

Samčí gametofyt

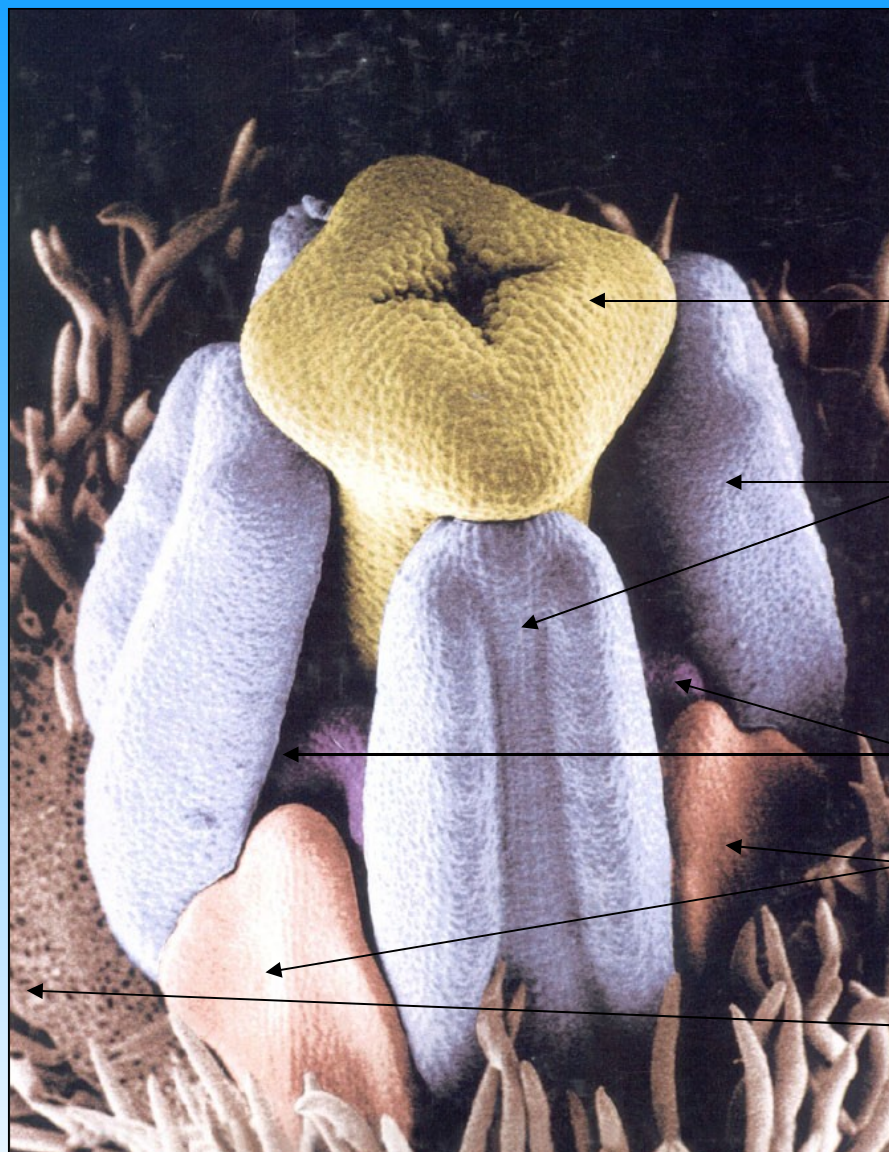
mikrosporogeneze
mikrogametogeneze

Clarkia xantania (Onagraceae)

Am. J. Bot.

[http://www.botany.org/
plantimages](http://www.botany.org/plantimages)

Photo:
C. J. Runions
Cornell University



blizna s čnělkou

větší prašníky



menší prašníky

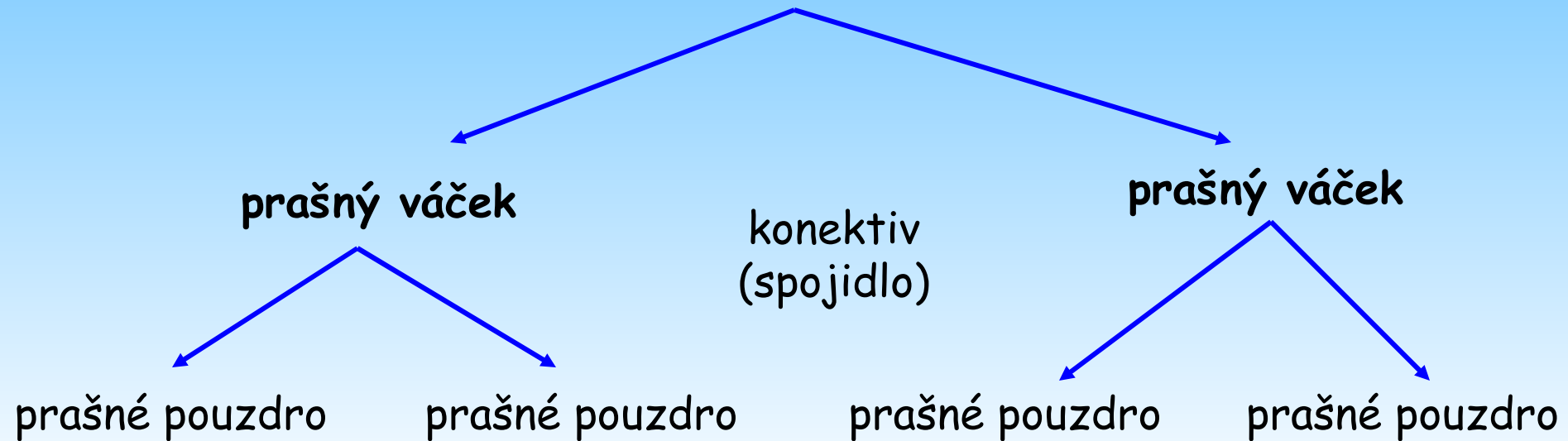
petaly

sepaly s trichomy

SE micrograph of an early floral developmental stage

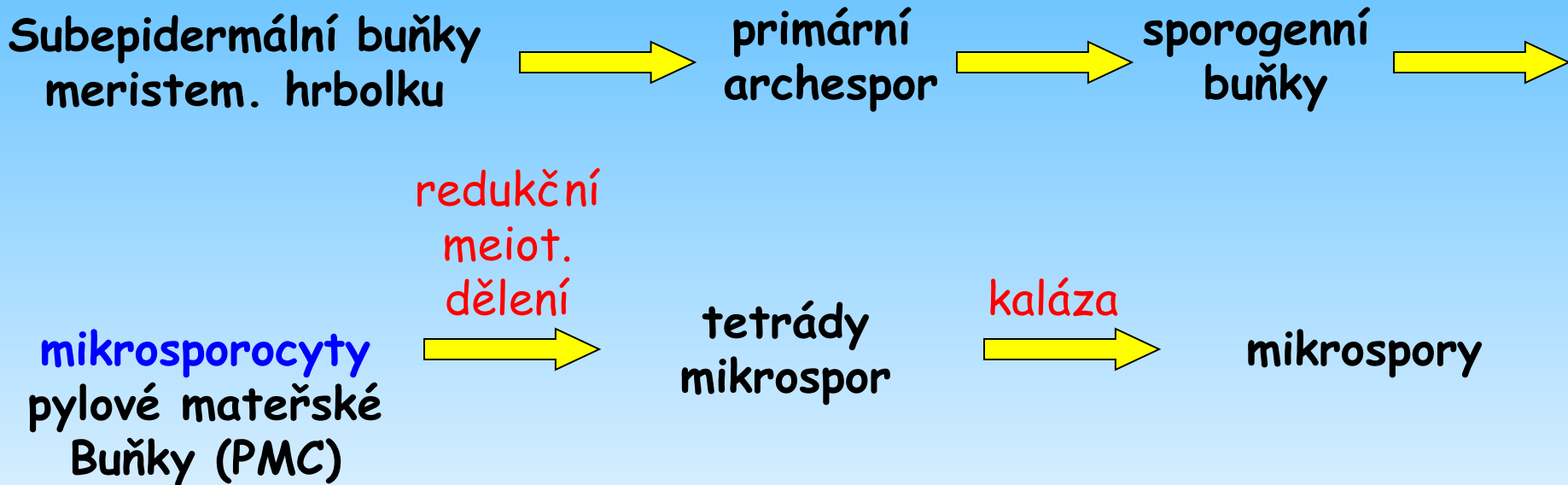
Samčí rozmnožovací orgán = tyčinka soubor tyčinek = *androecium*

- tyčinka se zakládá jako meristematičtý hrbolek na vrcholu květního základu
- z baze  nitka (filamentum)
- z apexu  prašník (anthera)



Mikrosporogeneze

vývoj mikrospor ze sporogenních buněk



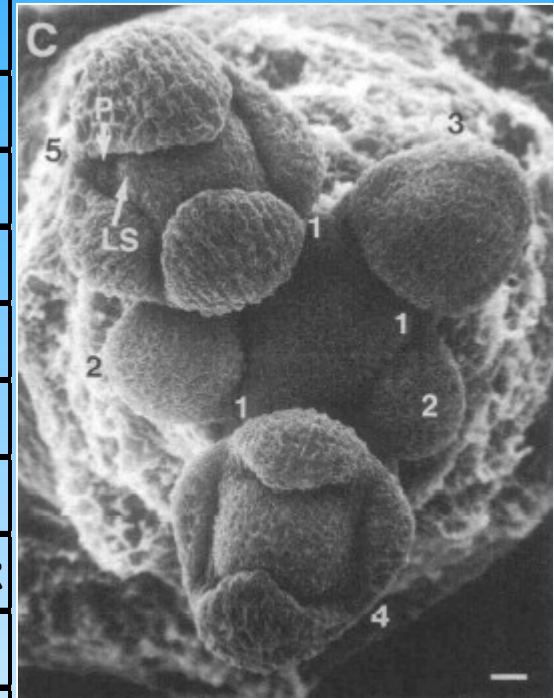
Typy tetrad

sukcesivní typ - ihned po I. meiotickém dělení vzniká centrifugálně přehrádka (diáda mikrospor) a po II. meiotickém dělení tetráda (častý u jednoděložných rostlin)

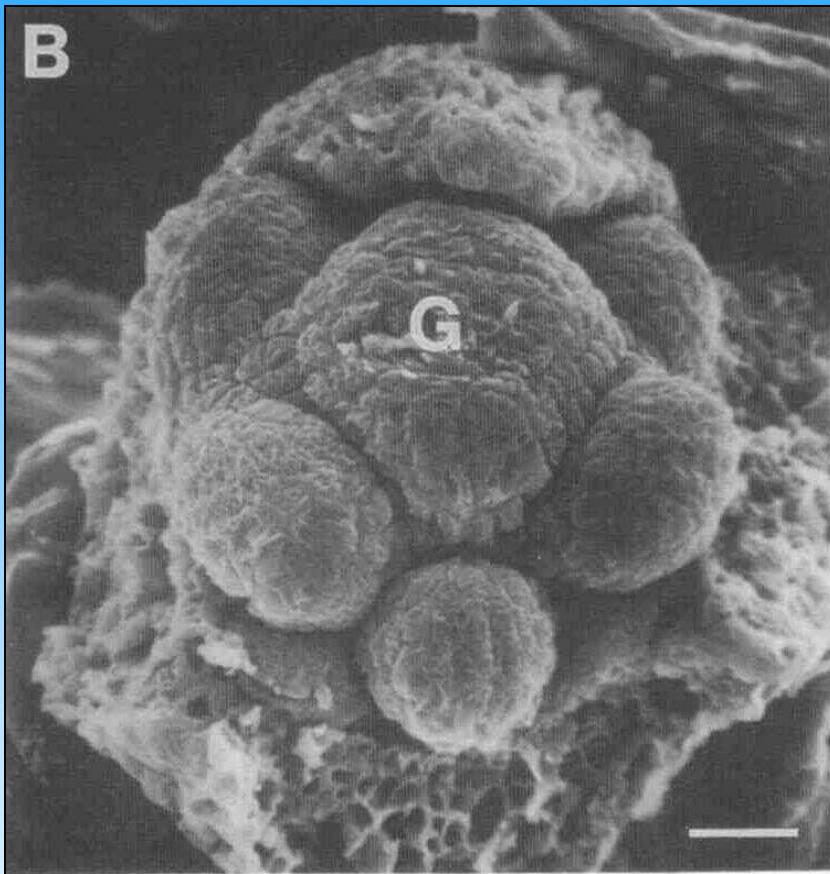
simultánní typ - po I. meiotickém dělení přehrádka nevzniká, teprve po skončení II. meiotického dělení začíná centripetálně (od periferie dovnitř) tvorba brázd a následně přepážek (typický u dvouděložných rostlin)

Přehled stadií vývoje květu u *A. thaliana* (Smyth et al. 1990)

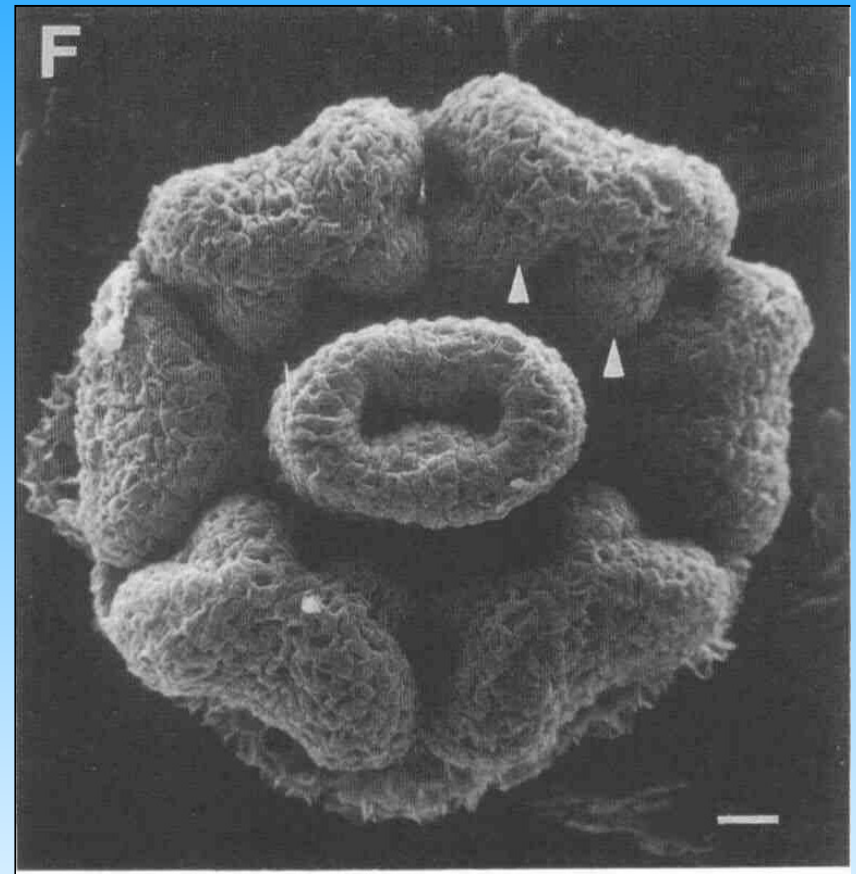
Stadium	Charakteristický znak
1	Vznik květního základu
2	Tvorba květního primordia
3	Formace primordií sepalů
4	Sepaly překrývají meristem
5	Vznik primordií petalů a tyčinek
6	Sepaly uzavírají pupen
7	Zakládání nitky u primordií dlouhých tyčinek
8	Diferenciace prašných pouzder u dlouhých tyčinek
9	Primordia petalů na bázi užší, rychlý růst nahoře
10	Petaly na úrovni krátkých tyčinek
11	Diferenciace bliznových papil
12	Petaly na úrovni dlouhých tyčinek



Vývoj květu u *A. thaliana* (Smyth et al. 1990)



5. Vznik primordií petalů a tyčinek

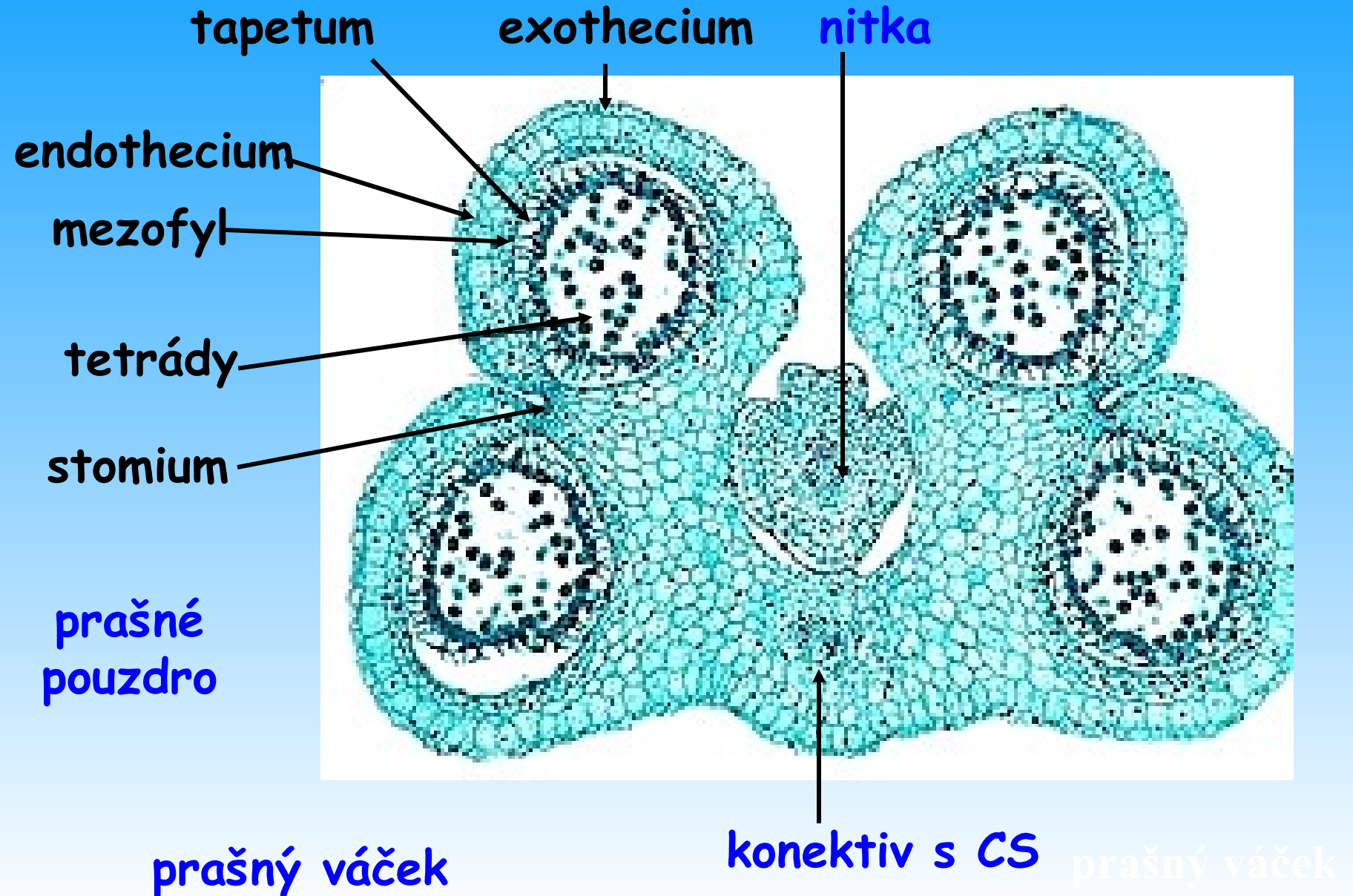


8. Diferenciace prašných pouzder u dlouhých tyčinek

Stavba prašníku

- **exothecium** = pokožková vrstva s kutikulou
- **endothecium** = subepidermální, vláknitá vrstva
- střední vrstva = **mezofyl**, parenchymatické pletivo
- **tapetum** = výstelka prašného pouzdra
 - žlaznaté (sekretorické)
 - ameboidní = periplazmodium
- stomium, hypostomium

Řez prašníkem lilie



Funkce tapeta

- produkce enzymu kalázy (β 1,3-glukanáza) rozkládá kalózu a uvolňuje mikrospory z tetrád)
- syntéza prekurzorů exiny
- syntéza a vylučování pylového tmelu (depozice na povrchu pylových zrn)
- syntéza proteinů (depozice ve vnější vrstvě pylových zrn - exině)

Meióza = redukční dělení

I. heterotypické dělení
segregace homologních
chromozómů

profáze

leptoten

zygoten - bivalenty

pachyten

diploten - chiasmata, CO

diakineze

metafáze

anafáze

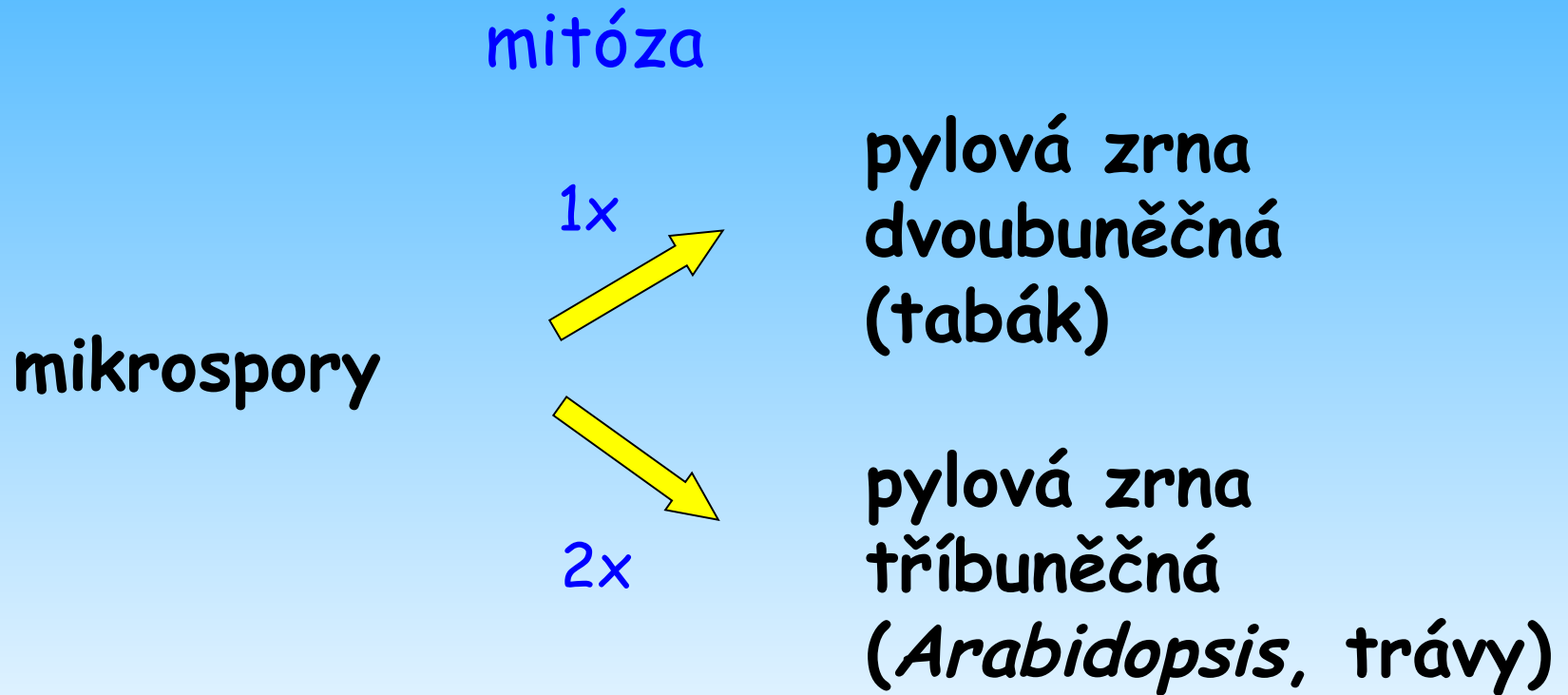
telofáze

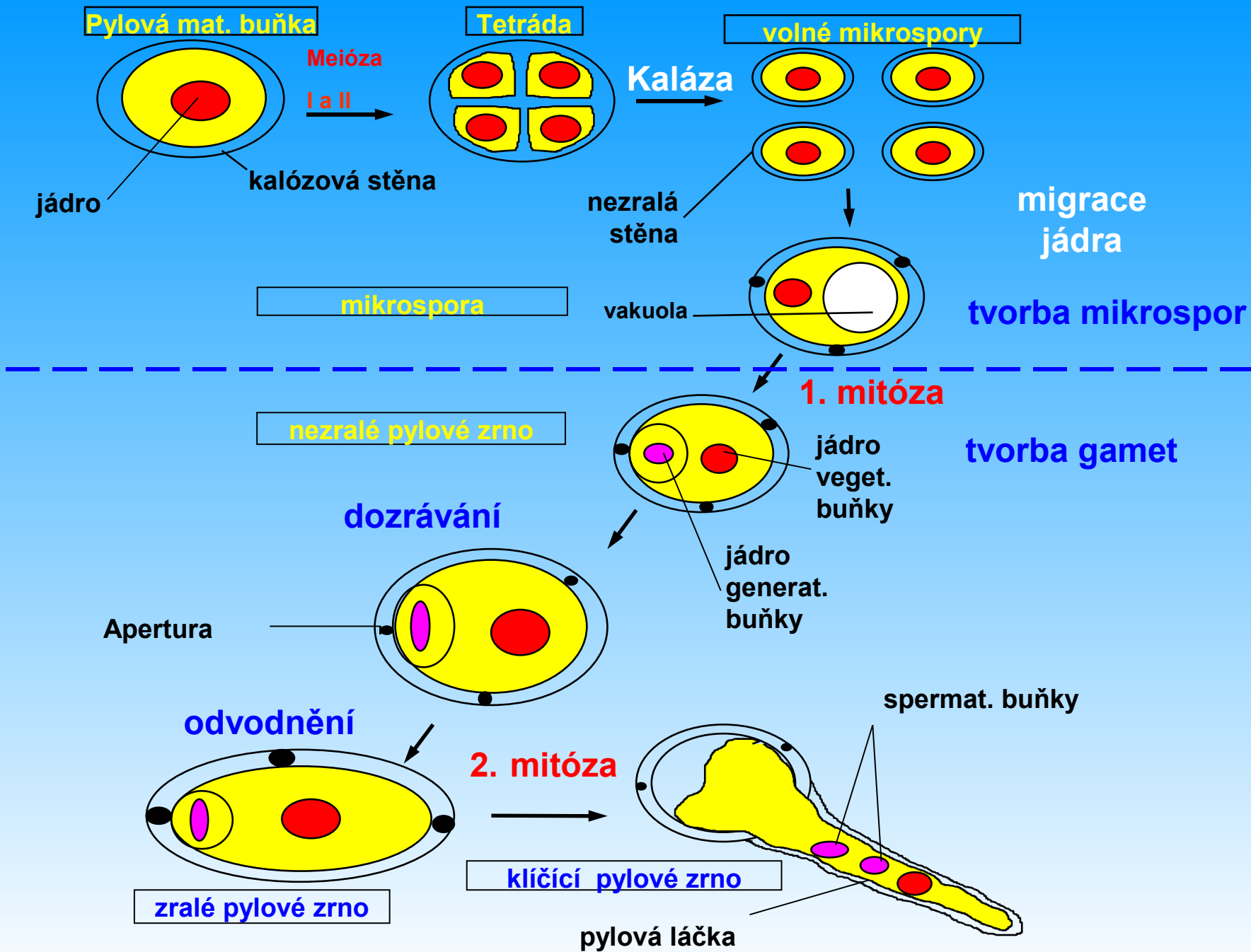
interfáze mezi I. A II.
dělením je krátká =
nedochází k syntéze DNA

II. homeotypické dělení =
ekvační - dochází k
segregaci alel

průběh je shodný s
mitózou

Mikrogametogeneze = vývoj samčích gamet





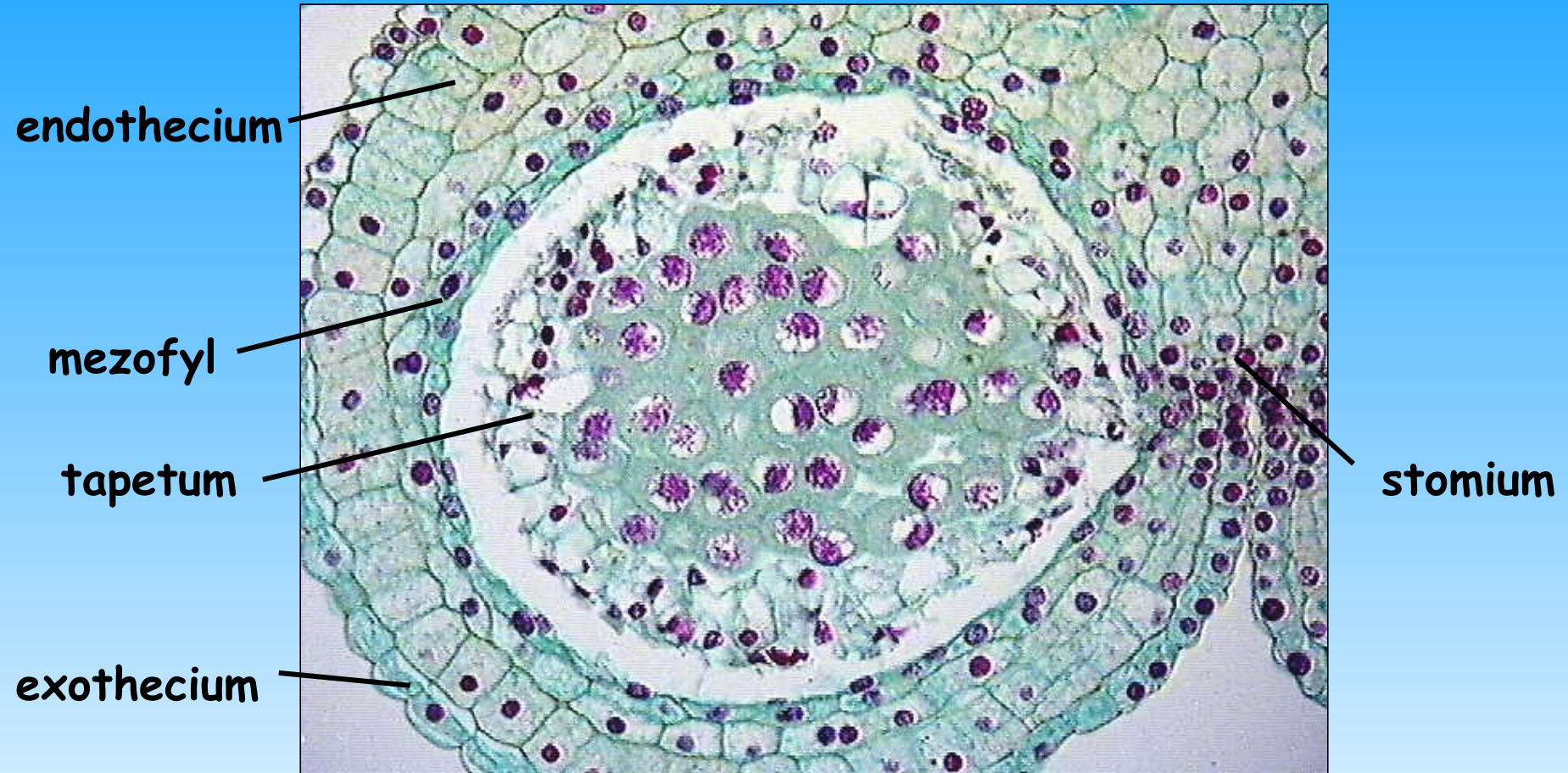
Mikrosporogeneze u *Lilium*

IASPRR

International Society for Sexual Plant Reproduction Research

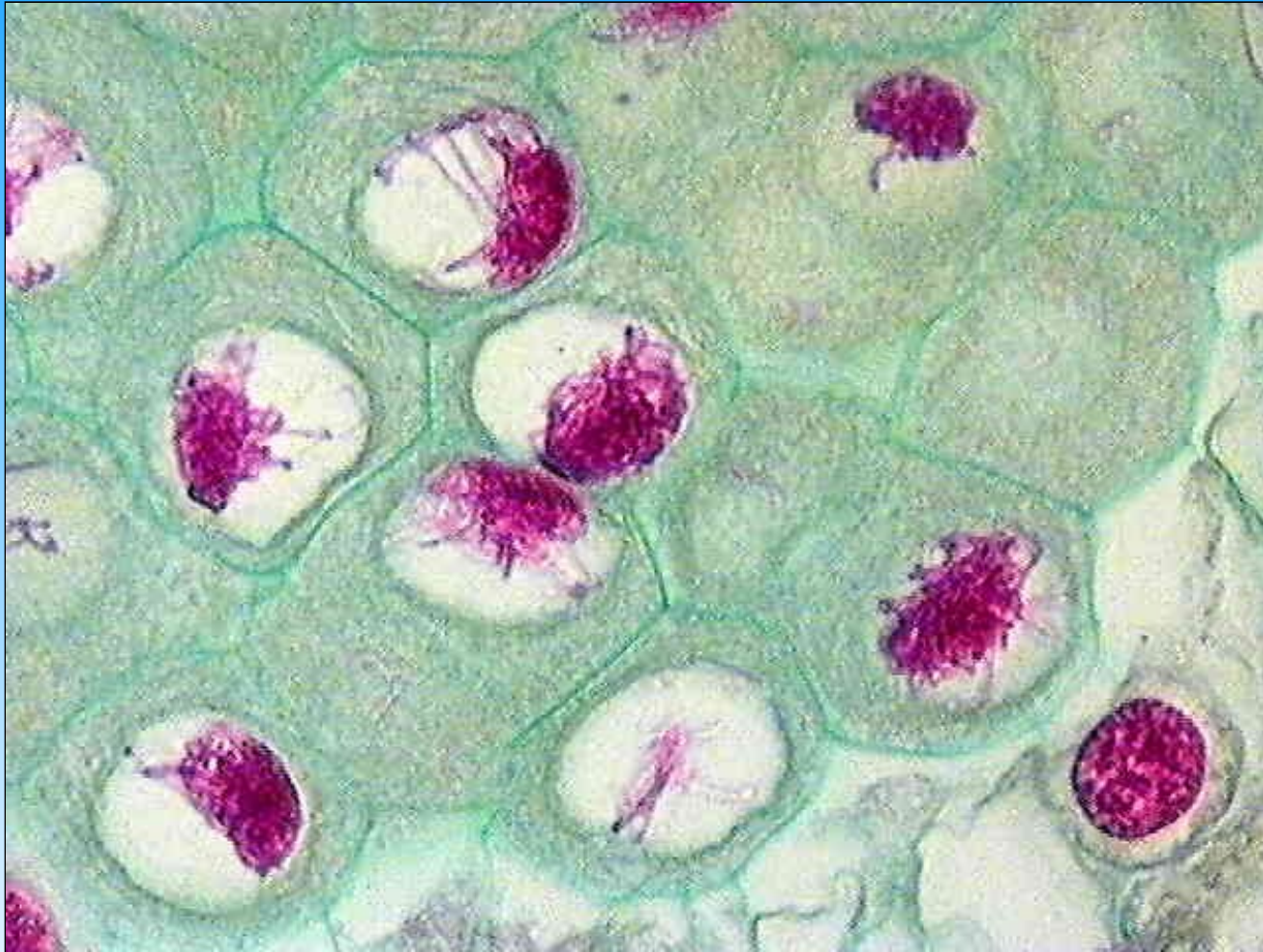
<http://images.iaspr.org/lily/>

Mikrosporocyty v rané profázi I.



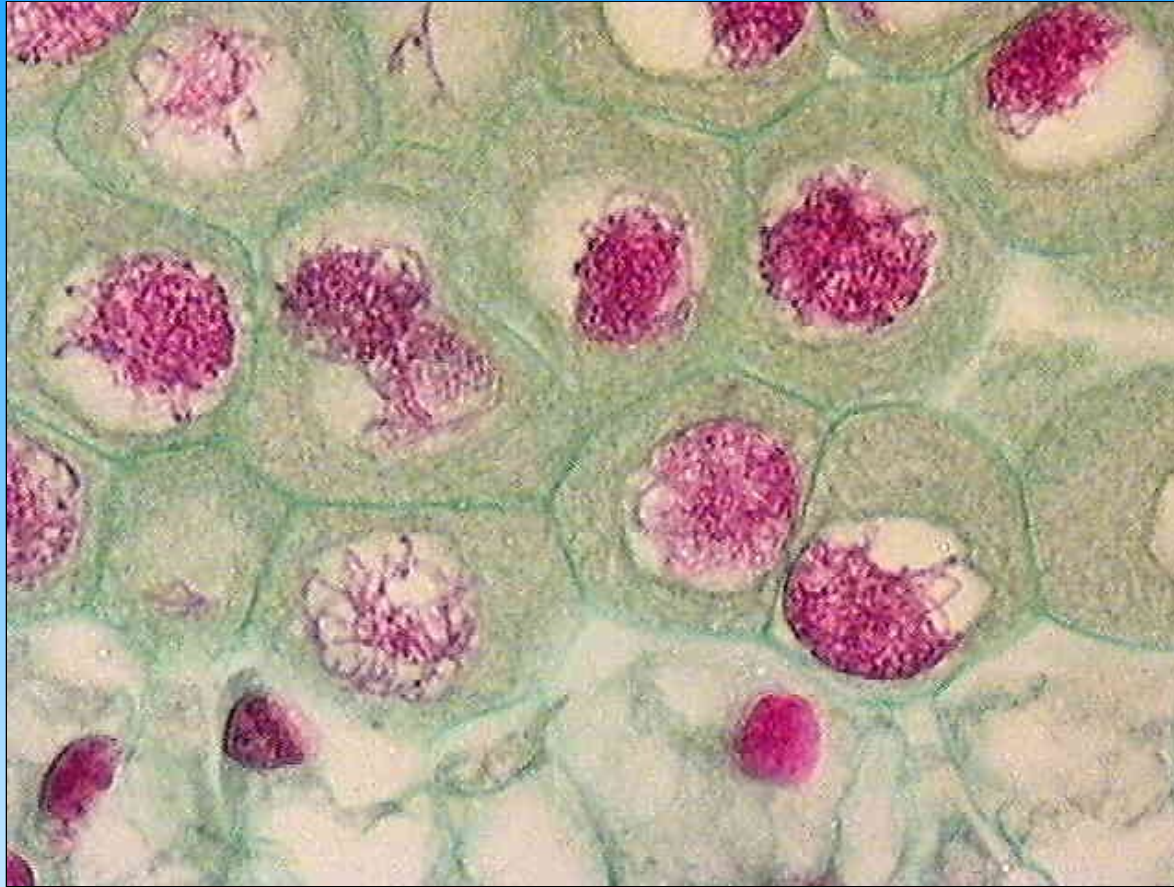
většinu profáze I představuje precizní párování homologních chromosomů

Mikrosporocyty v rané profázi I.



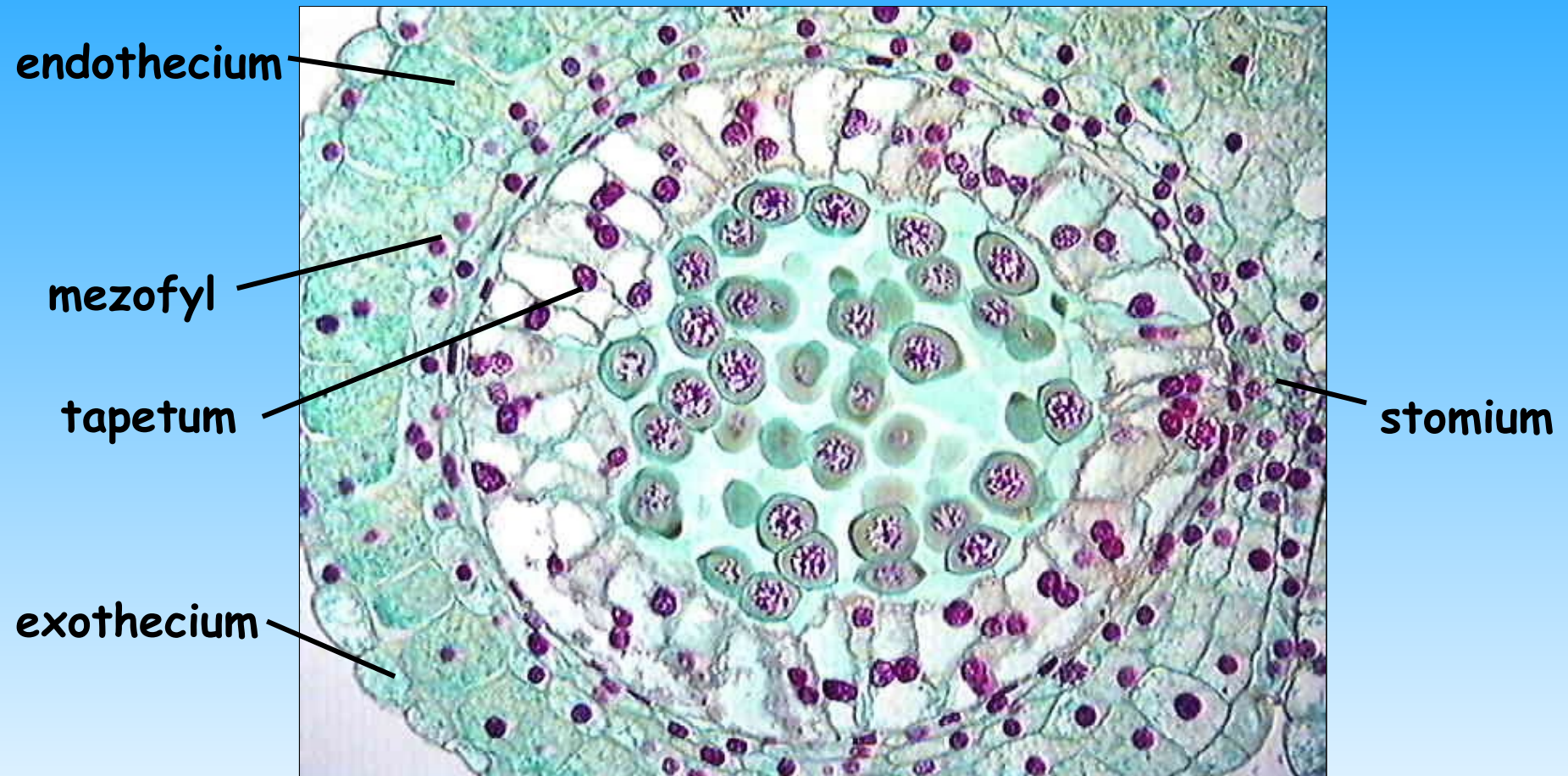
detail

Střed profáze I.



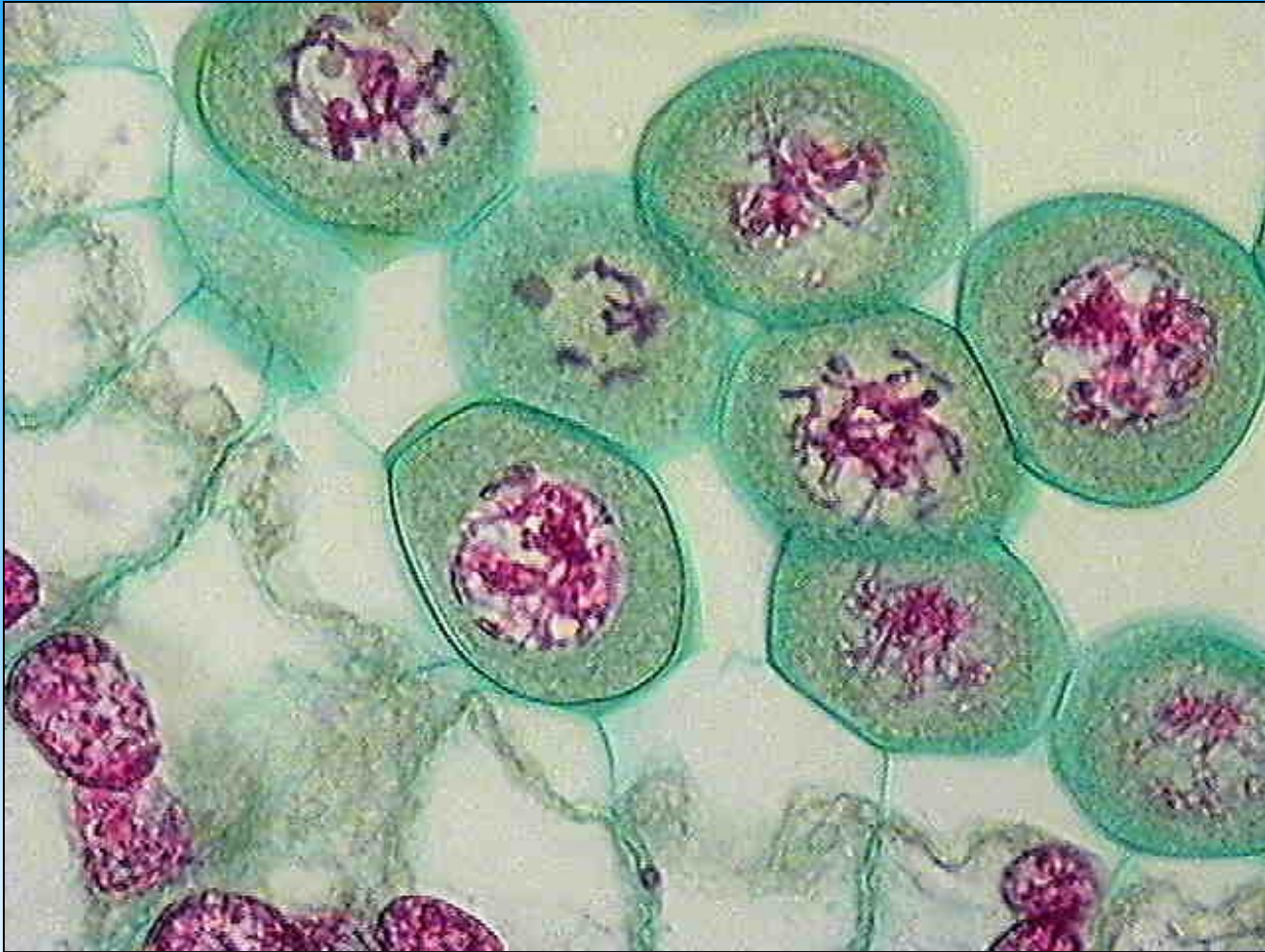
pachytene - chromosomy jsou velmi prodloužené, spárované homologní chromosomy vyměňují genetický materiál

Pozdní profáze I.



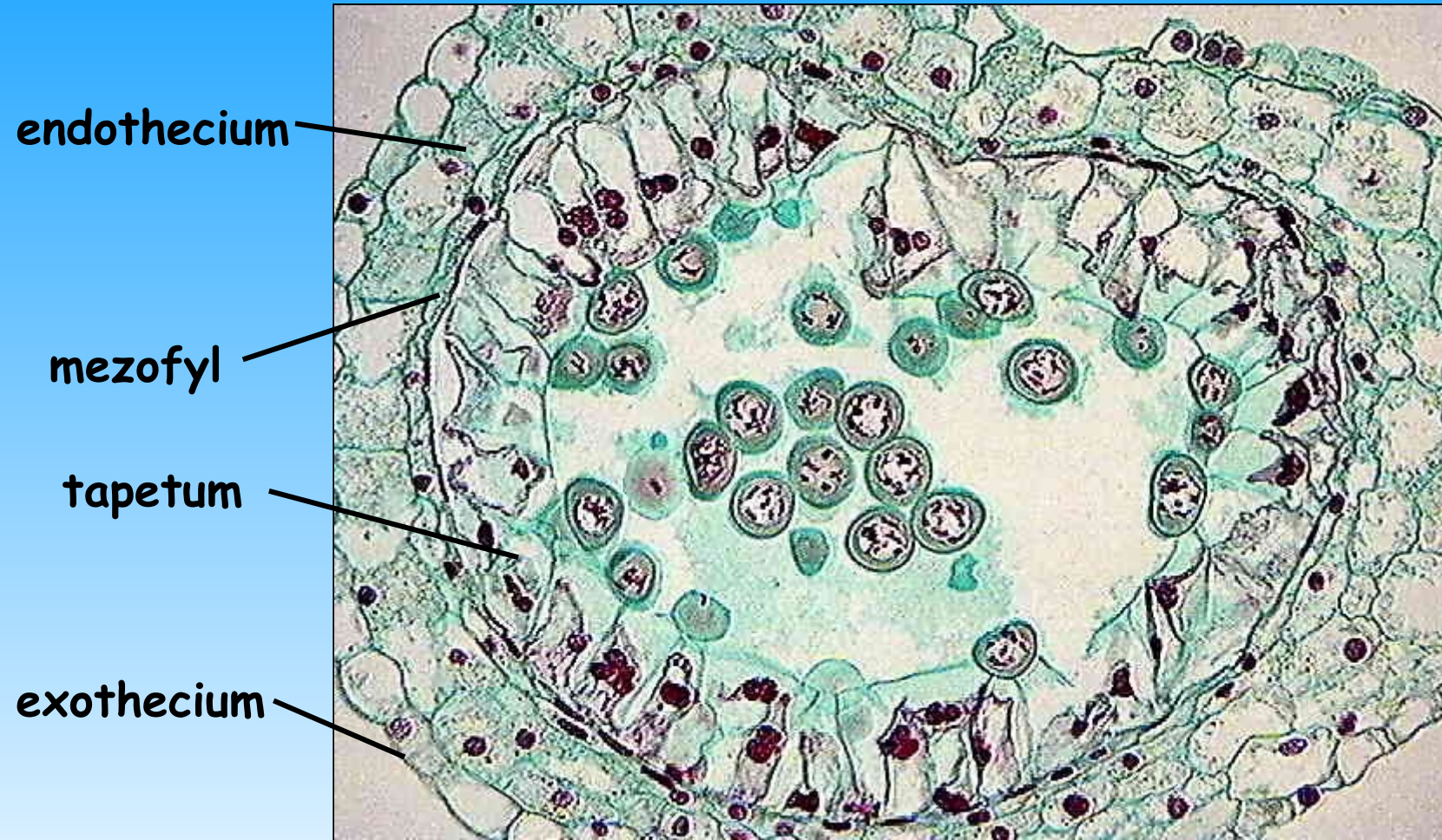
pokračuje kondenzace homologních chromosomů - blíží se diakinese

Pozdní profáze I.



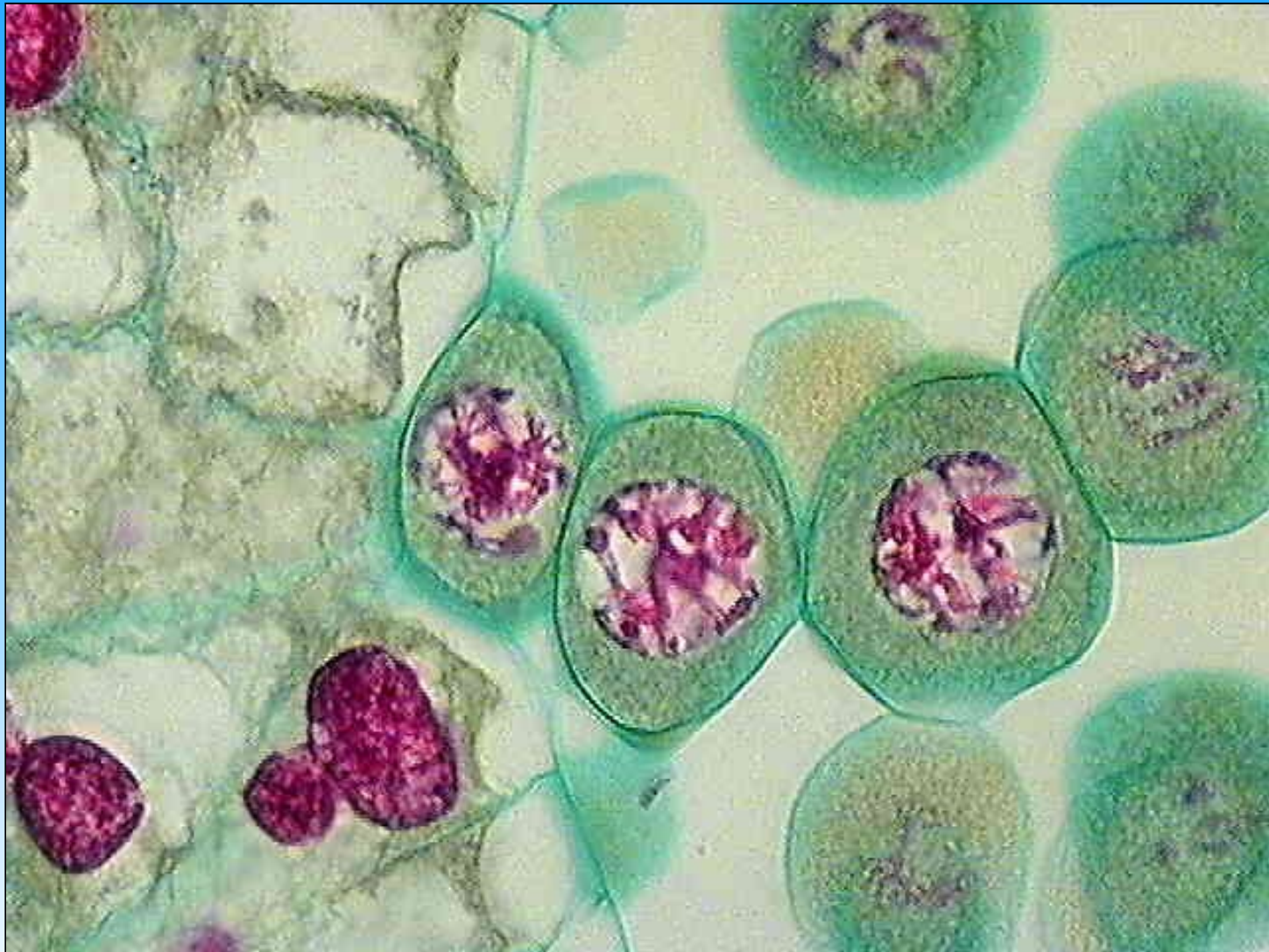
detail předchozího snímku

Diakinesis

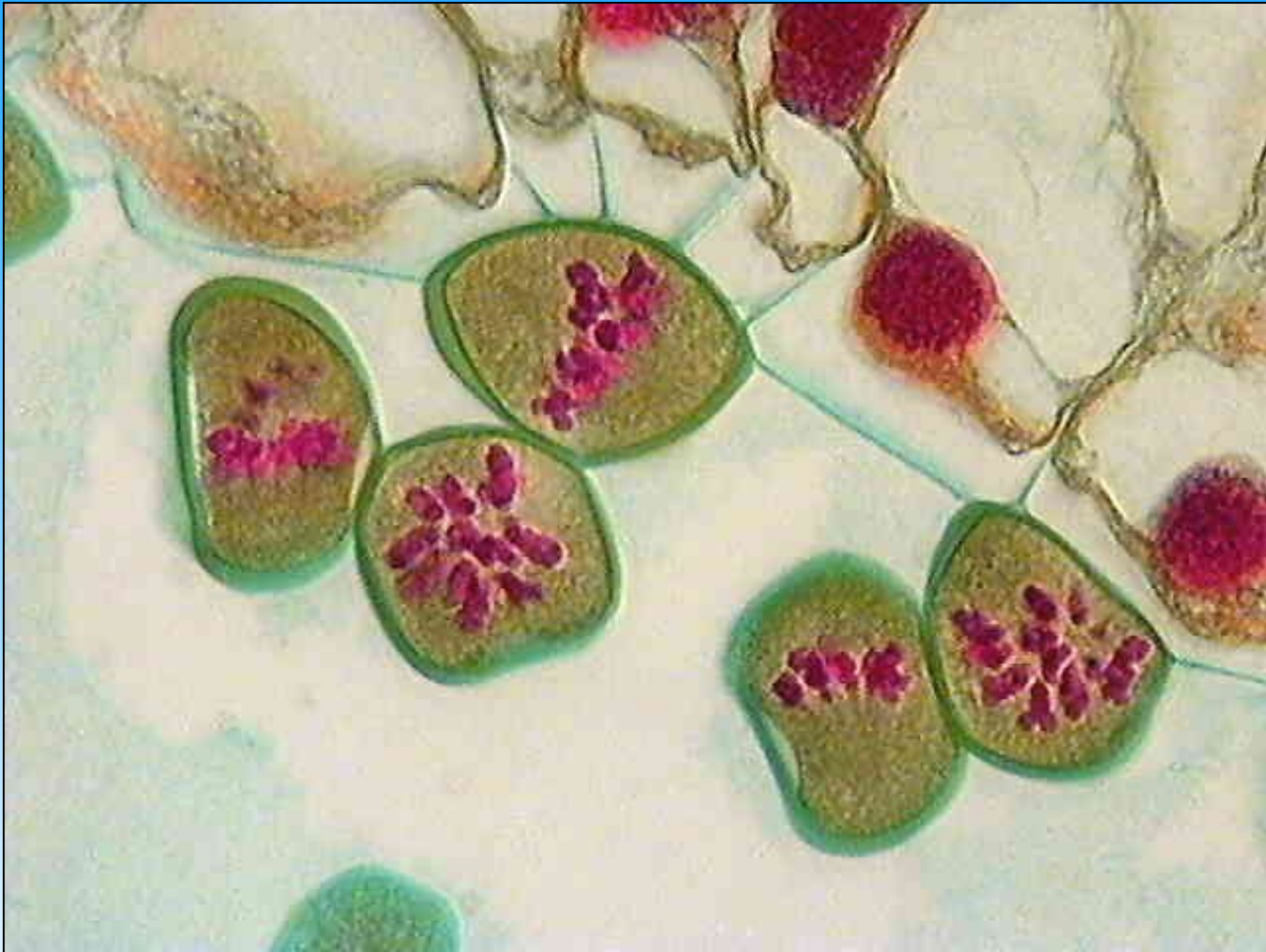


diakineze = poslední stadium profáze I před metafází

Diakinesis



Metafáze I.



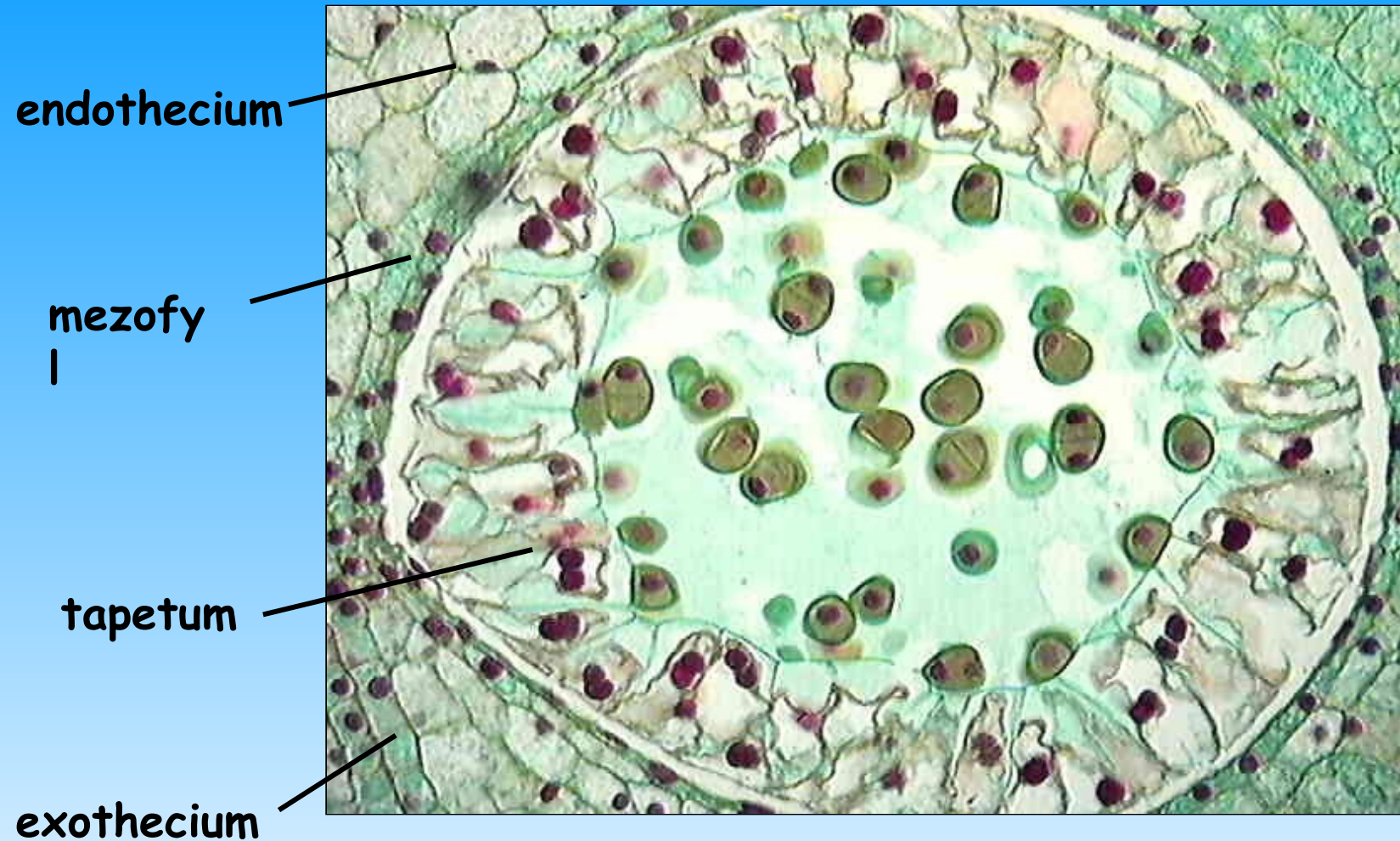
metafázni chromosomy

Anafáze I.



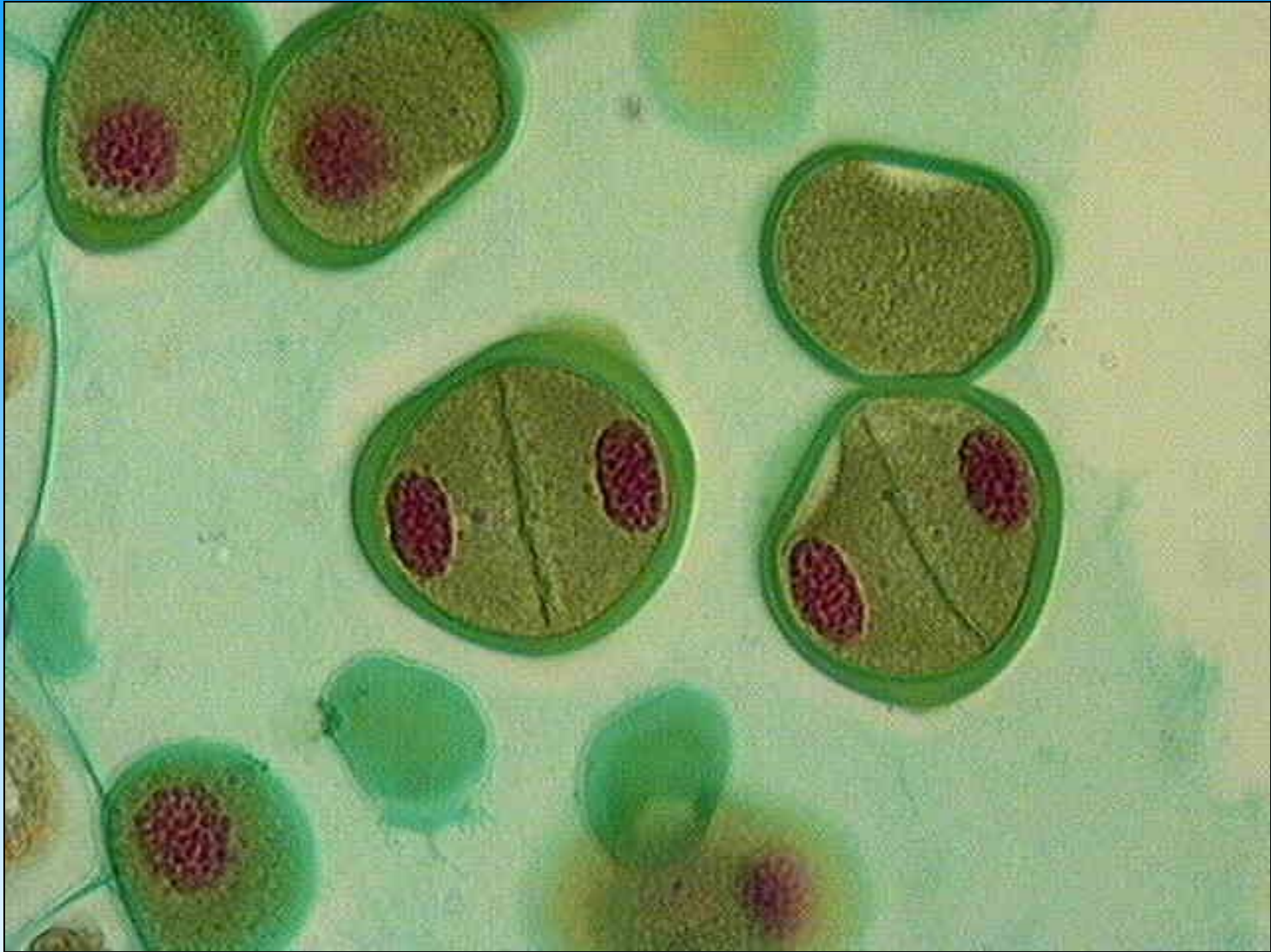
homologní chromosomy přemístěné na opačné
buněčné póly = přesné dělení genetického materiálu

Telofáze I.



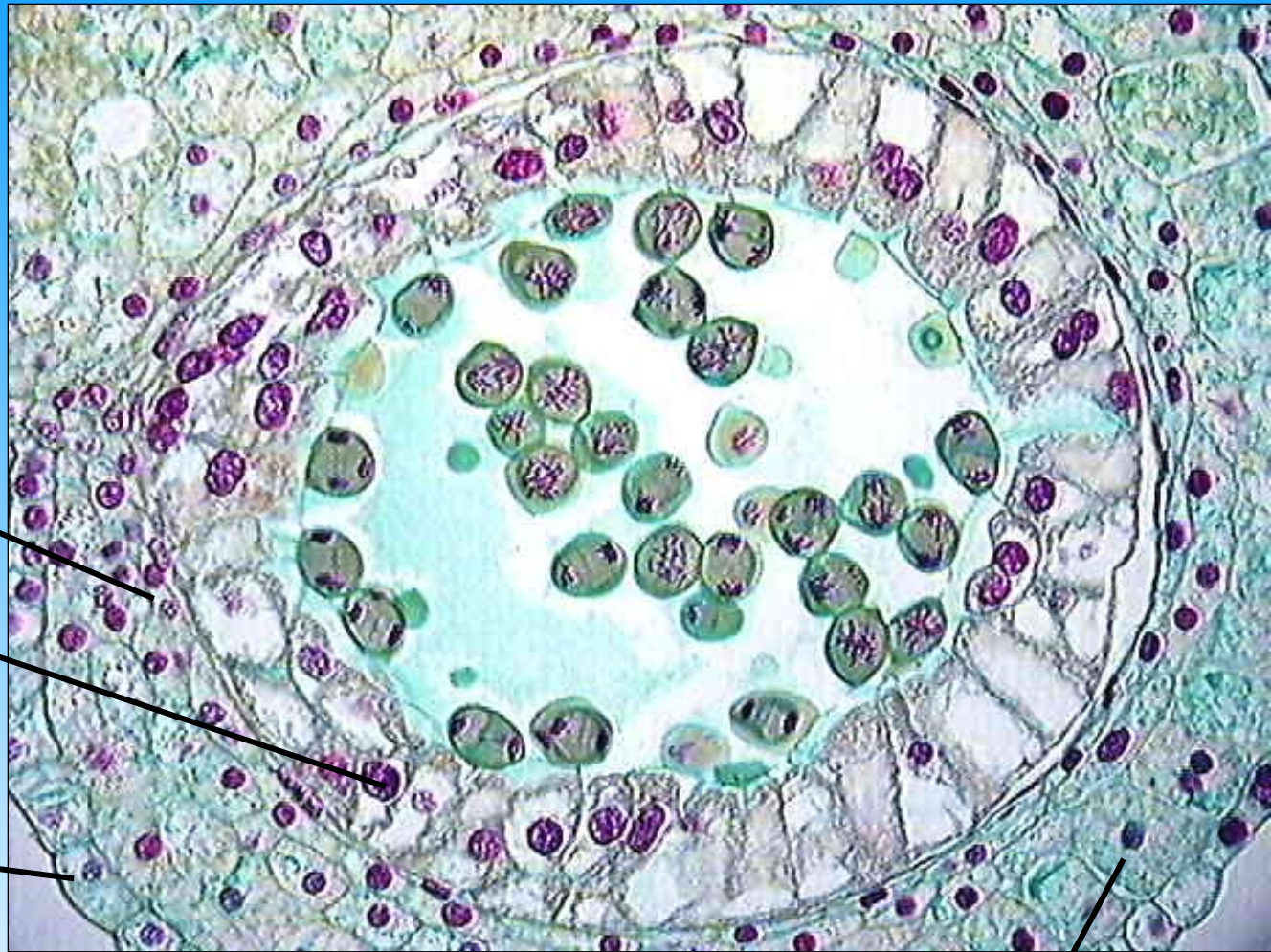
výrazná buněčná přepážka se tvoří mezi jádry po I. meiotickém dělení u lilie (**diády**), druhé meiotické dělení probíhá rychle

Telofáze I.



diády

Metafáze II.



mezofyl

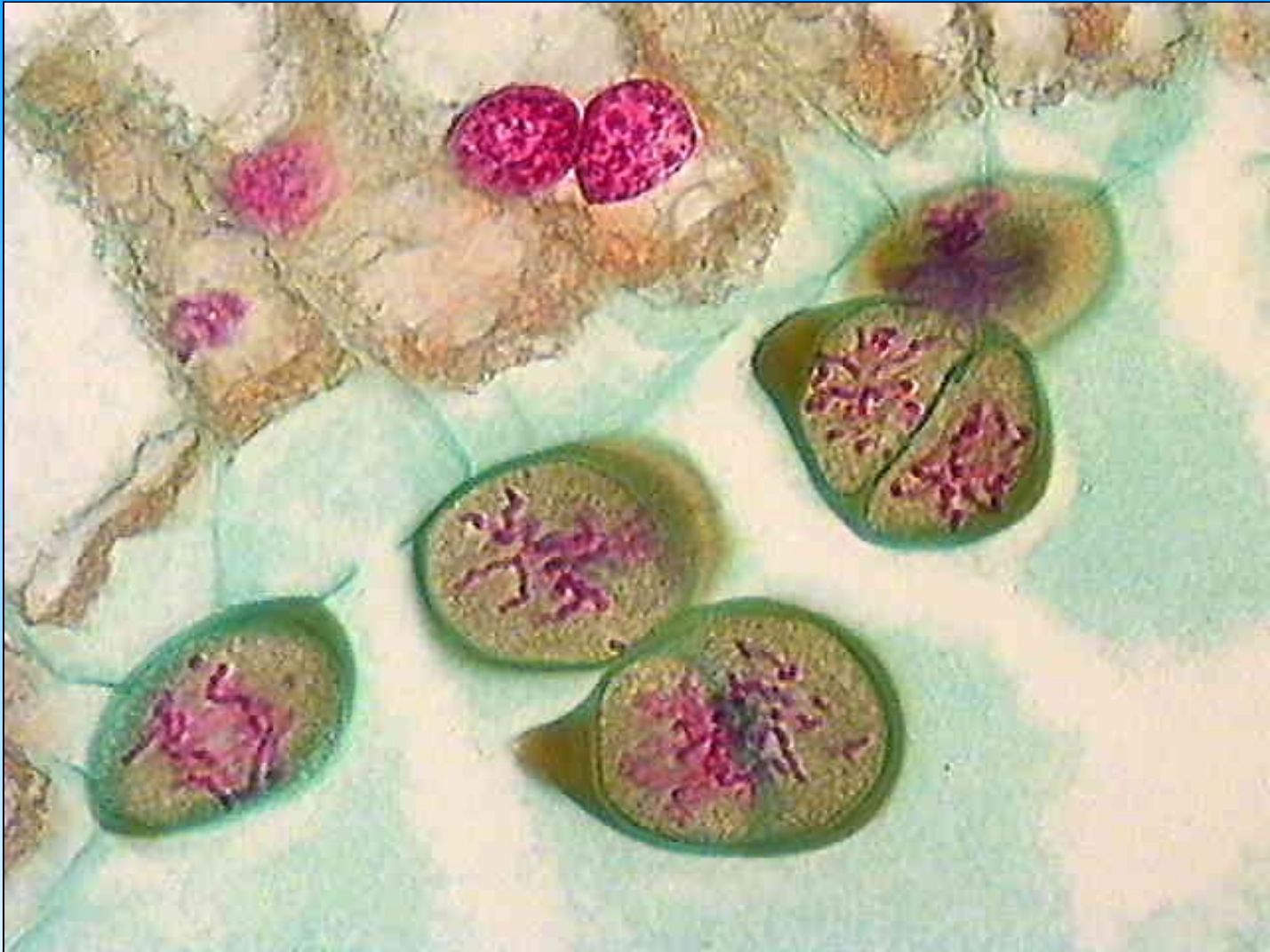
tapetum

exothecium

endothecium

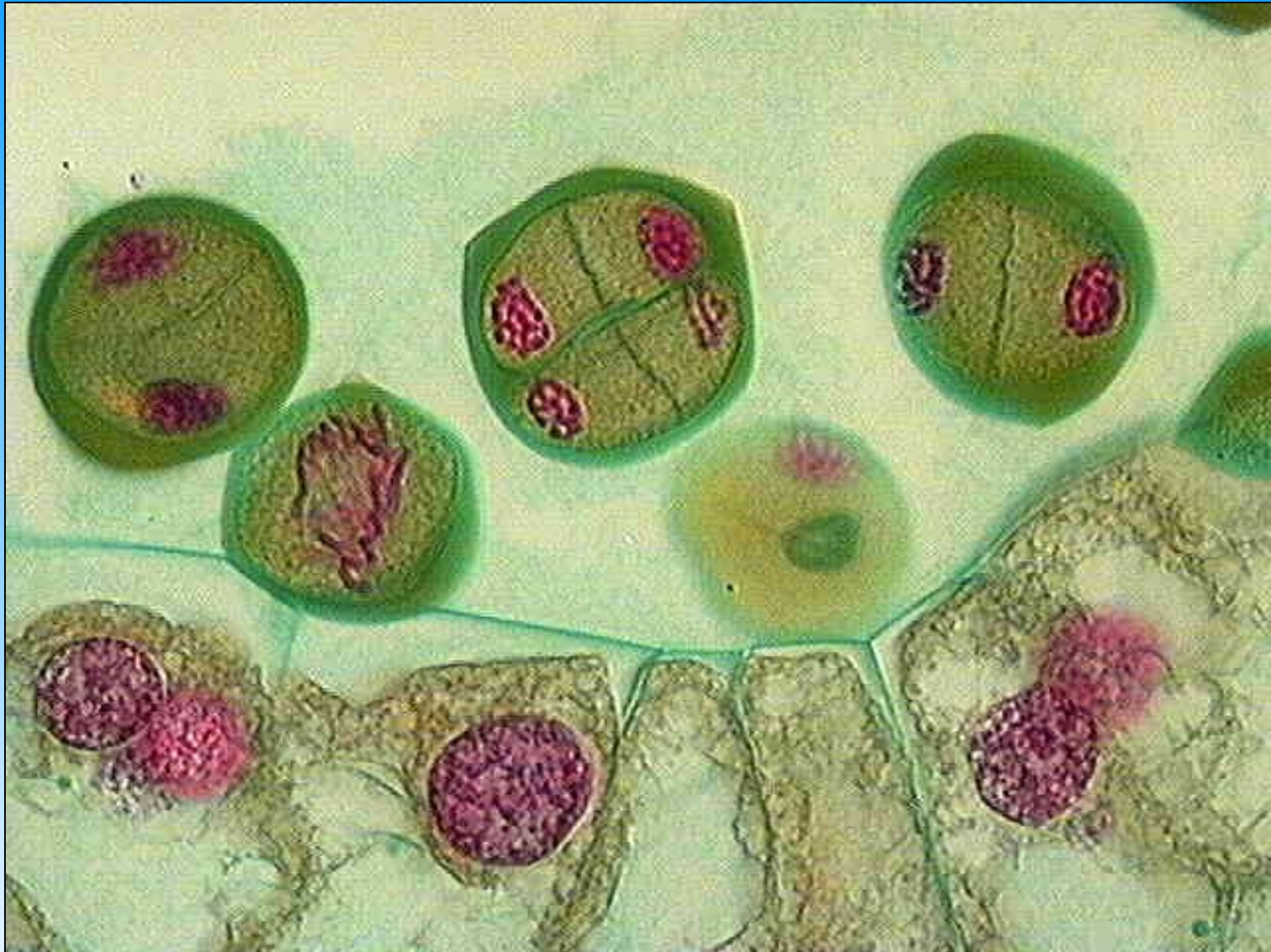
separace chromatid během II. meiotického dělení

Metafáze II.



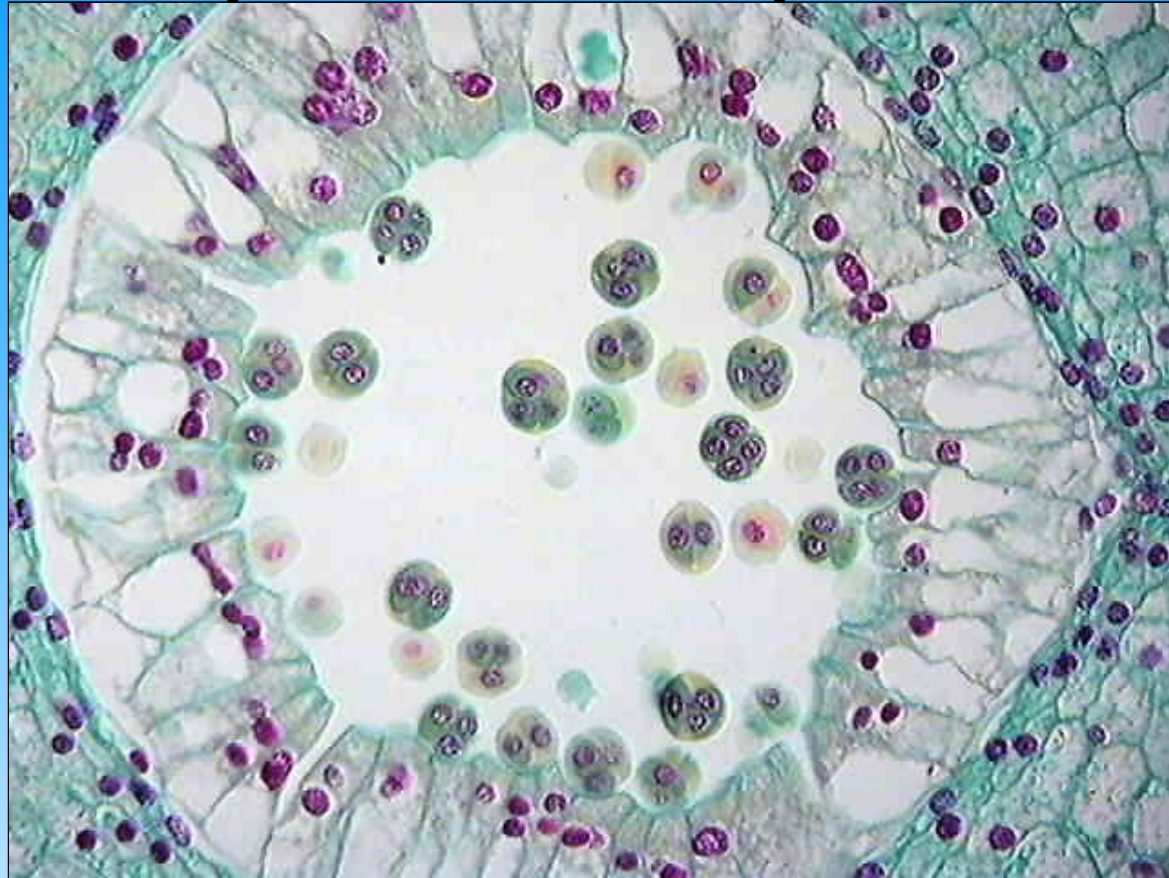
detail

Telofáze II.



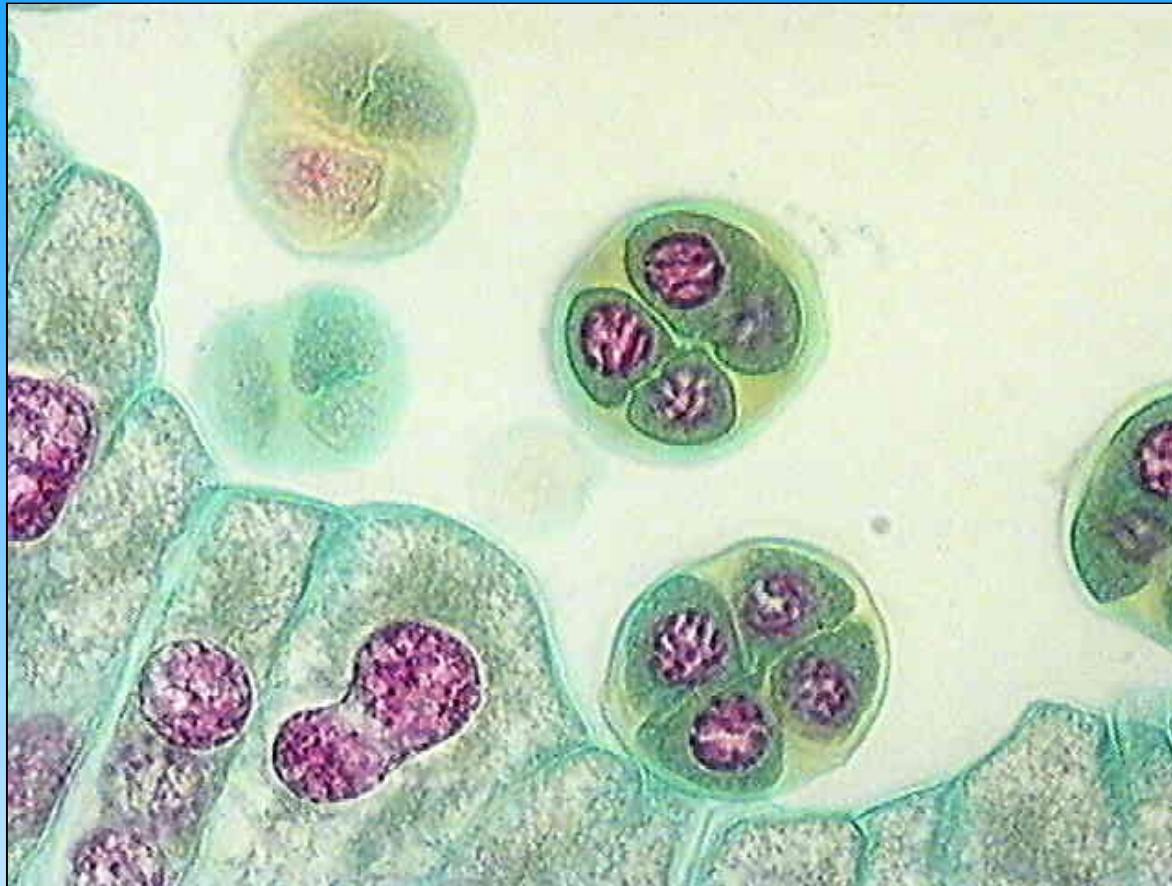
Cytokineze tetrad. Separace buněk začíná brzy od stěny mikrosporocytu.

Tetrády v "callose special wall"



Kalóza tvoří obal **tetrád** uvnitř staré stěny mikrosporocytu. Mikrospory se oddělují od stěny mikrosporocytu, zakulacují se a tvoří **primexinu** = prekursor templátu pro pozdější ukládání **exiny**.

Tetrády v "callose special wall"



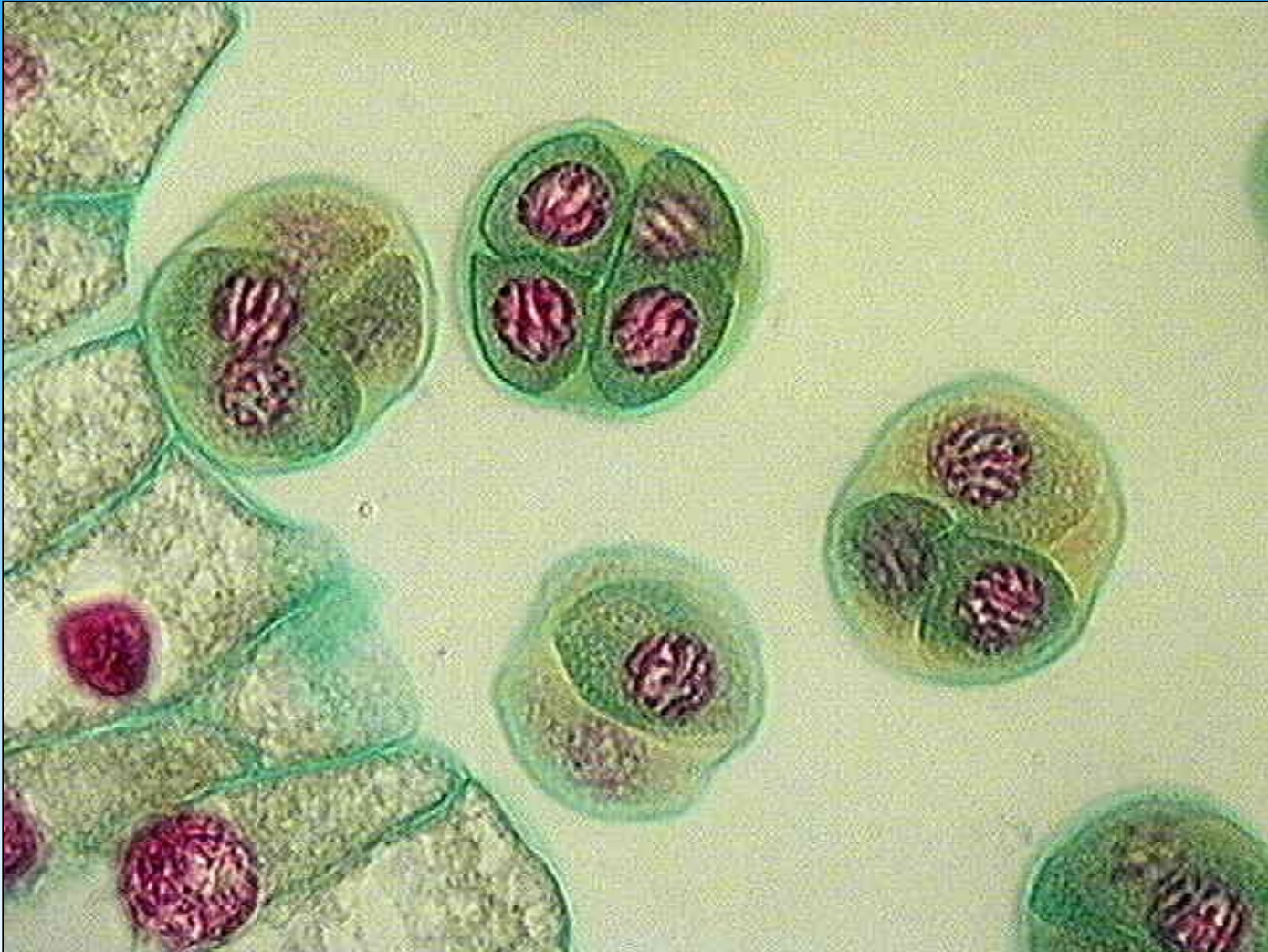
Kalóza tvoří obal tetrád uvnitř staré stěny mikrosporocytu. Mikrospory se oddělují od stěny mikrosporocytu, zakulacují se a tvoří **primexinu** = prekurzor templátu pro pozdější ukládání **exiny**.

Tetrády mikrospor



Dokončování tvorby tetrad mikrospor - jejich prodlužování

Tetrády mikrospor



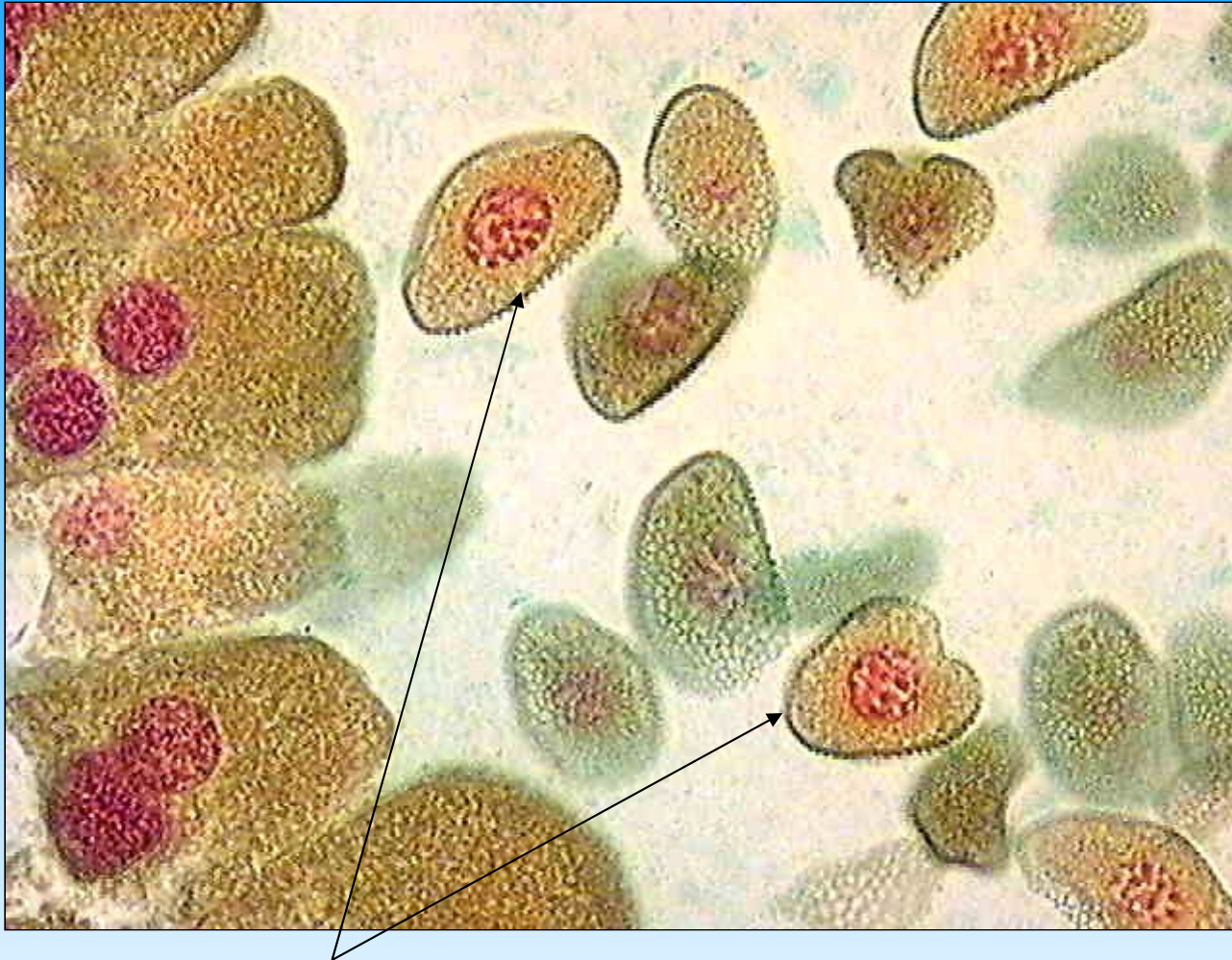
As microspores complete this stage, they elongate somewhat, becoming a bit football shaped

Mikrospory uvolněné z tetrad



mikrospory mají **exinu** (vnější stěna tvořená sporopolleninem), plní se zásobními materiály a zůstávají po krátké období pružné

Mikrospory uvolněné z tetrad

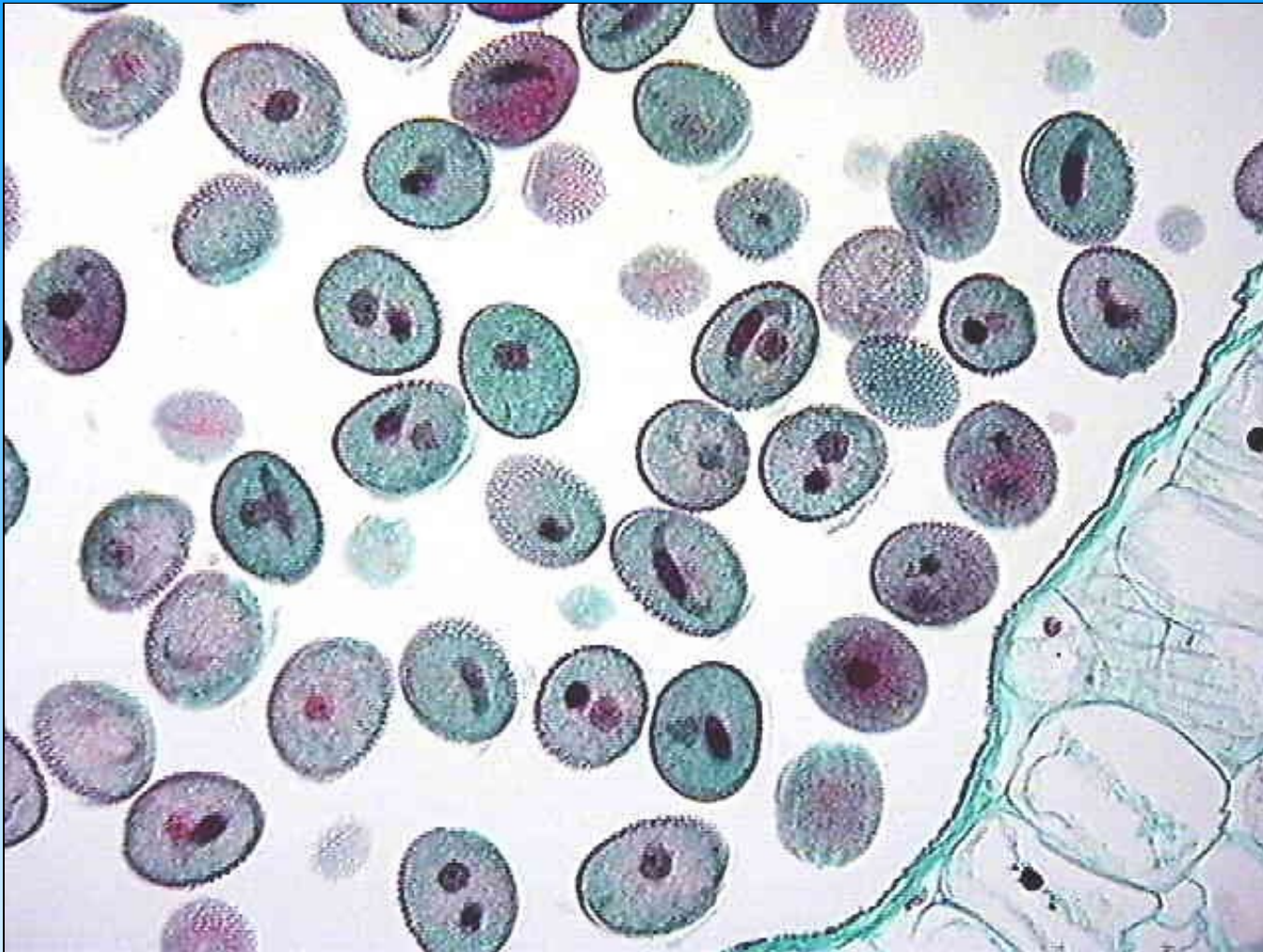


mikrospory mají **exinu** (vnější stěna tvořená sporopolleninem), plní se zásobními materiály a zůstávají po krátké období pružné

Mikrogametogeneze u *Lilium*

IASPRR

Dvoubuněčný pyl



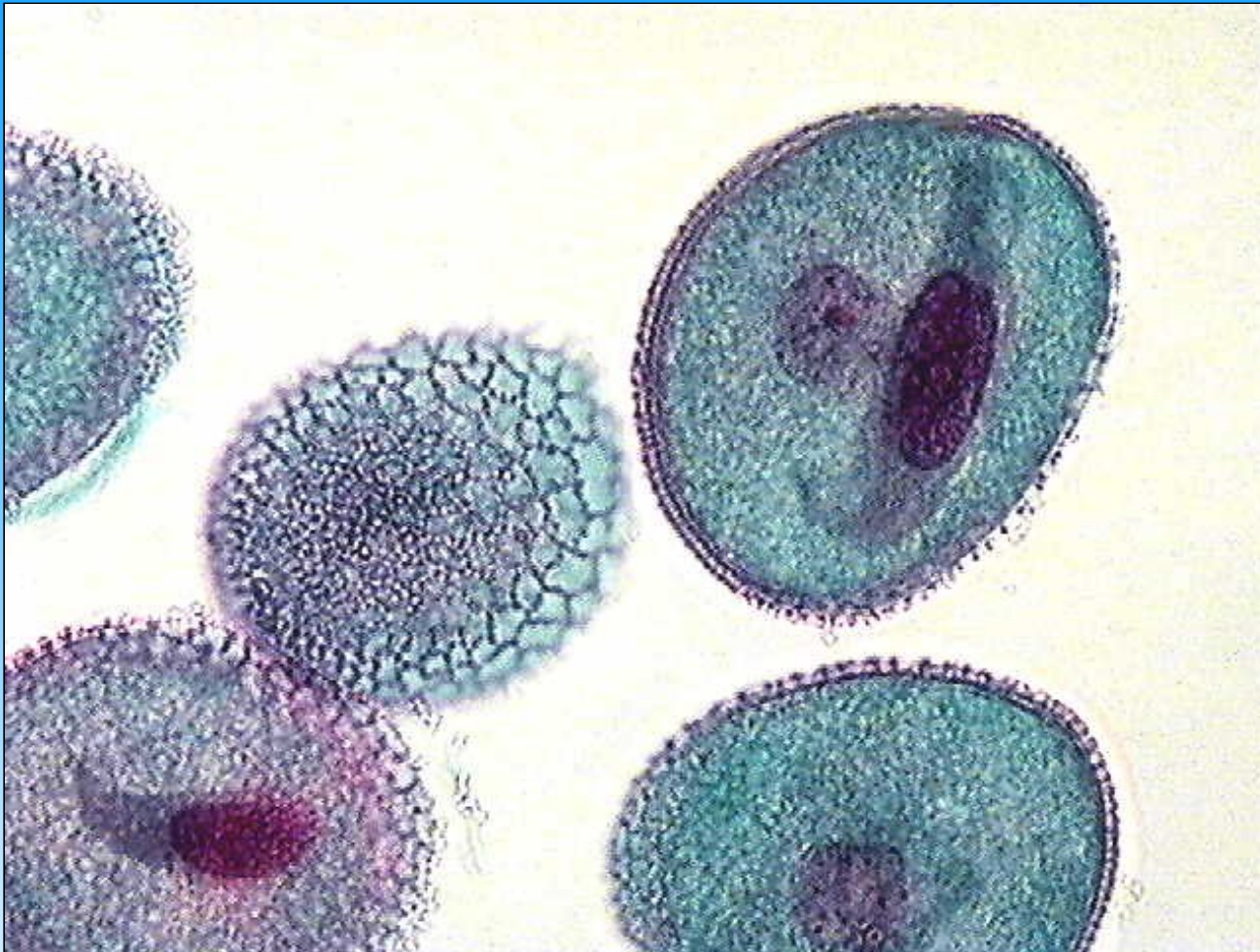
Generativní buňky se tvoří zpočátku v kontaktu s intinou (vnitřní vrstva stěny pylu), později se vnoří do cytoplasmy = "a cell within a cell".

Dvoubuněčný pyl



detail buňky generativní v buňce vegetativní

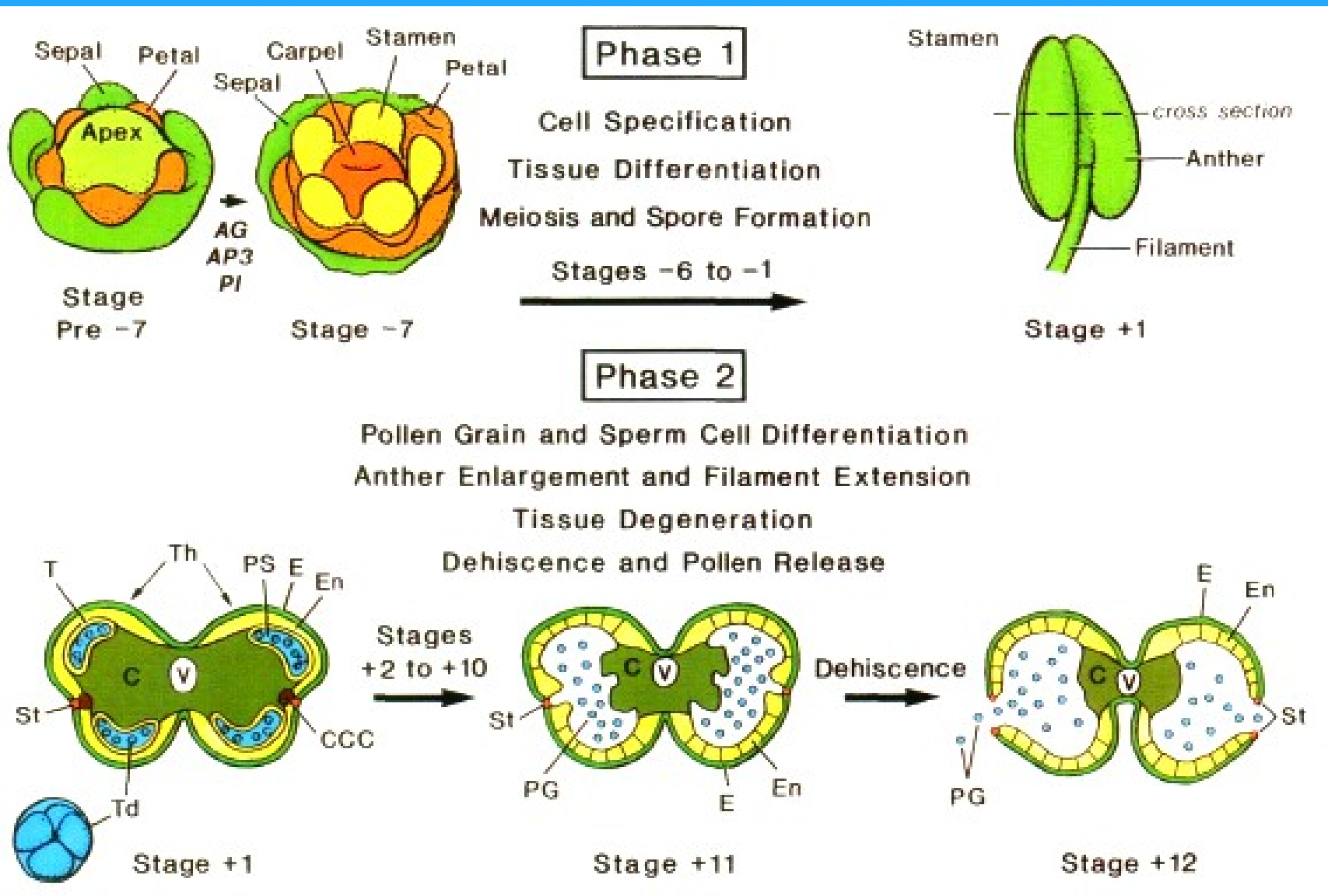
Dvoubuněčný pyl



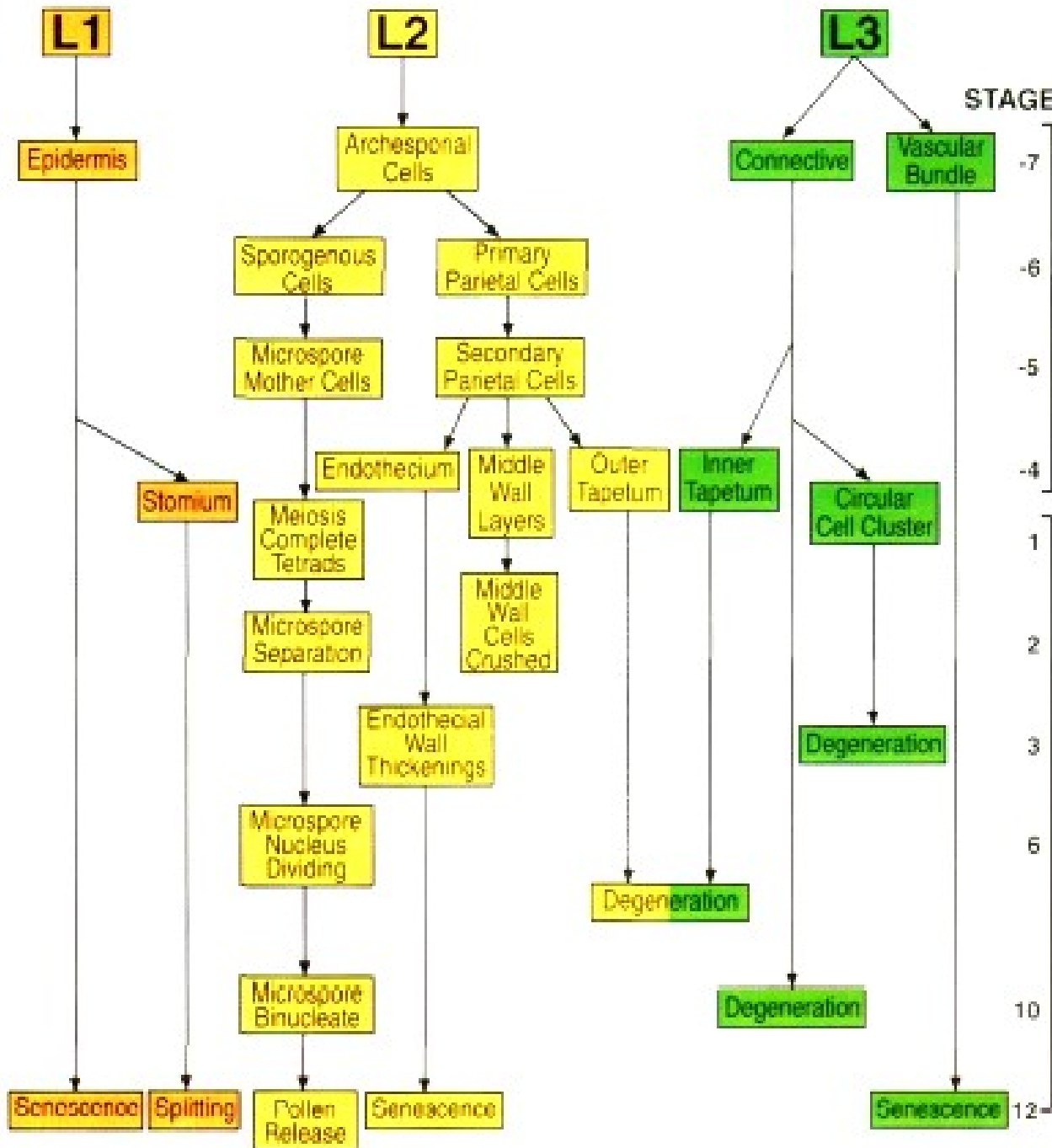
Tvar generativní buňky často vřetenovitý, buňka je v kontaktu s vegetativním jádrem = "male germ unit." Cytoplazma generativní buňky je hustá - méně vakuol a organel.

Mikrosporogeneze a mikrogametogeneze u tabáku

Schéma vývoje pylu



Vývoj prašníku



STAGE

Phase 1

-7

-6

-5

-4

Phase 2

1

2

3

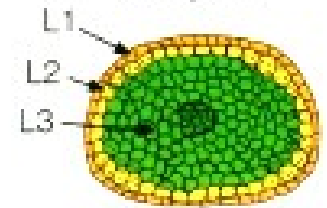
6

10

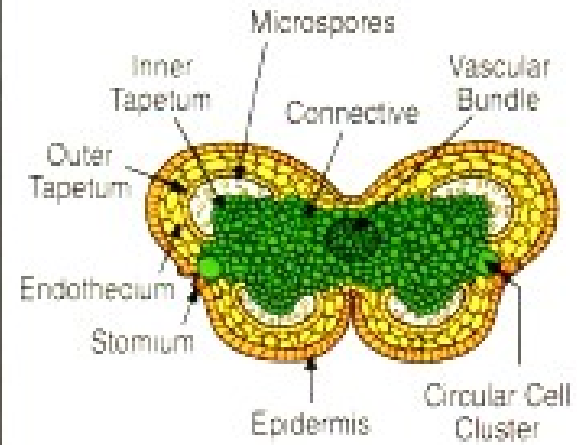
12

Dehiscence

Anther Primordium Stage -7



Phase 2

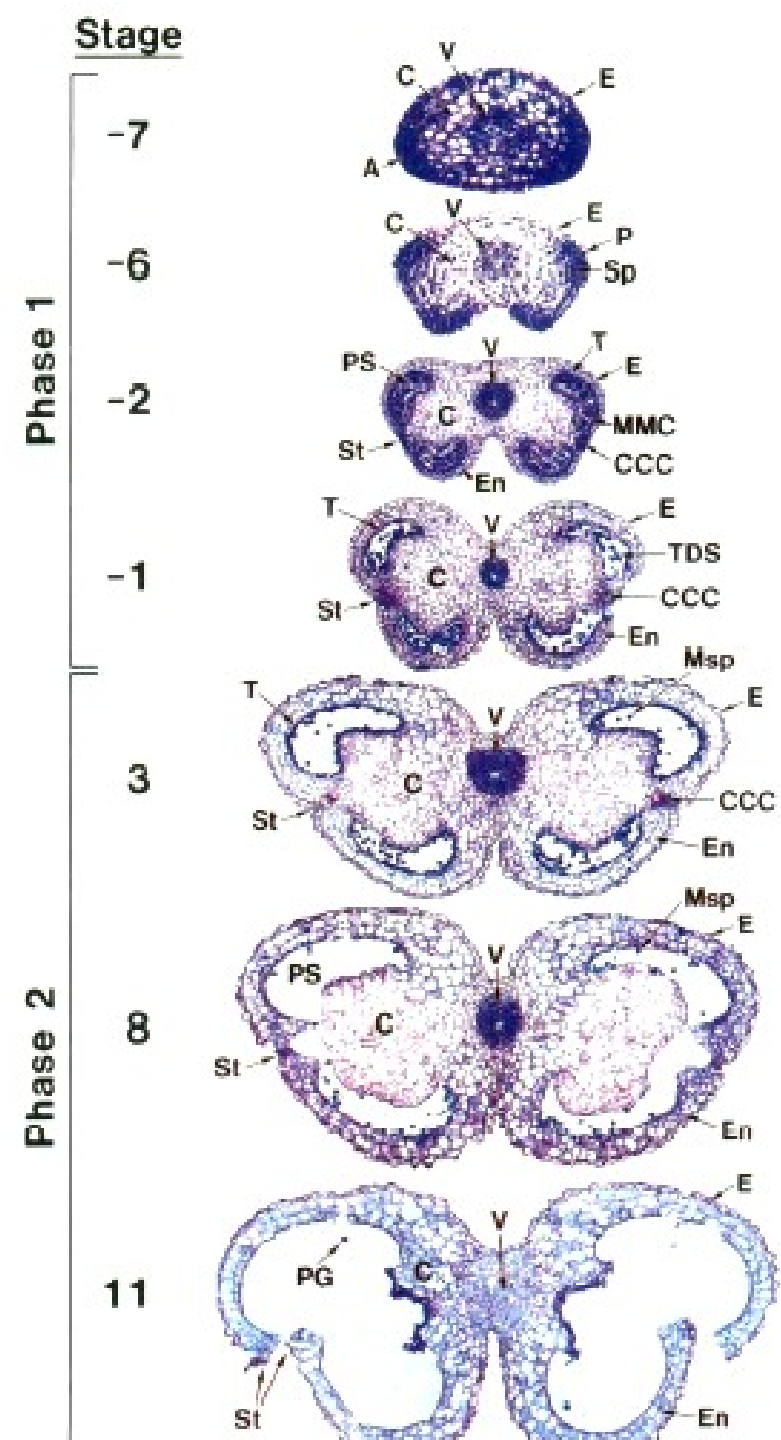


Anther Stage +1

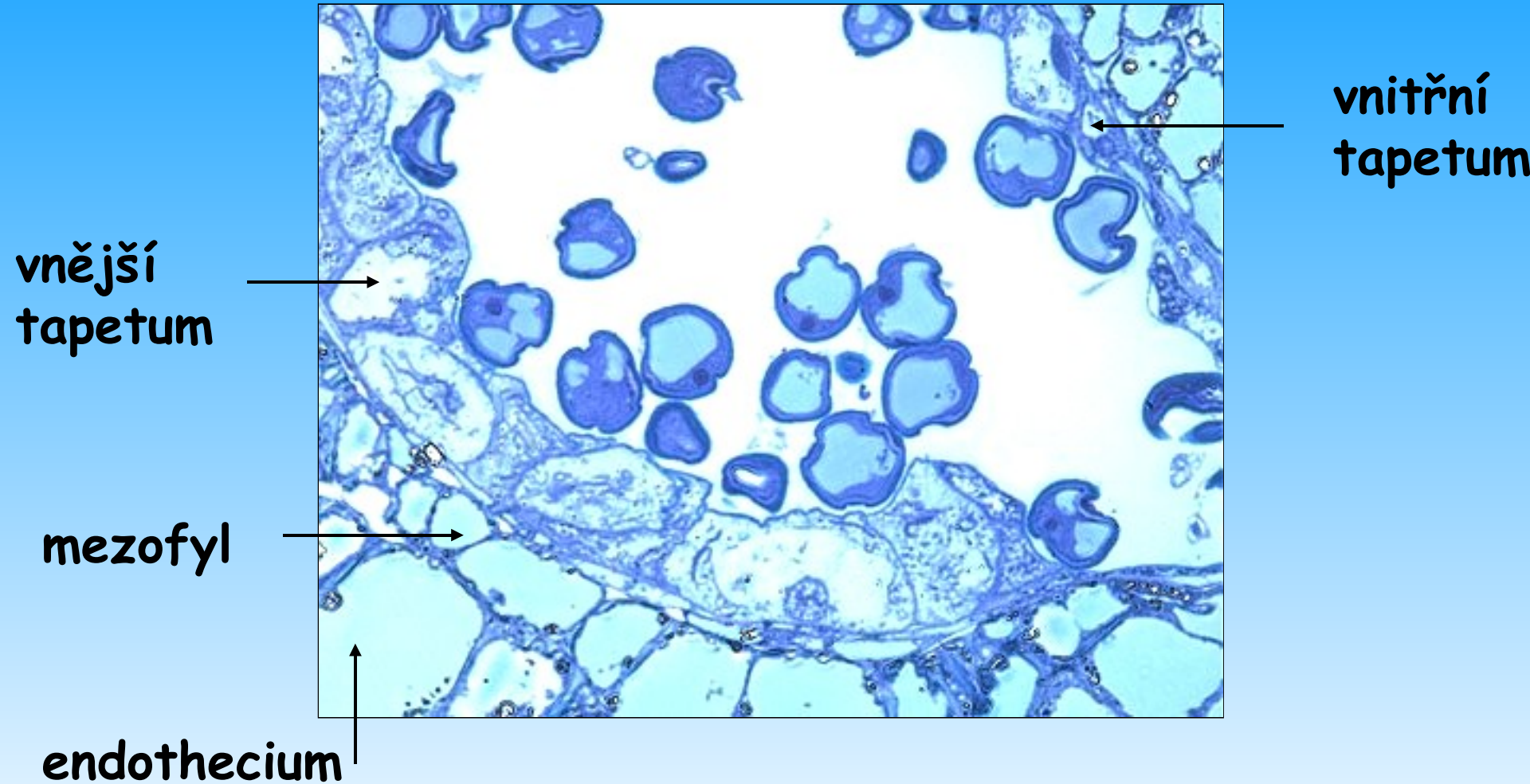
Stadia vývoje prašníku tabáku

Koltunov et al. 1990

-7	primordia tyčinek	začátek diferenciacce
-6		intenzivní dělení
-2	prašníky pod bliznou	meioza
-1	petaly na úrovni sepalů	tetrády
3	koruna přes kalich	mizí tapetum
8		spojení prašných pouzder
11	koruna zcela otevřená	zralá pyl. zrna
12	otevření květu	otevírání prašníků

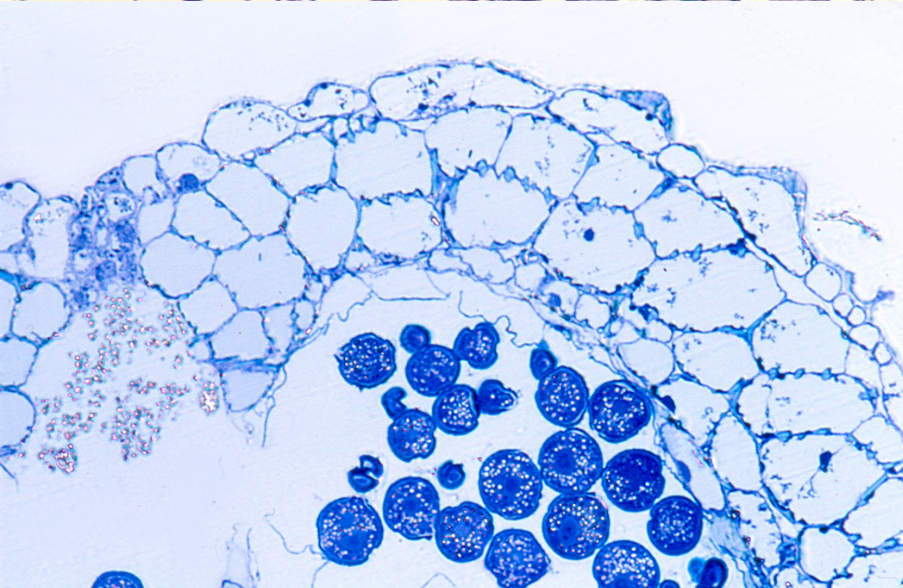
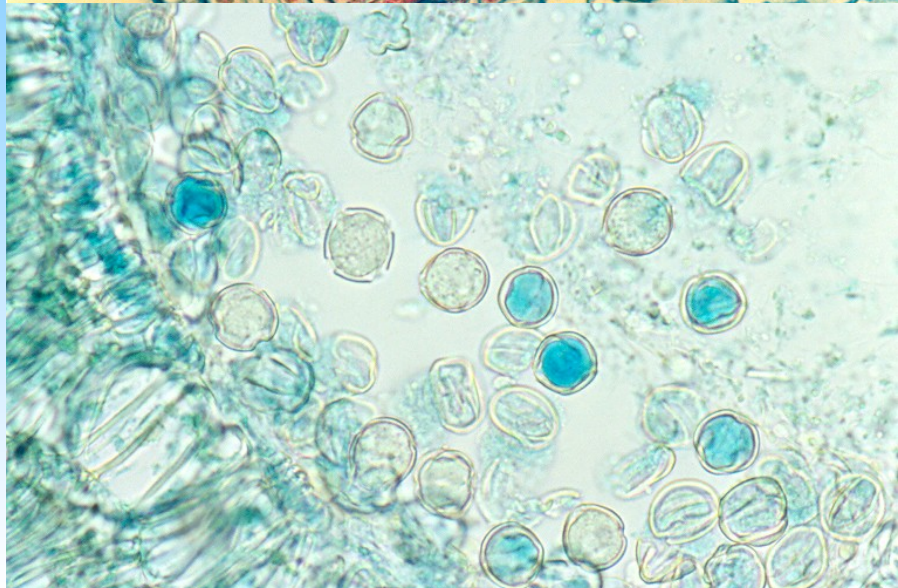
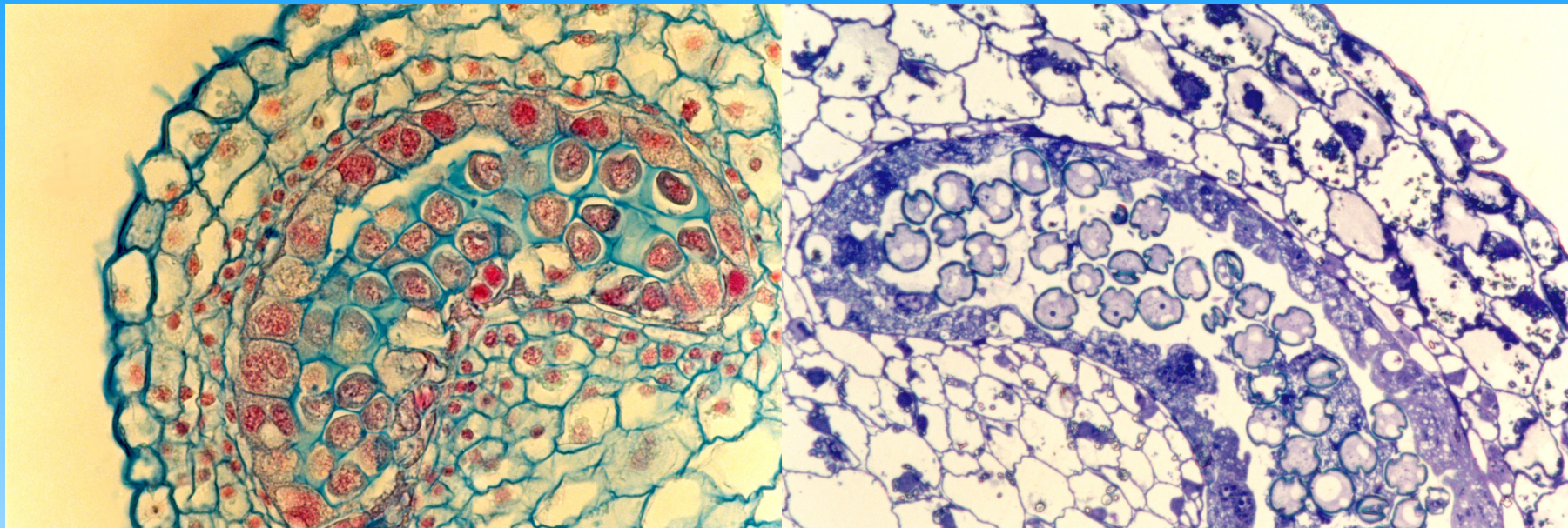


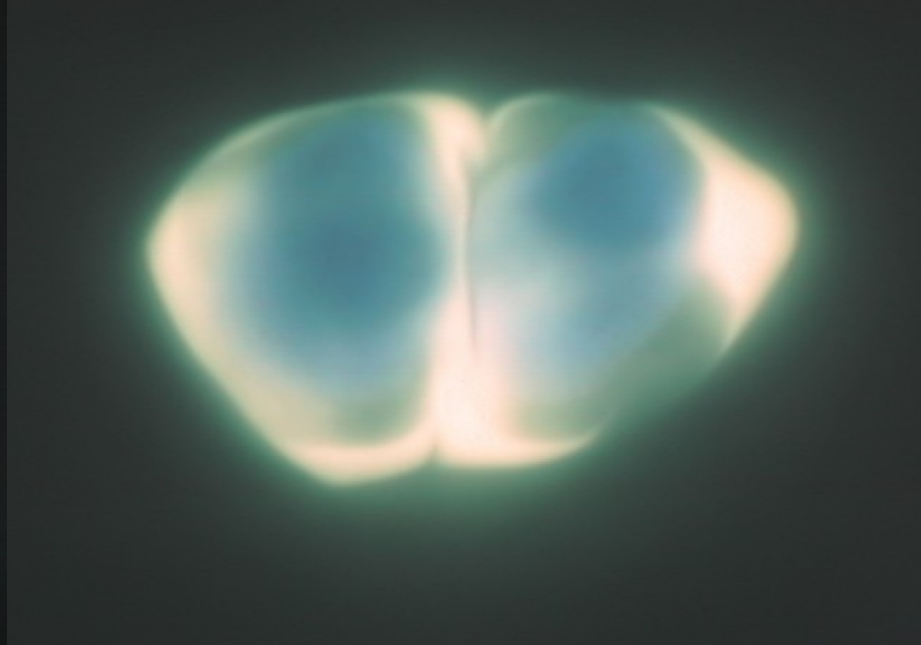
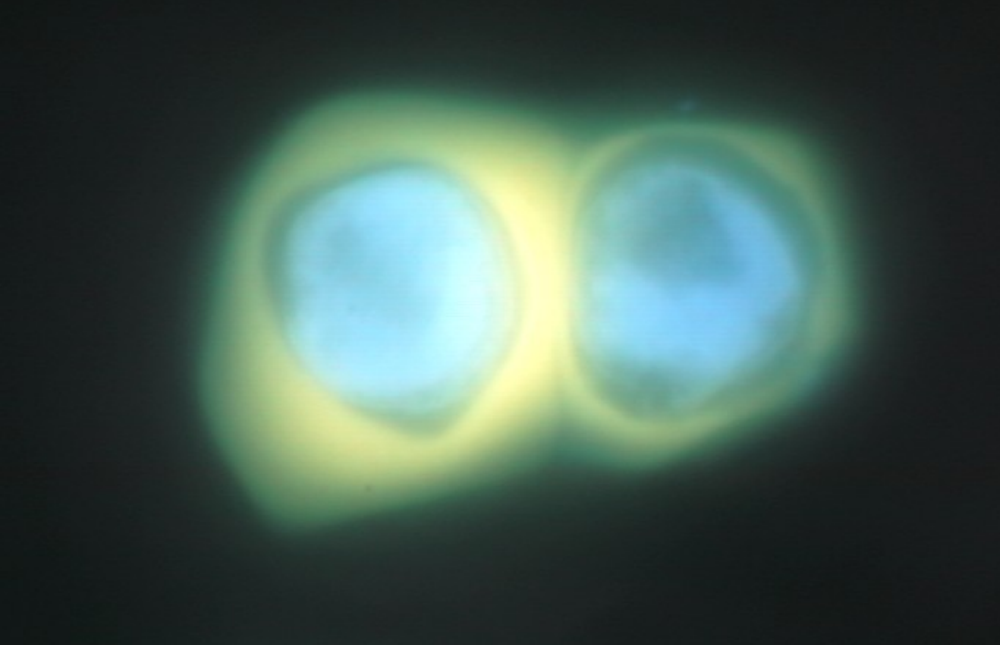
Nicotiana tabacum L. SR1



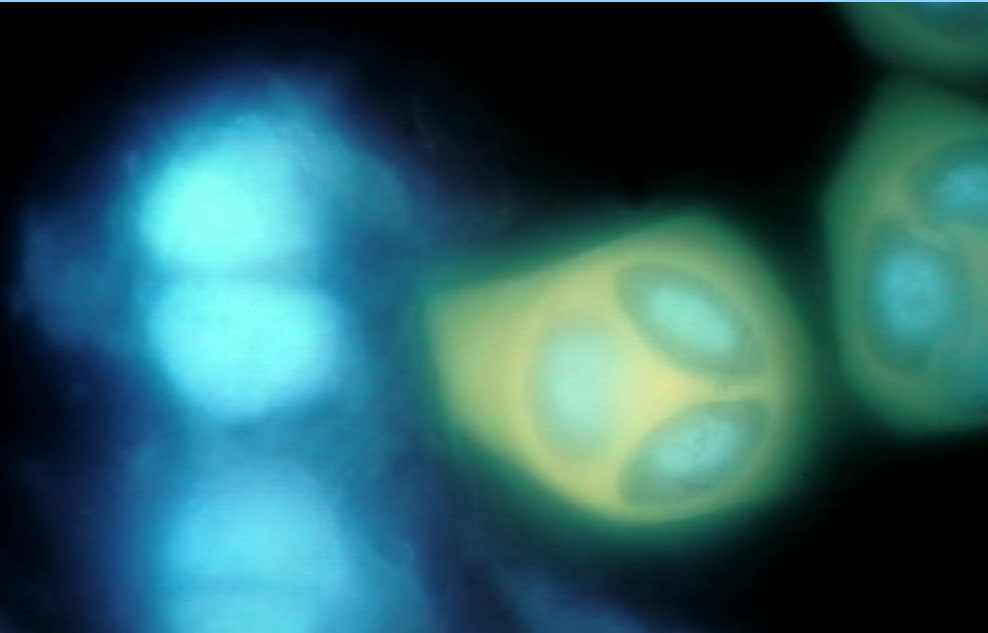
Vakuolizované mikrospory

Vývoj prašníku tabáku

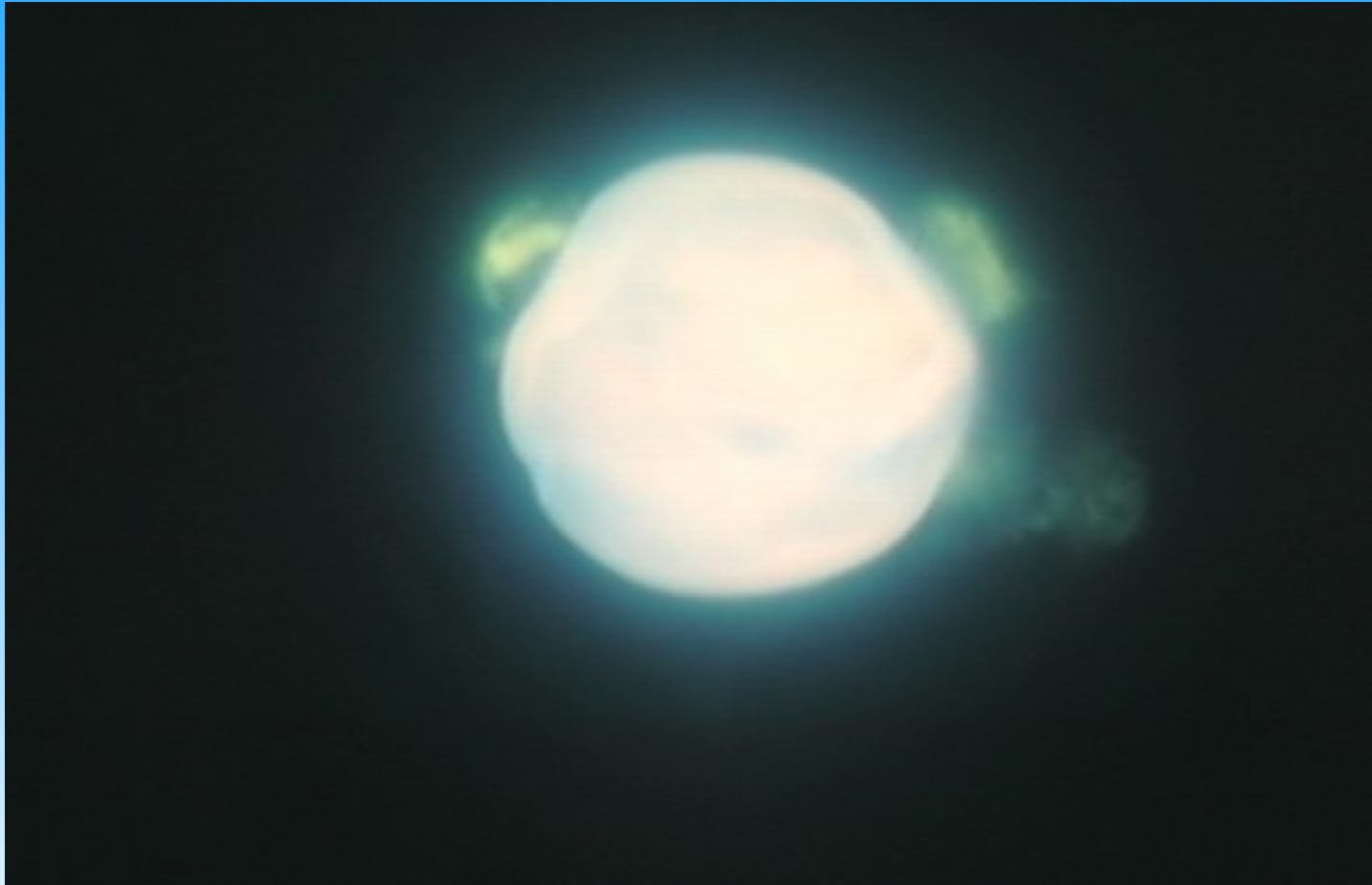




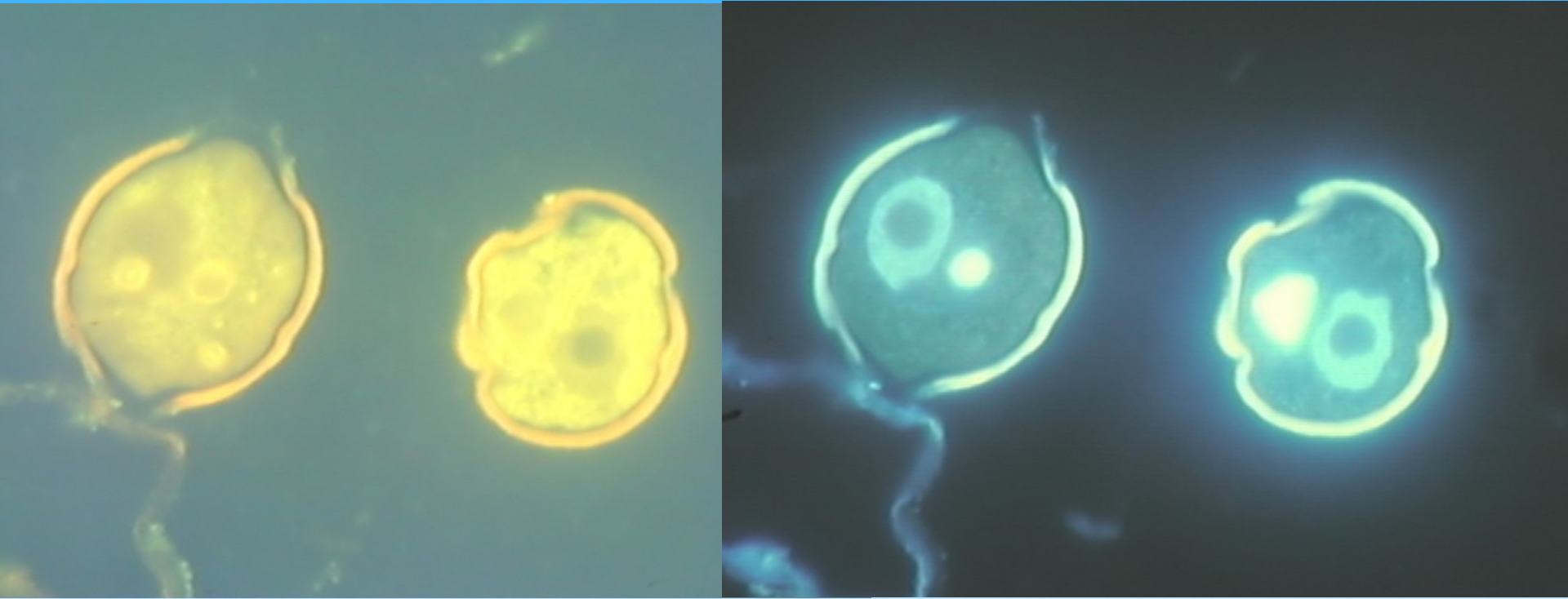
Nicotiana tabacum L.



Nicotiana tabacum L.SR1



Nicotiana tabacum L.

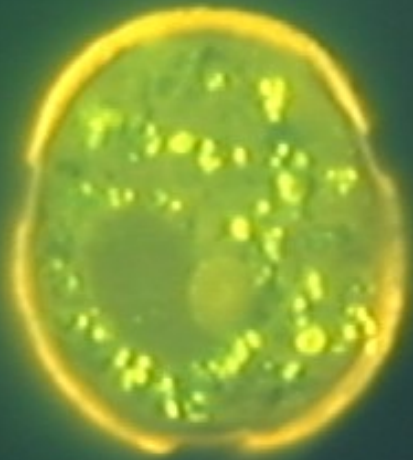


α -tubulin

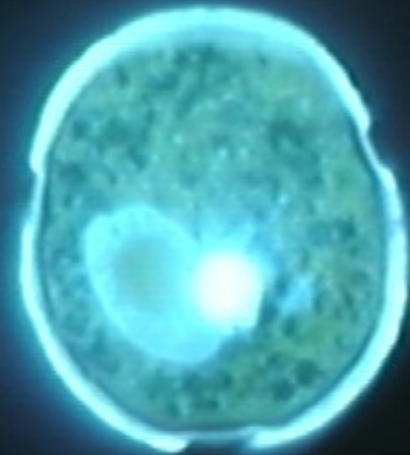
DAPI

PEG sections

Nicotiana tabacum L.



α -tubulin



DAPI

PEG sections

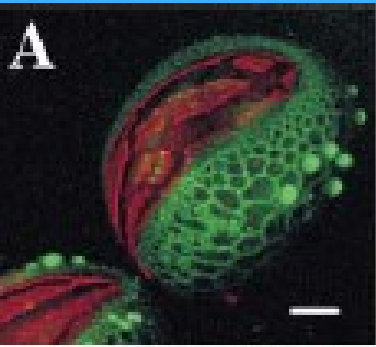
Povrch pylu

Sporoderma - stěna pylového zrna

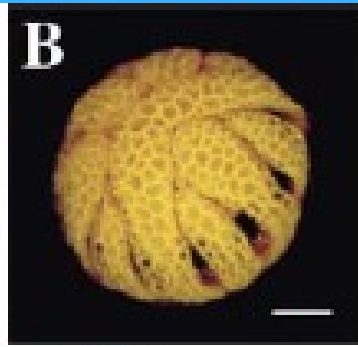
- **vnitřní vrstva = intina** - pektocelulózová (spojení intiny s okolním prostředím = apertury (póry) v exině, kanálky)
- **vnější vrstva = exina** - sporopolenin
 - endexina = hladká lamelární vrstva
 - ektexina = strukturovaná
 - základní vrstva
 - bakuly
 - tektum
- **pylový tmel** - lipidy, proteiny, flavonoidy, aromatické látky

Variabilita pylu

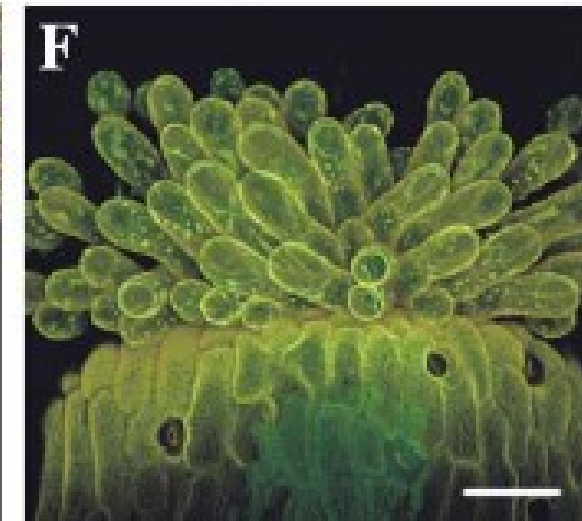
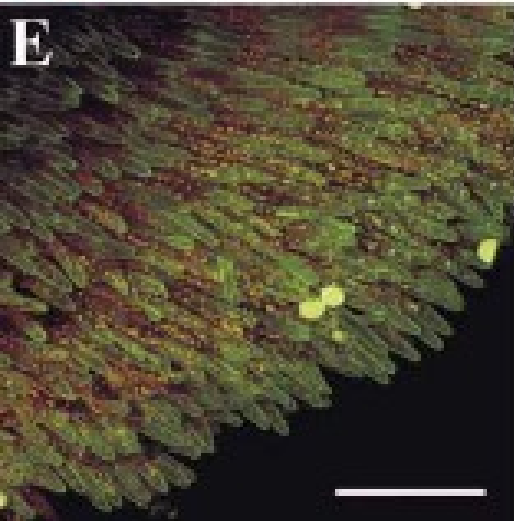
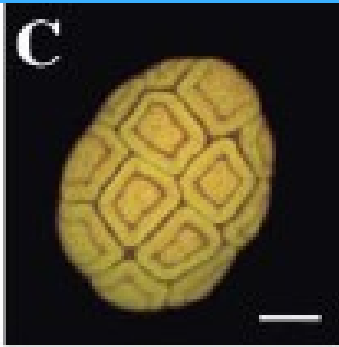
Lilium



Passiflora



Accacia - polyady



Torenia

Arabidopsis

Edlund et al. 2004

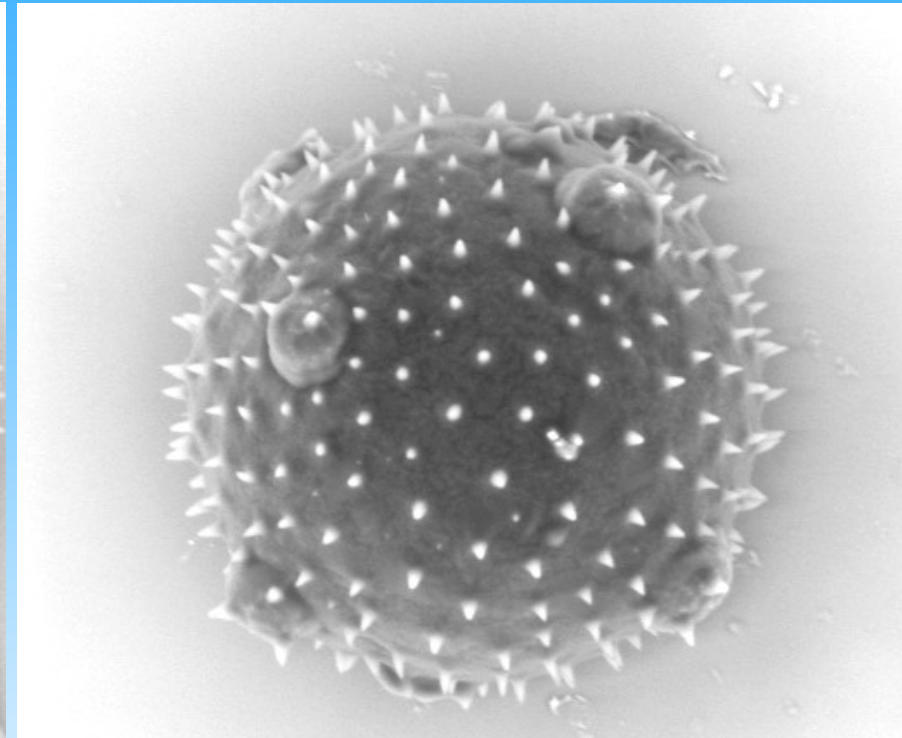
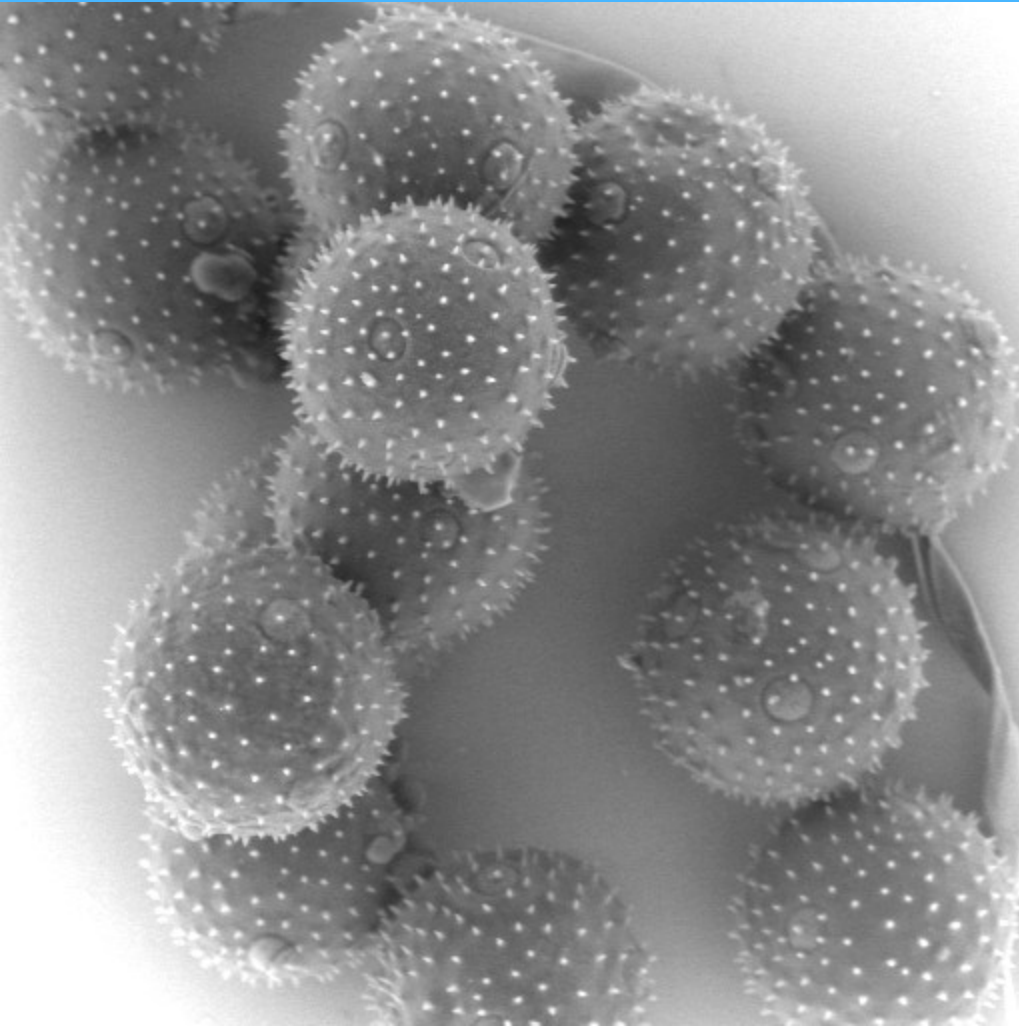
Nicotiana tabacum L.



desikovaný pyl
3 (-4) apertury

SEM, vysušeno metódou
„critical point dry“, pozlaceno

Cucurbita pepo L.
AQUASEM



mnoho apertur -
polysyfonické klíčení
pylu

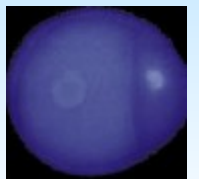
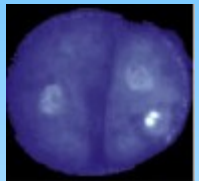
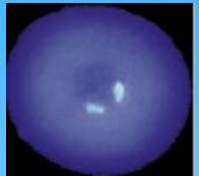
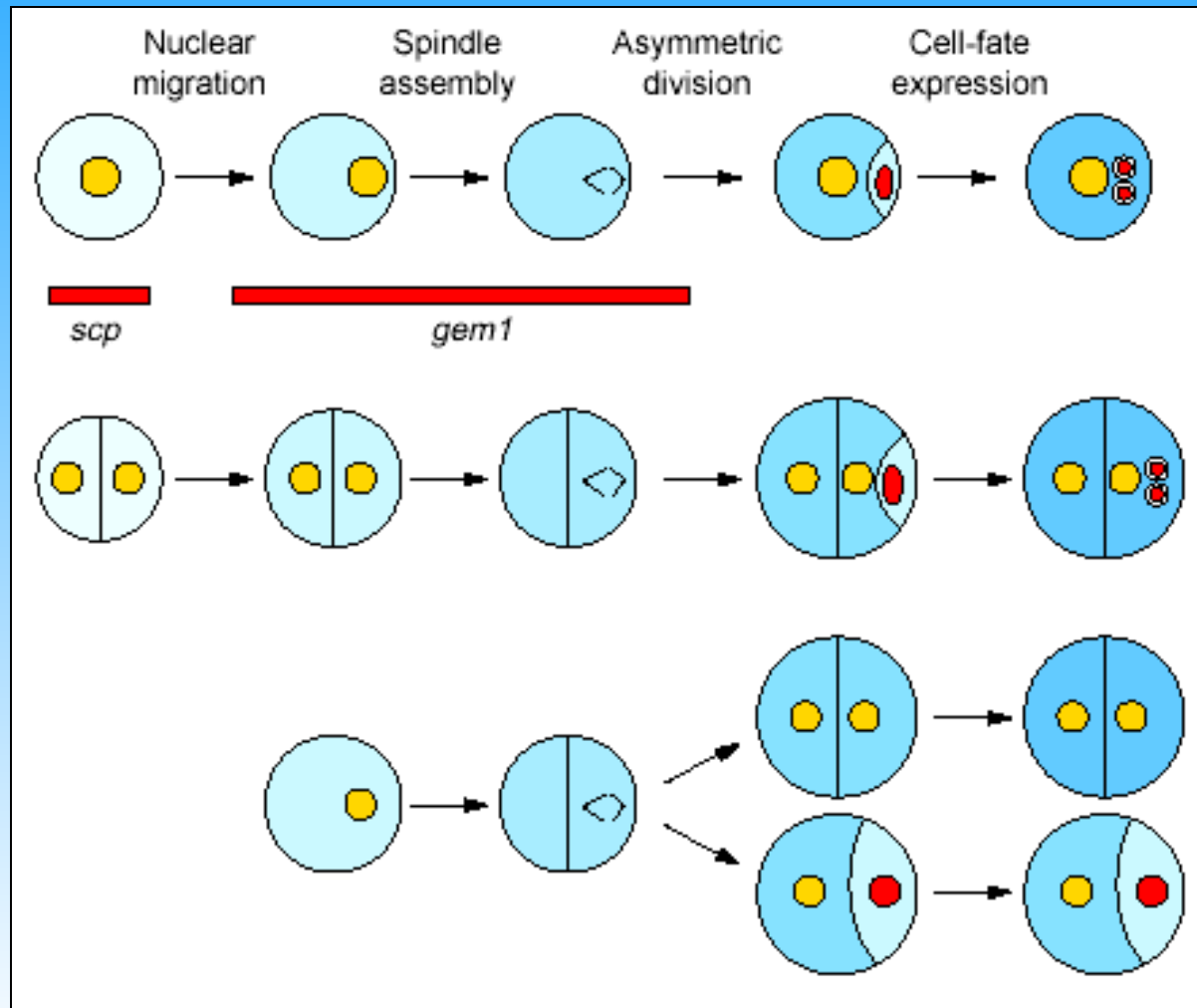
Polarita mikrospor a vývoj pylu *Arabidopsis*

kontrola
(WT)

mutanti:

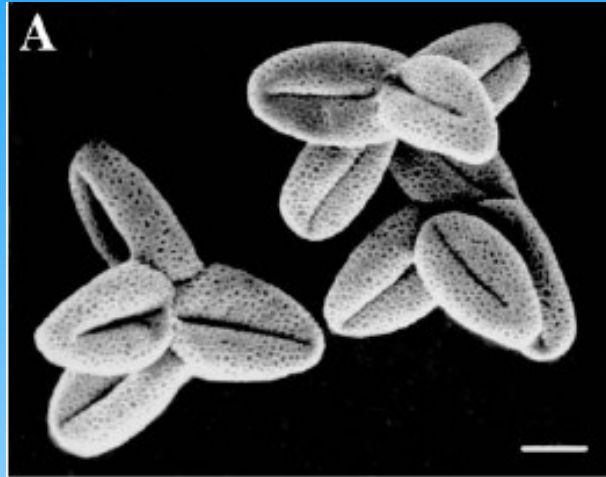
sidecar pollen
scp

gemini
gem1

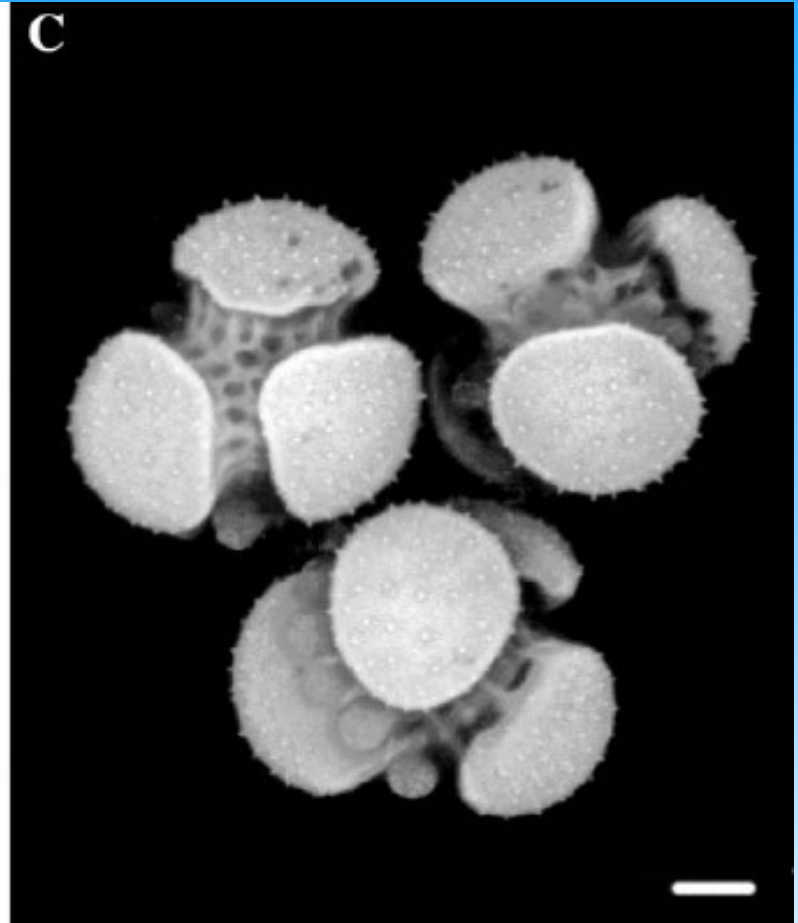
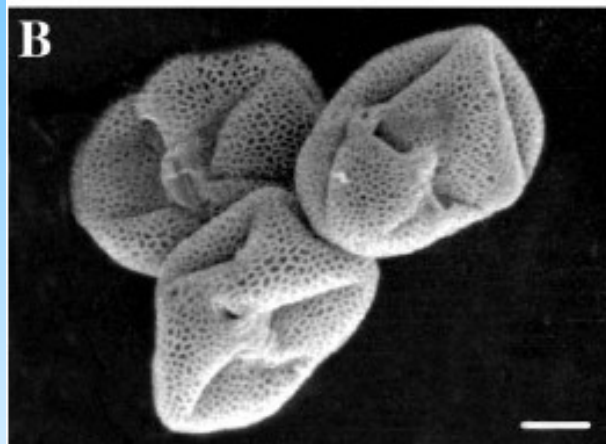


Tetrády pylu

Arabidopsis
mutant
quartet



Arabidopsis
mutant *tes/*
stud
abnormální
tvar
apertur



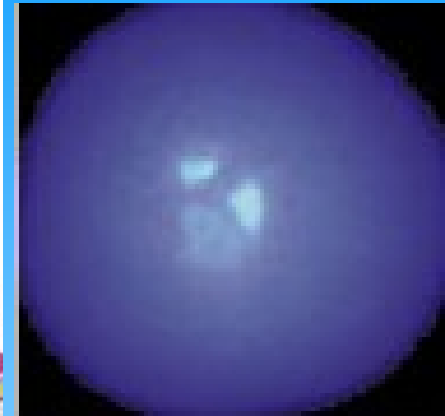
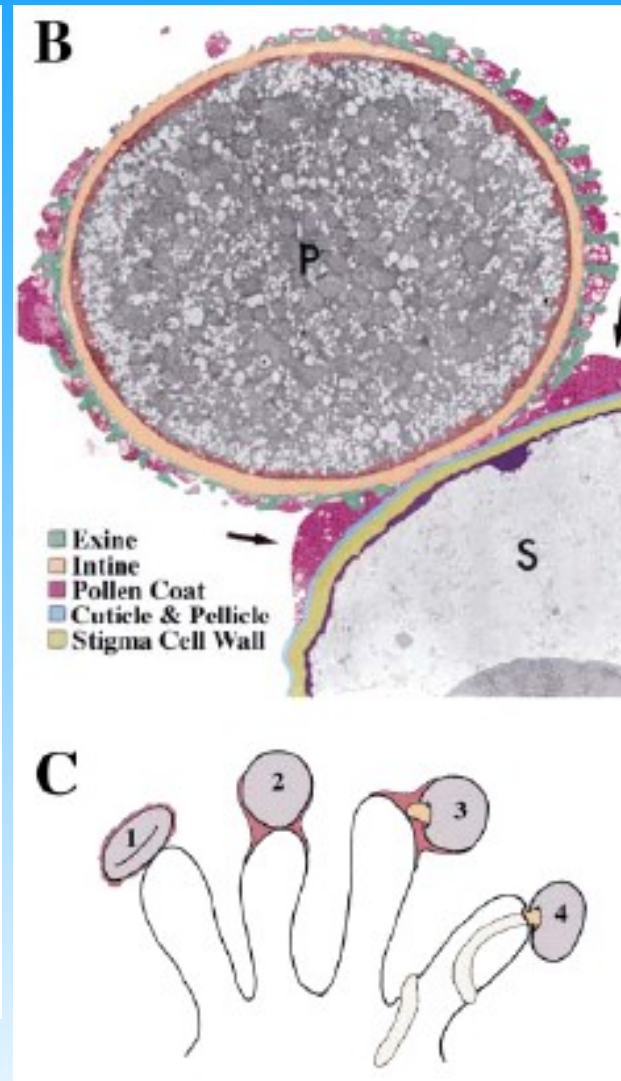
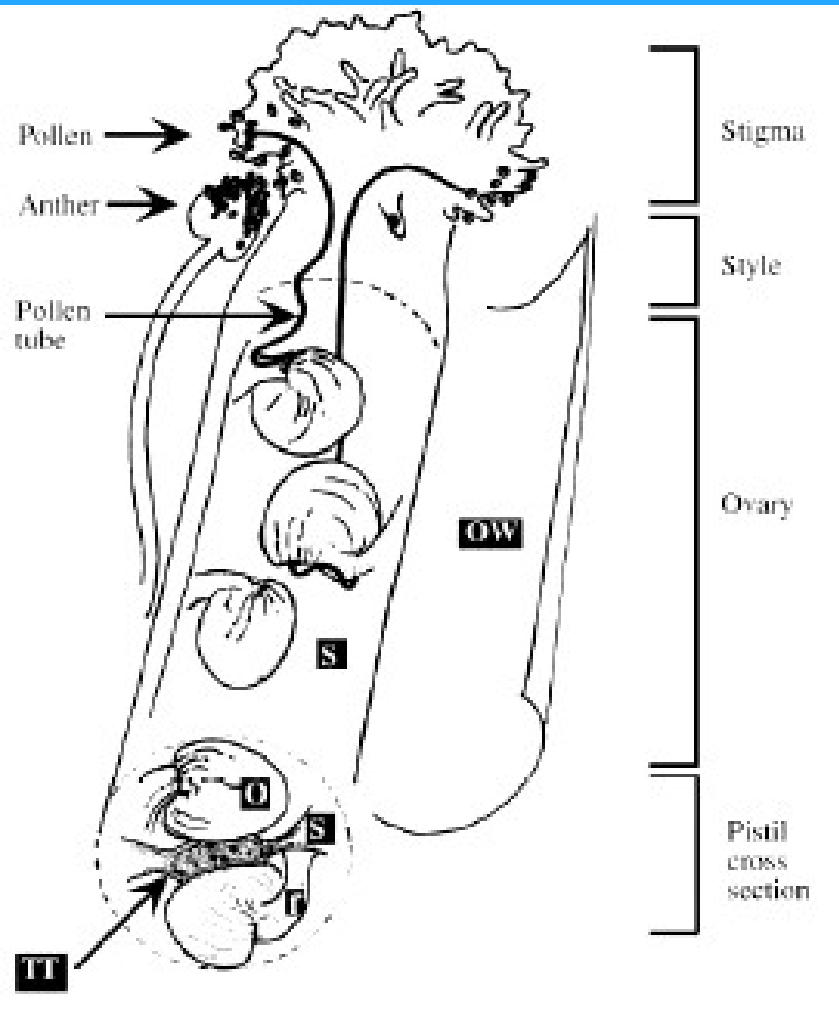
přirozené tetrády pylu
Drosera binata

Diferenciální barvení pylu

Alexander 1969

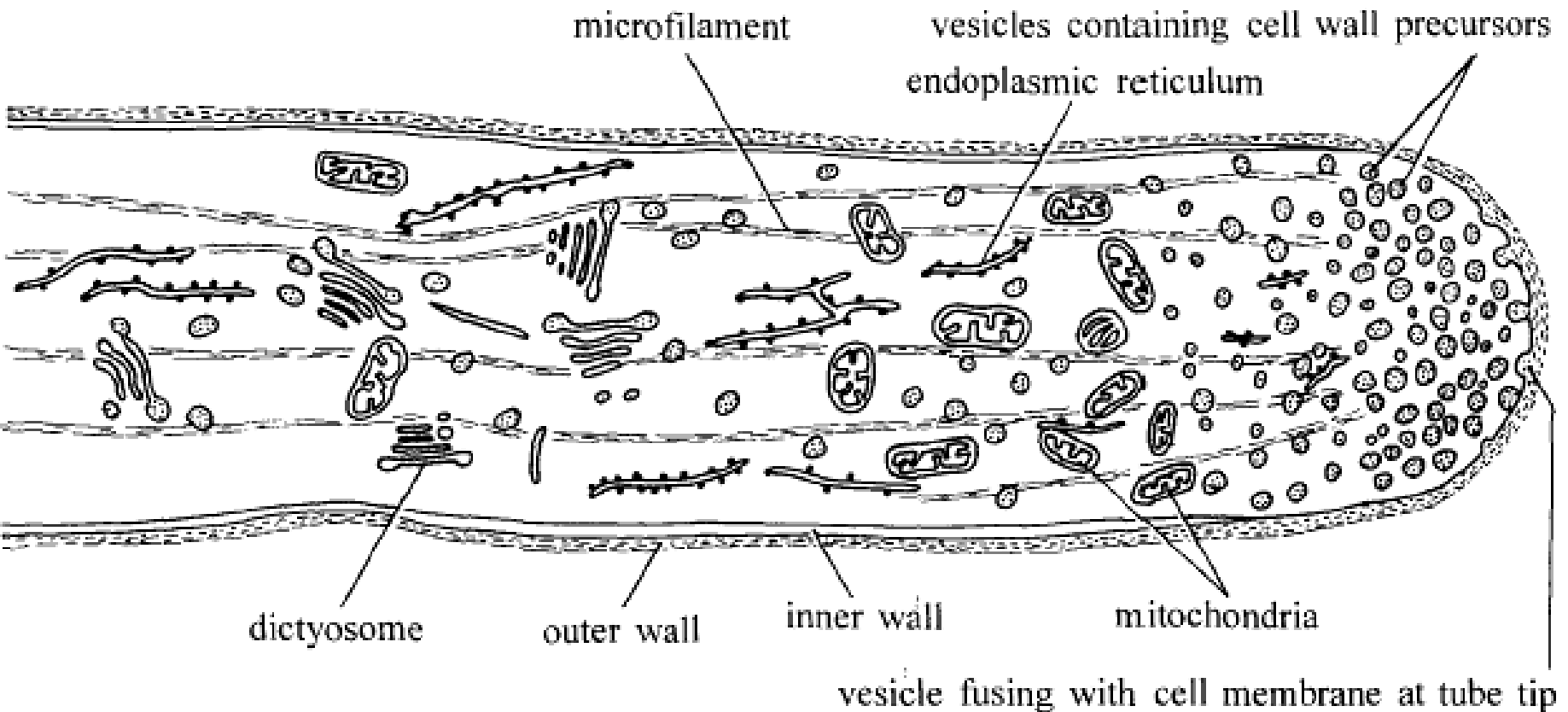
- 95% ethanol 10 ml
- malachitová zeleň 10 mg (1 ml 1% rozt. v 95% eth.)
- destilovaná voda 50 ml
- glycerol 25 ml
- fenol 5g
- chloralhydrát 5g
- kyselý fuchsin 50 mg (5 ml 1% vodný roztok)
- oranž G 5 mg (0,5 ml 1% vodný roztok)
- ledová kys. octová 1 - 4 ml

Opylení u Arabidopsis

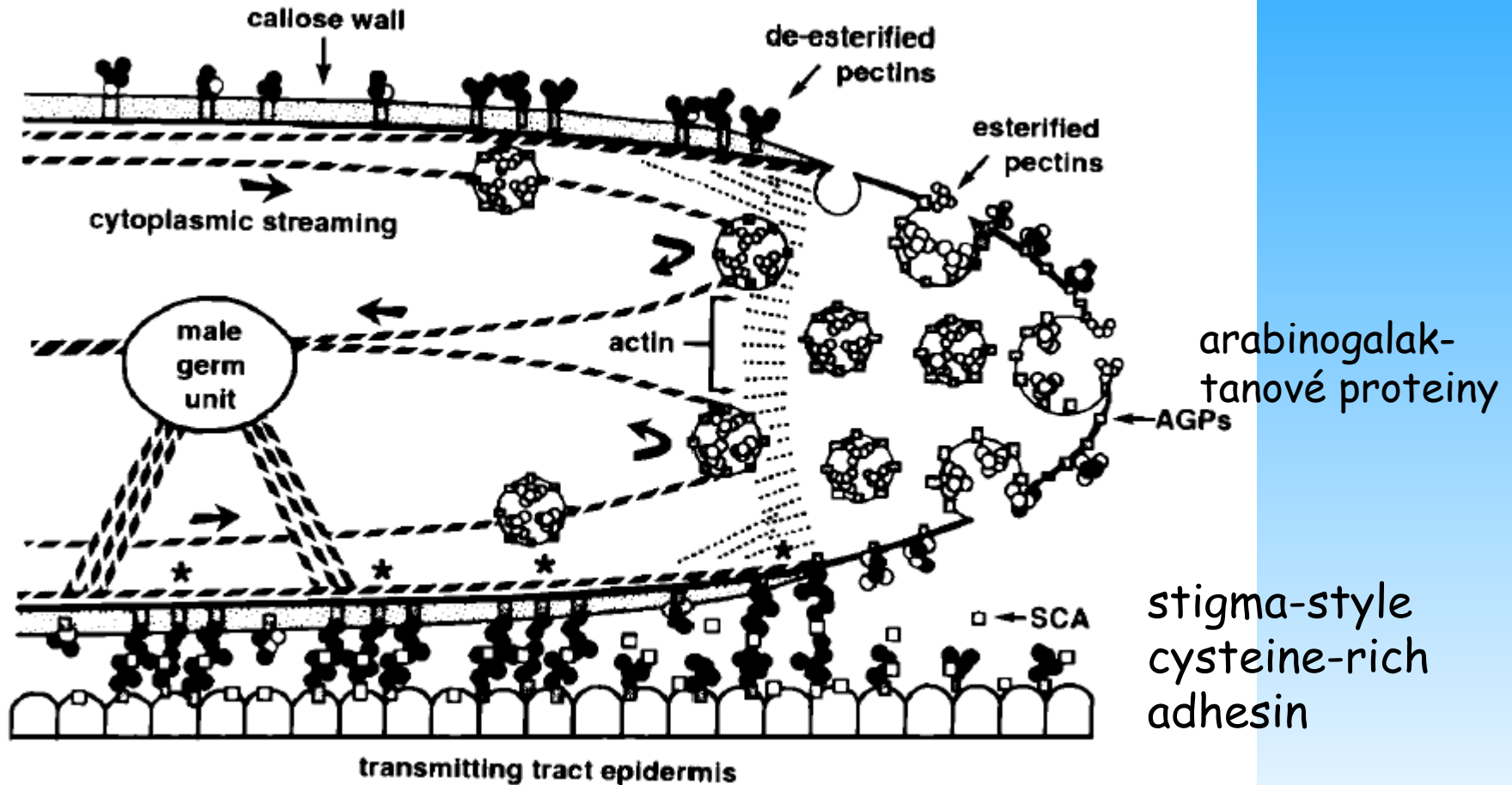


Edlund et al. 2004

Struktura vrcholu pylové láčky

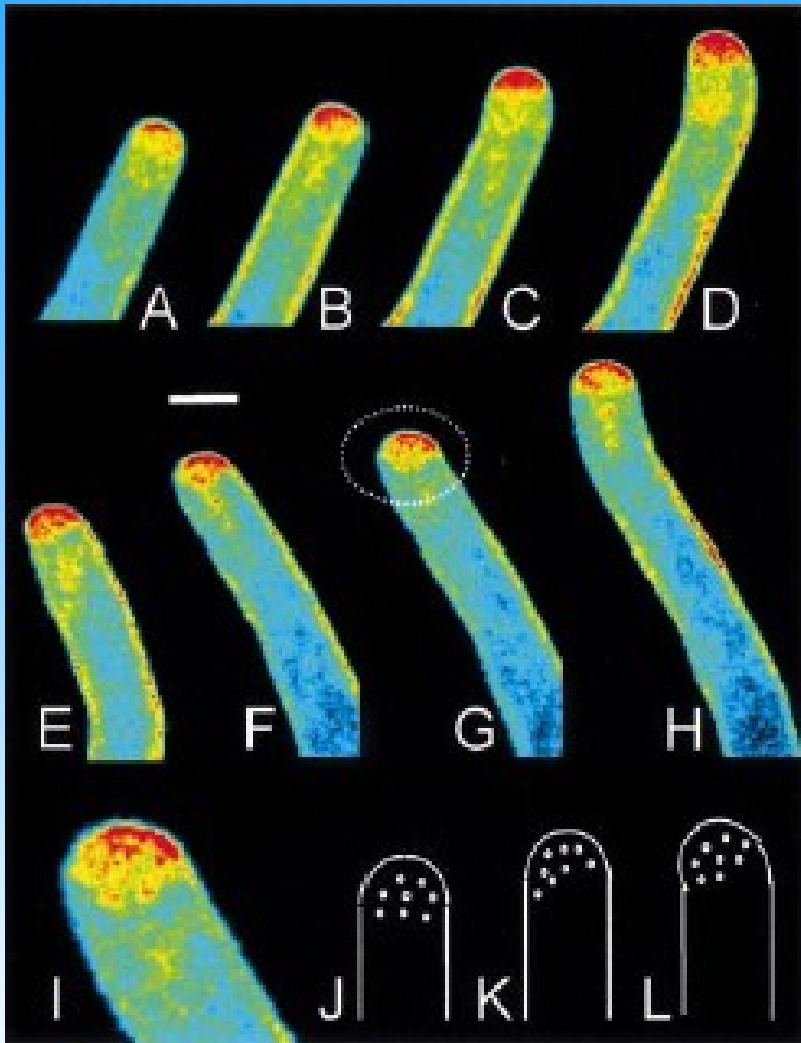


Model pro růst pylové láčky lilie



Lord 2000

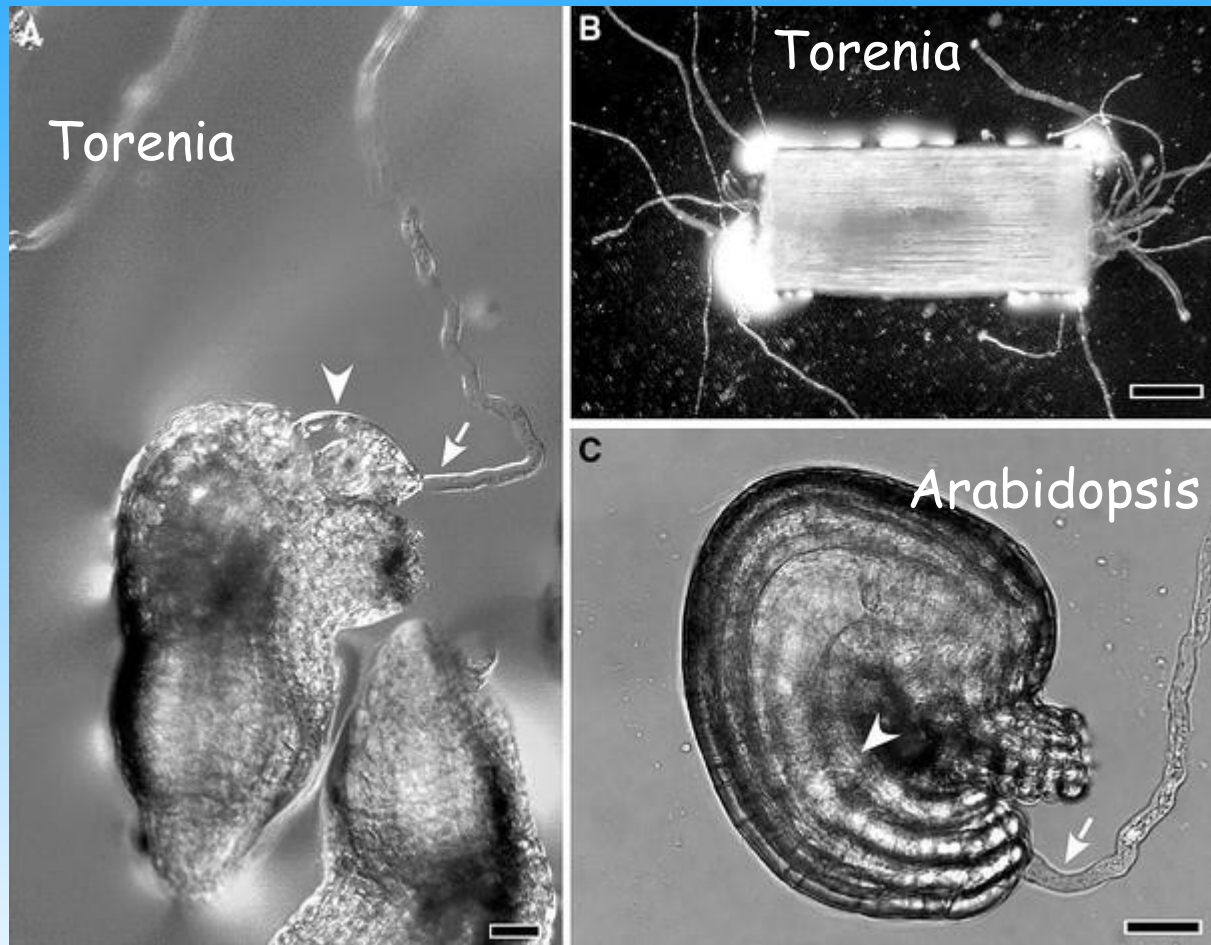
Růst pylových láček



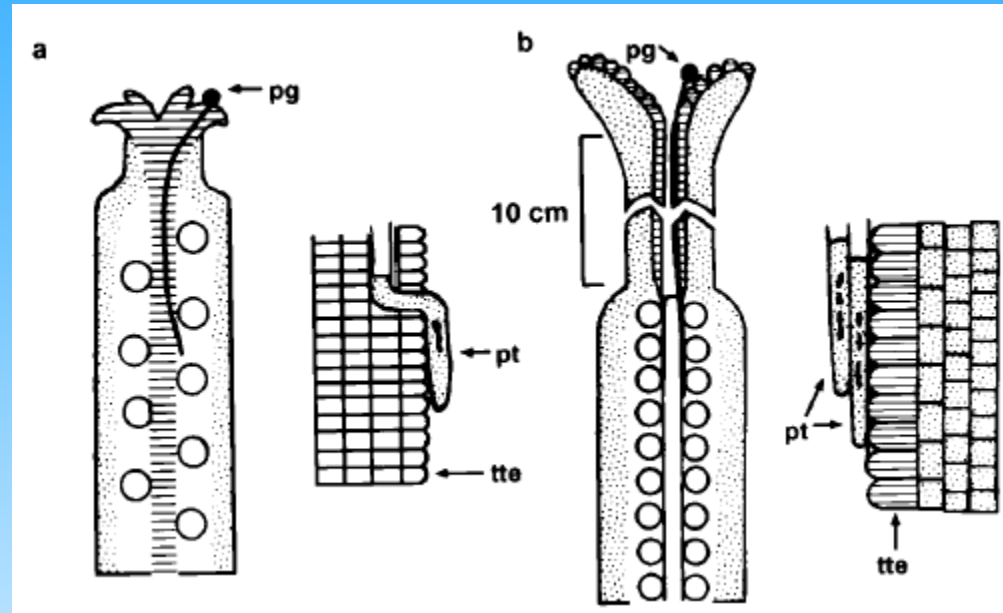
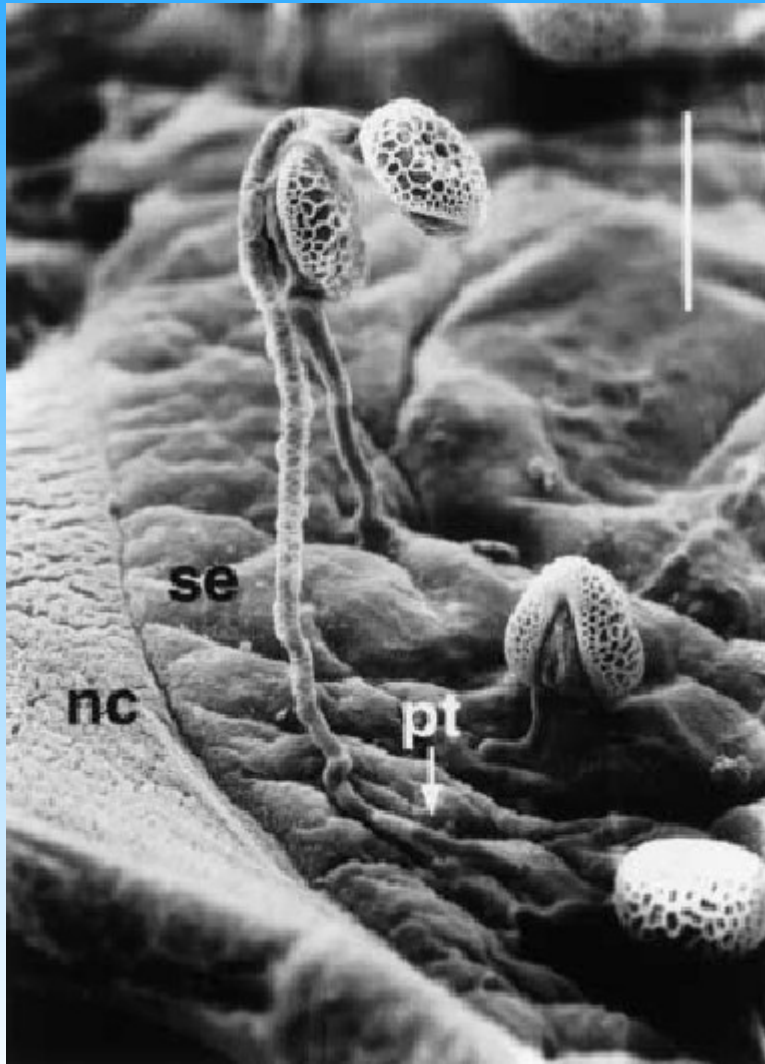
rychlost až 50 μm /min
je umožněna vysoce
polarizovanou fúzí váčků,
které transportují složky
buněčné stěny k vrcholu

hlavní roli v regulaci
hraje gradient $[\text{Ca}^{2+}]$

Regulace růstu pylových láček



Plné a duté čnělky

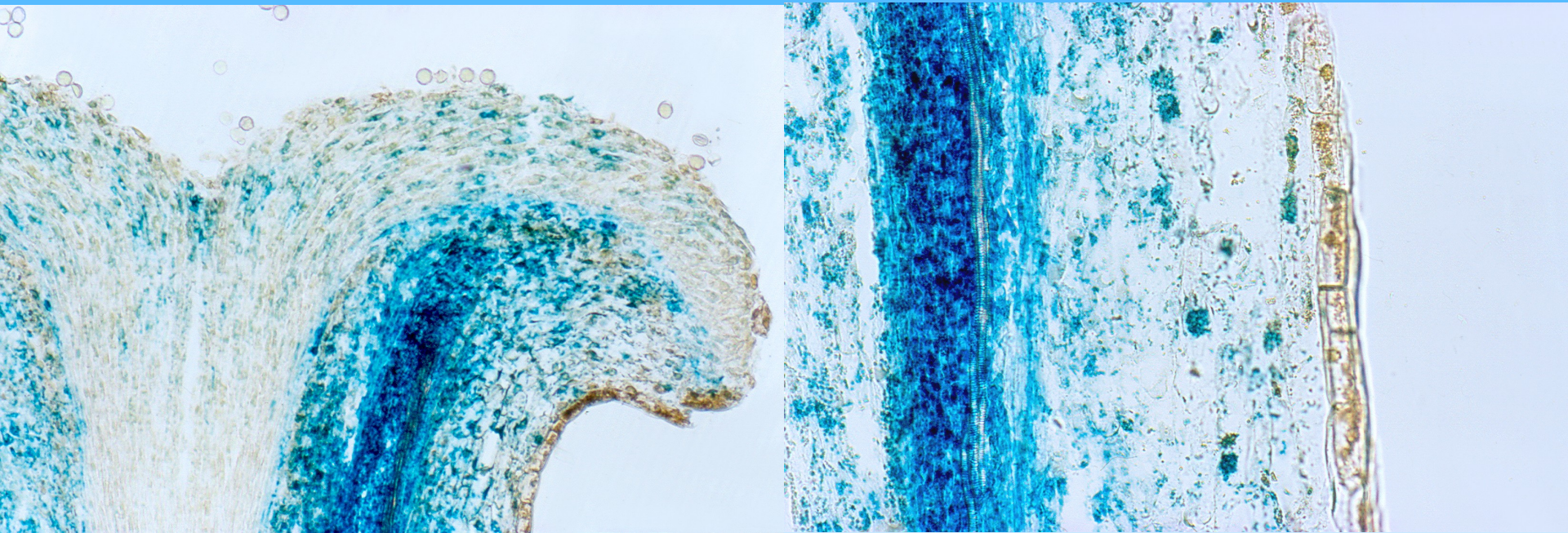


Arabidopsis

Lilium

Lord 2001

Blizna a čnělka tabáku



plná čnělka s převodovým pletivem