

Rostlinná virologie



VI. Jaxe viry vyvíjejí

Mgr. Ondřej Lenz, PhD.

(Biologické centrum AV ČR, Ústav molekulární biologie rostlin)

lenz@umbr.cas.cz

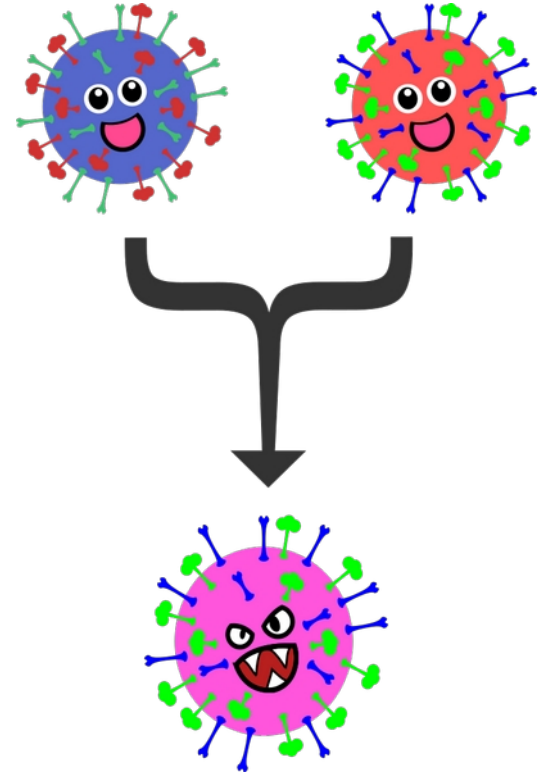
VI. Jaxe viry vyvíjejí

Evolve a původ (nejen) rostlinných virů (+ krátké srovnání s živočišnými viry)

- **Motory virové evoluce**
 - mutace, rekombinace, reassortment
- **Jak viry ovlivňují svět**
 - jak vznikají nové viry
 - zloději a pašeráci
 - endogenní viry
 - viry v lidském genomu



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)





Motory virové evoluce

PŘEHLED

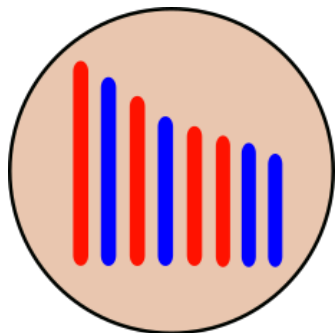
Hlavní příčiny změn virových genomů:

- Mutace
- Rekombinace
- Reassortment

Změny jednotlivých písmenek

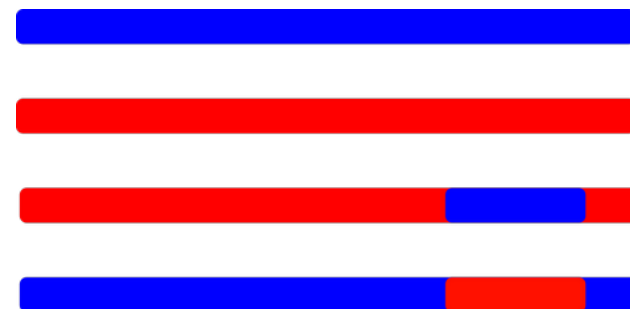


Výměny jednotlivých segmentů



U virů s genomem ve více segmentech (viz přednáška I.)

Výměny větších bloků

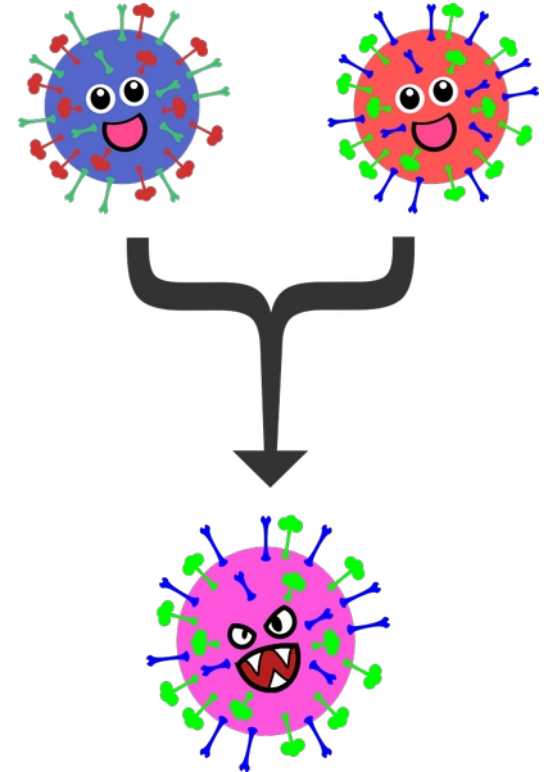


VI. Jaxe viry vyvíjejí

- Motory virové evoluce
 - mutace, rekombinace, reassortment
- **Jak viry ovlivňují svět**
 - jak vznikají pandemie
 - zloději a pašeráci
 - endogenní viry



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Motory virové evoluce

Mutace

- záměny (substituce)
- indel (inserce / delece)



vliv nejen v genech,
ale i v řídicích
oblastech!



záměna:

záměna:

delece:

ATGTTAGAAGTTACTACTGATTGT

ATGTTAGTAGTTACTACTGATTGT

ATGTTATAAGTTACTACTGATTGT

ATGTTGAAGTTACTACTGATTGT

- chybou polymerázy při kopírování genomu viru
- častější u RNA virů (virová RdRP: 10^{-4} mutací DdDP: 10^{-6} mutací) =>

a) **RNA-viry kratší genomy** než DNA viry

b) **RNA-viry více proměnlivé**

RNA viry se mění rychleji



Motory virové evoluce

Mutace a proteiny

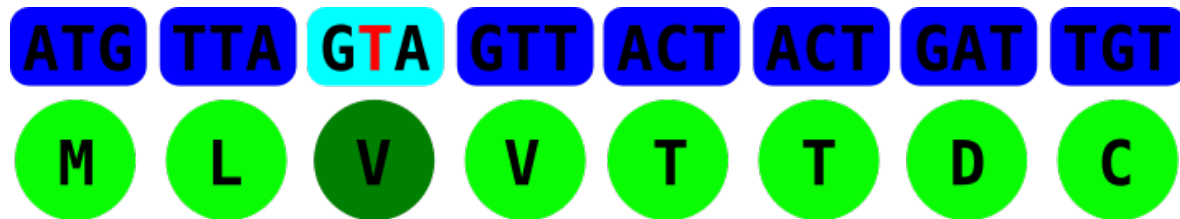
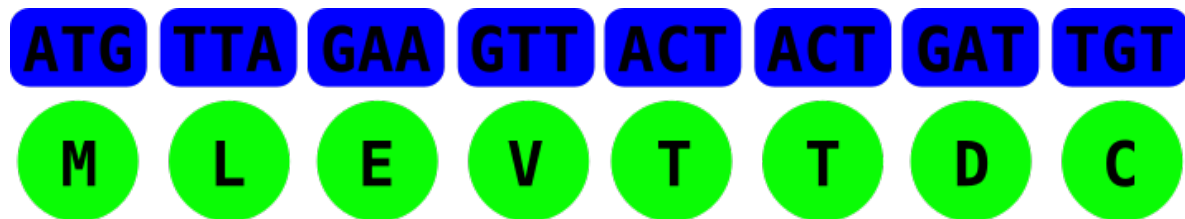
Mutace

ATGTTAGAAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTAGTAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTATAAGTTACTACTGATTGT

delece: ATGTTGAAGTTACTACTGATTGT



trochu jiná
konformace
proteinu!

Motory virové evoluce

Mutace a proteiny

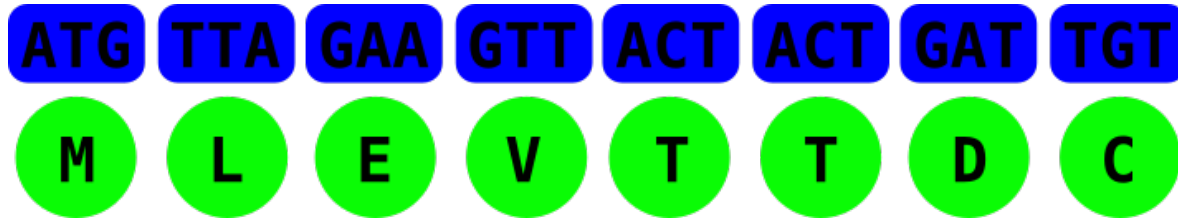
Mutace

ATGTTAGAAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTAGTAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTATAAGTTACTACTGATTGT

delece: ATGTTGAAGTTACTACTGATTGT



Motory virové evoluce

Mutace a proteiny

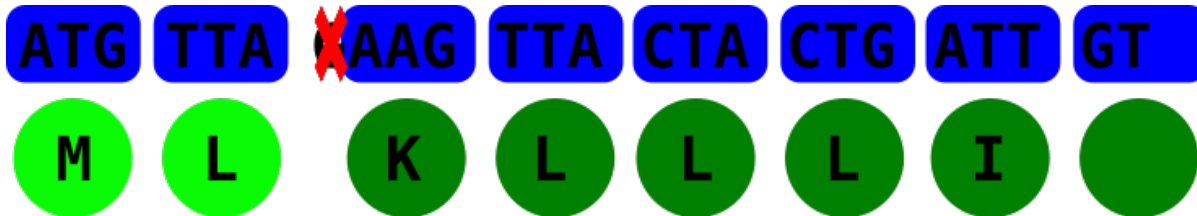
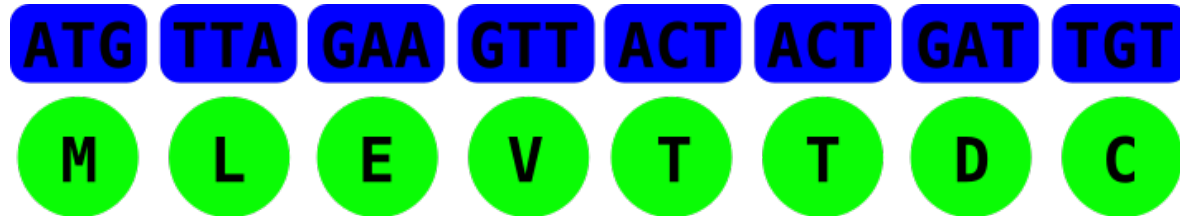
Mutace

ATGTTAGAAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTAGTAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTATAAGTTACTACTGATTGT

delece: ATGTTGAAGTTACTACTGATTGT



Motory virové evoluce

Mutace a proteiny

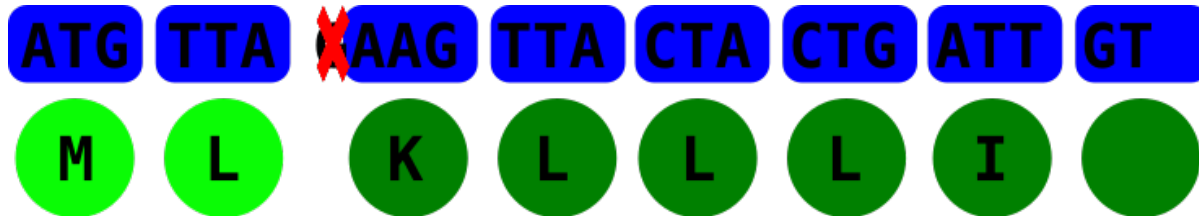
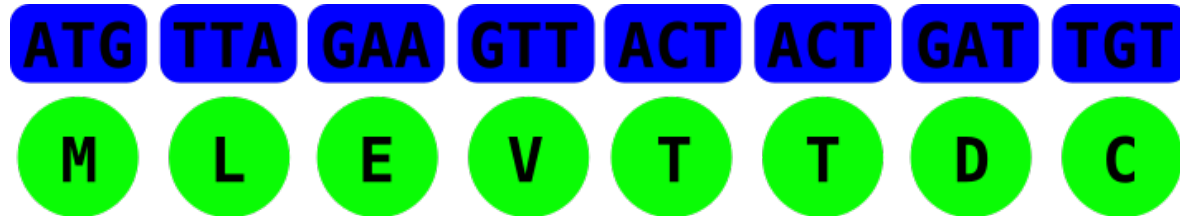
Mutace

ATGTTAGAAGTTACTACTGATTGT

záměna: ATGTTAGTAGTTACTACTGATTGT

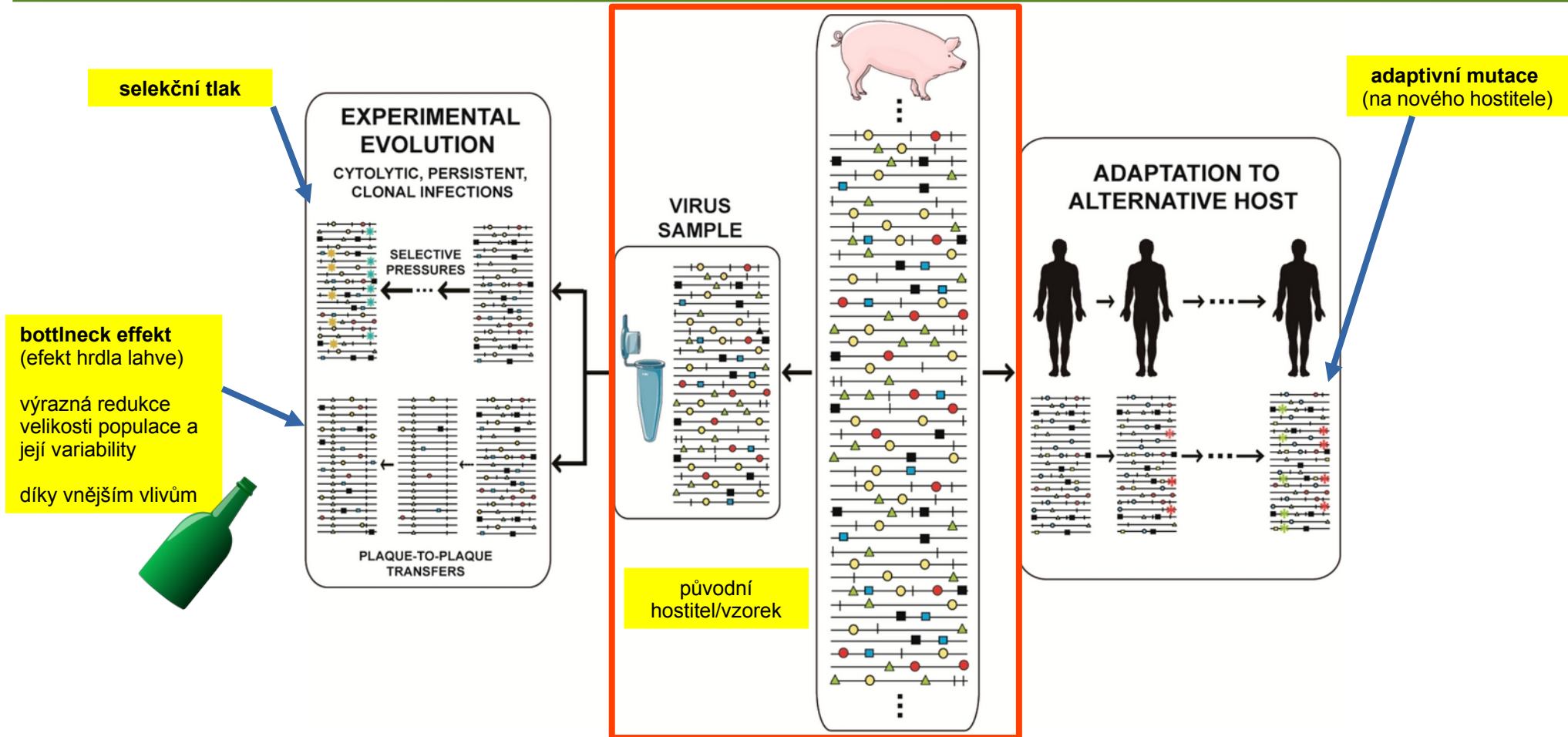
záměna: ATGTTATAAGTTACTACTGATTGT

delece: ATGTTGAAGTTACTACTGATTGT



Motory virové evoluce

Mutace obecně



VI. Jaxe viry vyvíjejí

- Motory virové evoluce

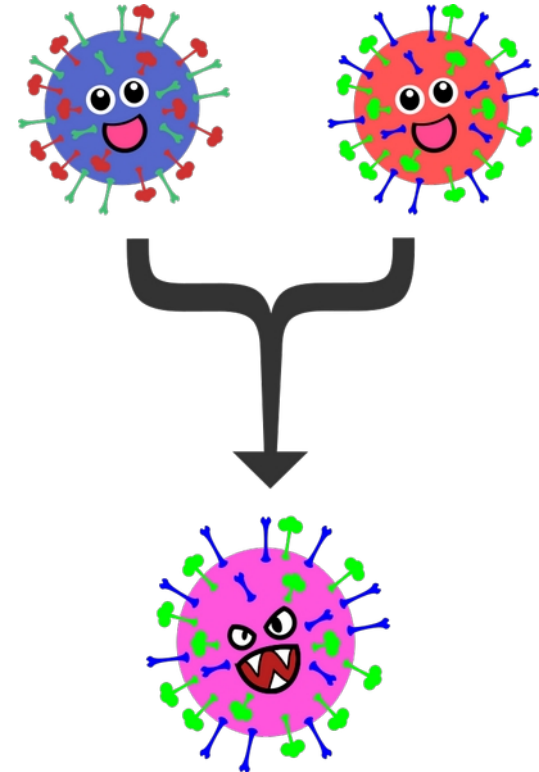
- mutace, **rekombinace**, reassortment

- **Jak viry ovlivňují svět**

- jak vznikají nové viry
- zloději a pašeráci
- endogenní viry
- viry v lidském genomu



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Motory virové evoluce

Rekombinace

Při současné infekci jedné buňky více viry

virus A



virus B



vzájemná rekombinace nebo
“template switching” (polymeráza)



rekomb. virus A



rekomb. virus B



Může vzniknout / zachovat se klidně i jen jeden rekombinant....

Motory virové evoluce

Rekombinace

Luteovirus



Enamovirus



Rekombinace

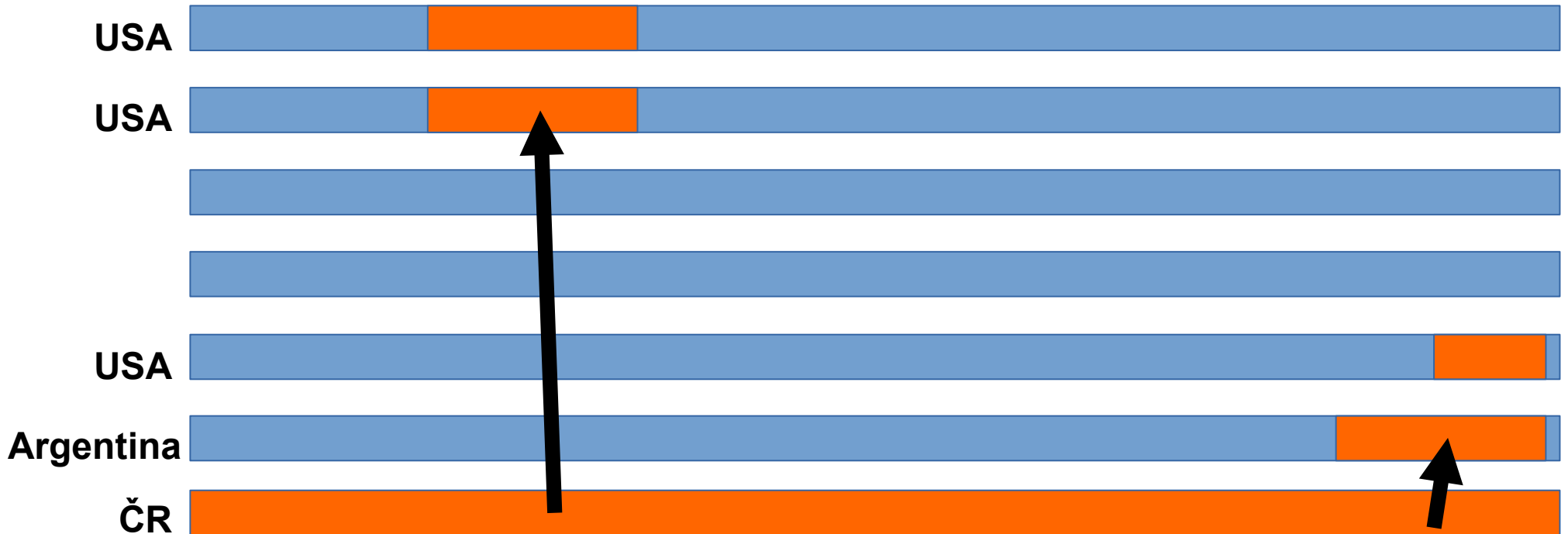


Luteovirus - RCaV



Motory virové evoluce

Rekombinace

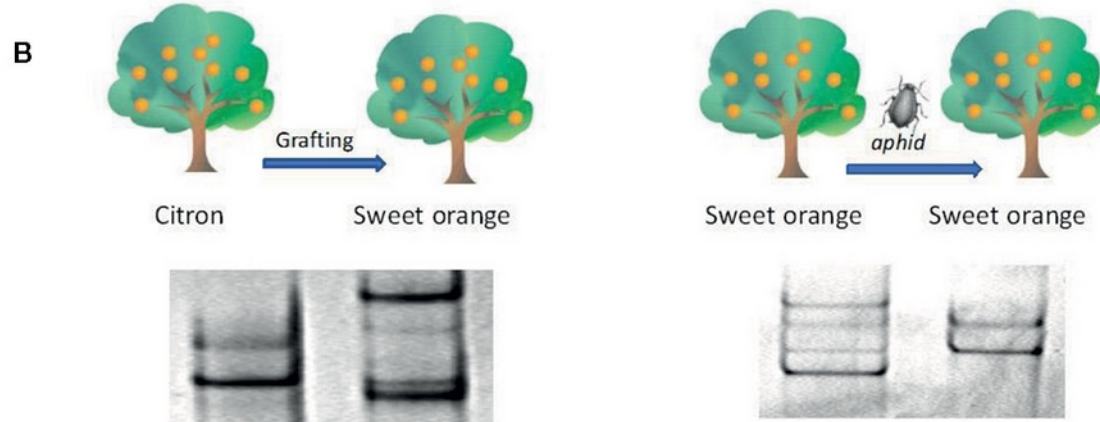
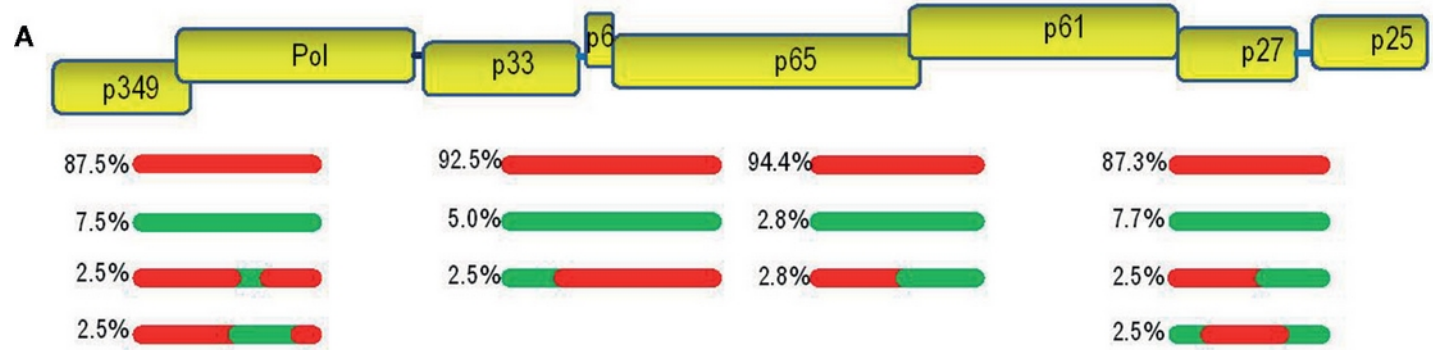


Motory virové evoluce

Rekombinace

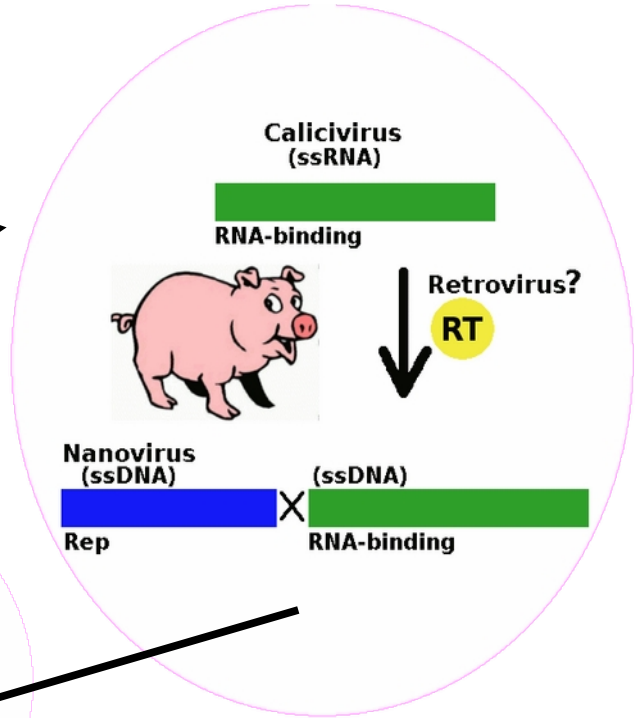
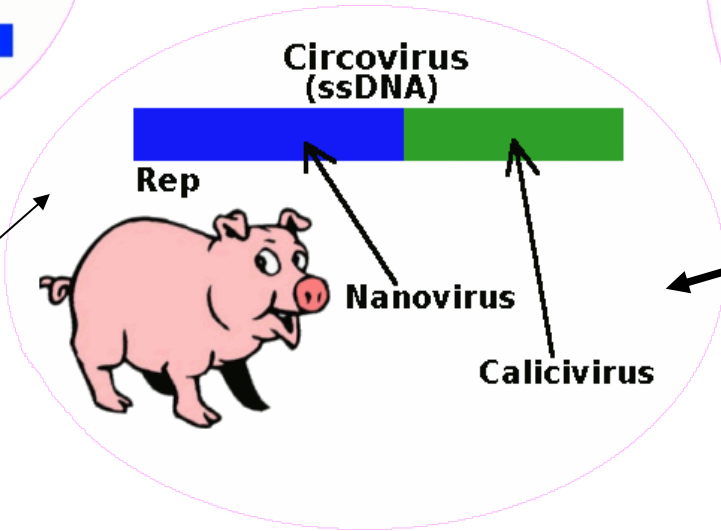
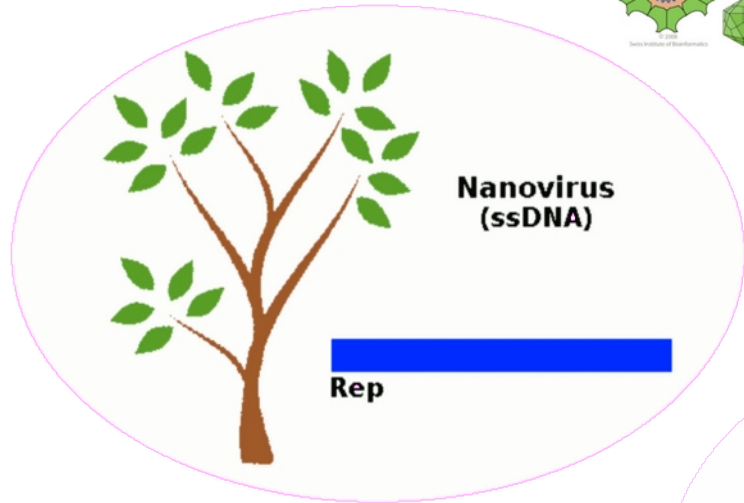
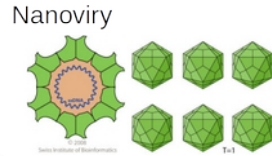
citrus tristeza virus
(+)ssRNA

- mapa rekombinací
- změna variability po změně hostitele (roubováním) a po přenosu mšic



Motory virové evoluce

Rekombinace



Circovirus – nový druh viru vzniklý rekombinací

VI. Jaxe viry vyvíjejí

- Motory virové evoluce

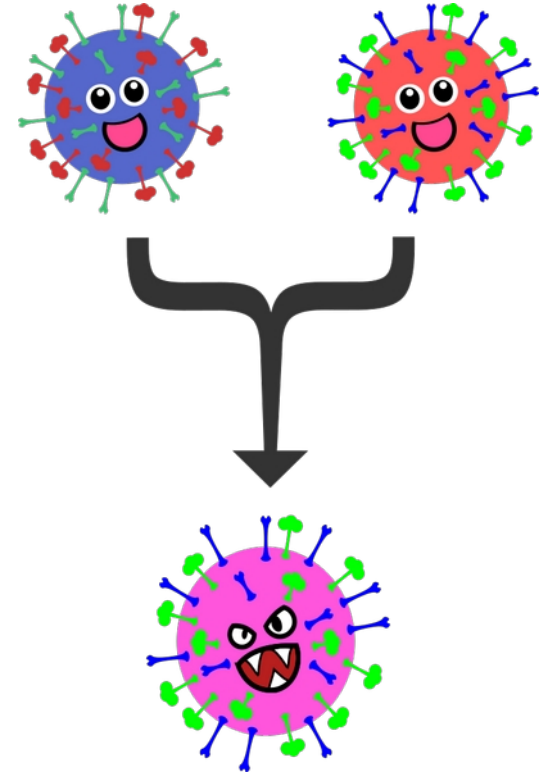
- mutace, rekombinace, reassortment

- **Jak viry ovlivňují svět**

- jak vznikají nové viry
- zloději a pašeráci
- endogenní viry
- viry v lidském genomu



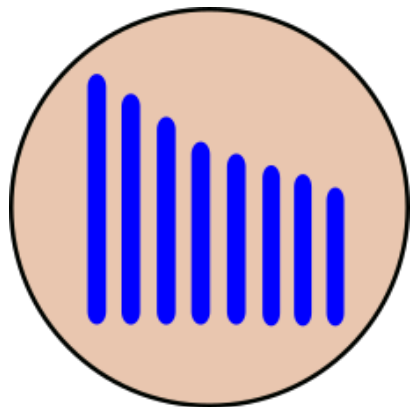
+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Motory virové evoluce

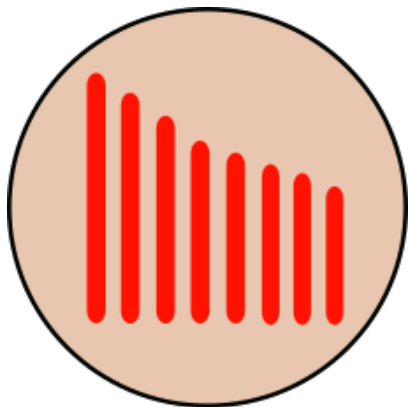
Reassortment (“přeuspořádání”)

při infekci jedné buňky dvěma různými viry

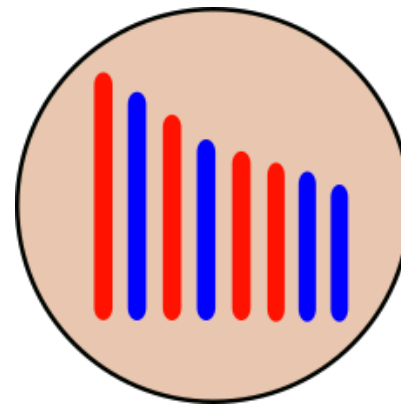


chřipka 1

+



chřipka 2



jedna z možných variant

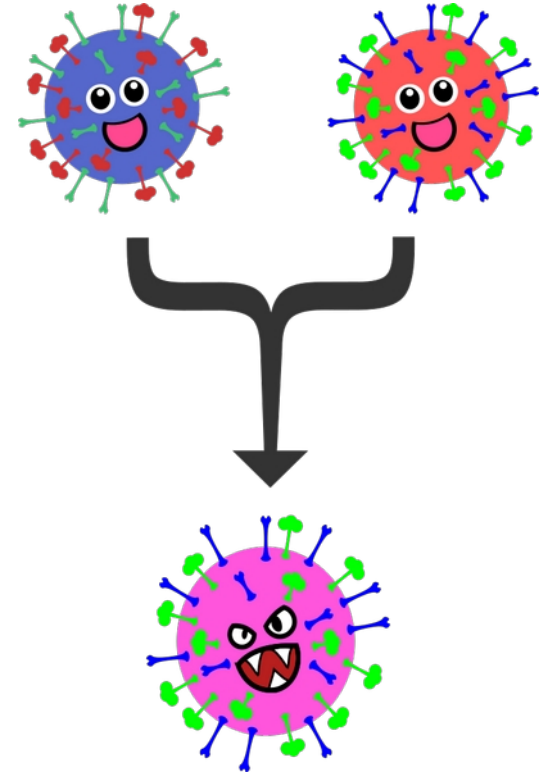
- viry s takto “nakombinovaným” genomem se většinou množí hůře než jejich “rodiče” (menší fitness)
- nejen chřipka, ale také další viry se segmentovaným genomem (např. Harviry, Nanoviry, Geminiviry, ... - viz přednášky I. a II.)

VI. Jaxe viry vyvíjejí

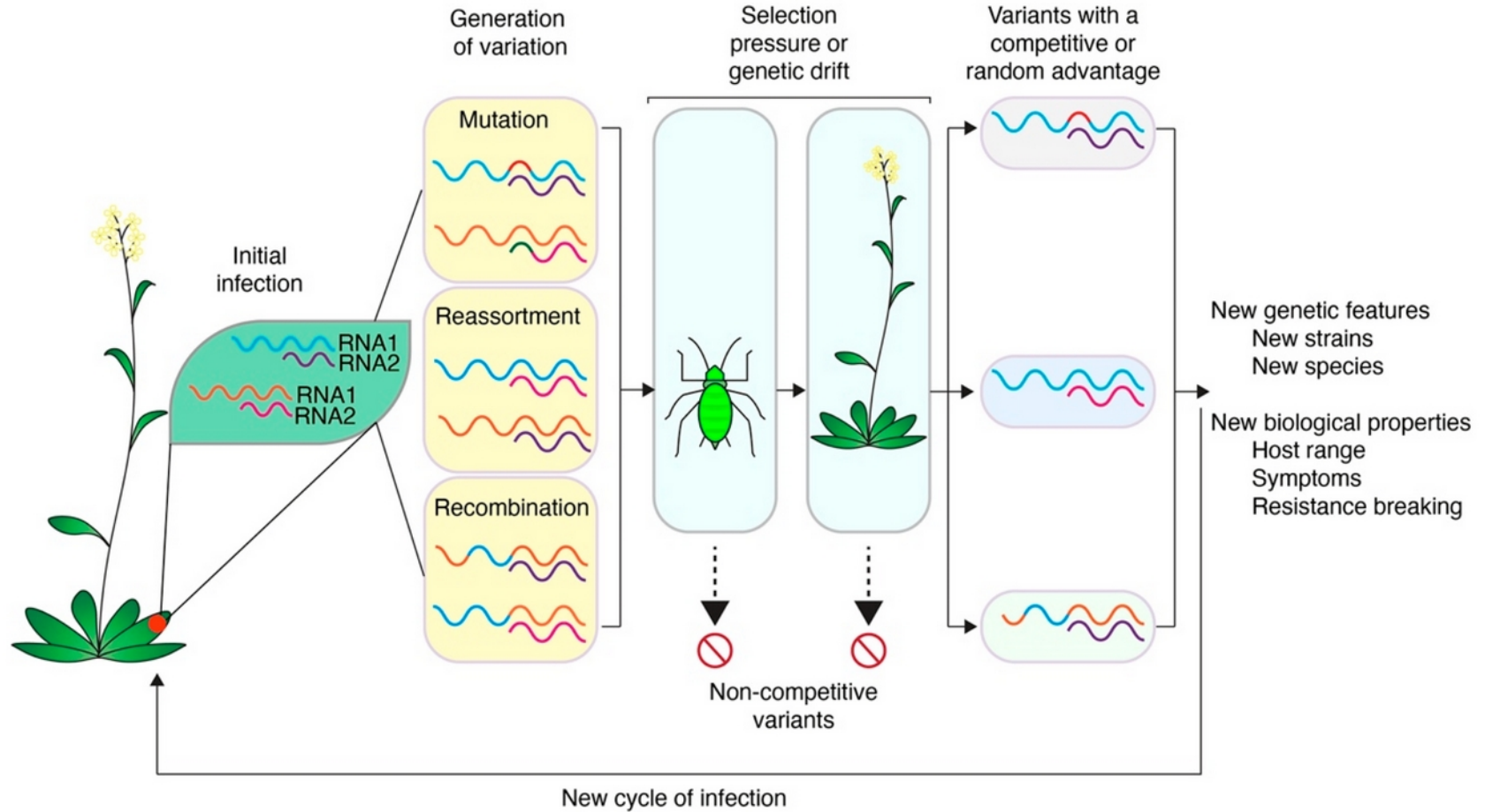
- **Motory virové evoluce**
 - mutace, rekombinace, reassortment
- **Jak viry ovlivňují svět**
 - jak vznikají nové viry
 - zloději a pašeráci
 - endogenní viry
 - viry v lidském genomu



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Jak vznikají nové viry



VI. Jaxe viry vyvíjejí

- **Motory virové evoluce**

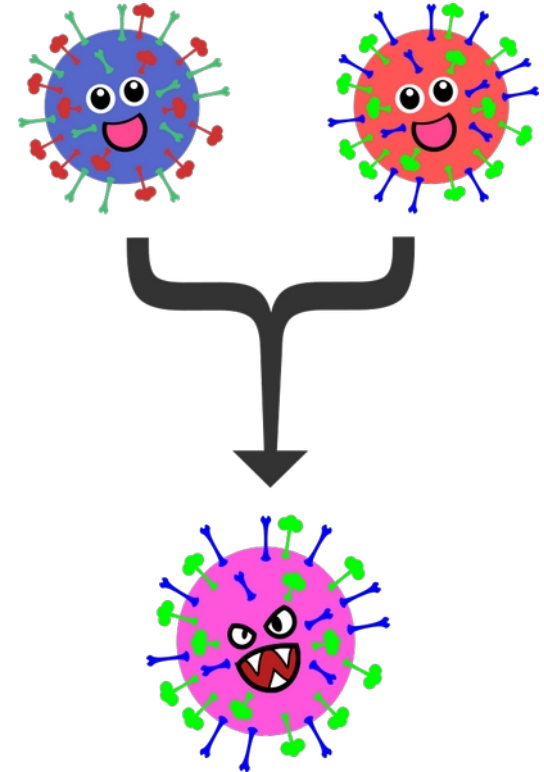
- mutace, rekombinace, reassortment

- **Jak viry ovlivňují svět**

- jak vznikají nové viry
- **zloději a pašeráci**
- endogenní viry
- jak vznikly viry



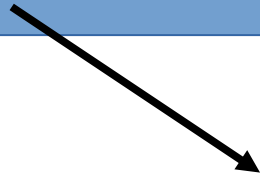
+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Viry - zloději a pašeráci



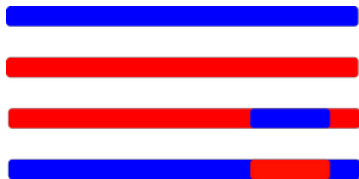
- “vyměňují” a kradou geny nejen mezi sebou (viz **rekombinace**, **reassortment**)
- kradou a pašují **také buněčné geny**
- pašují virové geny do buněk (viz **endogenní viry**)



- a) **rekombinace** s DNA hostitele
- b) **integrace** a nepřesné vyštěpení



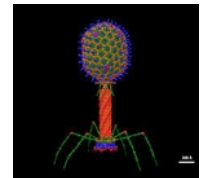
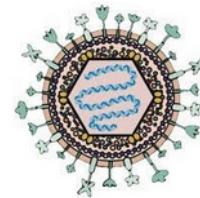
retroviry a řada dalších virů



k získání genu se
nemusí integrovat!

DNA i RNA

herpesviry, bakteriofágy



Viry - zloději a pašeráci

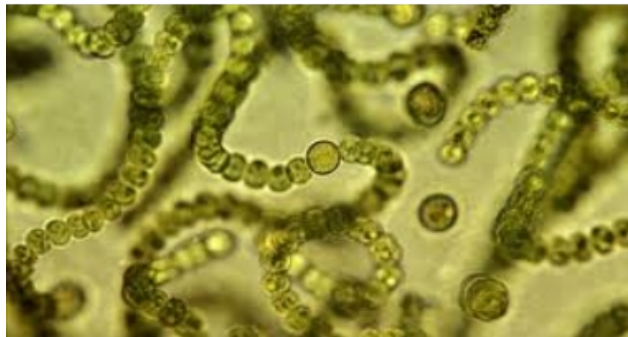


Bakterie: geny pro výrobu jedovatých látek.



shiga-toxiny *E.coli*
některé toxiny *Vibrio cholerae*
některé toxiny *Clostridium botulinum*

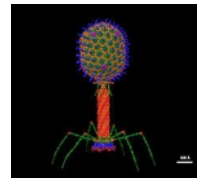
Dočasně – jen po dobu infekce!



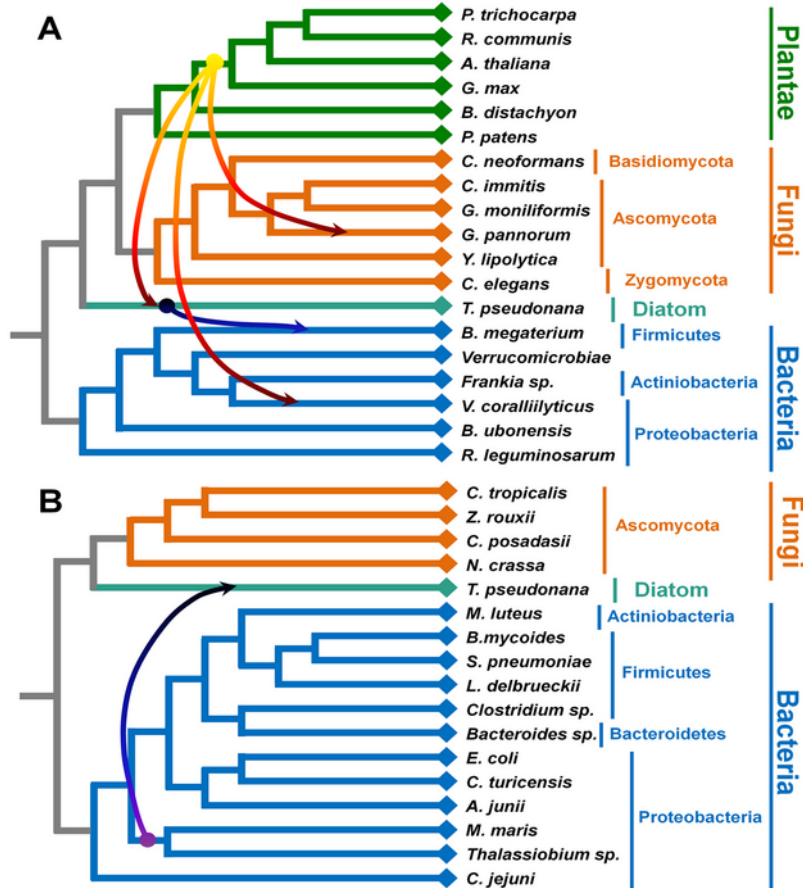
Sinice: geny fotosystému II



5% světové
produkce O₂



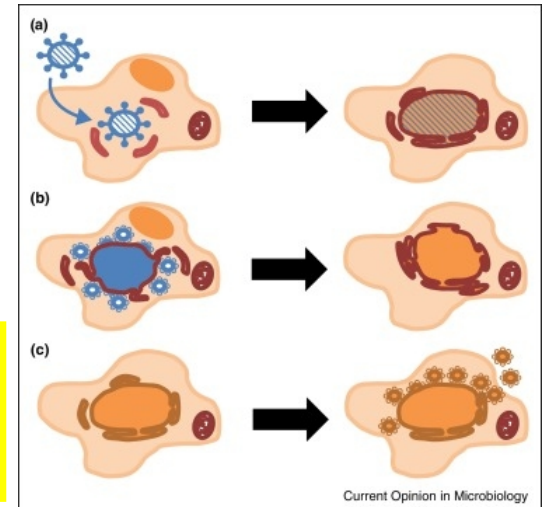
Viry - zloději a pašeráci



Řada virů pašuje geny i mezi jednotlivými hostiteli

- spolu s bakteriemi
- někdy částečně i samotní hostitelé (např. parazitické rostliny)
- viry => podíl na evoluci všeho živého

Podíl i na vzniku eukaryotického jádra..?!



Viry - zloději a pašeráci

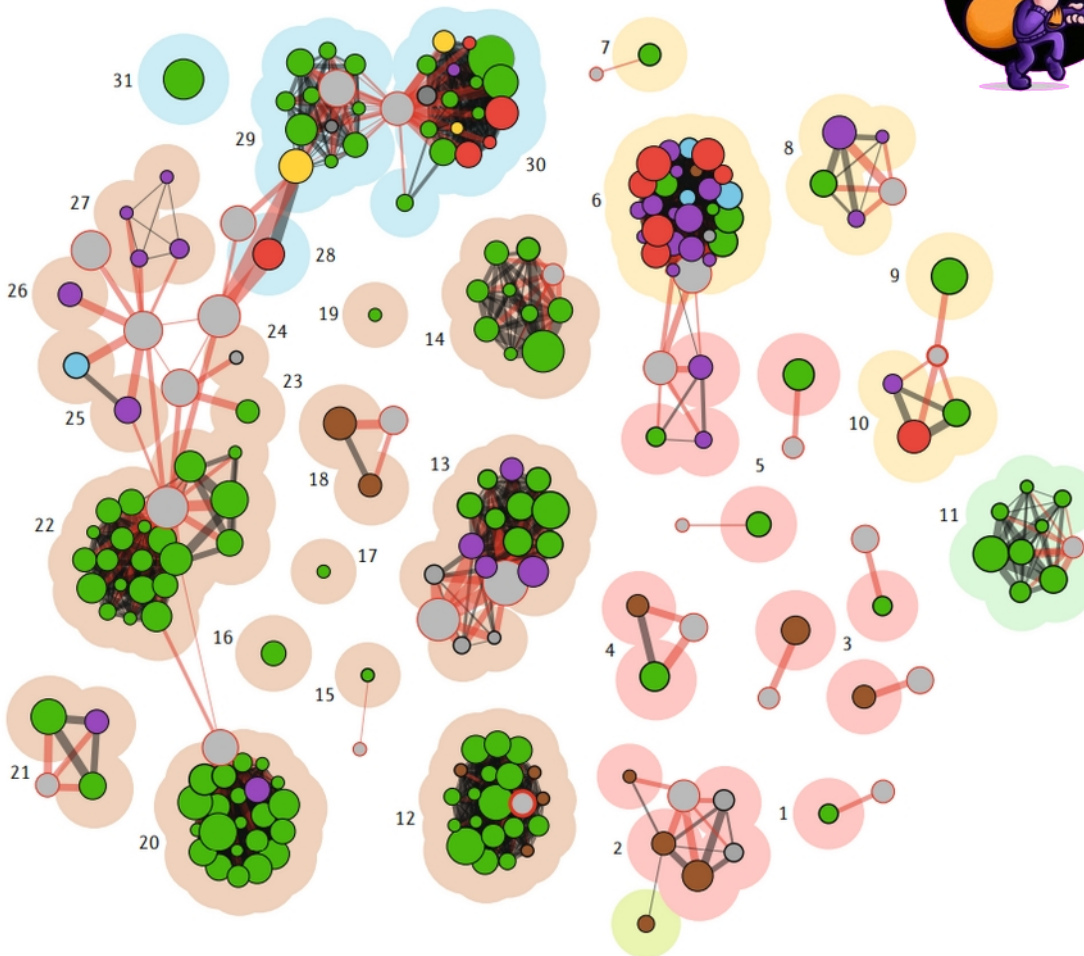
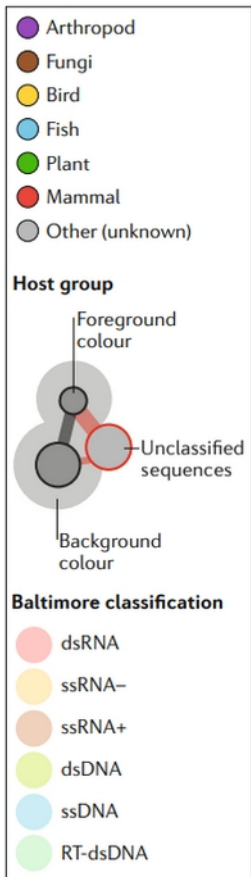


“Sdílené” geny mezi rostlinnými a dalšími viry

- často houbové, hmyzí
- také ostatní hostitelé!

Viral families and genera

- | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 Amalgaviridae | Crustavirus | 13 Dicistroviridae |
| 2 Quadriviridae | Wastrovirus | Iflaviridae |
| Botybirnavirus | 7 Aspiviridae | Marnaviridae |
| 3 Partitiviridae | 8 Phenuviridae | Secoviridae |
| 4 Endornaviridae | 9 Tospoviridae | Bacillarnavirus |
| 5 Reoviridae | 10 Fimoviridae | Labyrnavirus |
| 6 Bornaviridae | Peribunyaviridae | 14 Potyviridae |
| Mymonaviridae | 11 Caulimoviridae | 15 Papanivirus |
| Nyamiviridae | 12 Alphaflaviviridae | 16 Benyviridae |
| Rhabdoviridae | Betaflaviviridae | 17 Aumavirus |
| Anphevirus | Gammaflaviviridae | 18 Narnaviridae |
| Arlivirus | Deltaflaviviridae | 19 Virtovirus |
| Chengtivirus | | |
| 20 Bromoviridae | 25 Nodaviridae | |
| Closteroviridae | 26 Sinaivirus | |
| Virgaviridae | 27 Alphanodaviridae | |
| Blunervirus | Carmotetraviridae | |
| Cilevirus | Permutotetraviridae | |
| Higrevirus | 28 Cyclovirus | |
| Ilaeovirus | 29 Alphasatellitidae | |
| 21 Tymoviridae | Circovirus | |
| 22 Luteoviridae | Nanoviridae | |
| Solemoviridae | 30 Geminiviridae | |
| Tombusviridae | Genomoviridae | |
| 23 Ourmiavirus | 31 Tolecusatellitidae | |
| 24 Alvernaviridae | | |

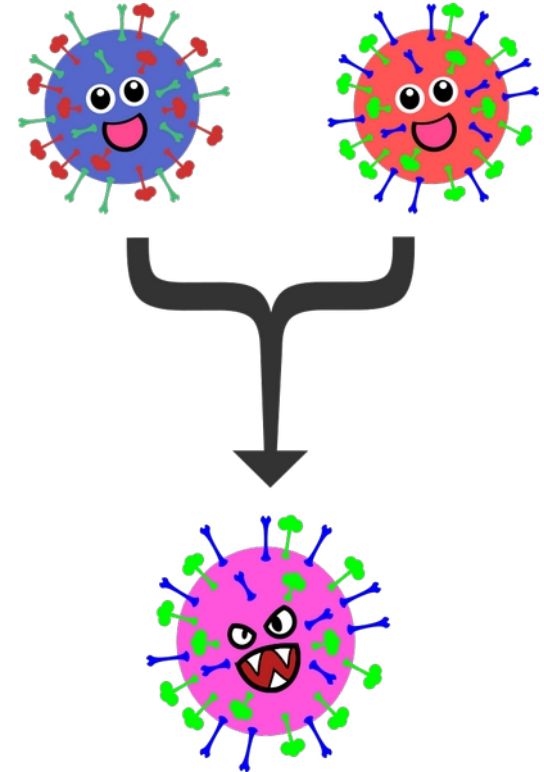


VI. Jaxe viry vyvíjejí

- **Motory virové evoluce**
 - mutace, rekombinace, reassortment
- **Jak viry ovlivňují svět**
 - jak vznikají nové viry
 - zloději a pašeráci
 - **endogenní viry**
 - jak vznikly viry



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)

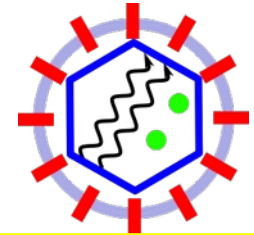


Endogenní viry

obecný
přehled

Endogenní viry:

- a) retroviry (RT + IN)
- b) pararetroviry (pouze RT)
- c) Herpesviry
- d) další viry



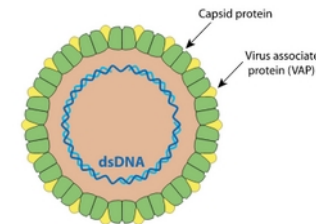
viry příbuzné HIV

další DNA i
RNA viry

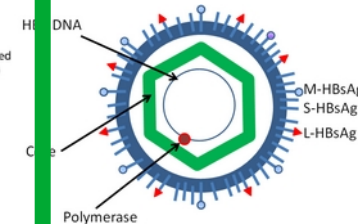
- rostlinné
- živočišné

viry příbuzné
virům oparu

caulimoviry

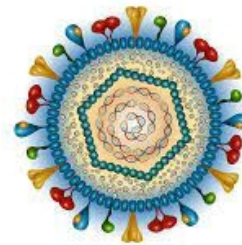


HBV



- rostlinné caulimoviry
- živočišné viry příbuzné HBV

- retroviry = potřebují integraci
- ostatní = nepotřebují, integrace příležitostná

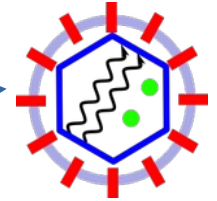


Herpes Simplex Virus

Endogenní viry

Retroviry

- integrace HIV ale většinou v imunitních buňkách
=> **nepřenáší se do další generace**

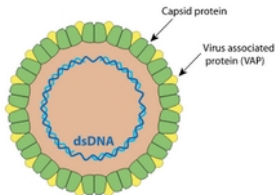


HIV a spol.

Pararetroviry

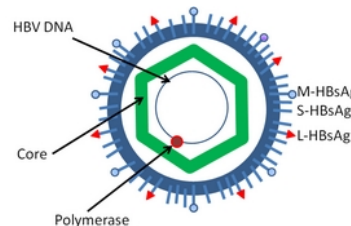
nemají integrázu, integrace patrně mechanizmy rekombinace a buněčné DNA-reparace

Caulimoviry



- rostlinné viry
- neintegrováné = mini-chromozómy v jádře (s histony)
- 35S promotor **CaMV**
Cauliflower mosaic virus

Hepadnaviry



- integrace **HBV** většinou v jaterních buňkách => **nepřenáší se na další generace.**

Ptačí “HBV” a hadí “HBV” ale ano!

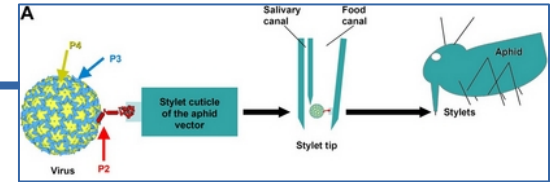
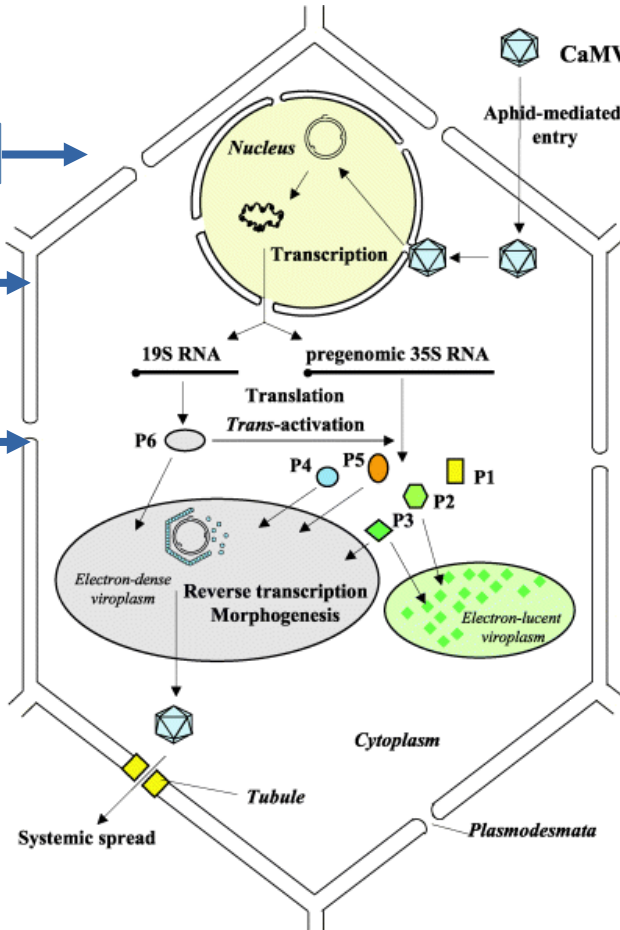
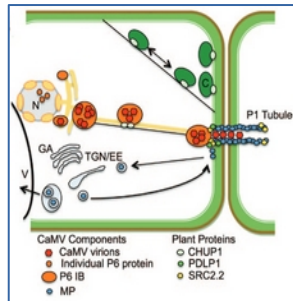
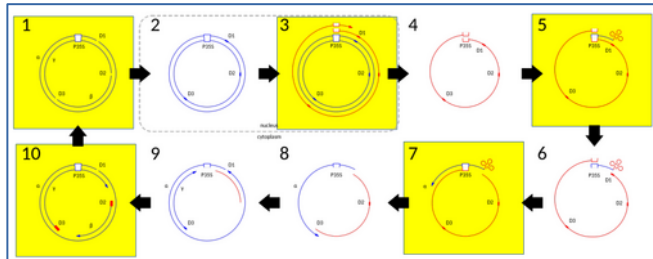
- neintegrováný **HBV** = perzistentní chronická infekce
- integrováný **HBV** = transformující infekce

Endogenní viry - CaMV

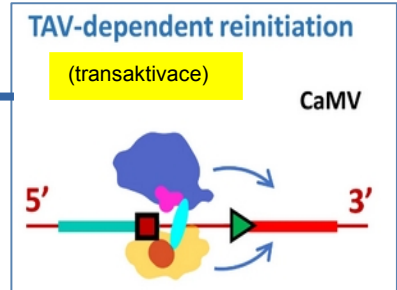
shrnutí

Životní cyklus (přehled)

minichromozómy v jádře



nukleární lokalizační signál CP



Genom CaMV se replikuje v jádře



Další endogenní viry

příklady



CP vyráběn



gen pro kapsidový protein (CP) viru PVY v genomech vinné révy a tabáku



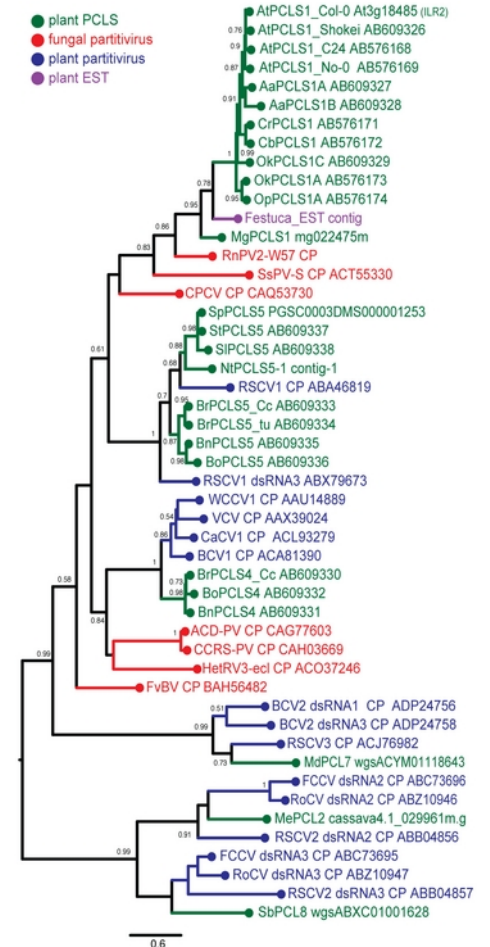
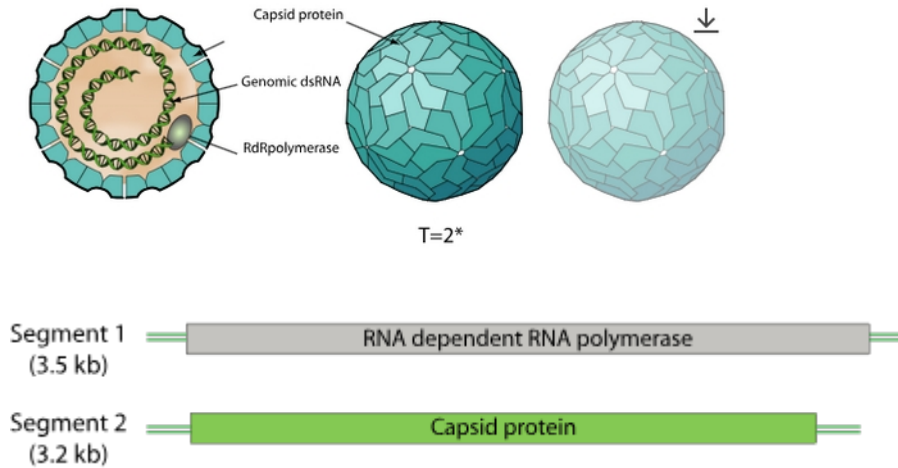
Potato virus Y (PVY)

Další endogenní viry

příklady

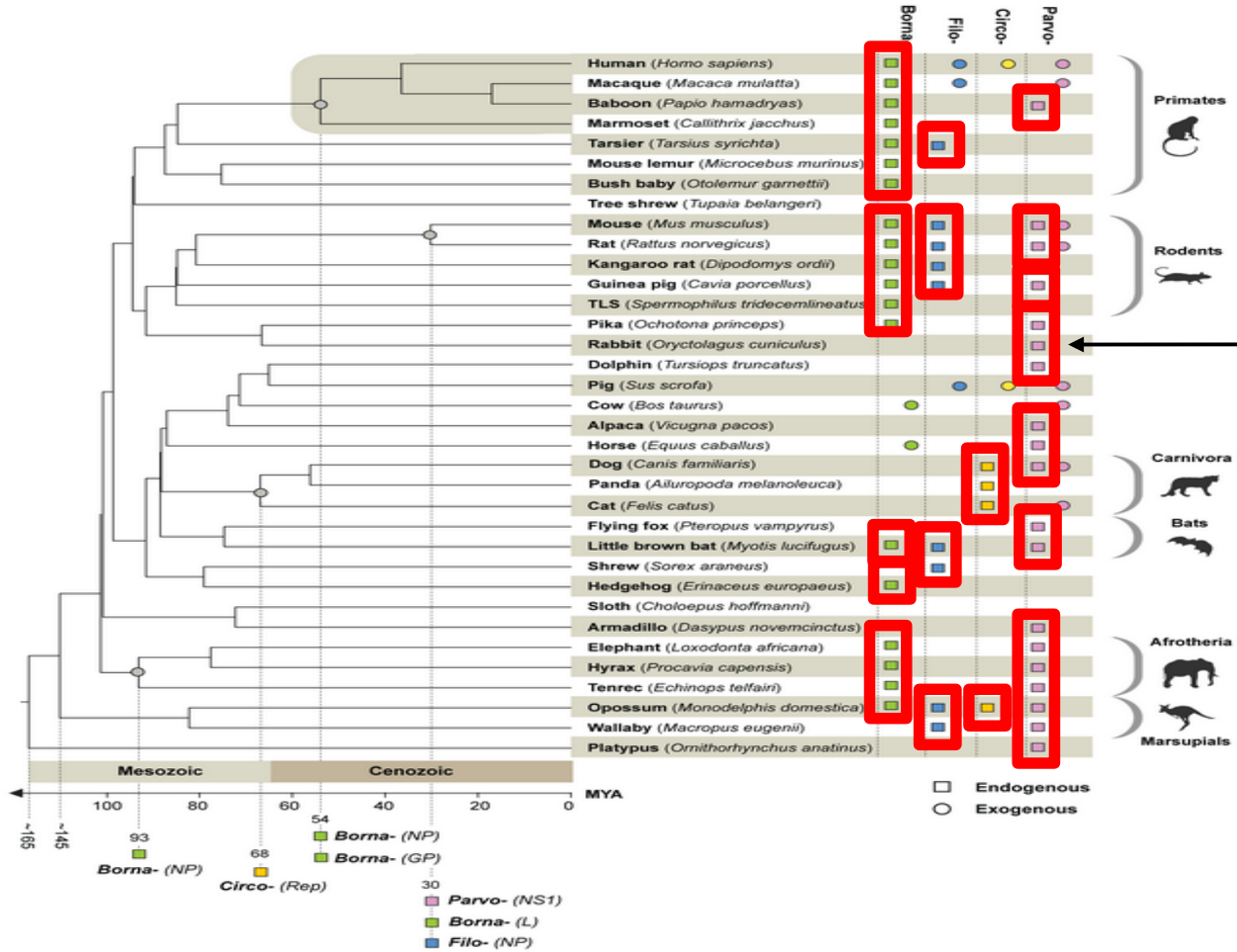
Partitivirus-like sekvence:

- rostlinné partitiviry
- houbové partitiviry
- rostlinné genomy



Endogenní viry

ODBOČKA č. 1



Endogenní viry najdeme u všech organizmů..!

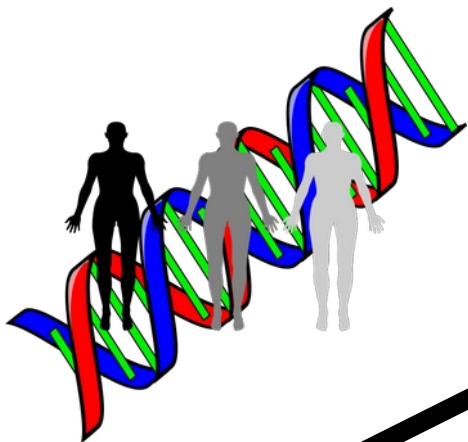
Endogenní viry (non-retro!)

DNA i RNA viry

Endogenní viry

ODBOČKA č. 2

Viry v lidském genomu



2 metry DNA v lidské buňce
(1 m od každého rodiče)

skákající sobecké kousky DNA (transpozony, retrotranspozony) ~ 42%

(retro)viry ~ 8%



kódující kousky genů 1.5 %

genový "odpad" 26-27 %
(introny)

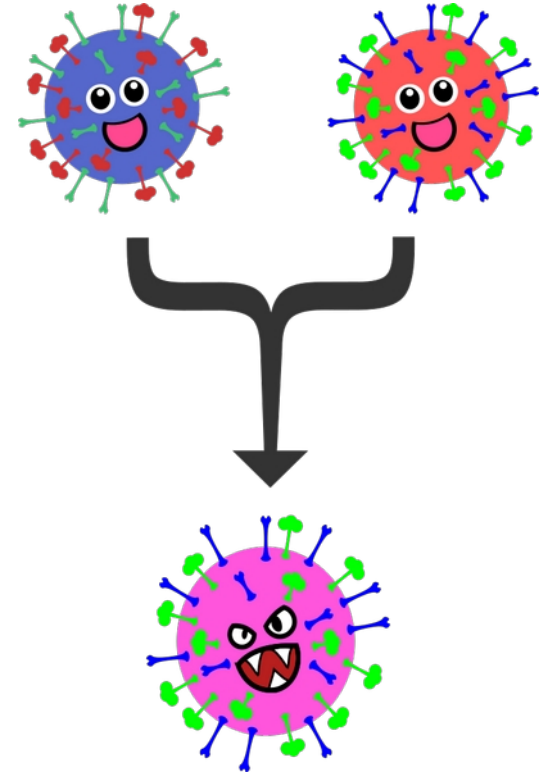
V lidském těle je asi 3 bilióny buněk s jádrem (a DNA), dalších cca 27 miliónů tvoří bezjaderné buňky (červené krvinky, krevní destičky, ...) - DNA z 1 člověka by sahala od Slunce až za Pluto.

VI. Jaxe viry vyvíjejí

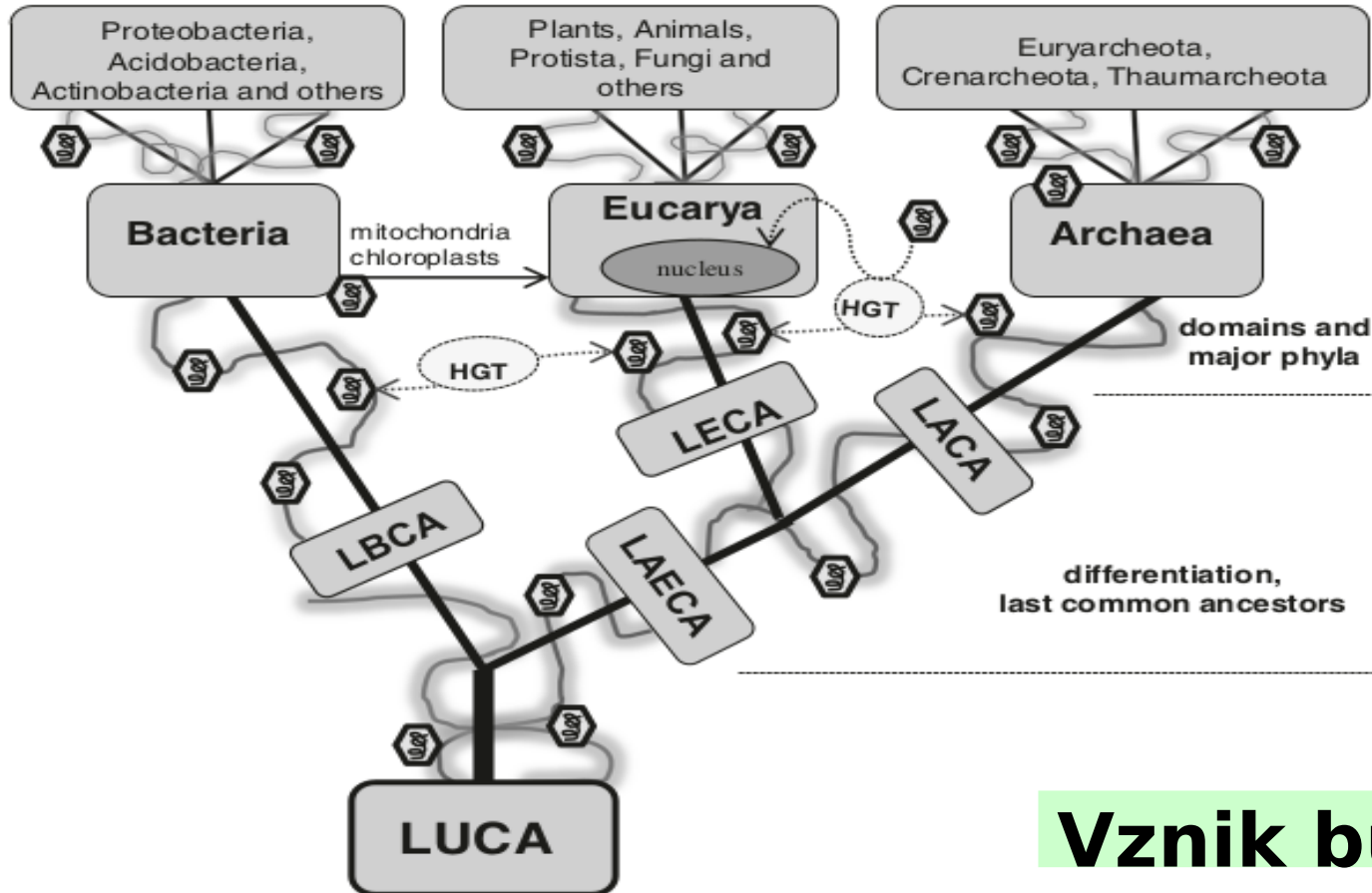
- **Motory virové evoluce**
 - mutace, rekombinace, reassortment
- **Jak viry ovlivňují svět**
 - jak vznikají nové viry
 - zloději a pašeráci
 - endogenní viry
 - **jak vznikly viry**



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)



Jak viry vznikly?

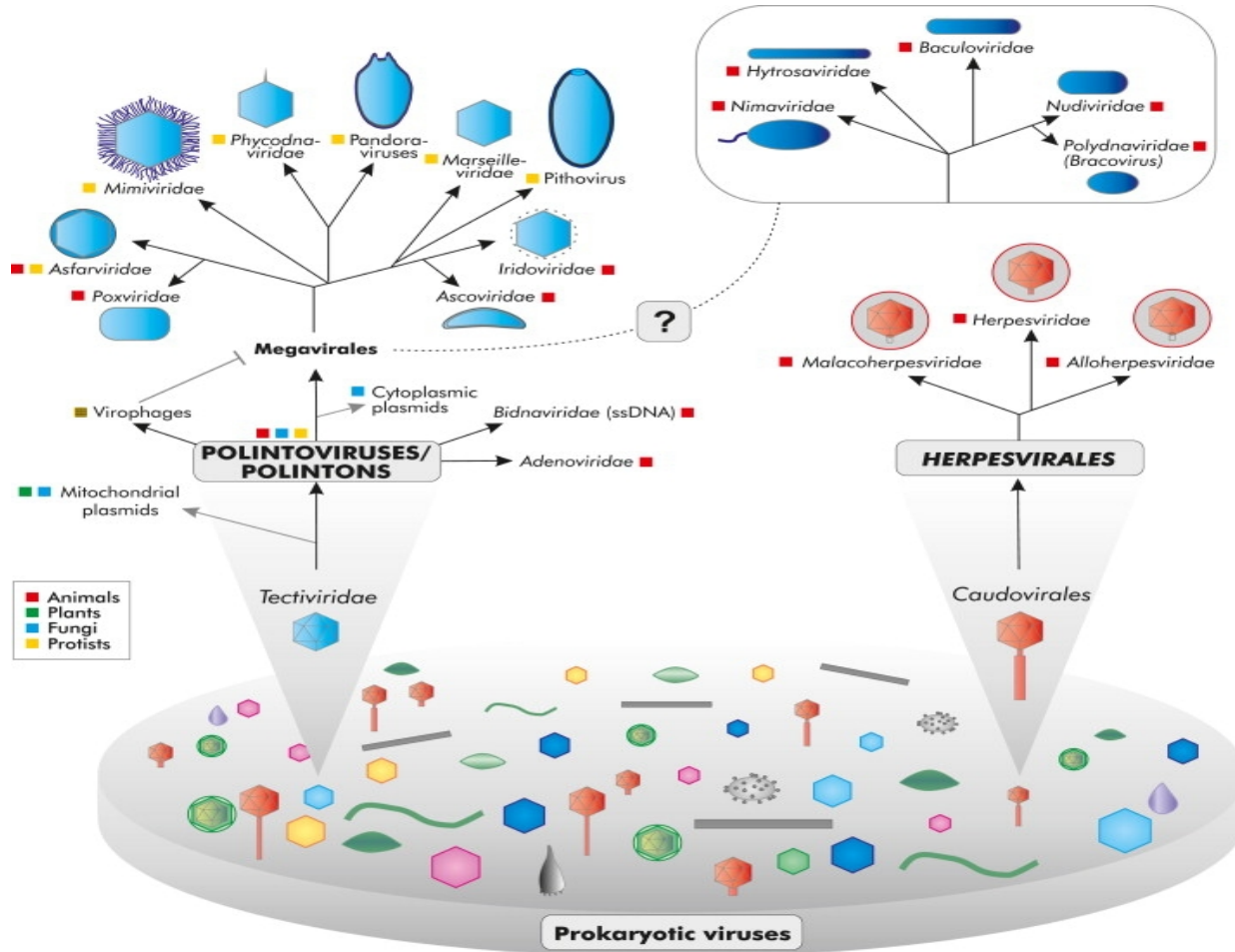


3 teorie vzniku virů:

- redukované buňky
- předchůdci buněk
- kousky genomu, které se osamostatnily

Vznik buněk

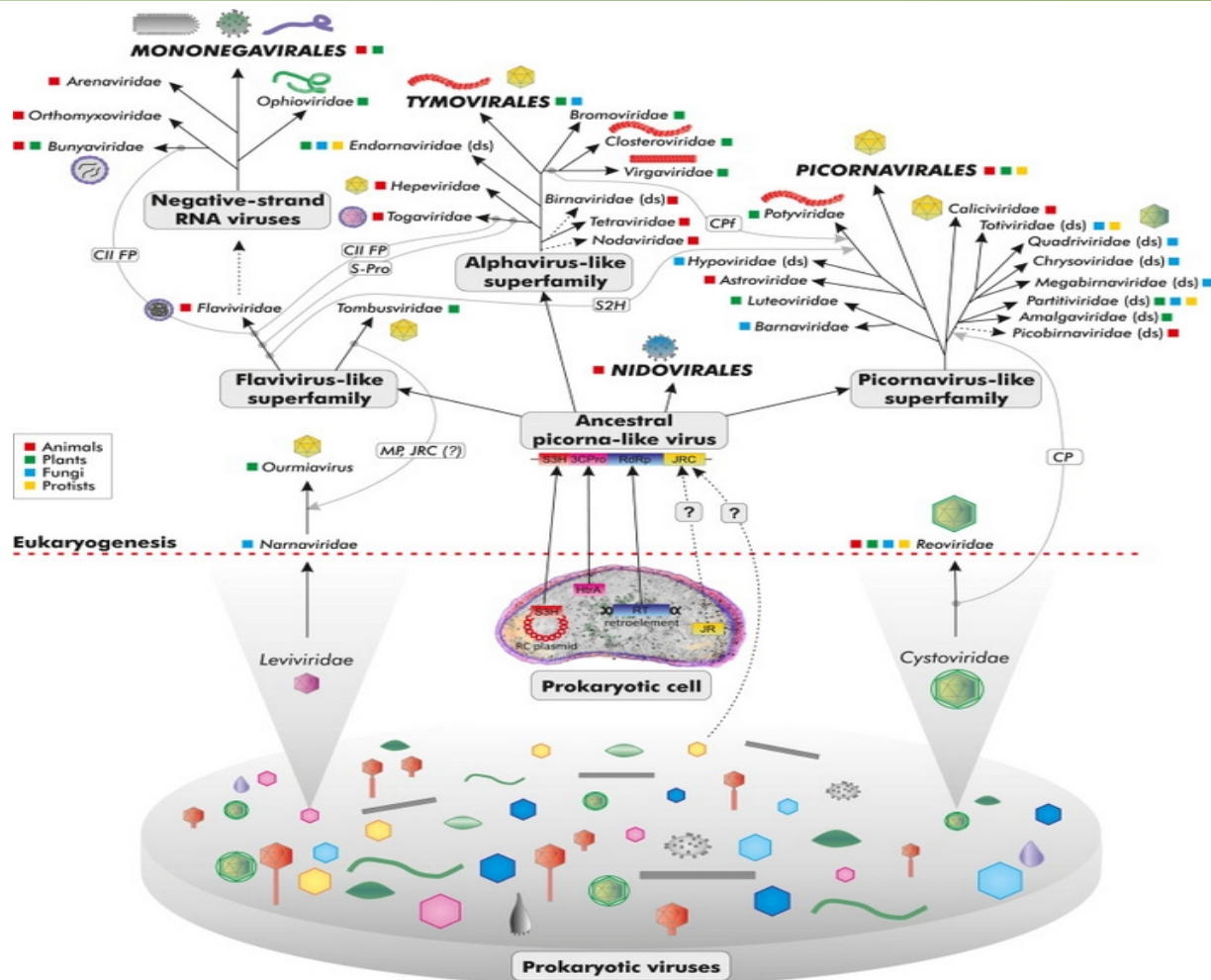
Jak viry vznikly?



Současné představy
o "evolučního stromu"
virů

Evoluce virů – dsDNA virů

Jak viry vznikly?



Současné představy o "evolučnímu stromu" virů

Evoluce virů – ssRNA virů

VI. Jaxe viry vyvíjejí

- **Motory virové evoluce**

- mutace, rekombinace, reassortment

- **Jak viry ovlivňují svět**

- jak vznikají nové viry
- zloději a pašeráci
- endogenní viry
- jak vznikly viry



+ trocha příkladů
(od všeho trochu)

