

# Reprodukce buněk

**Nové buňky mohou v současné etapě evoluce vznikat pouze dělením buněk již existujících.**

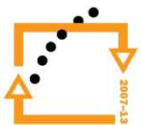
**Dělením buněk je zajišťována:**

Reprodukce jedinců

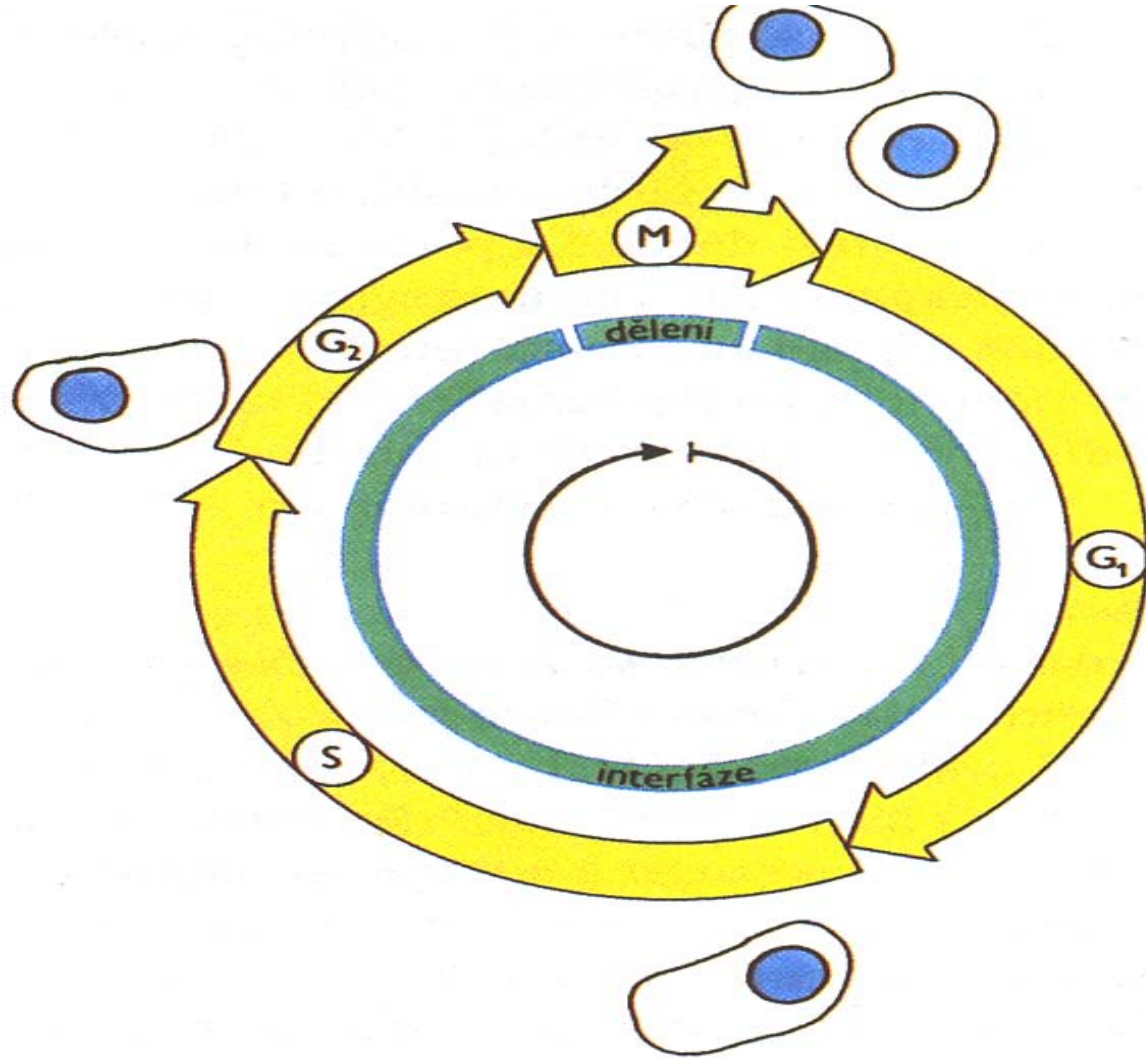
Embryonální vývoj a další růst jedince

Reparační procesy

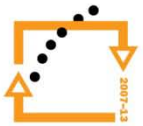
**Buněčný cyklus** (generační čas buňky, historie individuálního vývoje buňky)  
Základní schéma navrženo v r. 1953 (Howard a Pelc)



# Schéma buněčného cyklu



EVROPSKÁ UNIE



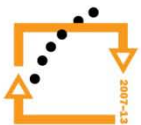
# Fáze buněčného cyklu

**G 1:** časově cca 40% celého cyklu, velká variabilita vlivem vnějších podmínek. Růst buňky, syntetické procesy (RNA, proteiny, nukleotidy a enzymy pro replikaci) tvoří se „zásoba organel“ pro rozdělení buňky.

**S:** 30 – 50%, replikace jederné DNA, tvorná histonů, na konci S fáze má buňka dvojnásobné množství DNA a tedy i genů, chromozomy jsou zdvojené, spojeny v místě centromery.

**G2:** 10 – 20% celého cyklu, syntéza proteinů, RNA a buň. struktur, příprava na mitózu.

**M:** 5 – 10% cyklu, rozdělení jádra (karyokineze) a buňky (cytokineze)



# Fáze mitózy

Rozdělení jádra tak, aby v dceřiných buňkách byly kompletní sady chromozómů

## Fáze mitózy:

**Profáze:** kondenzace chromozómů a vznik mitotického aparátu

**Prometafáze:** mizí jaderné obaly, formuje se kinetochor

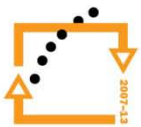
**Metafáze:** chromozómy v ekvatoriální rovině, maximální spiralizace

**Anafáze:** chromatidy se oddělují v místě centromery, pohybují se k pólům dělicího vřetenka -  $1 \mu\text{m}/\text{min}$

**Telofáze:** mizí dělicí aparát, tvoří se nový jaderný obal, dekondenzace chromozómů a rekonstrukce jadérka



EVROPSKÁ UNIE



# Časové aspekty průběhu mitózy

Mitotický čas

Generační čas buňky

Různé u různých typů buněk

- rýhující se vajíčko: mitotický čas = generační čas
- Dospělá tkáňová buňka: interfáze může trvat i několik let, extrémně až celý život jedince (nervové buňky)

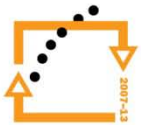
**Mitotický index** charakterizuje proliferační schopnost tkání.

Vypočítá se jako procento buněk, které jsou v mitóze, z celkového počtu buněk v definovaném zorném poli.

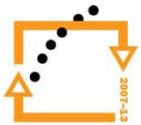
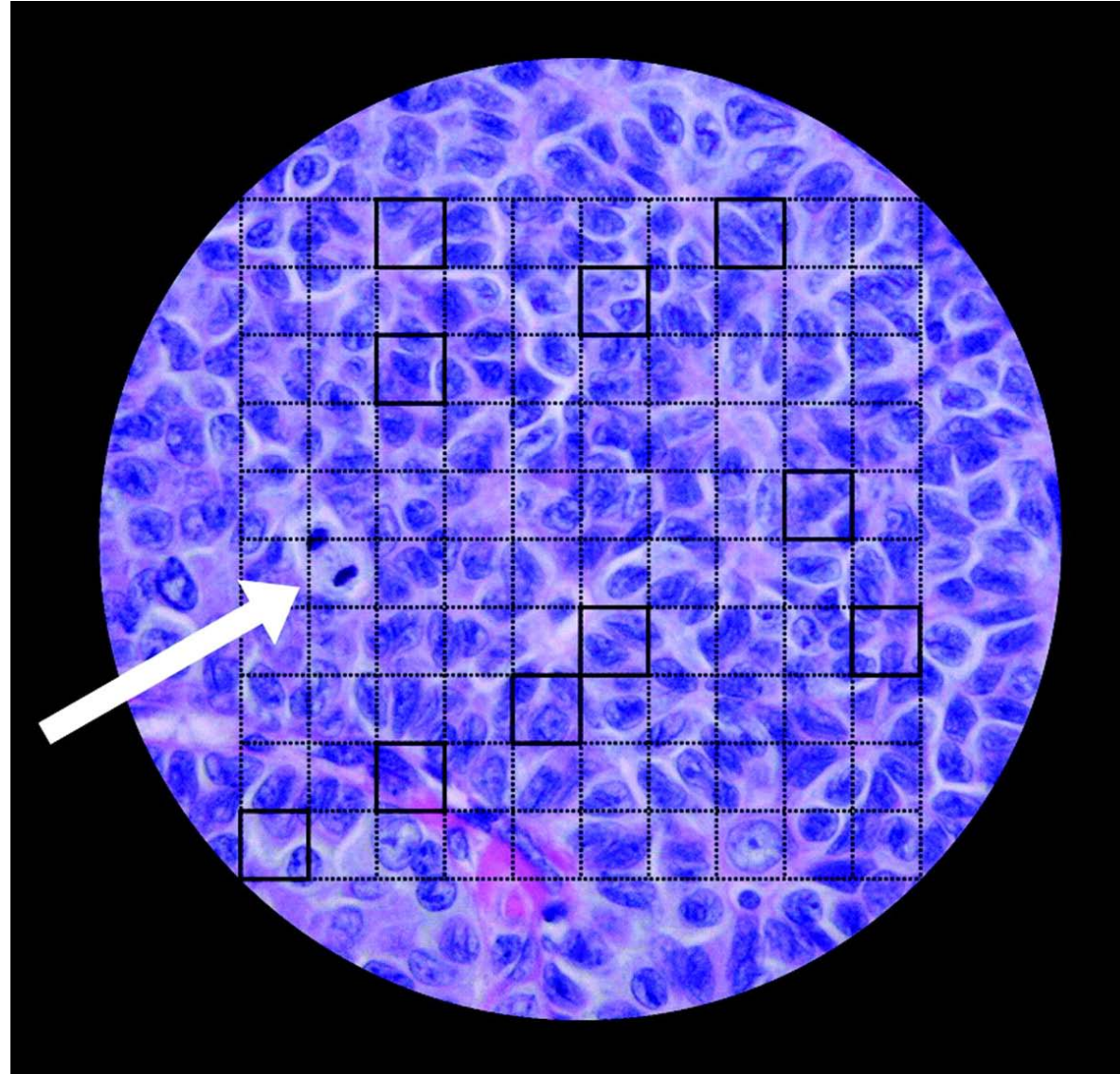
Jednotlivé fáze mitózy trvají různě dlouhou dobu (minuty až desítky minut), Nejkratší bývá anafáze.

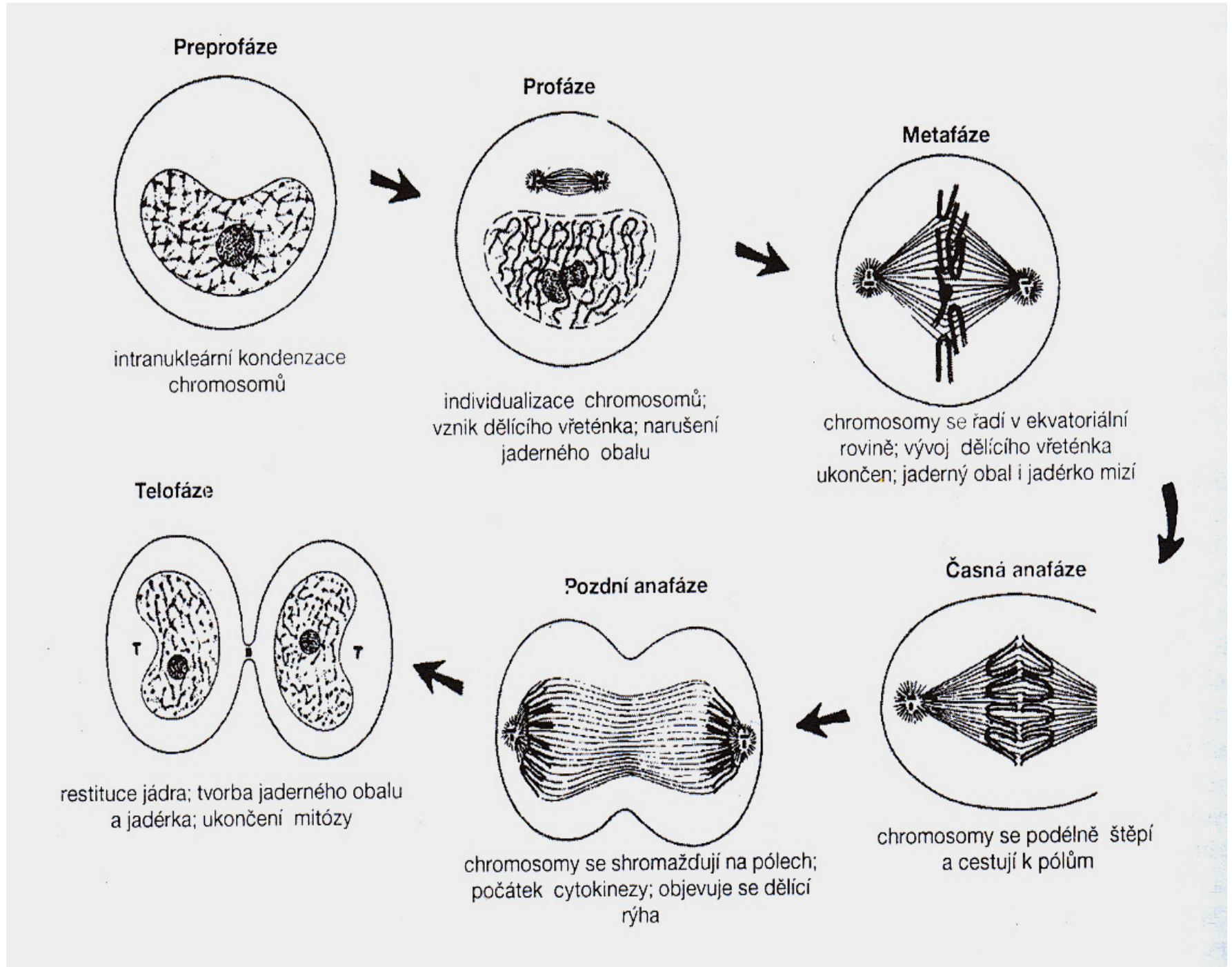


EVROPSKÁ UNIE



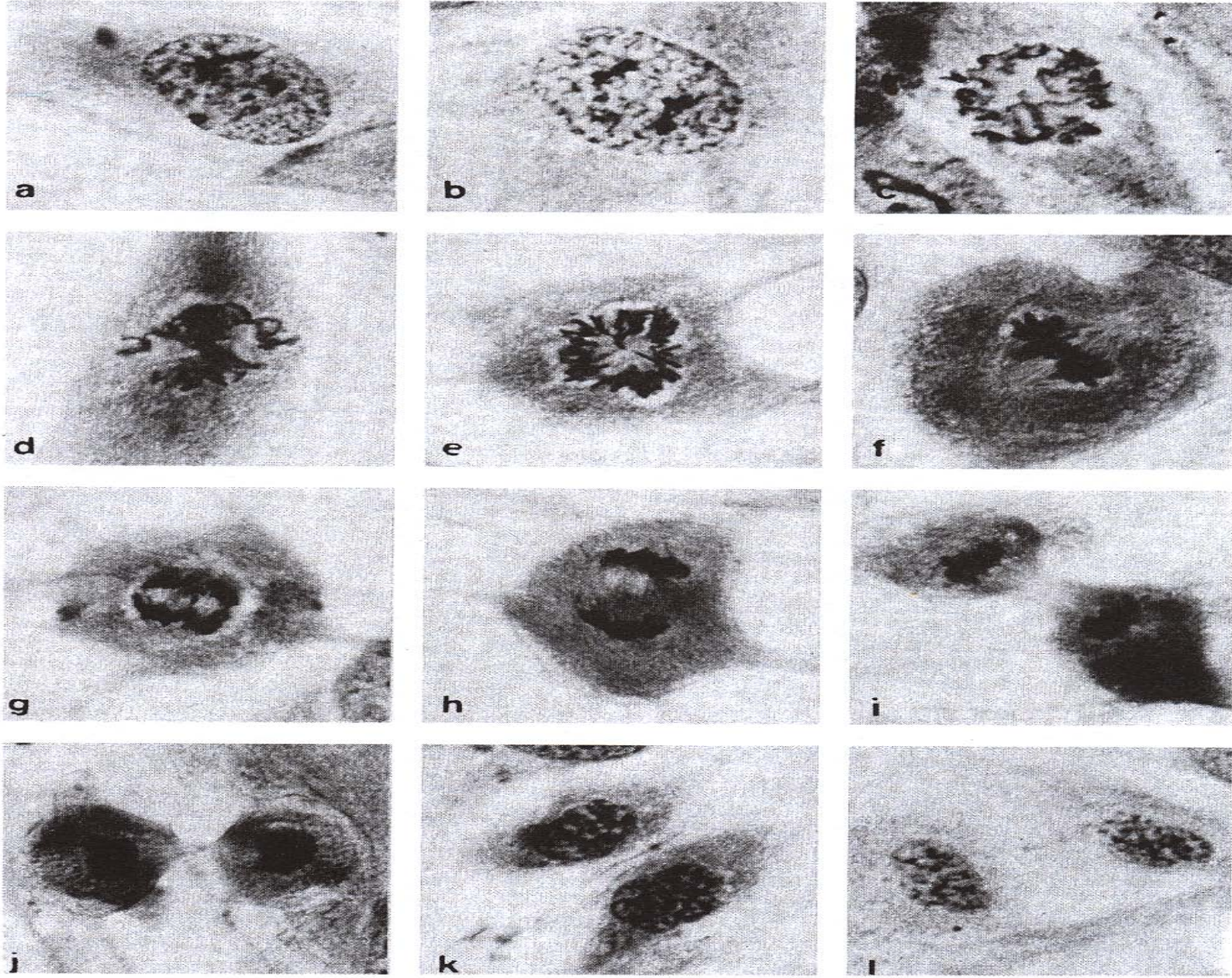
Počítání **mitotického indexu** pomocí okulárové mřížky. Označena jedna mitotická figura. Počet buněk se počítá v 10 čtvercích (x10=celkový počet).



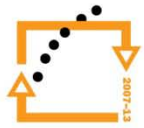


EVROPSKÁ UNIE



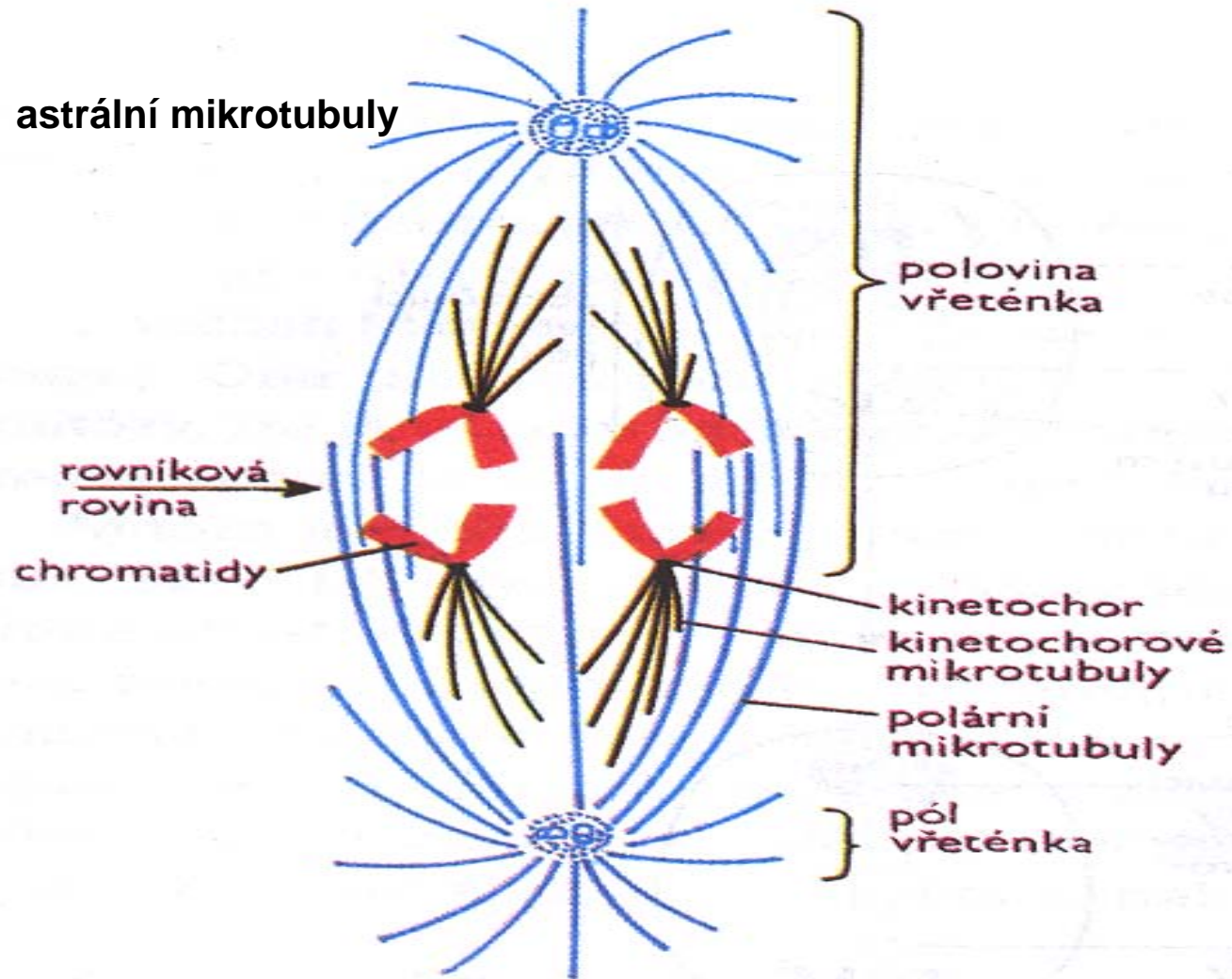


EVROPSKÁ UNIE





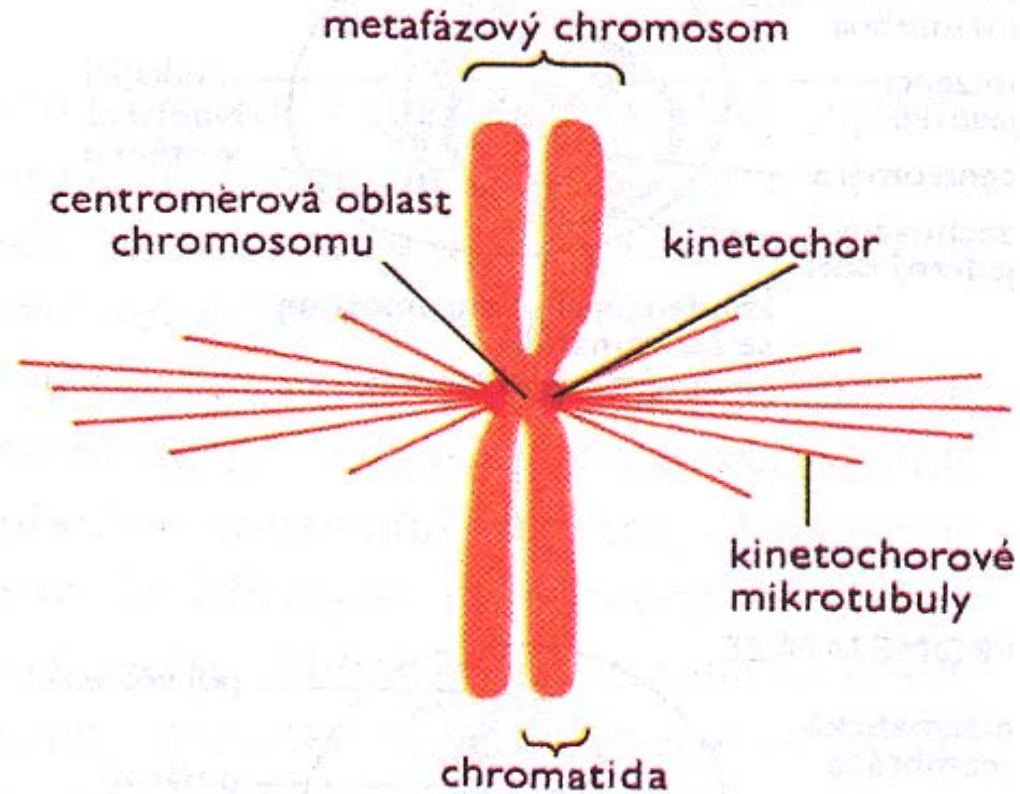
# Typy tubulů v dělicím aparátu



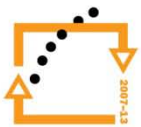
EVROPSKÁ UNIE



# Napojení chromozómů na dělicí vřeténko

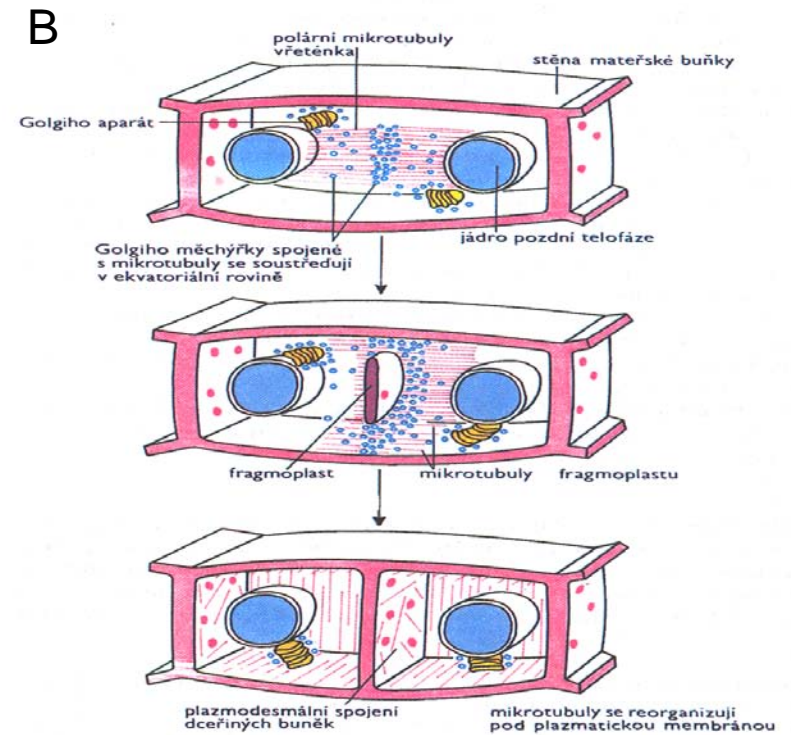
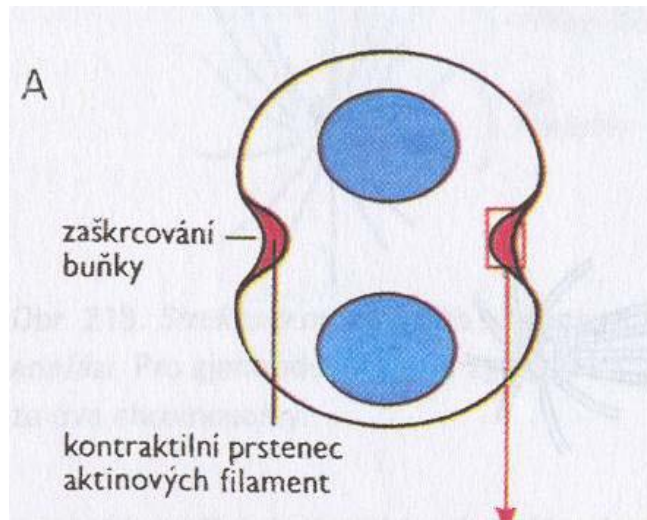


EVROPSKÁ UNIE



# Cytokineze

- Živočišné buňky (A) – centripetálně
- Rostlinné buňky (B) - centrifugálně



EVROPSKÁ UNIE



# Regulace buněčného cyklu

Hlavní kontrolní bod (uzel) - v G1fázi - buňka může přejít do klidové G0 fáze.

Druhý kontrolní bod před mitózou - v G2 fázi

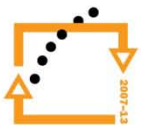
Hlavní komponenty regulace buněčného cyklu: cykliny a na nich závislé proteinkinázy.

Cykliny – tvoří se cyklicky v průběhu buněčného cyklu

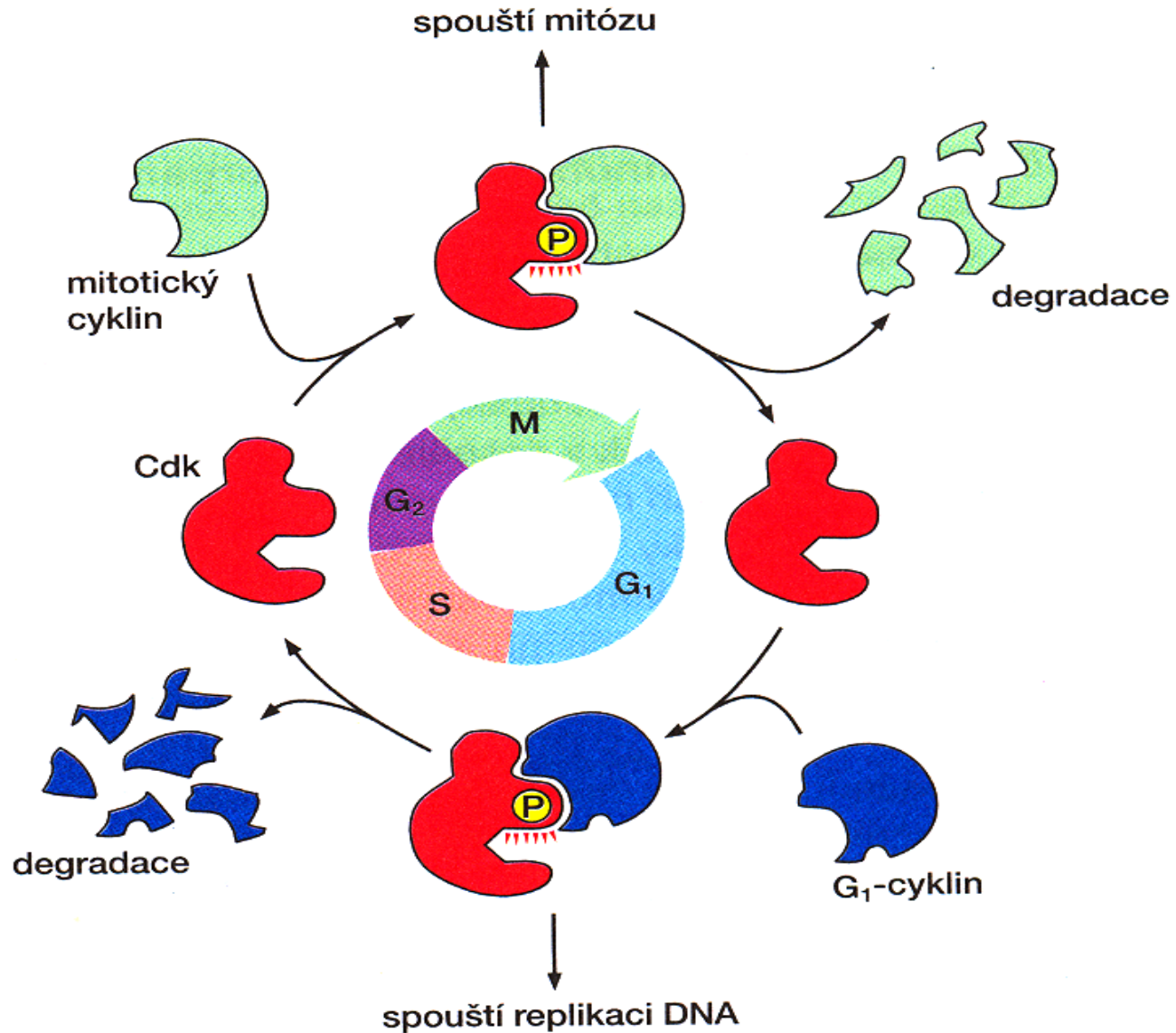
Proteinkinázy (Cdk) – vazbou s cykliny se aktivují a mohou fosforylovat proteiny. Cílové proteiny této kaskády se podílejí na replikaci DNA v S fázi nebo procesu mitózy.



EVROPSKÁ UNIE



# Regulace buněčného cyklu



# Modifikace mitózy

Fyziologické odchylky od typického průběhu, ovlivňovány faktory buněčných regulací a genovou výbavou konkrétních buněk.

## Polytenie:

genetický materiál se zmnožuje během S fáze a chromatin se ukládá v podobě tzv. **polytenních (mnohovláknových, obřích) chromozómů**. Jednotlivé **chromonemy** (vlákna chromatinu) leží podélně vedle sebe a chromatin zůstává despiralizovaný i během interfáze. Morfologicky jsou tyto obří chromozómy velké a dobře barvitelné.

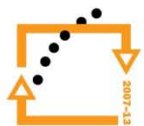
Úseky, které mají k barvivu větší afinitu (**chromomery**) leží na všech chromonemách ve stejné vzdálenosti od centromery a dohromady tvoří dojem **pruhování (šrafování) polytenního chromozómu**.

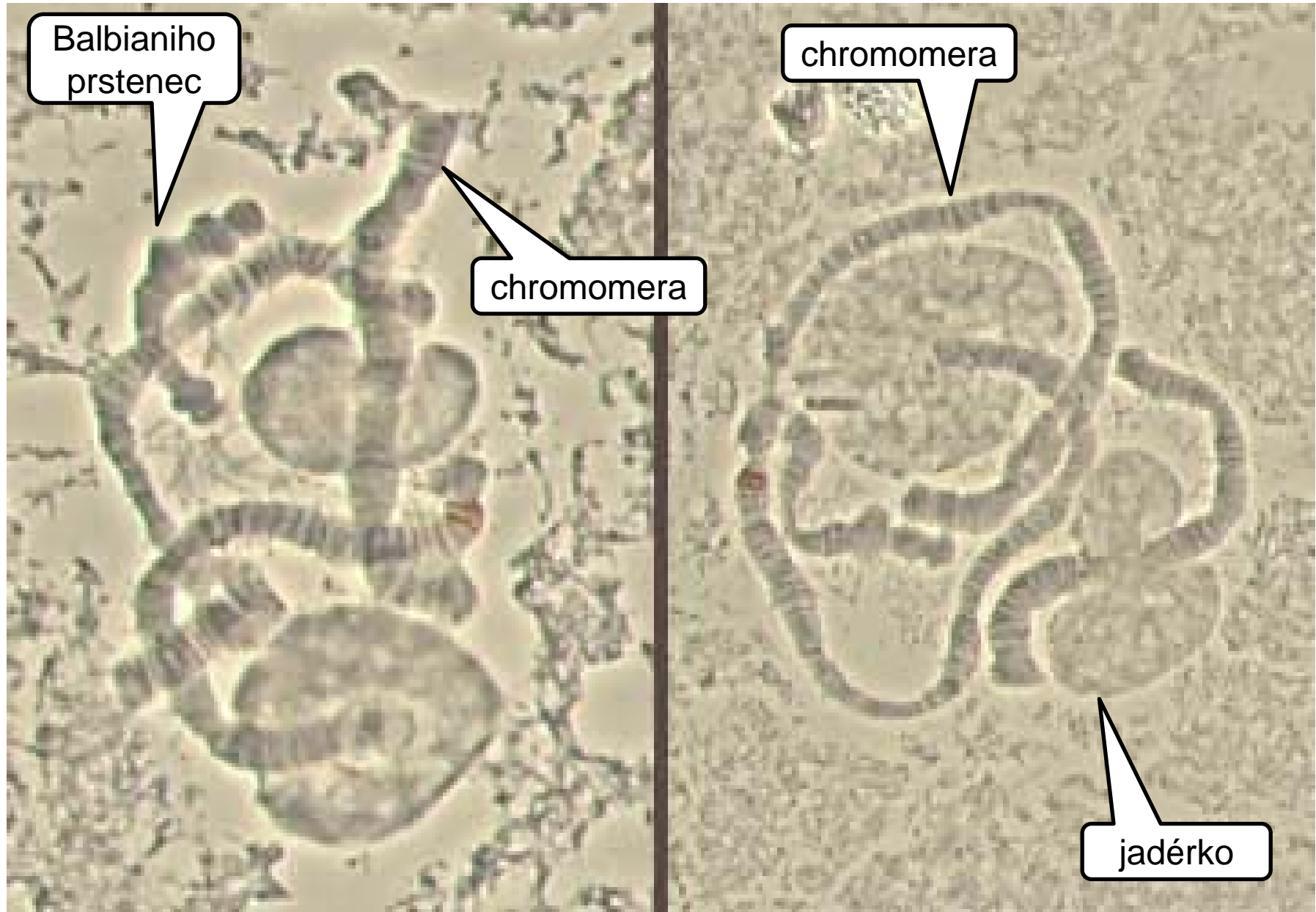
**Puffy (Balbianiho prstence, zduřeniny)** jsou místa, kde se předpokládá přepis genetické informace.

Polytenie se vyskytuje typicky u dvoukřídlého hmyzu v slinných žlázách, střevním epitelu a některých dalších tkáních. Modelovým organismem pro studium tohoto jevu je **slinná žláza larvy pakomára**.



EVROPSKÁ UNIE



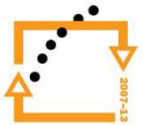


Two images of the four polytene chromosomes found in each *Chironomus tentans* salivary gland cell. The rounded structures are nucleoli.

Photo: Petra Björk, Stockholm University



EVROPSKÁ UNIE



## Polyploidie:

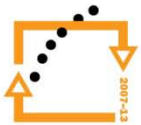
stav, kdy je v jádře větší počet celistvých chromozomových sad než 2. Vzniká procesem endomitózy, kdy dochází k zmnožení chromozómů v S fázi, ale jádra se nerozdělí. Jedná se o pozměněnou profázi, kdy na jejím konci nedochází k dezintegraci jaderné membrány. Chromozomy se poté spiralizují a jádro přechází do klidového období. Morfologicky jsou tyto jádra i buňky větší než normální buňky okolní tkáně a jádra bývají členitá.

Jev je popisován v slinných žlázách motýlů, prothorakálních žlázách dvoukřídlých apod. U člověka jsou polyploidní např. megakaryocyty v krvetvorné tkáni. U rostlin je polyploidie široce rozšířená.

Oba popsané jevy umožňují tzv. **zmnožení genové dávky** a tím větší tvorbu produktů příslušné buňky.



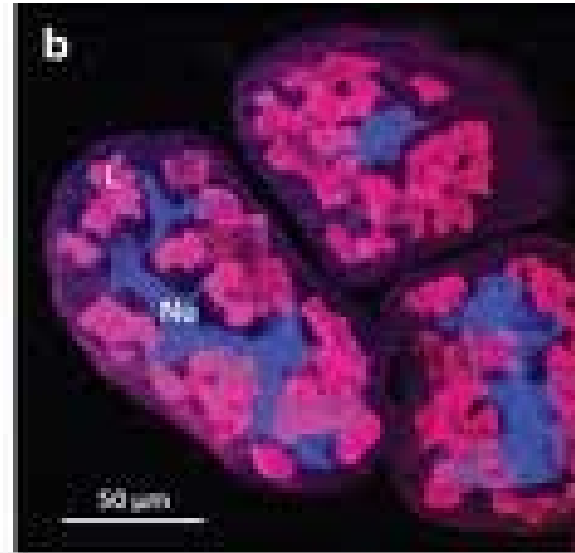
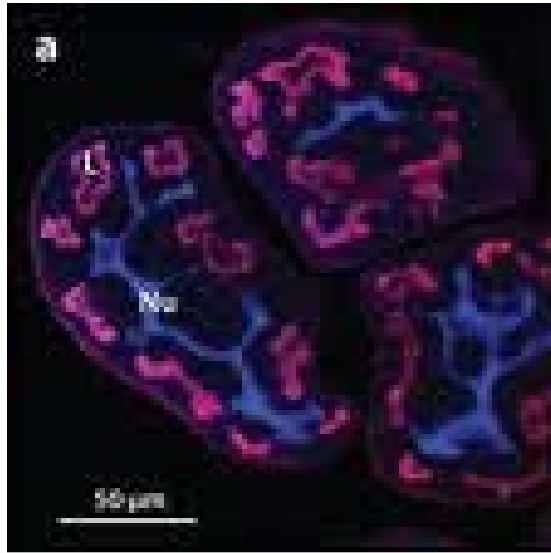
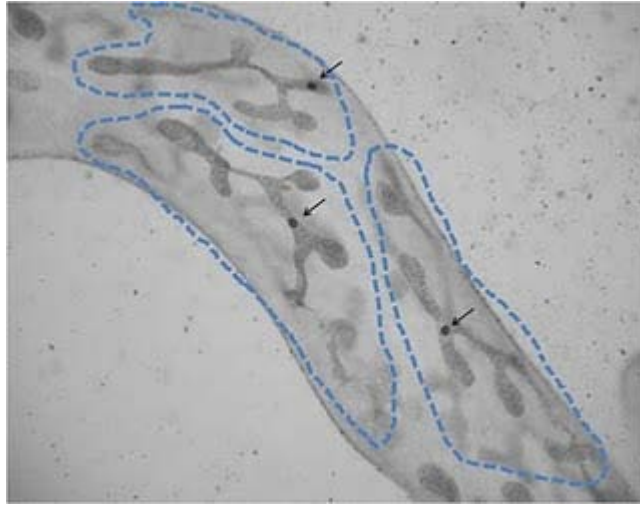
EVROPSKÁ UNIE








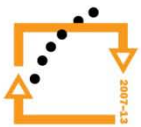
EVROPSKÁ UNIE



 Sutherland TD, et al. 2010.  
*Annu. Rev. Entomol.* 55:171–88

## Úkoly:

- Prohlédnout preparát **kořenového vlášení cibule** a zakreslit mitotické figury (nejlépe všechny)
- Prohlédnout a zakreslit **polytenní chromozómy v trvalém preparátu** slinných žláz larev dvoukřídlých (pakomára nebo muchniček)
- Prohlédnout a zakreslit **polyploidní jádra v trvalém preparátu** slinných žláz motýla
- Provést **praktickou preparaci slinných žláz** fixovaných larev pakomára za pomoci preparačního mikroskopu.



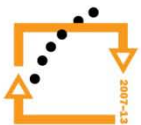
## praktická preparace slinných žláz

Fixace:

ledová kyselina octová, barvení orcein.

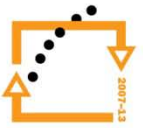
Postup:

- na larvě umístěné na podložním sklíčku lokalizovat hlavový konec podle polohy očí.
- preparačními nástroji rozrušit první cca 3 hrudní články a pokusit se vypreparovat světlou hmotu slinných žláz.
- odstranit buničinou všechnu ostatní tkáň larvy ze sklíčka, přiložit na slinnou žlázu krycí sklíčko a pozorovat pod světelným mikroskopem
- **pozor: larva nesmí během preparace vyschnout.** Zakápnout podle potřeby fyziologickým roztokem.

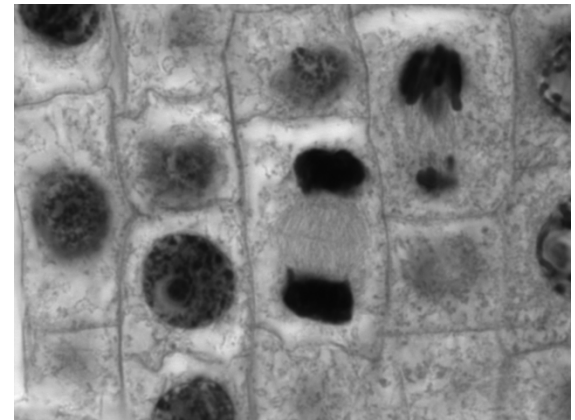
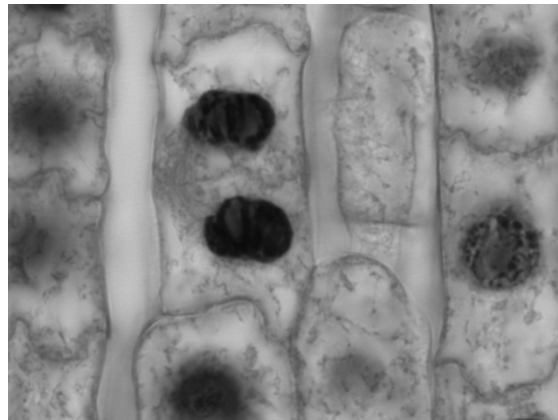
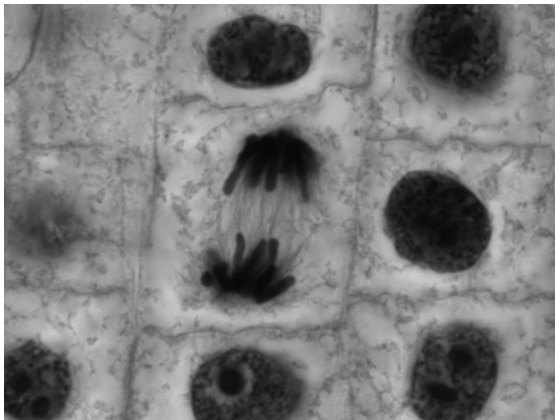
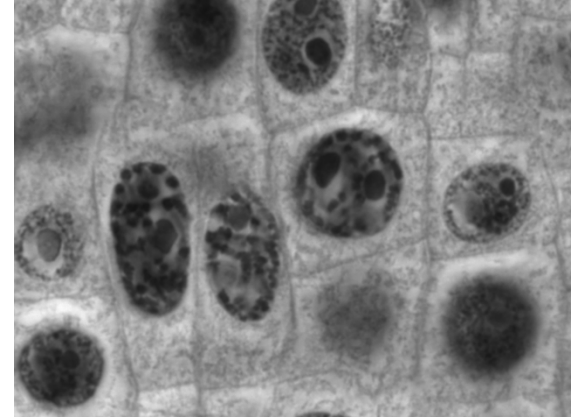
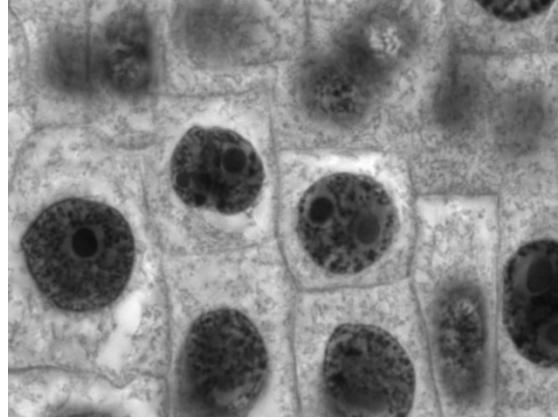
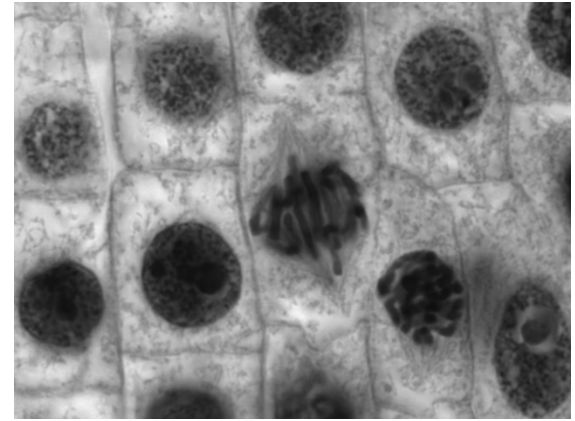
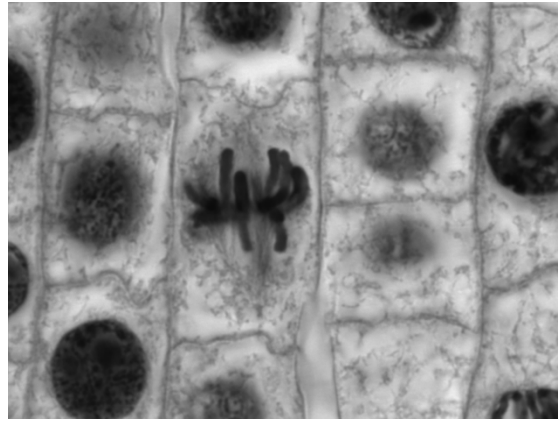
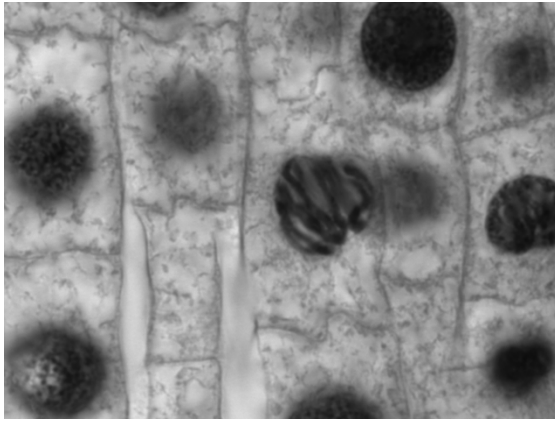




EVROPSKÁ UNIE



## Fáze mitózy kořenový meristém cibule



EVROPSKÁ UNIE



# Použité zdroje a obrázky

- Wolf J.: Histologie
- <http://www.sci.muni.cz/ptacek/>
- Paleček: Biologie buňky, 1996
- Nečas: Obecná biologie, 2000
- Knoz J.: Obecná zoologie, 1984



EVROPSKÁ UNIE

