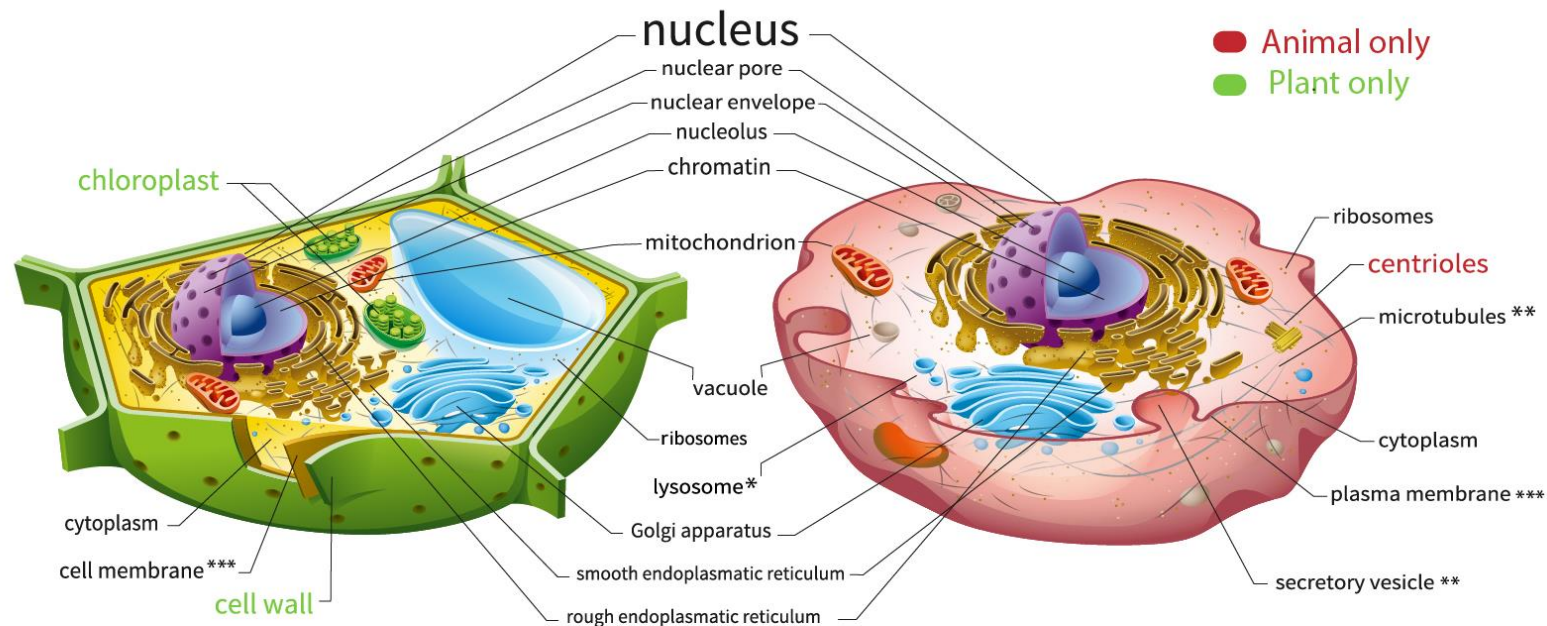


Evolutione rostlin a jejich genomů a chromozomů



Opáčko z minulé přednášky

- vznik eukaryotické buňky – 1,2 mld let 1. endosymbióza



* Plants may have lytic vacuoles, which act like lysosomes in animal cells.

** Although they're not labelled here, plant cells have microtubules and secretory vesicles, too.

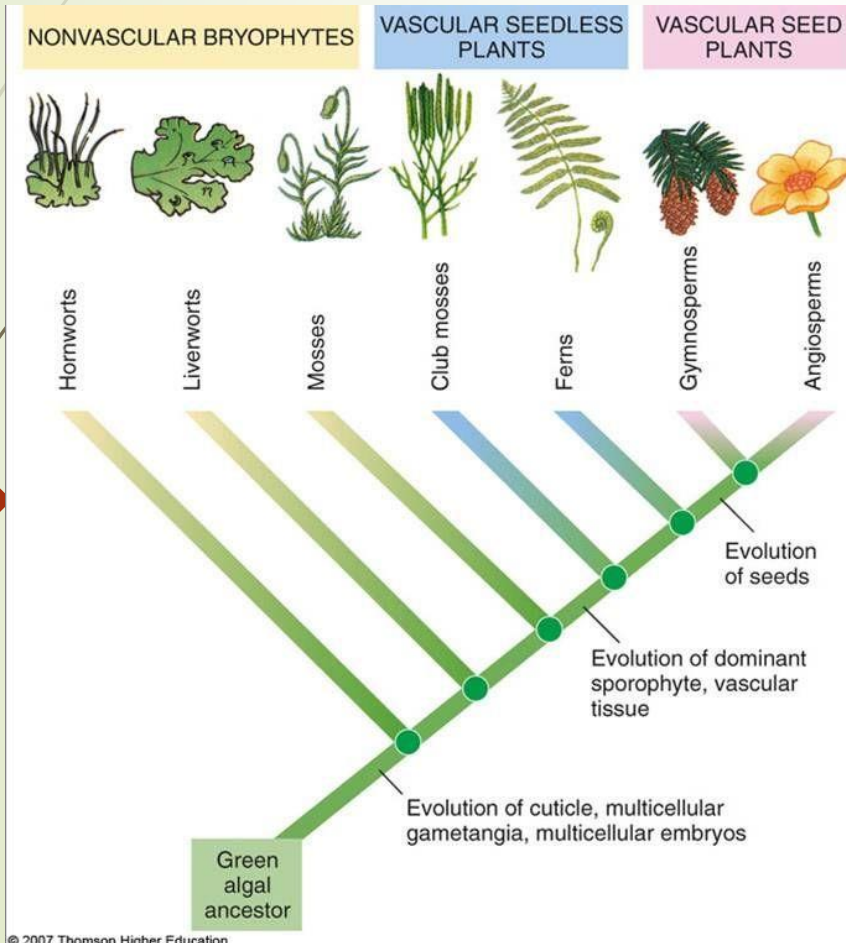
*** Cell membrane and plasma membrane are just different names for the same structure.

Opáčko z minulé přednášky

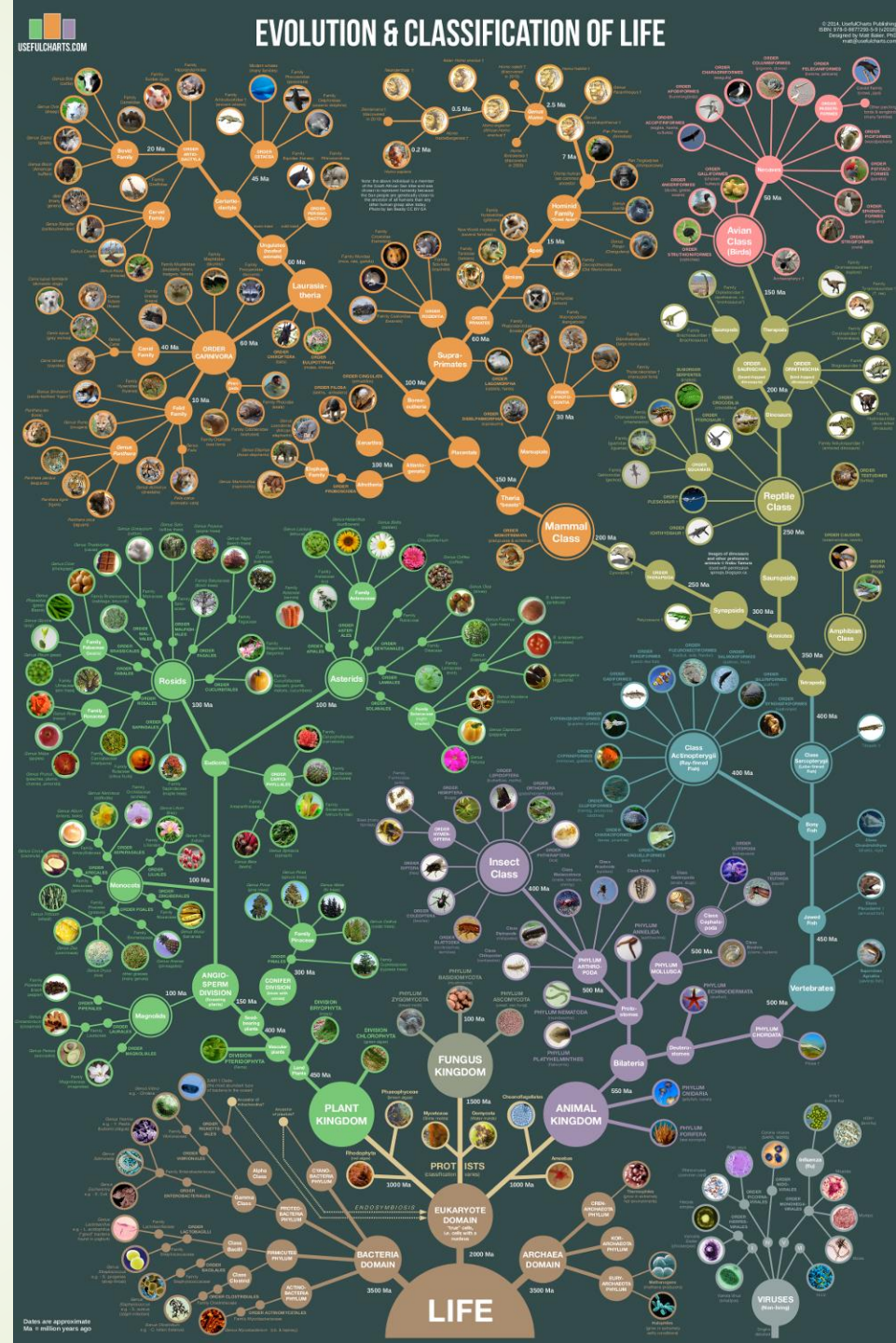
- vznik eukaryotické buňky – 1,2 mld let 1. endosymbióza
- vznik rostlinné buňky - **chloroplasty**
 - endosymbióza ?
 - host-directed chloroplast formation ?
 - **buněčná stěna** – rostlinná a bakteriální
- + podobnosti v **genomech**

Evoluce

- větvicí se strom
- na bázi větvení společný předek



© 2007 Thomson Higher Education



Evoluce

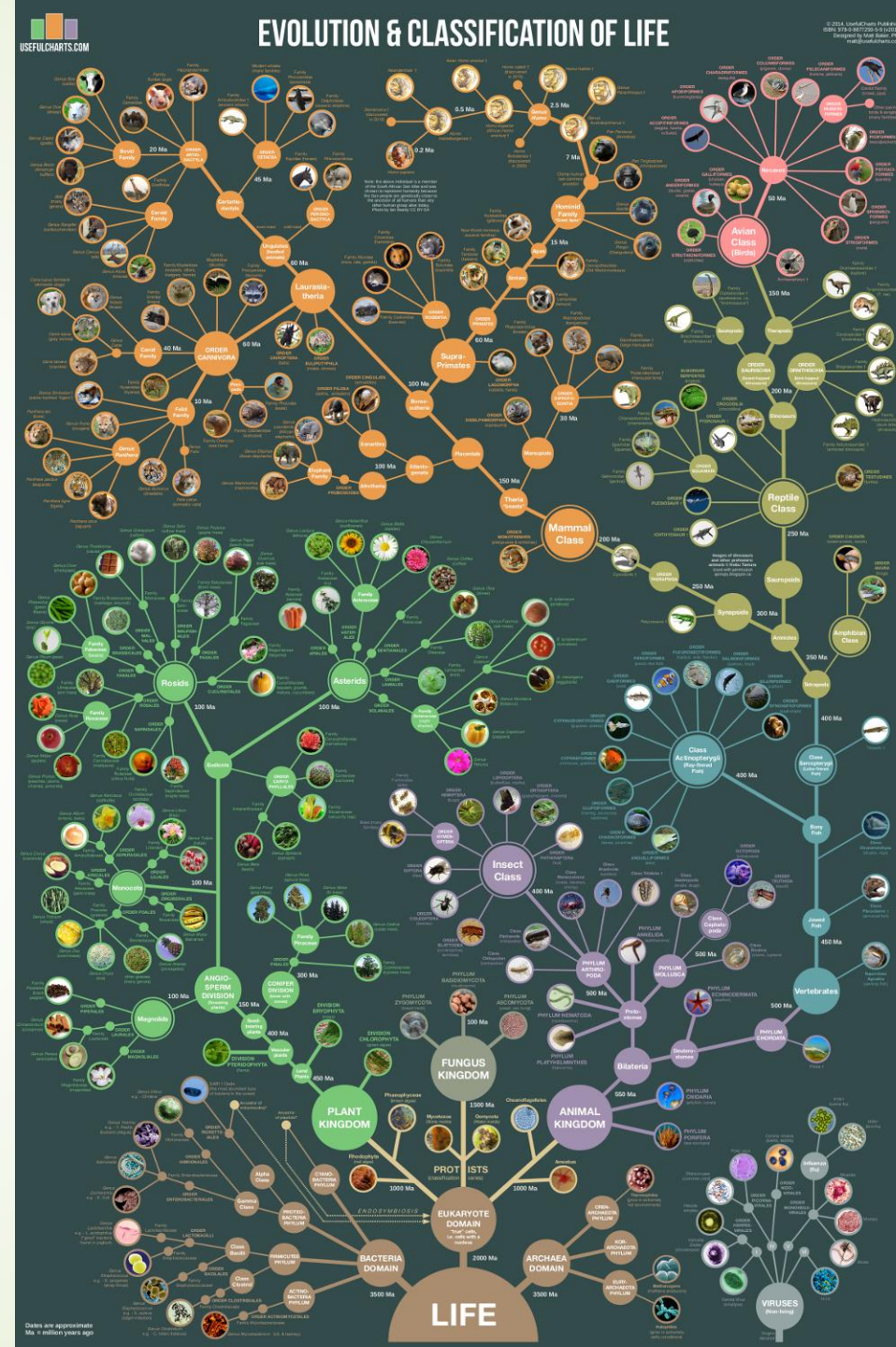
- fylogenetické stromy
- podobnost a rozdílnost

Kdysi: fenotyp, chování, ...

Teď: **sekvence** – homologní sekvence

- konzervovanost a zároveň variabilita
- **DNA** (nejčastěji) / RNA / protein
- přiložení, identifikace rozdílů

- specializované softwary



Evoluce

- fylogenetické stromy
- podobnost a rozdíly

Kódování: fenotyp, chování

UGENE interface showing a phylogenetic tree and a sequence alignment. The tree is rooted at the bottom left and branches upwards. The alignment shows the COI gene sequence for various species, with nucleotides color-coded by base pair (A, T, C, G).

Tree view: COI.nwk

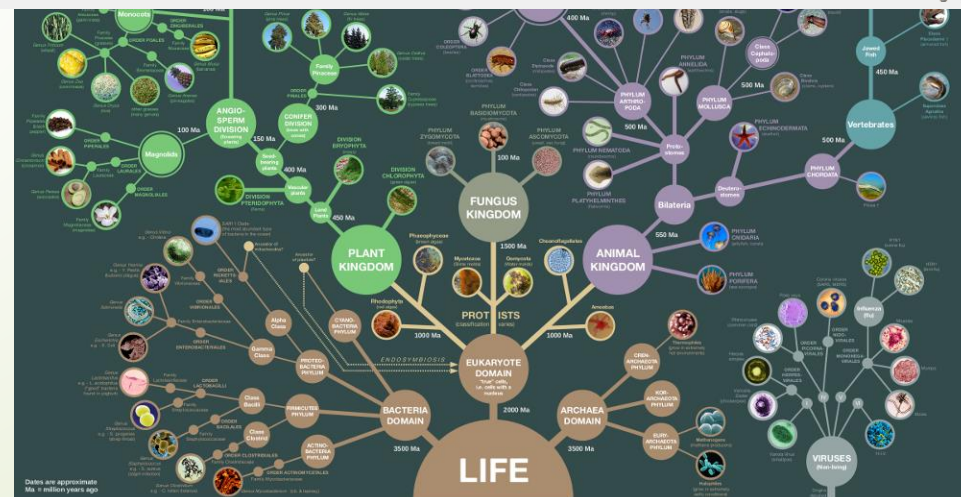
Consensus: T A A G C T T A T T A A T T C C G G G C C G A

Species listed in alignment: Isophya_alt, Bicolorana_l, Roeseliana_l, Montana_m, Metrioptera, Gampsocleis, Deracantha, Zychia_ba, Tettigonia_v, Conocephal, Conocephal, Conocephal, Mecopoda_e, Mecopoda_e, Mecopoda_s, Podisma_saj, Hetrodes_p, Phaneropter.

M6: Alignment Explorer (result.fasta)

Species/Abbrv	Group Name	DNA Sequence
1. NC_014341_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
2. NC_020605_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
3. NC_021105_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
4. NC_021408_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
5. NC_021641_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
6. NC_022839_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
7. NC_022840_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
8. NC_021408_ND1-1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
9. NC_020604_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
10. NC_020603_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC
11. NC_020601_ND1		ATGACCAACCATCCCATCTTAATCAGCCITTATCATAGCCC

... rozdílů



Evoluce

- fylogenetické stromy
- podobnost a rozdílnost

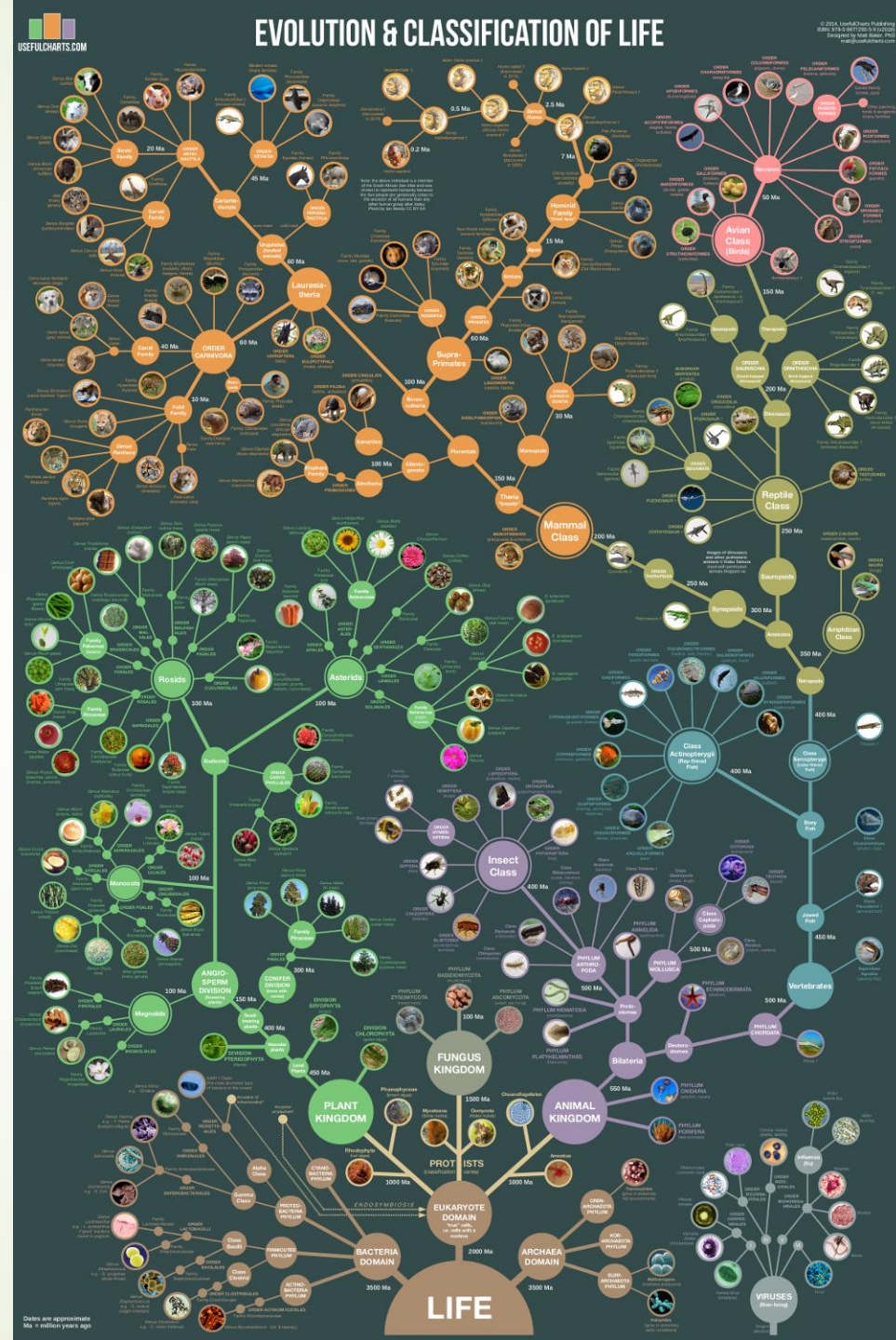
Kdysi: fenotyp, chování, ...

Teď: **sekvence** – homologní sekvence

- konzervovanost a zároveň variabilita
- **DNA** (nejčastěji) / RNA / protein
- přiložení, identifikace rozdílů

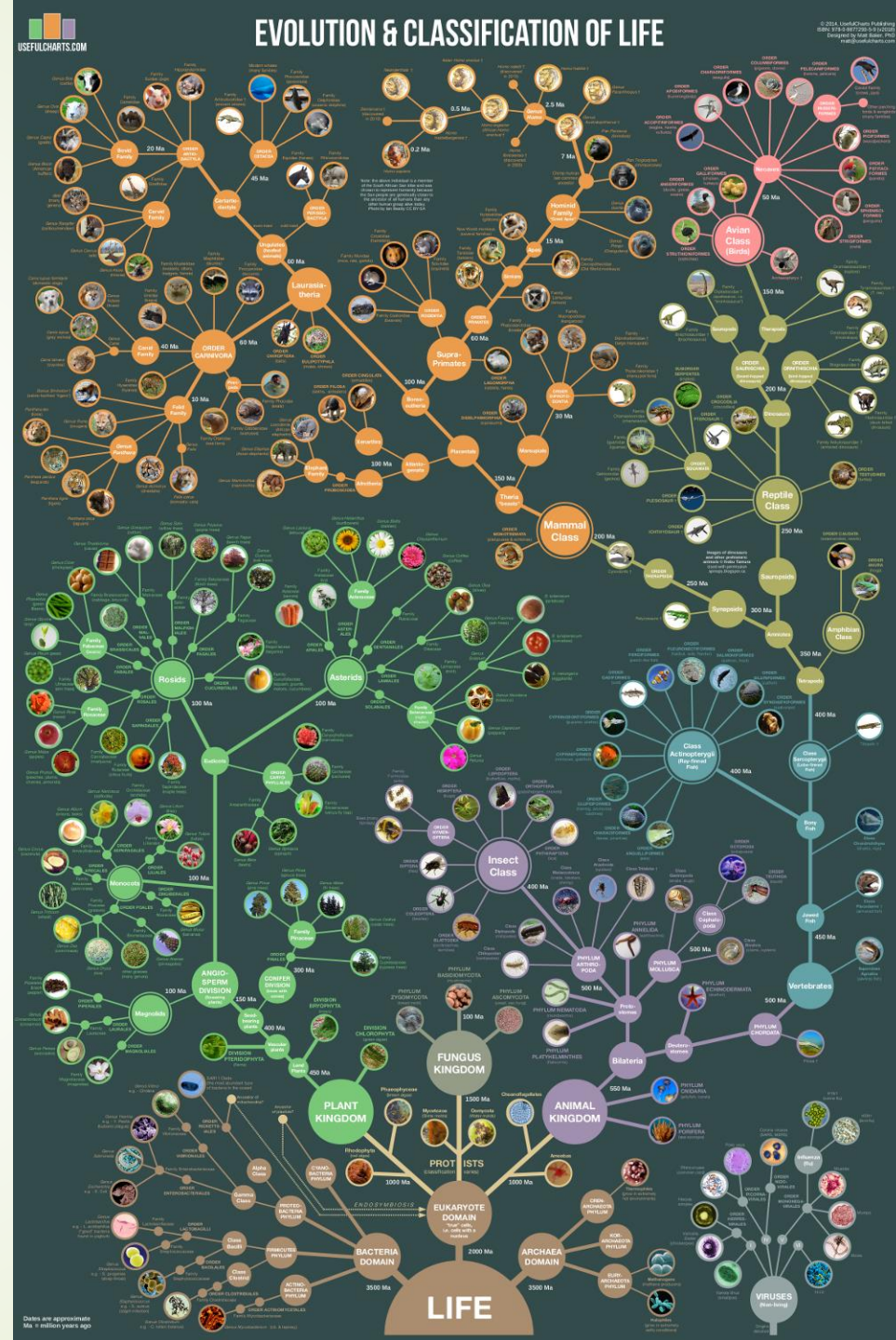
- **specializované softwary**

- ancestral state reconstruction



Evoluce

- větvící se strom
 - na bázi větvení společný předek
- podobnost v genomech příbuzných i vzdálených druhů



Podobnost v genomech příbuzných i zdánlivě vzdálených druhů

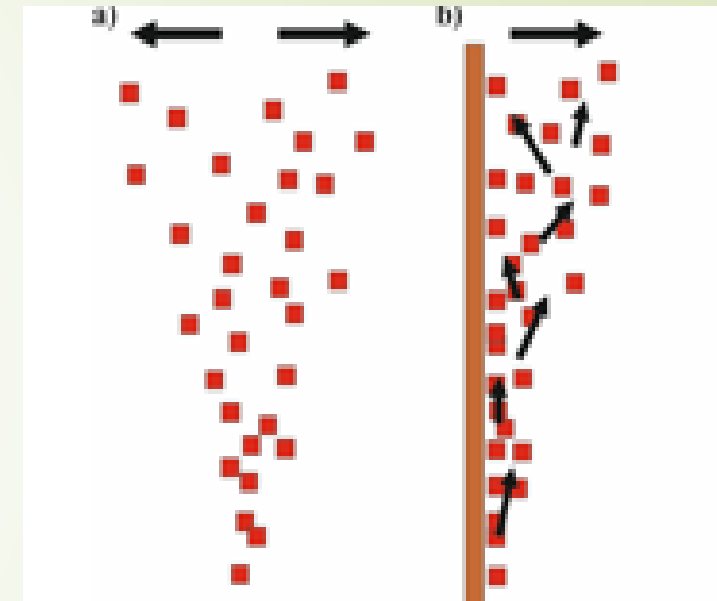
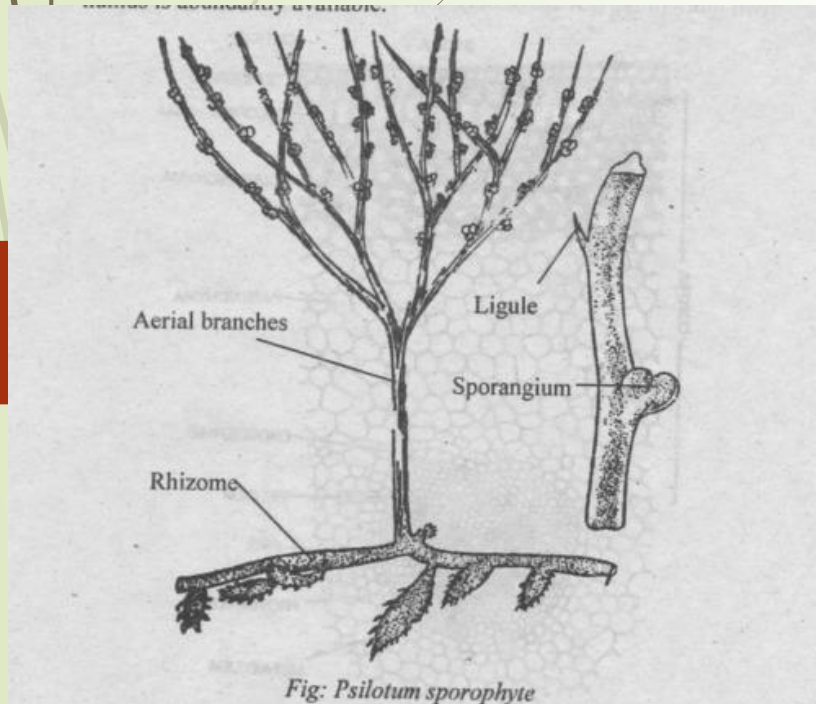
- ČLOVĚK – ŠIMPANZ	98 %
- ČLOVĚK – MYŠ	85 %
- ČLOVĚK – KRÁVA	80 %
- ČLOVĚK – BANÁN	60 %

- společný předek - konkrétního rodu/čeledě/... - rostlin
obecně – eukaryot → **homologie**

- podobnost díky nezávislé evoluci – např. b. stěna G⁺ a G⁻,
některé geny fotosyntetické dráhy cyanobakterií a
chloroplastů → **analogie**

Evoluce

- ≠ progres, zesloživování, vývoj ke komplexnímu
- zjednodušování i zesloživování
- efekt zdi



Prutovkovité (*Psilotales*)
- sekundární ztráta kořene

Evoluce může přinést omezení

- adaptace nejsou vždy optimální
viz Jižní Amerika – time-lag – neotropické anachronismy



Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)



Morro, jicaro (*Crescentia alata*)



Rostlinný genom

- genetická informace trojího druhu

JÁDRO

MITOCHONDRIE

CHLOROPLAST

Autonomie - využívání aminokyselin, dělení, ribozomy

Závislost – geny pro respirační řetězec, malá podjednotka
RUBISCO

Paradox hodnoty C

Člověk:

3,2 mld bp

18 – 22 000 genů

1,5 % proteiny

50 % repetice

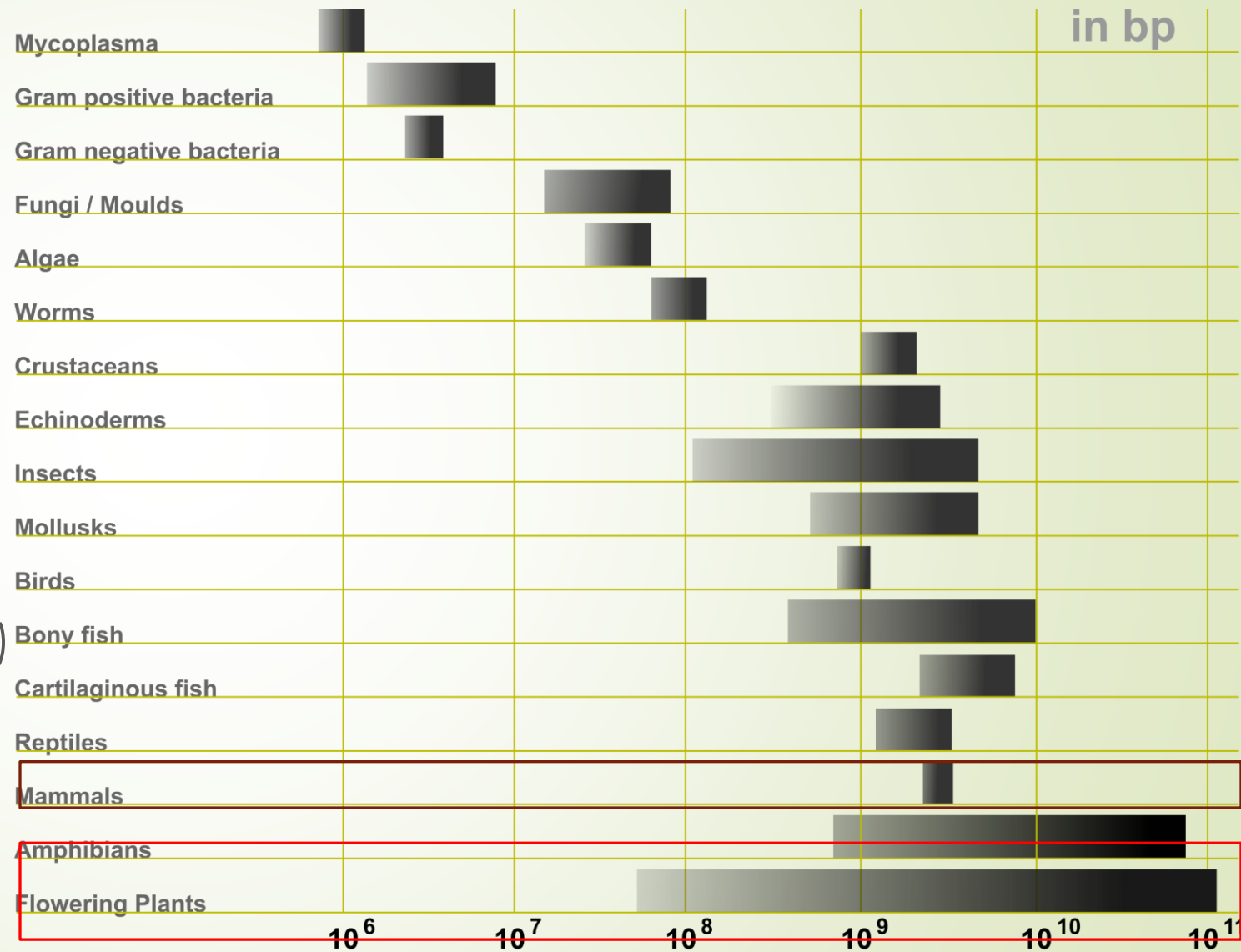
Rostliny:

cca 100 Mb – 150 mld bp

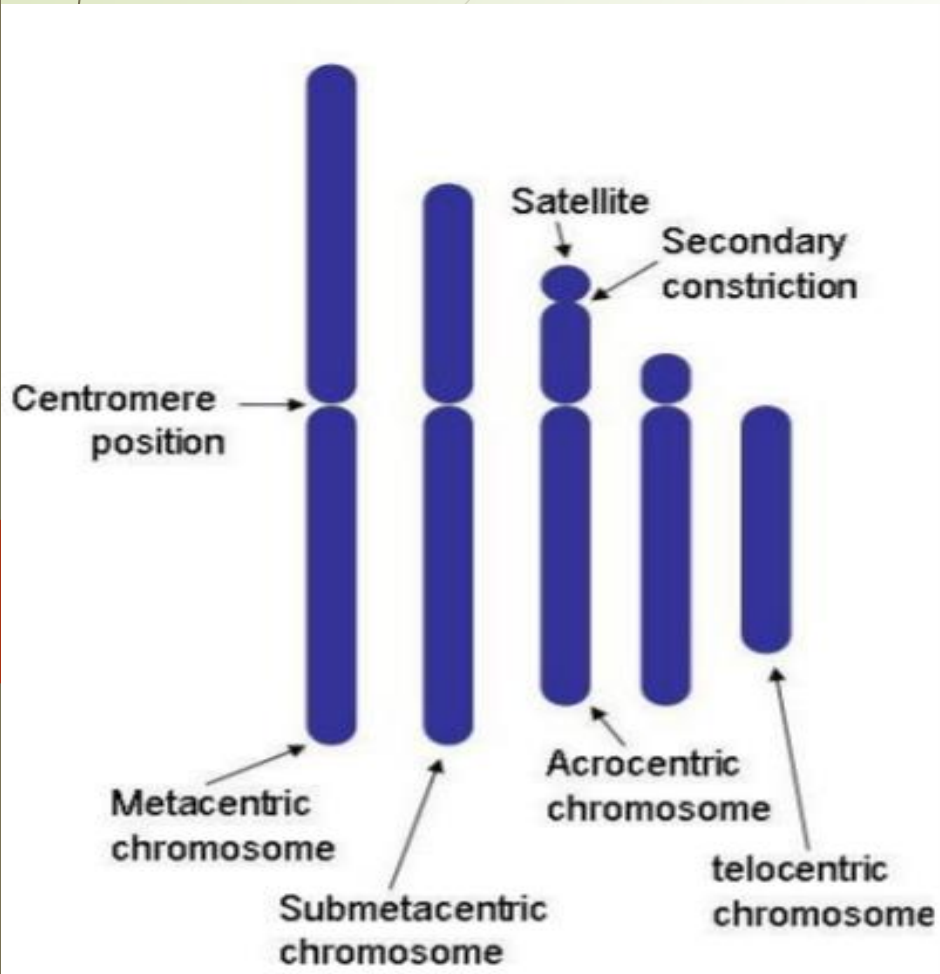
26 500 genů (*Arabidopsis*)

45 000 genů (rýže)

až 90 % repetice



Rostlinné chromozomy



- 4 – 650

- obrovské rozdíly ve velikosti

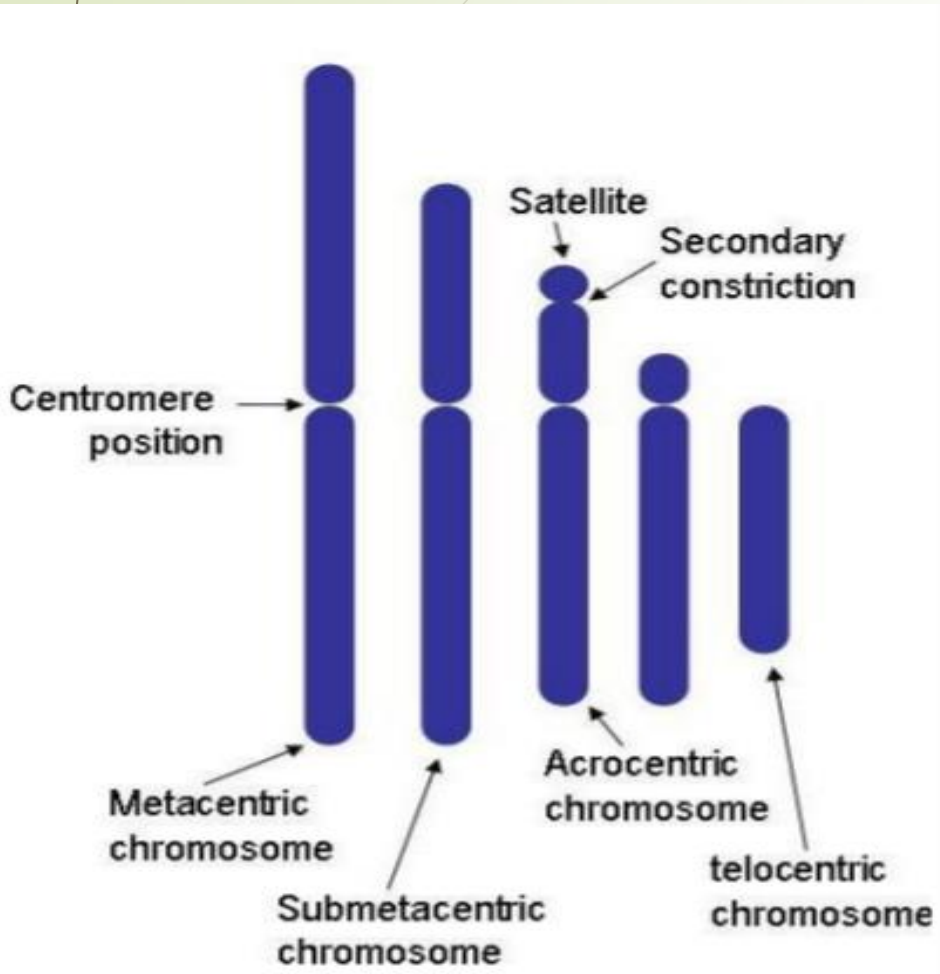
- centromery (repetice), telomery

- sekundární konstriktce – NOR - rDNA

- tendence v terminální oblasti krátkého raménka

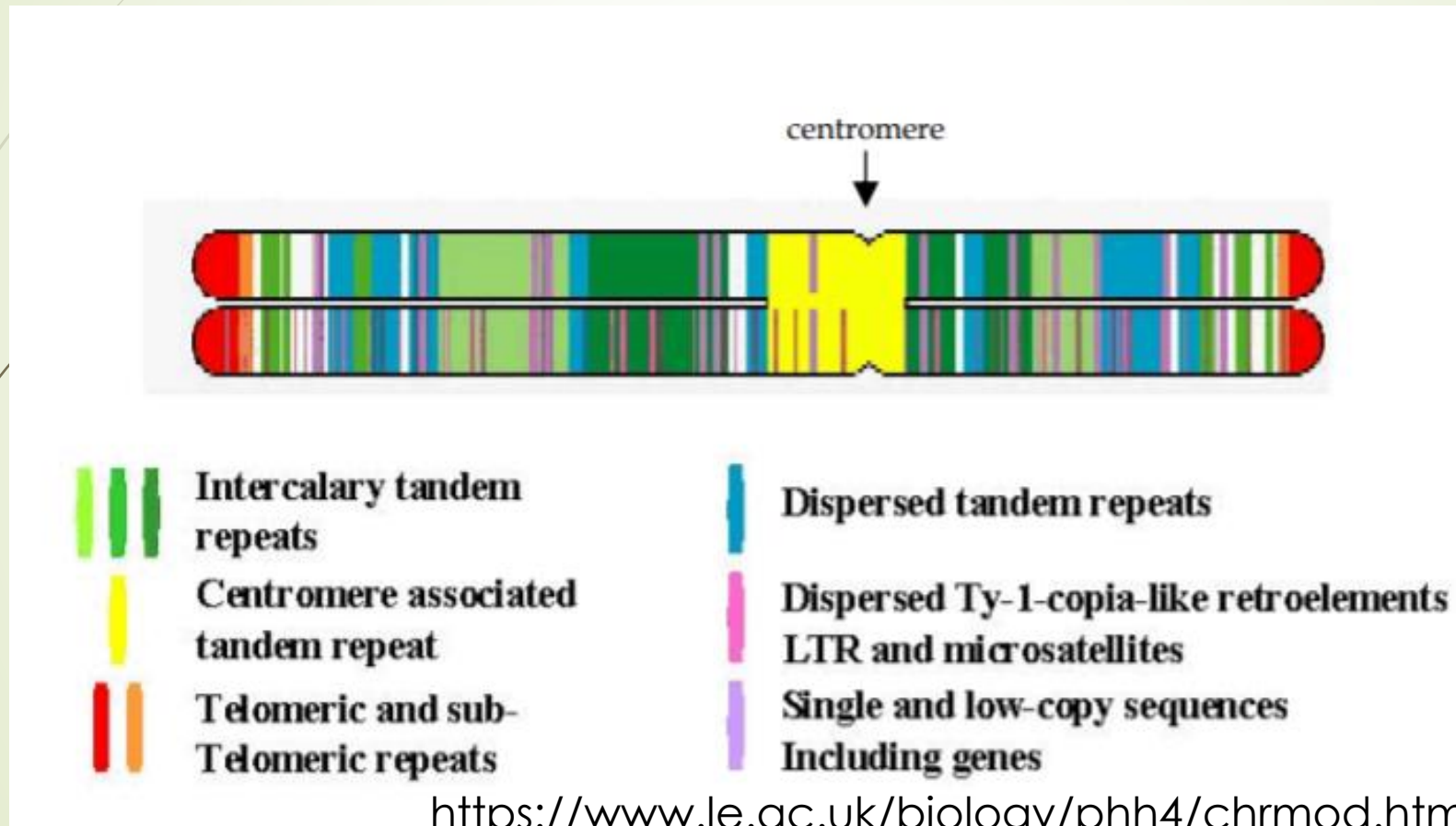
- variabilita v rámci rodu i druhu

Rostlinné chromozomy

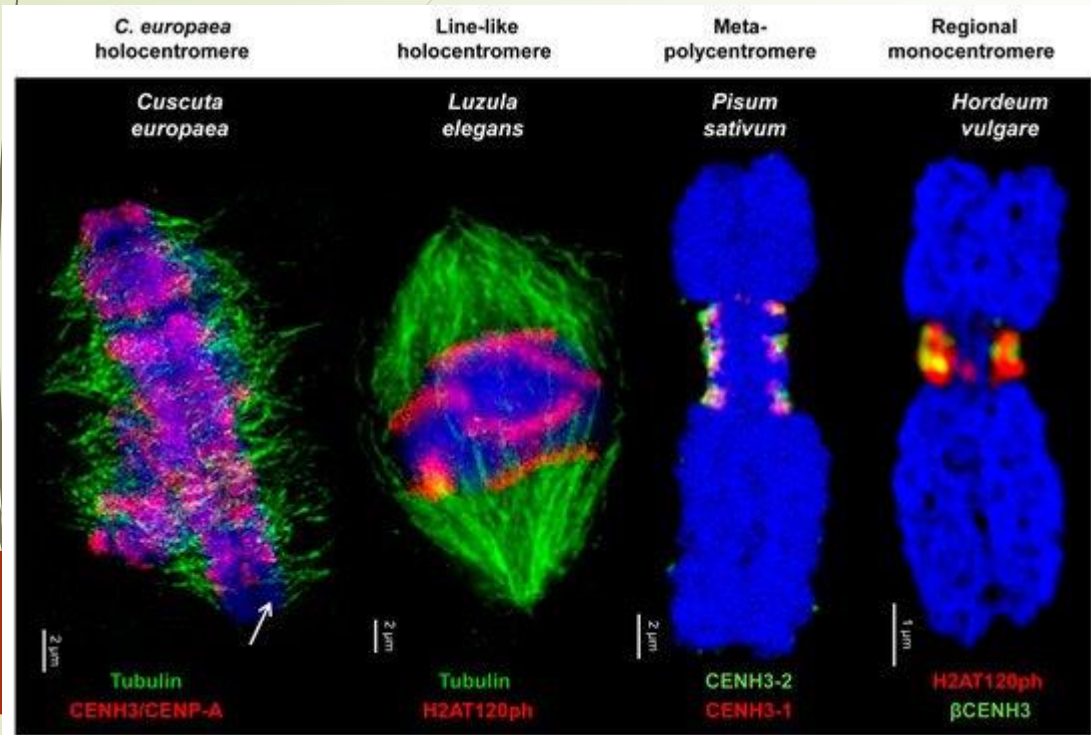


- kapradiny – obrovské počty ch
 - paleopolyploidie ???
- nahosemenné – stabilita, $n = 12$
 - druhy s vyšším počtem
 - telocentrické – zlomy?
- krytosemenné - **variabilita**
 - telocentrické ch vzácné – proč?
 - telomery? – prokázána schopnost tvorby de novo
 - polovina kinetochoru?

Rostlinné chromozomy



Rostlinné chromozomy - centromery



Schubert et al., 2020

- monocentrické
- holocentrické = holokinetické (bika)
- polycentrické (hrách)
- přesun centromer, neocentromery

Rostlinné chromozomy - telomery

- člověk – 6nt TTAGGG
- Tetrahymena – 6nt TTGGGG
- u rostlin nejčastější *Arabidopsis-like* motiv – 7nt TTTAGGG
- *Solanaceae (Cestrum)* – TTTTLAGGG
- některé česnekovité – díky mutaci v templátu RNA telomerázy
změna *Arabidopsis* → savčí – TTAGGG
- *Allium* – komplikovaný – monomer TTATGGGCTCGG
- schopnost tvorby *de novo* – bika (*Luzula*)

Repetitivní frakce u rostlin

Malé genomy

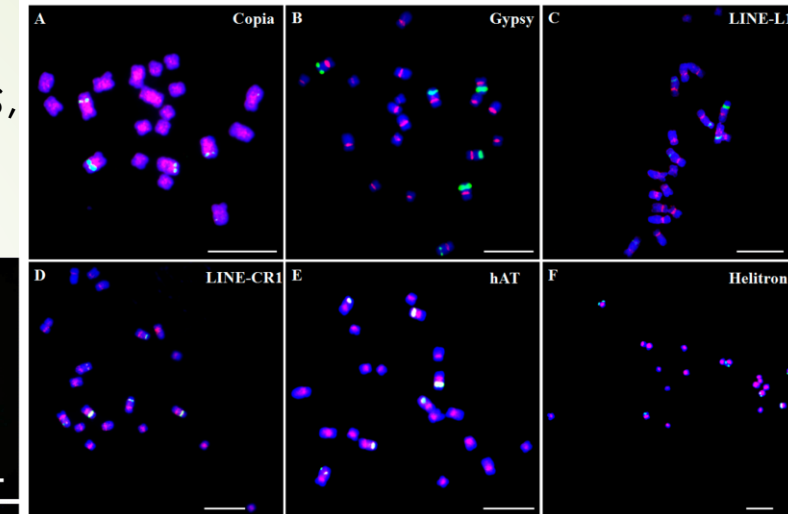
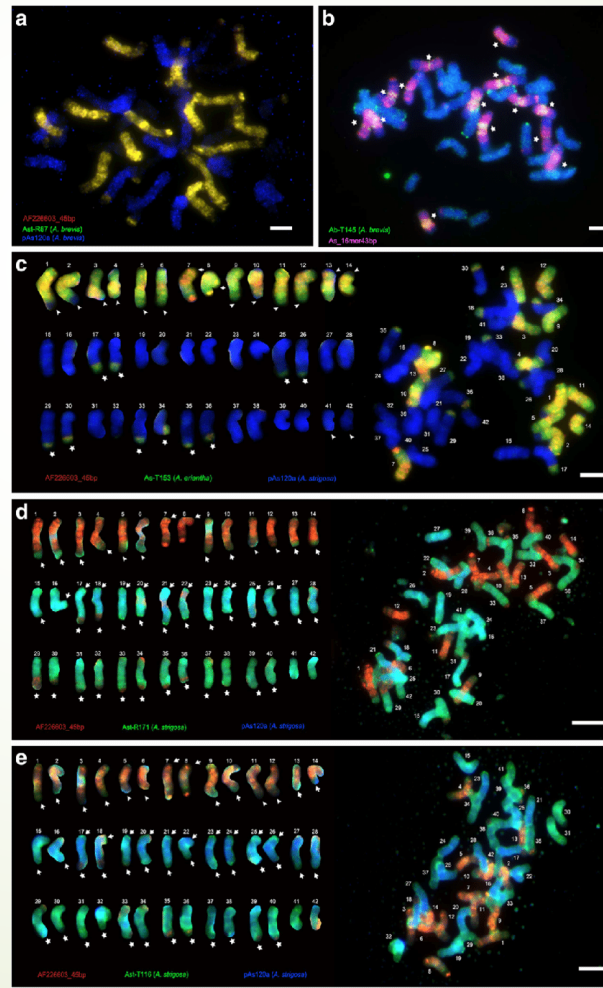
- centromery
- pericentromery

Velké genomy

- rovnoměrná distribuce

- mladé centromery nahé
- staré s akumulovanými repeticemi

Li et al., 2017
(*Asparagus officinalis*,
1300 MB)



Liu et al., 2019
(*Avena sativa*,
> 12 GB)

Velikost rostlinných genomů

PROČ?

Lepší otázka je JAK?

- expanze
- rekombinace
- inserce
- (delece)

- mobilní elementy
- specifické mobilní elementy (viz Alu u člověka)
- asexuální rozmnožování
- **polyploidizace**

Polyploidie

- častá u rostlin, vzácná u živočichů (žáby, salamandři, pijavice)
(savci – problém kompenzace genové dávky na X, jen polyploidní buňky ve vysoce specializovaných tkáních – játra, placenta, srdce)
- **paleopolyploidie** – u rostlin i u živočichů

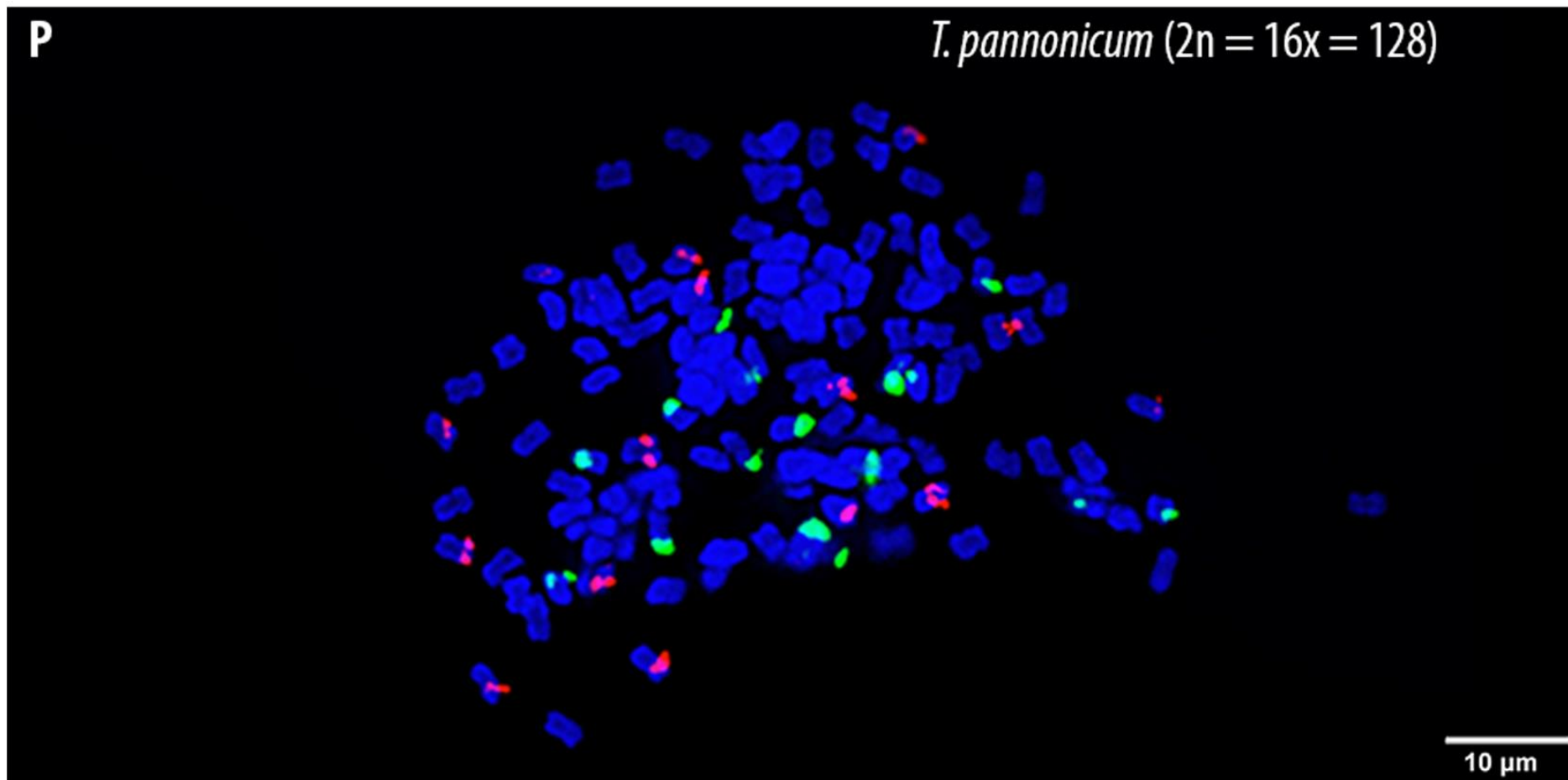
Polyploidizace → materiál k evoluci
→ zároveň **zátěž**

Návrat k diploidnímu stavu

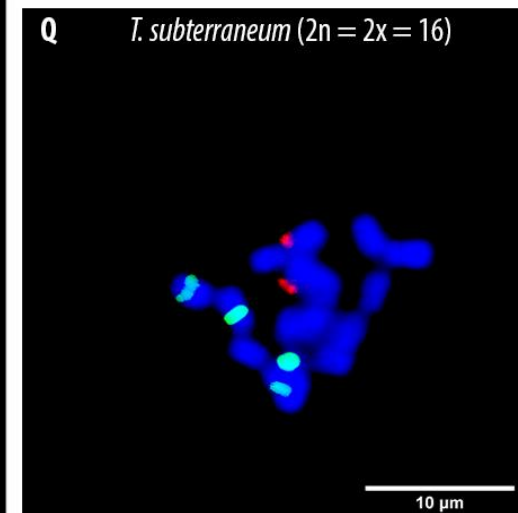
Polyploidie

- častá u rostlin, vzácná u živočichů (žáby, salamandři, pijavice)

(savci – problém kompenzace genové dávky na X ien – polyploidní buňky ve vřsoce)

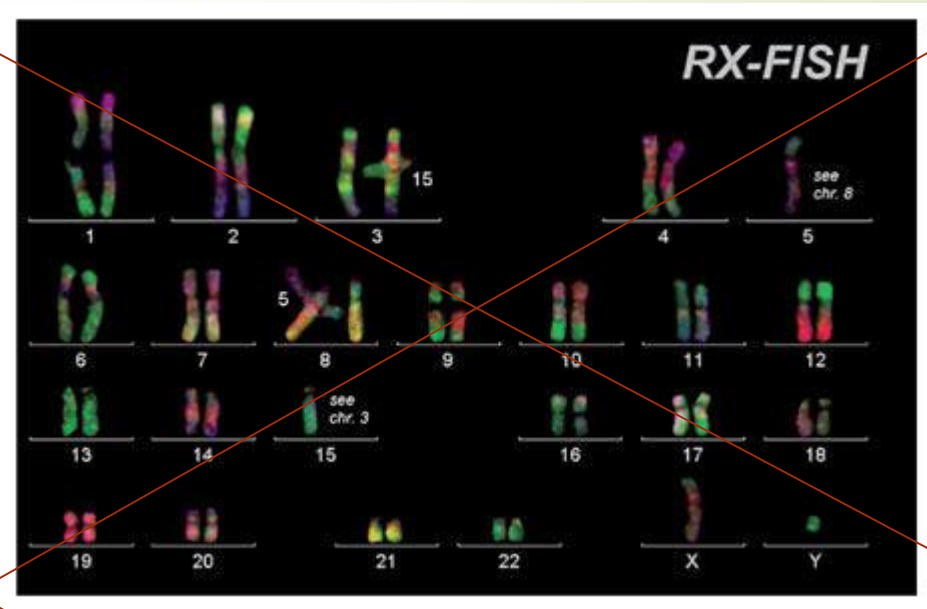
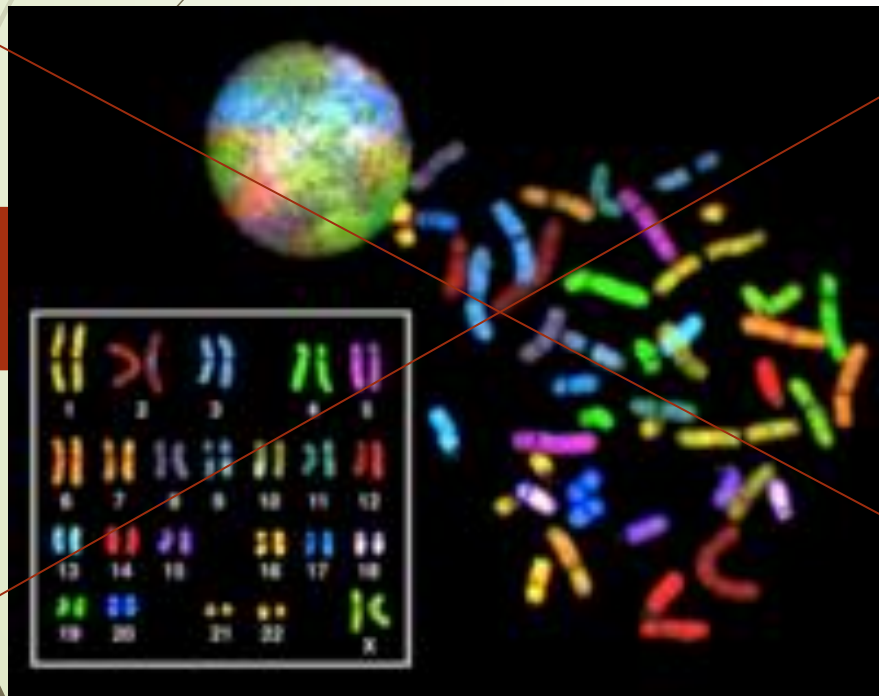


Vozárová et al.,
2021

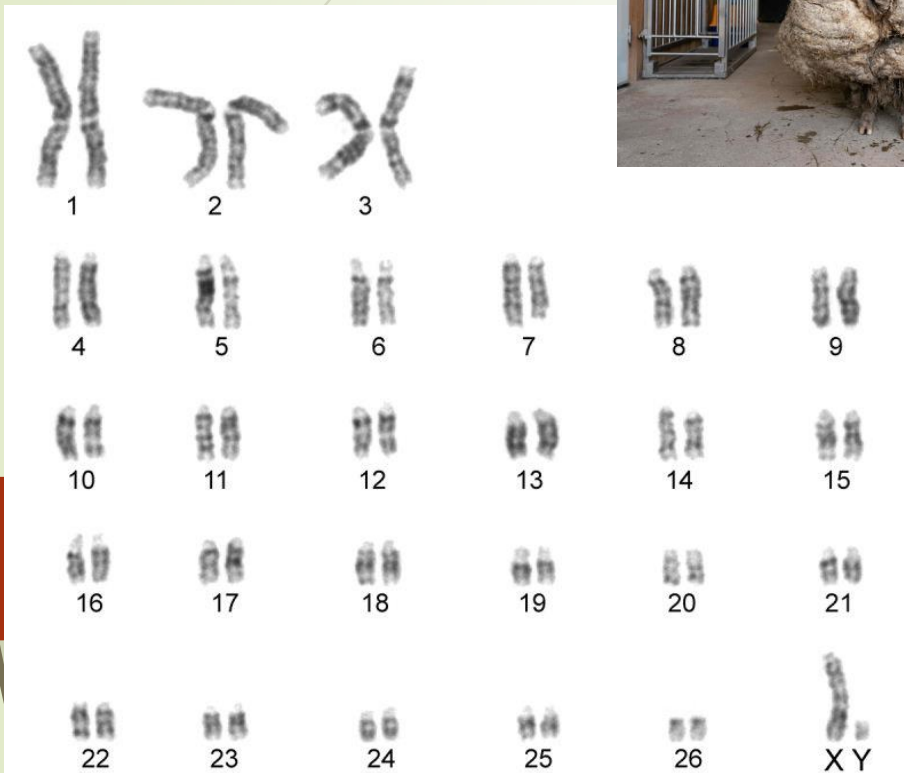
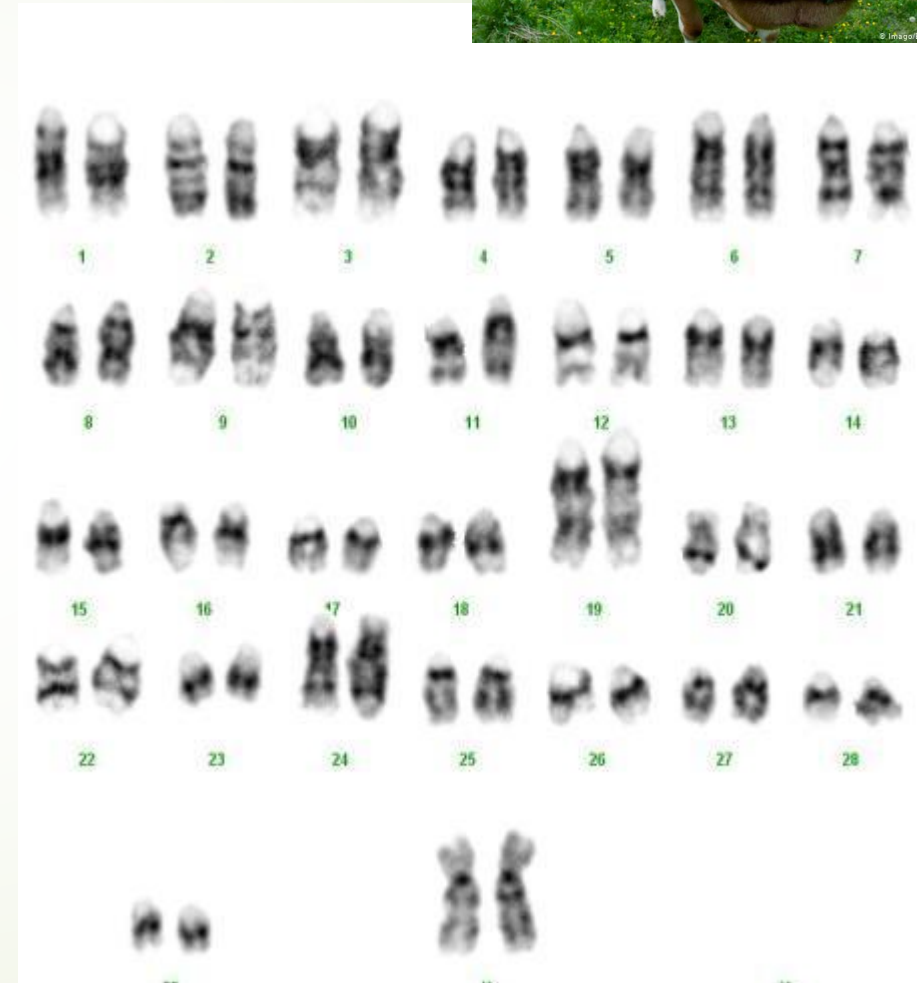


Polyploidie, peripetie

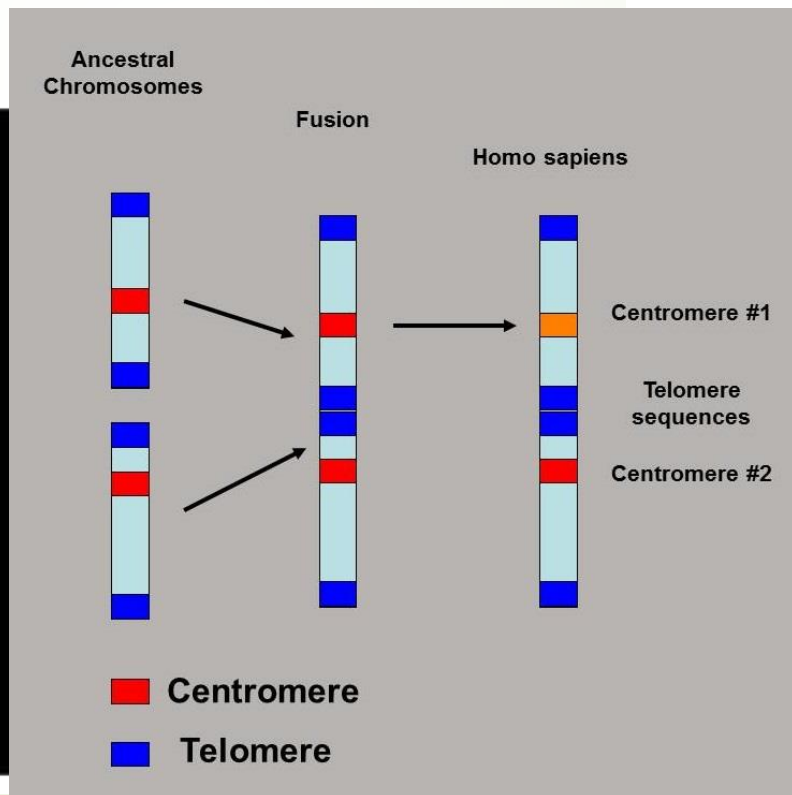
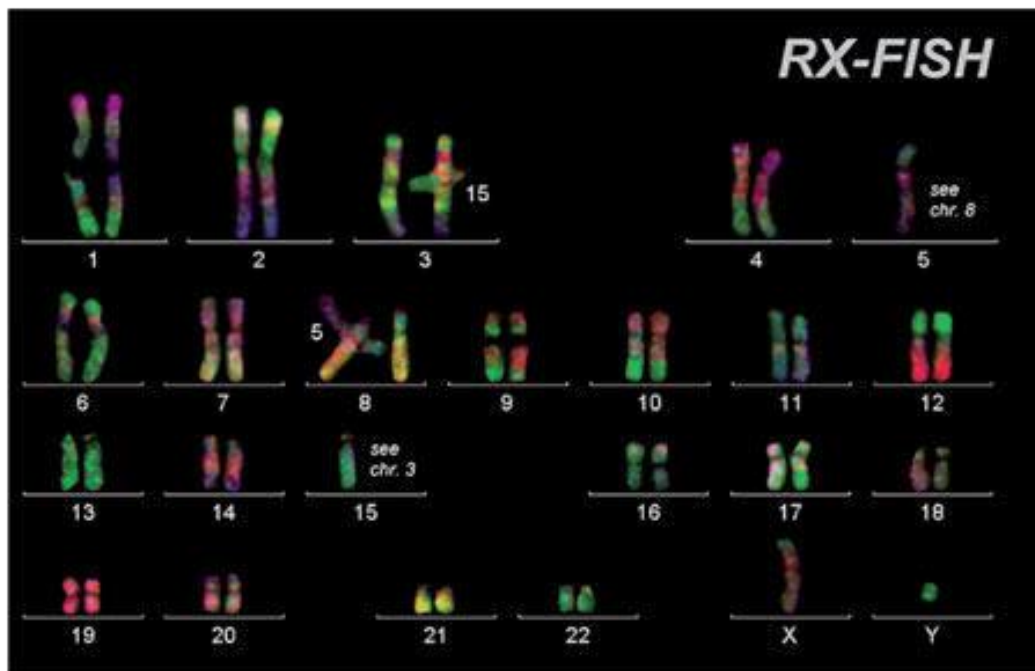
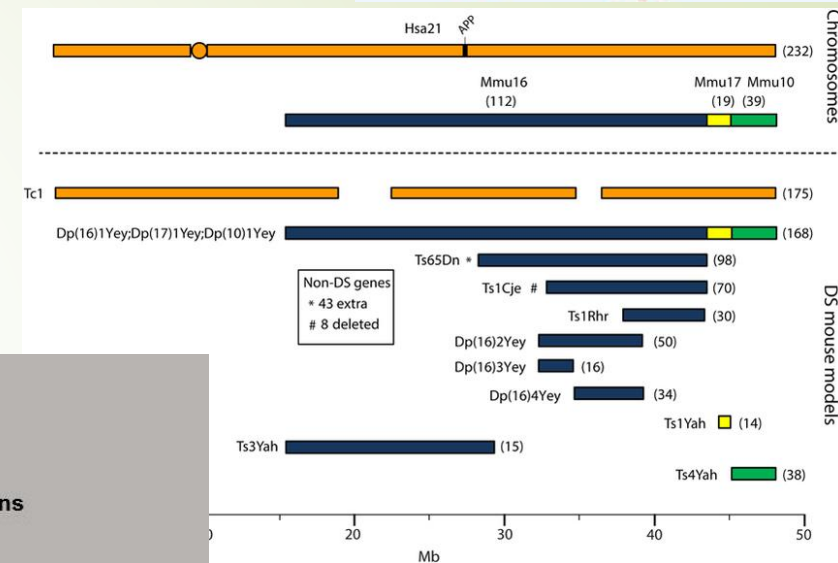
- Velikost rostlinných genomů a s tím spojené peripetie
 - sekvenování a assembly „skládání“
 - hybridizační metody – malování chromozomů



Úloha chromozomů v evoluci



Úloha chromozomů v evoluci



Úloha chromozomů v evoluci

- **Nadeau-Taylorova teorie**

- náhoda?

- místa s vyšší pravděpodobností zlomu

vs

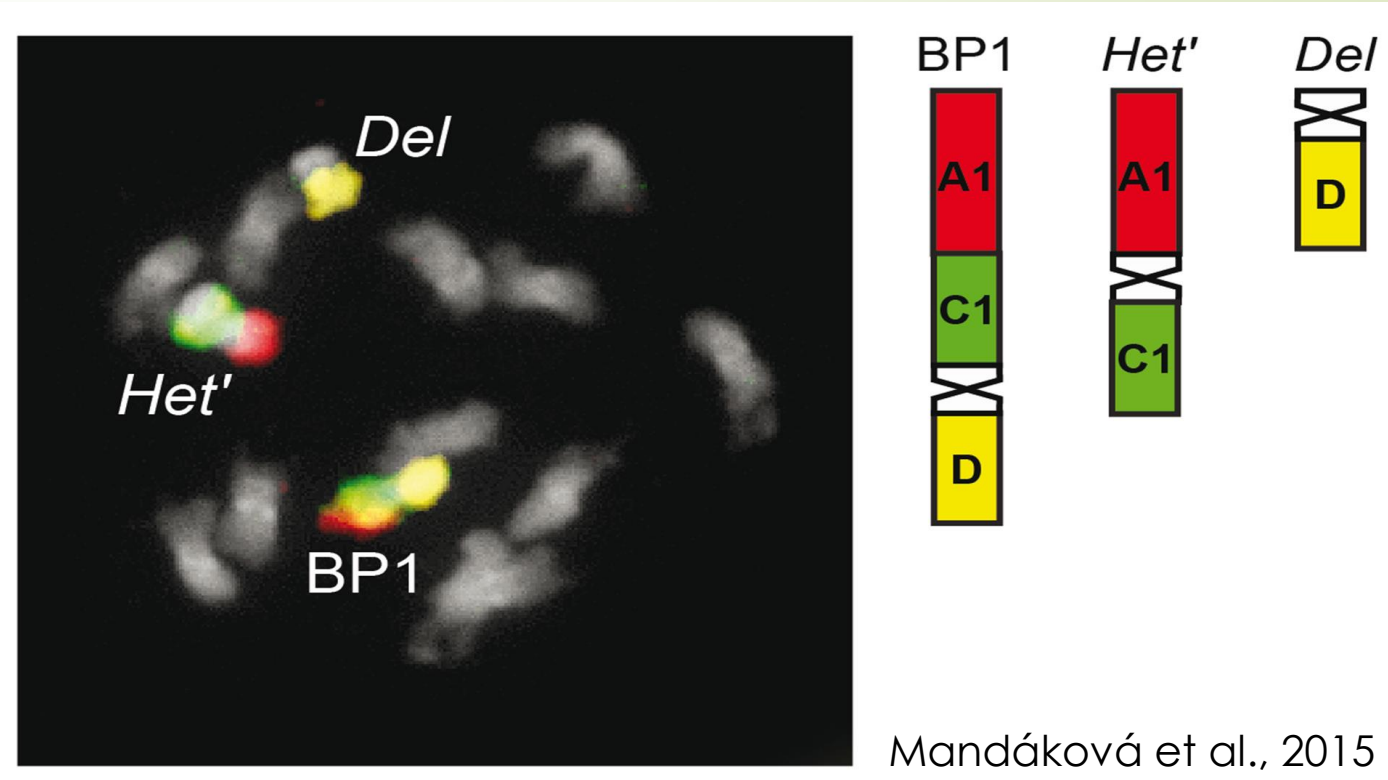
- místa s potlačeným lámáním, rekombinací

- **živočichové** – chromozomy často nevedou ke speciaci

- **rostliny** – velký význam

Výhled do budoucna?

- **Boecheera**



- rostliny rozmnožující se sexuálně a apomikticky