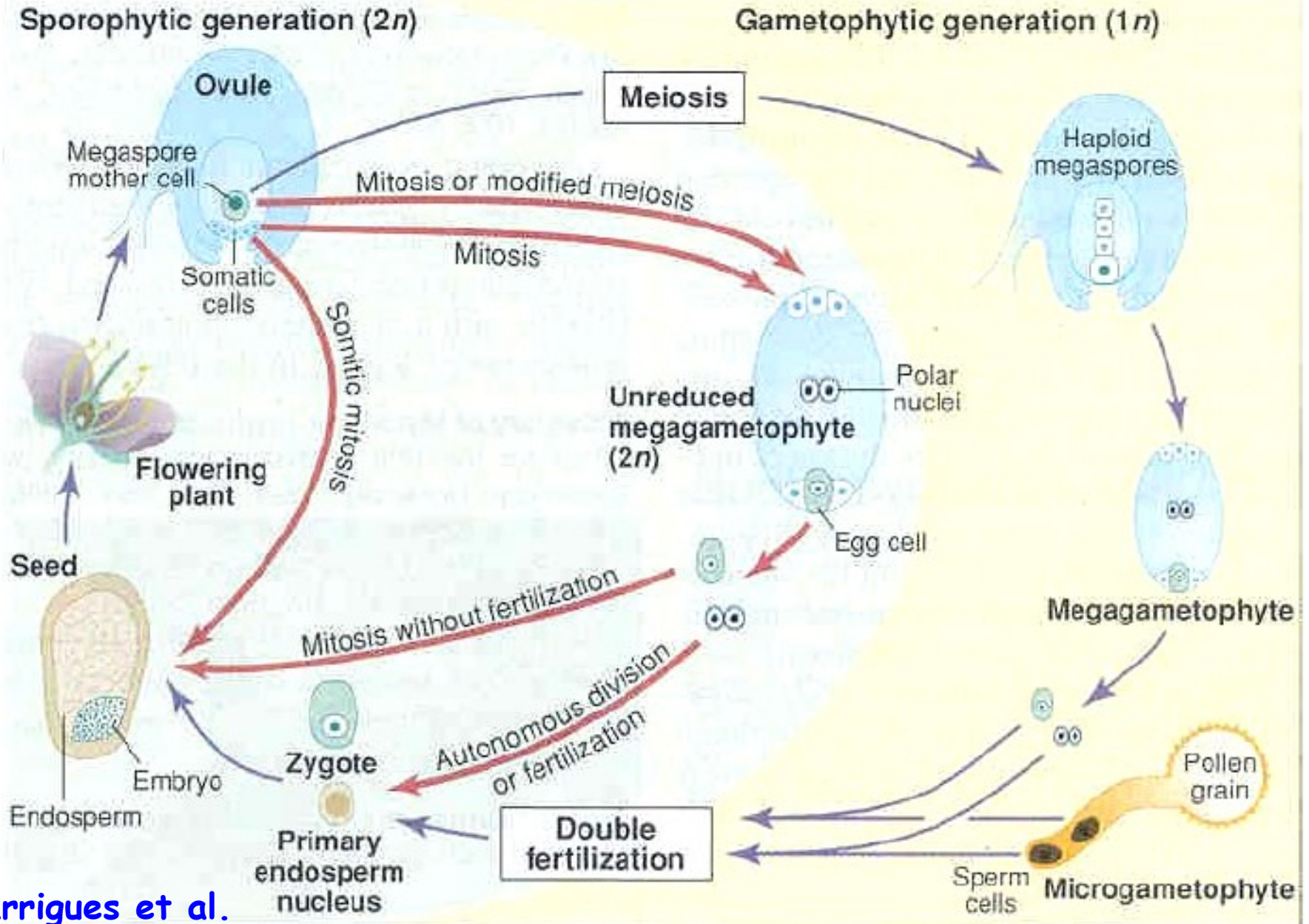


Dělení endospermu začíná před dělením zygoty (vpravo).

Apomixie u kvetoucích rostlin

- **definice:** nepohlavní tvorba semen obsahujících embryo z mateřských pletiv vajíčka bez procesu meiosis a oplození
- **objev apomixie** - pozorování, že samičí rostliny *Alchornea ilicifolia* (syn. *Caelebogyne ilicifolia*) z Austrálie tvořily semena v Kew Gardens v Londýně (Smith, 1841)
- Winkler (1908) termín apomixis = "substitution of sexual reproduction by an asexual multiplication process without nucleus and cell fusion"
- současný náhled: apomixis je synonymem termínu "agamospermie" (Richards, 1997)

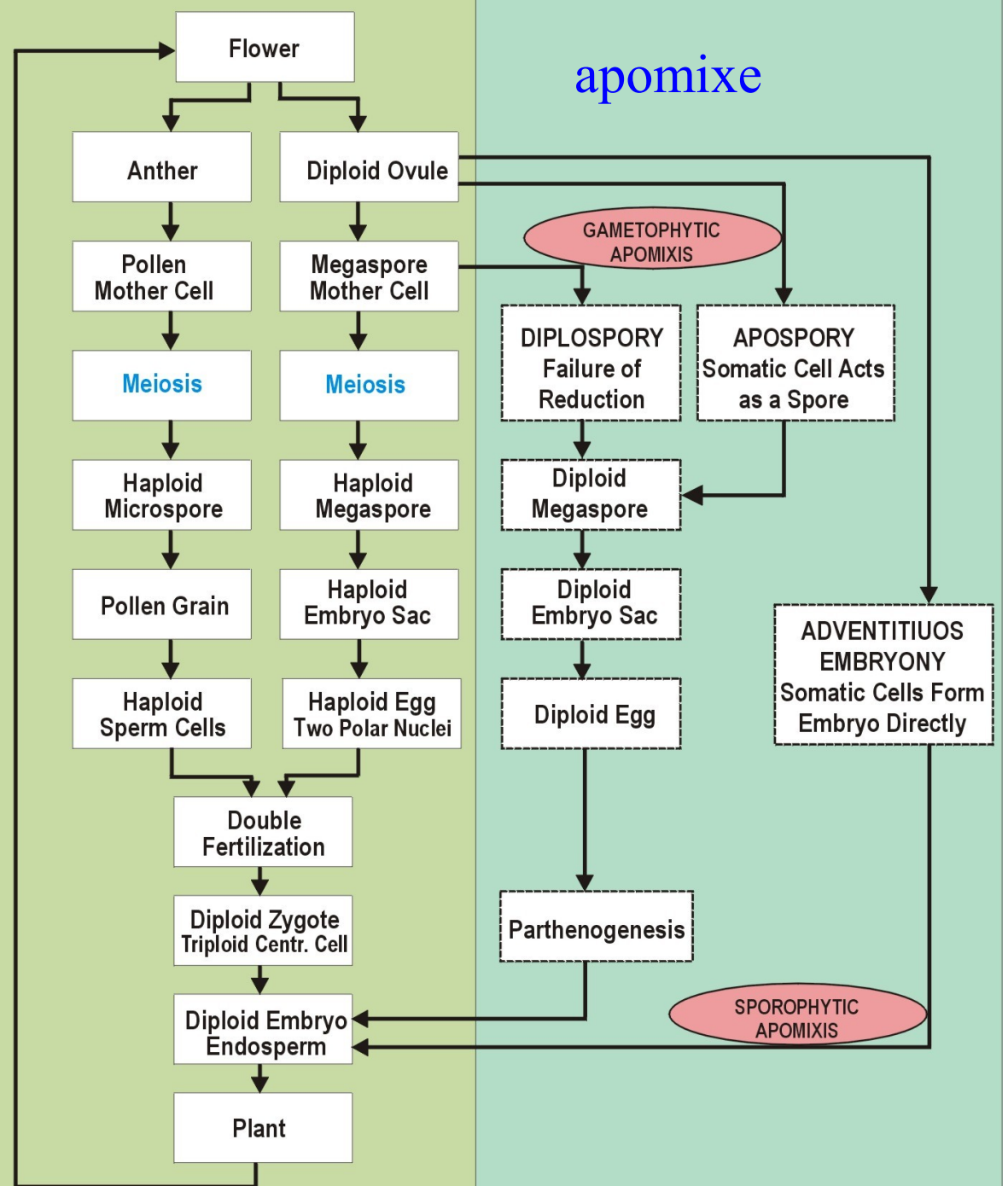
Srovnání pohlavního rozmnožování a apomixe



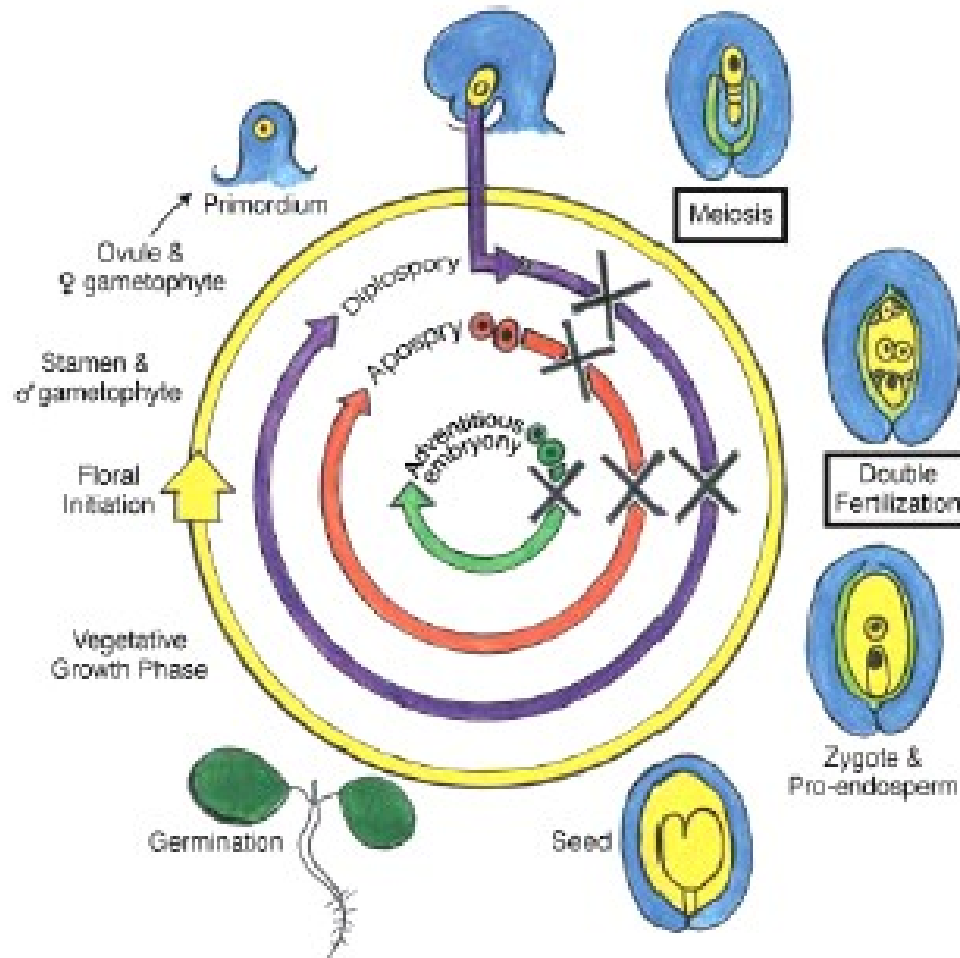
Mechanismy apomixe

- tvorba buněk schopných tvořit embryo bez předcházející meiosis (**apomeiosis**),
- spontánní tvorba embrya nezávislá na oplození (**parthenogenesis**)
- schopnost autonomně produkovat endosperm nebo využití endospermu vyvíjejícího se po oplození

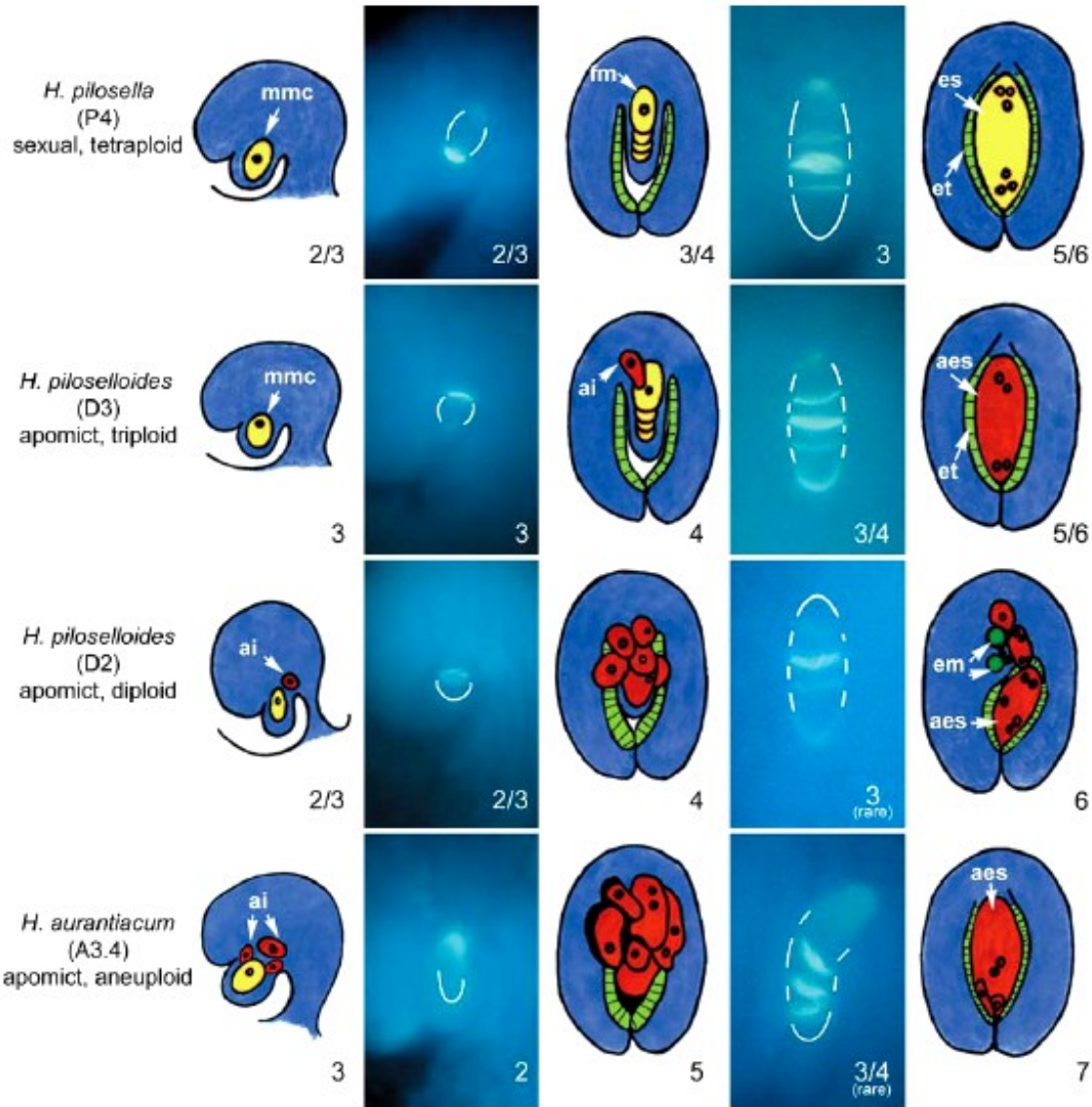
Srovnání pohlavního rozmnožování a apomixe



Srovnání pohlavního rozmnožování a apomixe



Aposporie u rodu *Hieracium*



ai iniciála aposporie

aes aposporický
zárodečný vak

kalózové stěny barvené anil. modří

Bicknell a Koltunov 2004

Význam apomixe

- umožňuje tvorbu velkých **geneticky uniformních** populací
- zachovává **hybridní vigor** v následných semenných generacích
- plánuje se:
 - rychlá tvorba a **množení** nejlepších odrůd
 - **redukce** nákladů a času při šlechtění
 - překonání problémů spojených s pohlavním rozmnožováním, jako jsou opylovači, kros-kompatibilita
 - redukce transferu virů u vegetativně množených plodin