

# VIRY

## Co je to virus

Virus je drobná částice tvořená pouze bílkovinným pouzdem, uvnitř kterého se skrývá dědičná informace ve formě DNA nebo RNA. Viry jsou mnohem menší než bakterie. To znamená, že nejsou vidět v běžném světelném mikroskopu, pouze v mikroskopu elektronovém. To komplikuje diagnostiku virových onemocnění. Ta se provádí většinou nepřímo, na základě příznaků nemoci, případně průkazem protilátek. Zvýšená hladina protilátek v organismu je důkazem, že se tělo s virovou infekcí setkalo a začalo si proti ní vytvářet protilátky.

# Základní charakteristika virů

- Viry jsou nebuněčné částice se schopností reprodukce v závislosti na hostitelské buňce
  - VIRION – jednotlivá částice viru schopná infikovat hostitelskou buňku a množit se v ní
  - Virion obsahuje většinou jednu molekulu nukleové kyseliny uloženou v kapsidu (bílkovinný obal)
- 

# DNA-viry x RNA-viry

- Nukleová kyselina tvoří genom viru, nese veškeré geny viru a zajišťuje tak jeho reprodukci a genetickou kontinuitu
- DNA většiny virů je
  - dvouřetězcová (dvouvláknová)
  - jednořetězcová (jednovláknová)
- Může mít tvar
  - lineární
  - kruhový



single-stranded RNA



single-stranded DNA



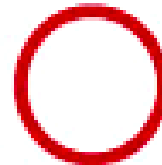
double-stranded circular DNA



double-stranded RNA



single-stranded circular DNA



double-stranded DNA



double-stranded DNA with each end covalently sealed

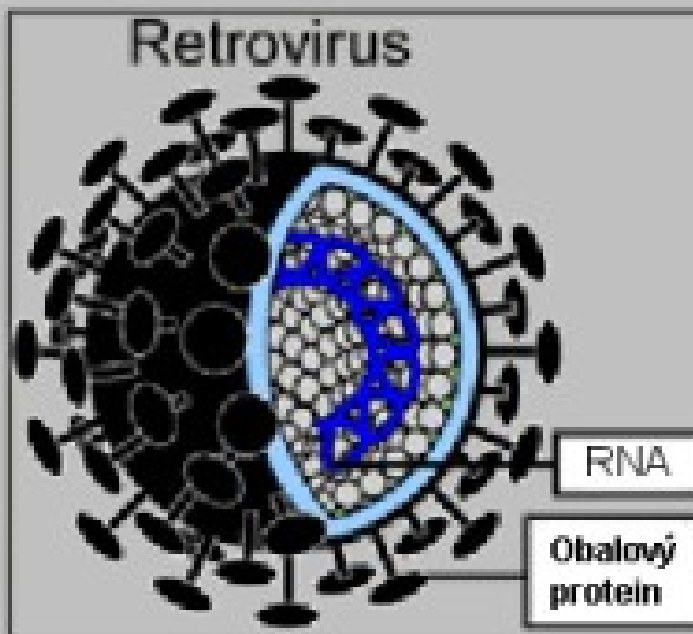
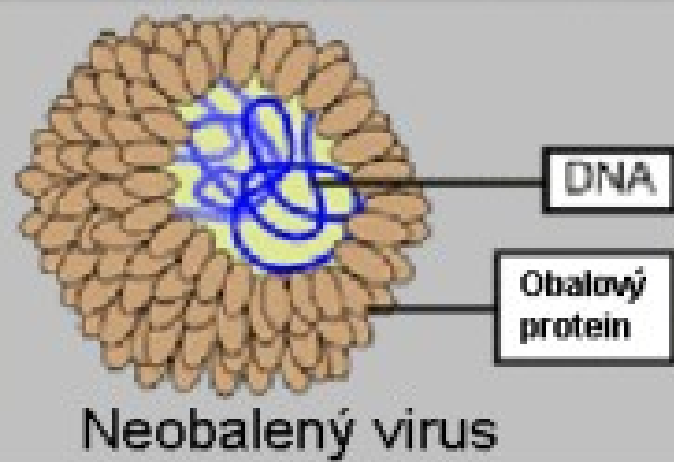
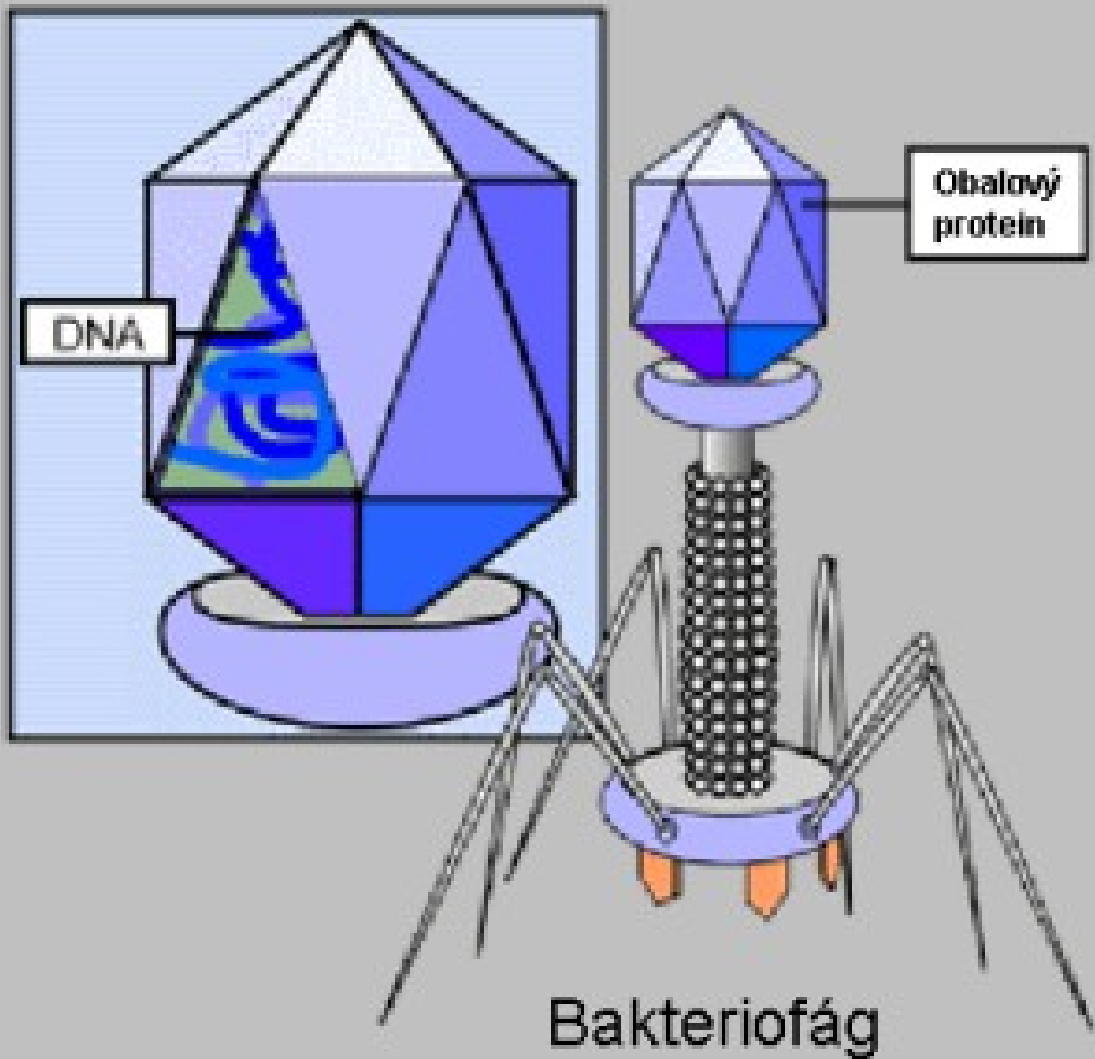


double-stranded DNA with covalently linked terminal protein

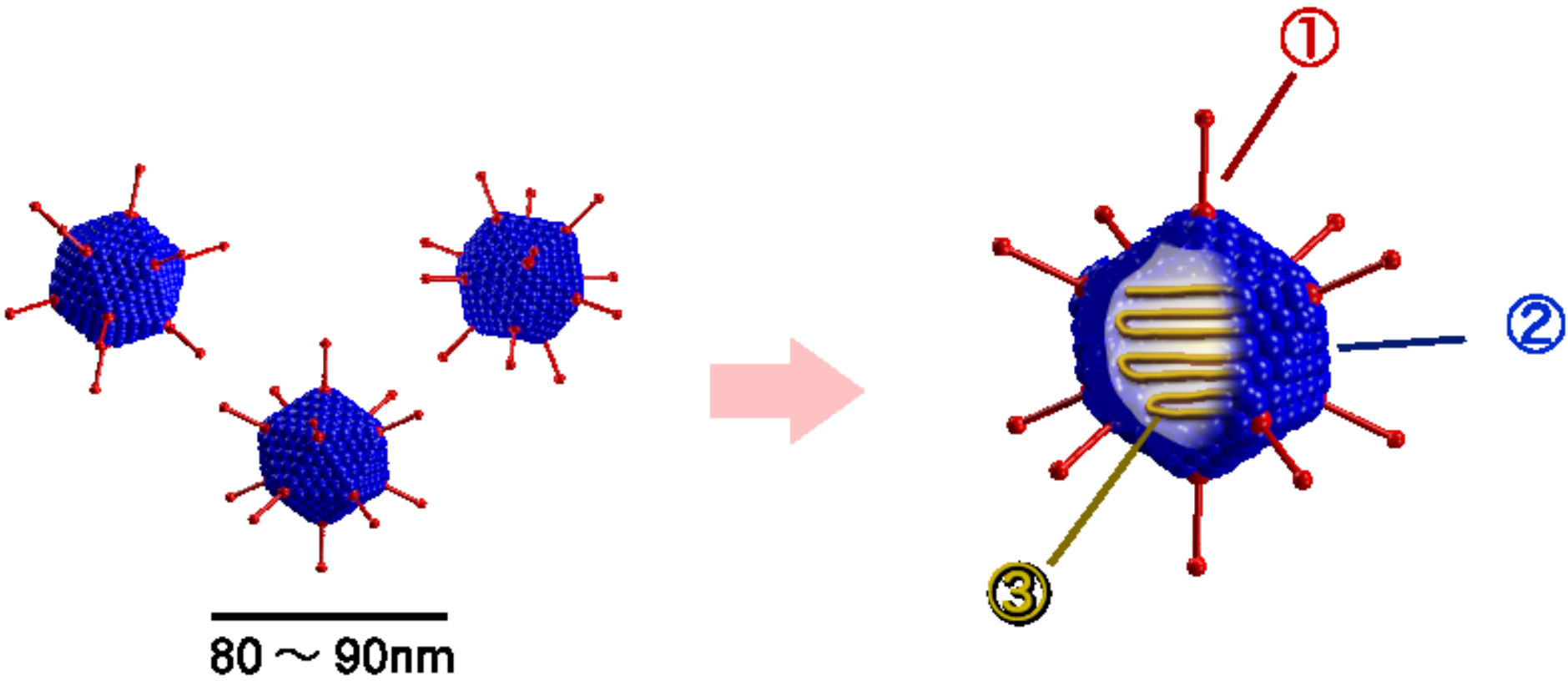


# DNA-viry

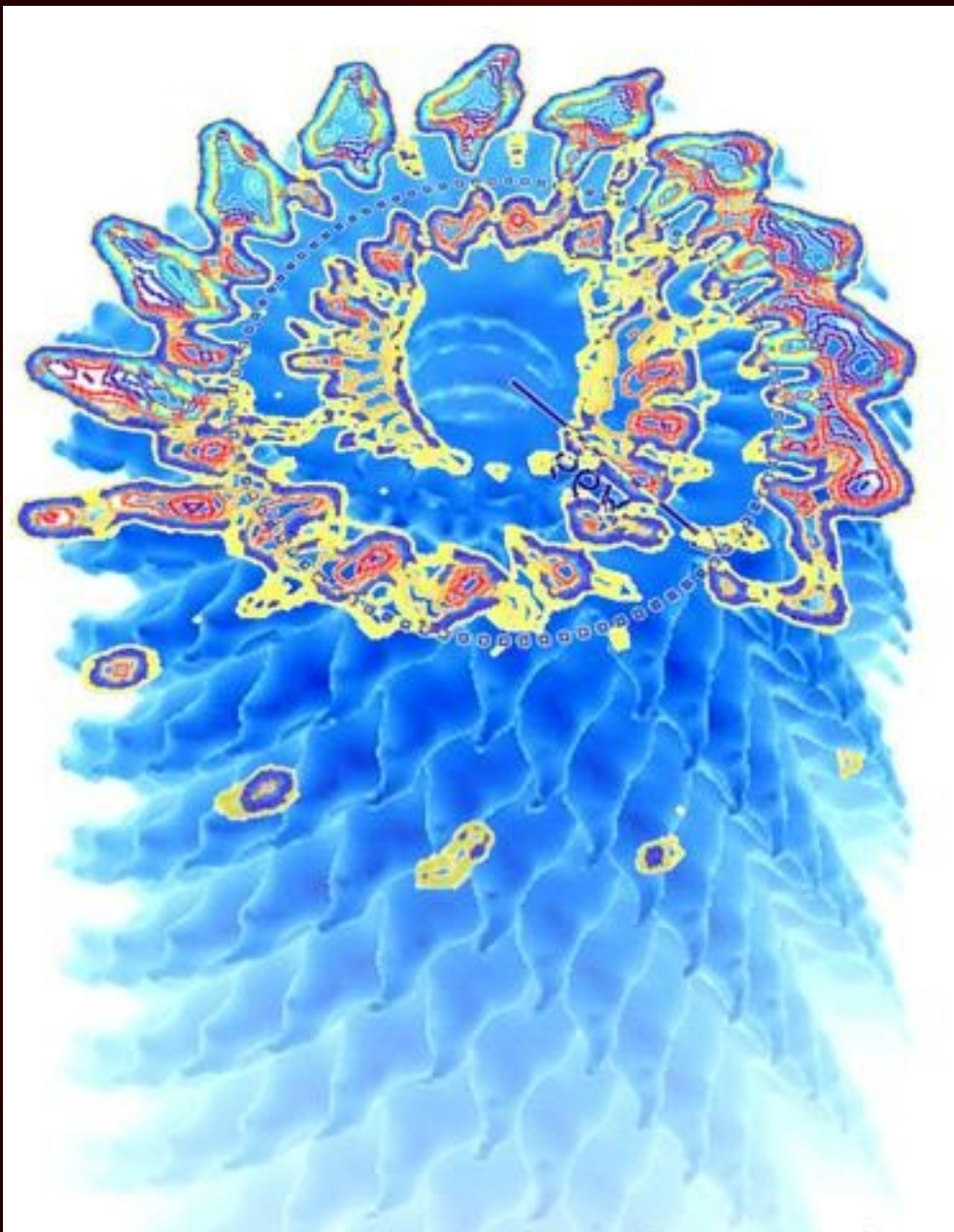
- DNA je v kapsidu těsně a nepravidelně svinuta v hutný kulovitý útvar
- Kapsidy virů s dvouřetězcovou DNA jsou většinou dvacetistěnné (ikozahedrické), ty největší jsou obaleny ještě membránou
- Kapsidy některých virů z jednořetězcovou DNA jsou dvanáctistěnné (dodekahedrické) nebo šroubovicové (helikální).



• Zdroj: <http://cs.wikipedia.org>



- Adenovirus (zdroj: <http://en.wikipedia.org>)



## Virus mozaiky tabáku

Zdroj:

<http://www.osel.cz>

(Objective Source  
E-learning)



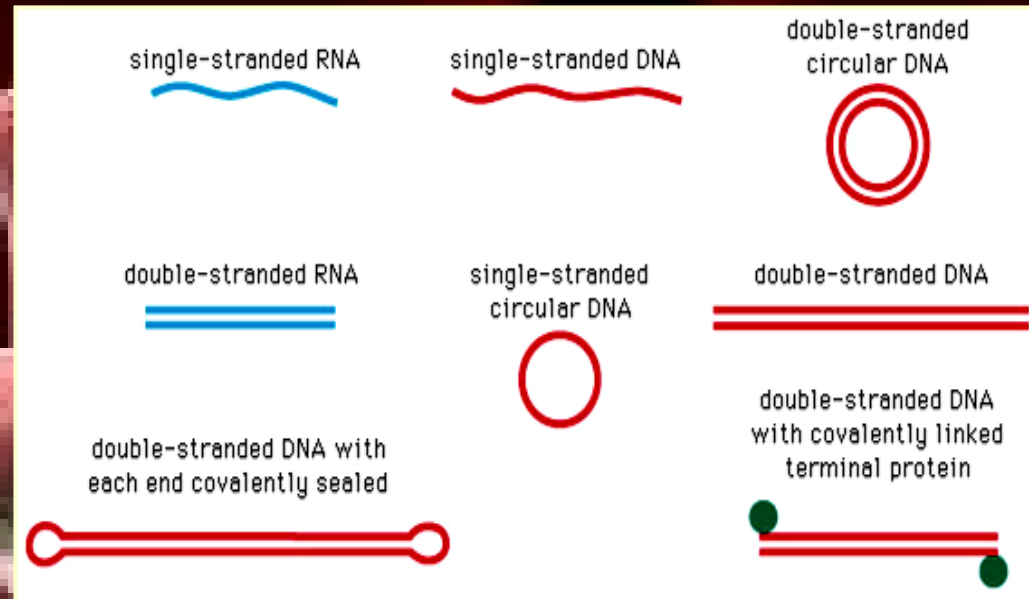
## RNA viru:

- Jednořetězcová
- Dvouřetězcová

Tvar: línární

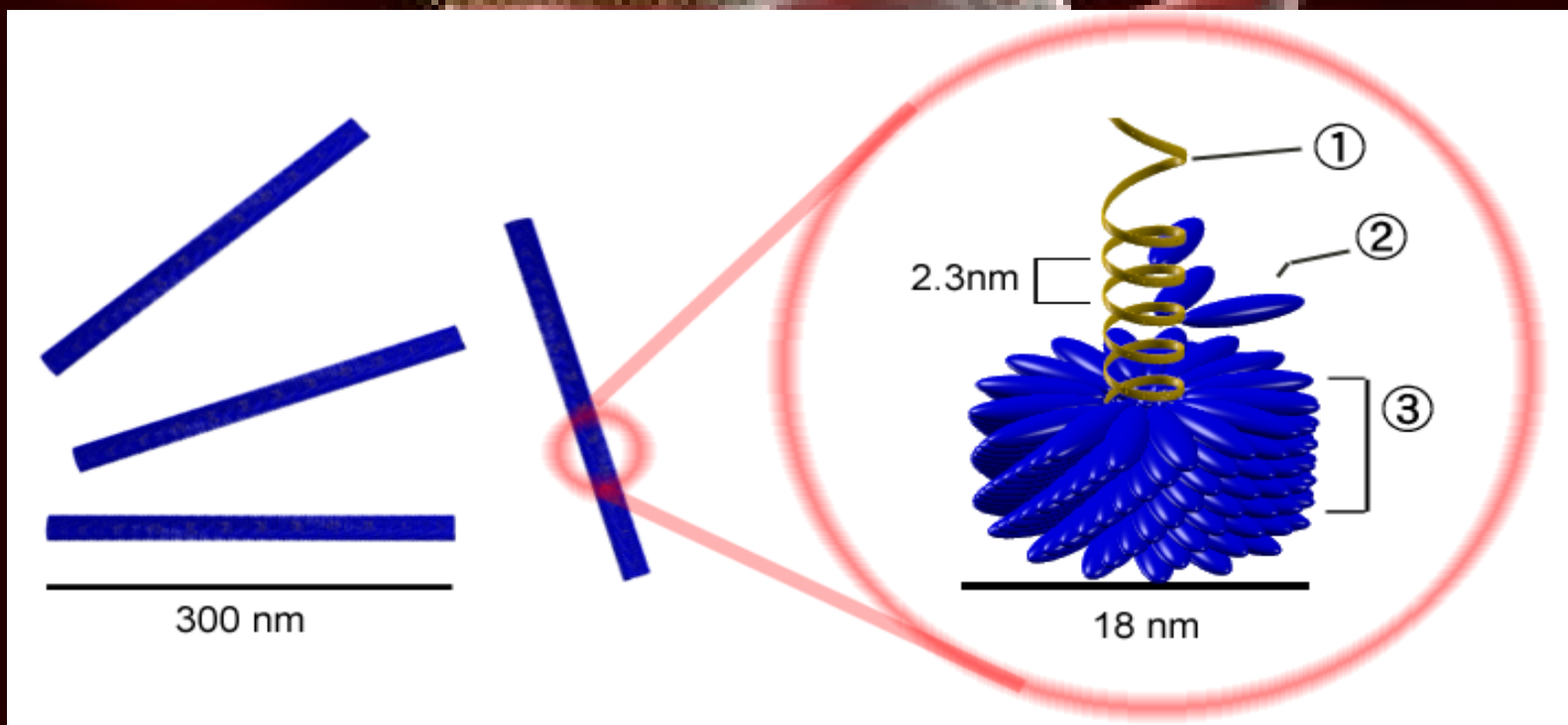
V tyčinkovitých virech s helikální symetrií nukleokapsidu je uložena jako pravidelná šroubovice (virus mozaikové choroby tabáku)

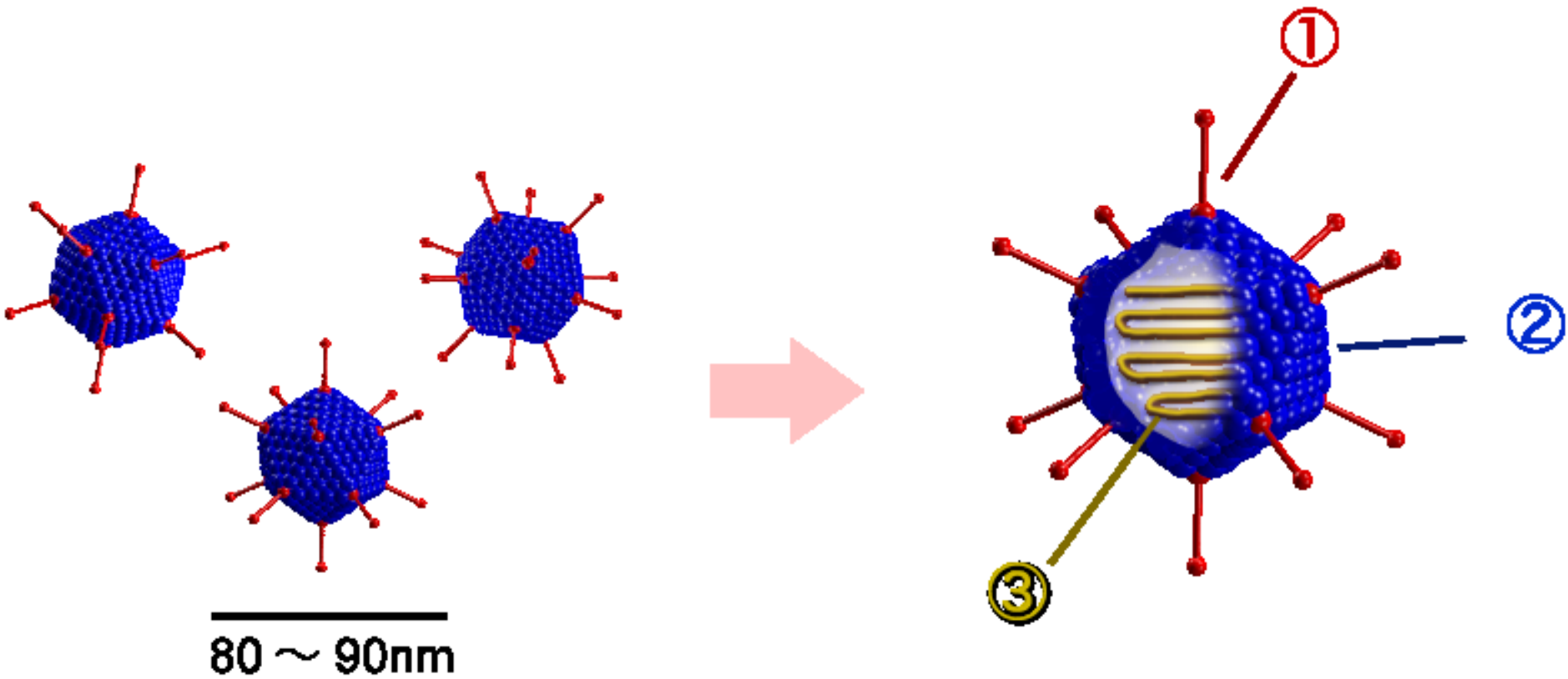
V kulovitých virech nebo dvacetistěnných virech je mnohonásobně svinuta v hutný útvar



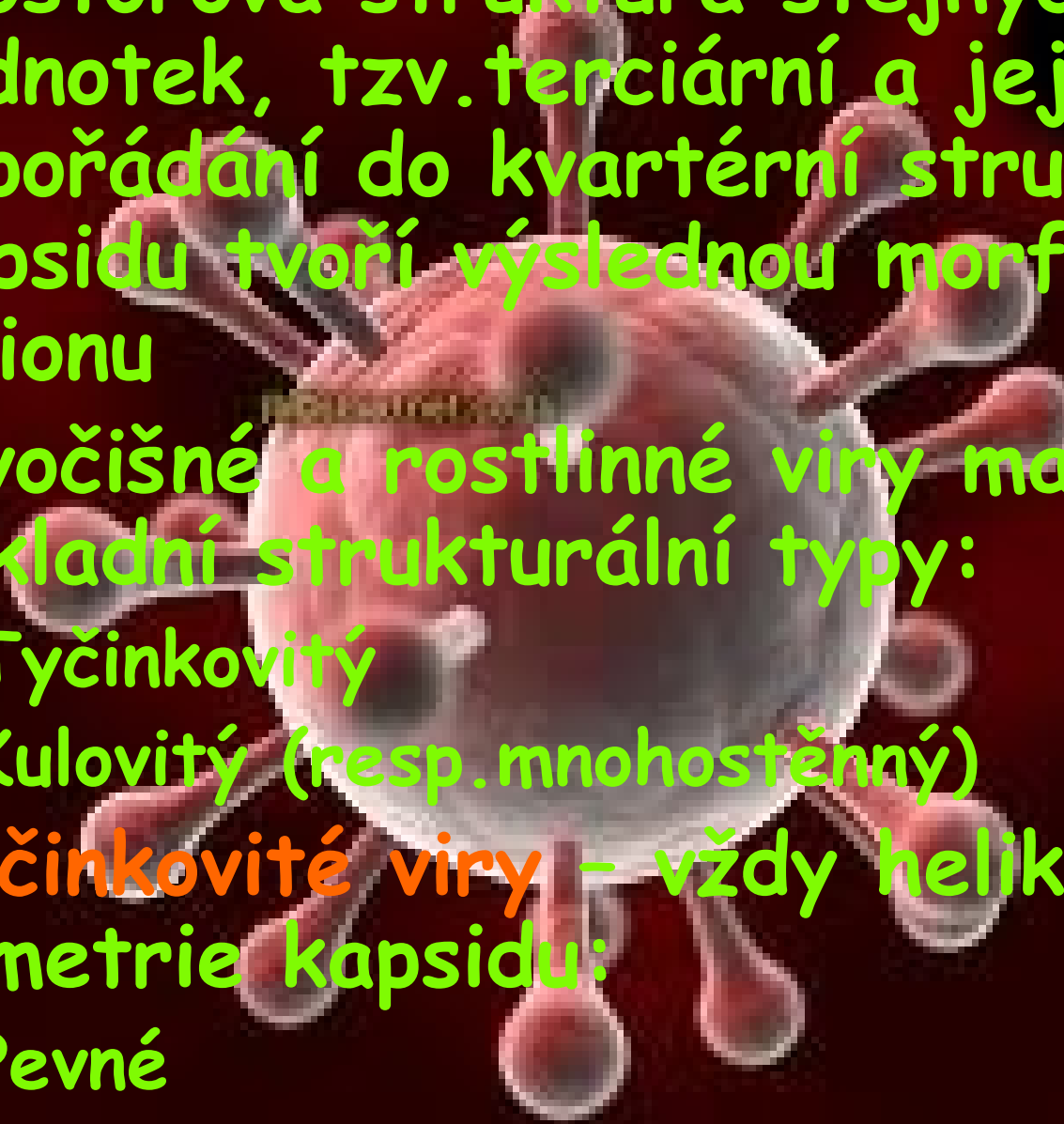
# Struktura kapsidu

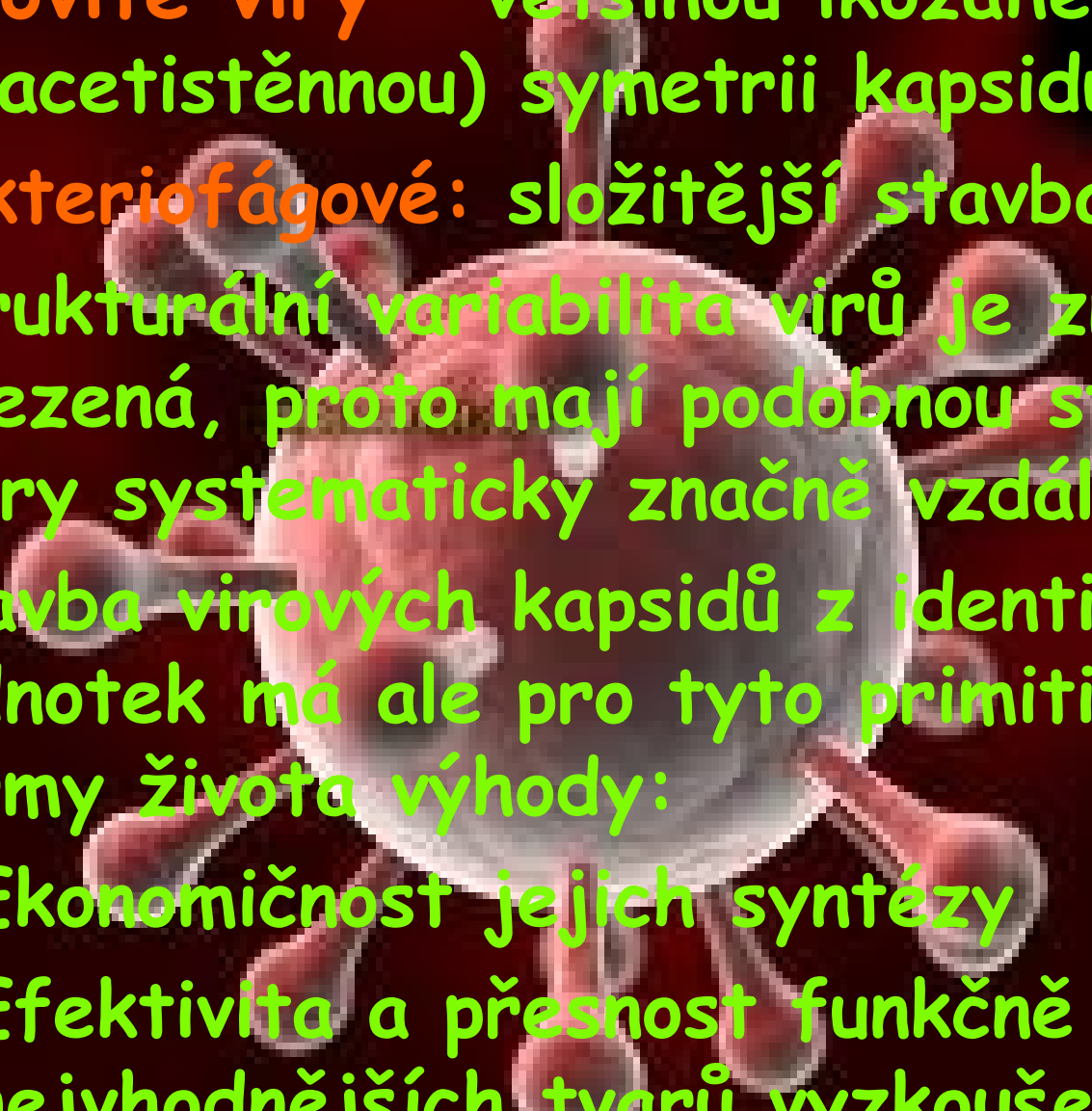
- Charakteristická kvartérní struktura ze symetricky složených identických strukturních jednotek = bílkovinné makromolekuly = kapsomery

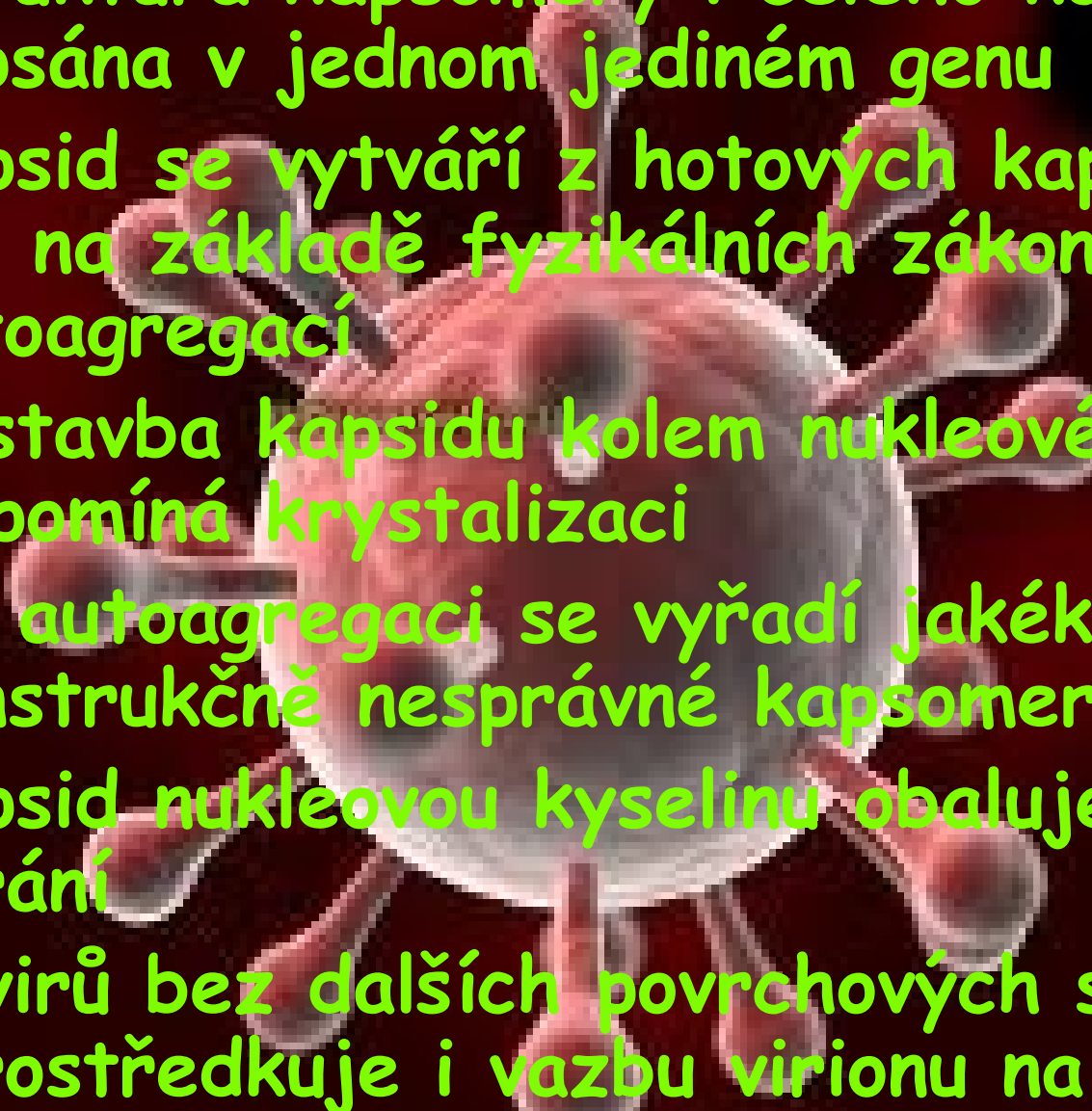


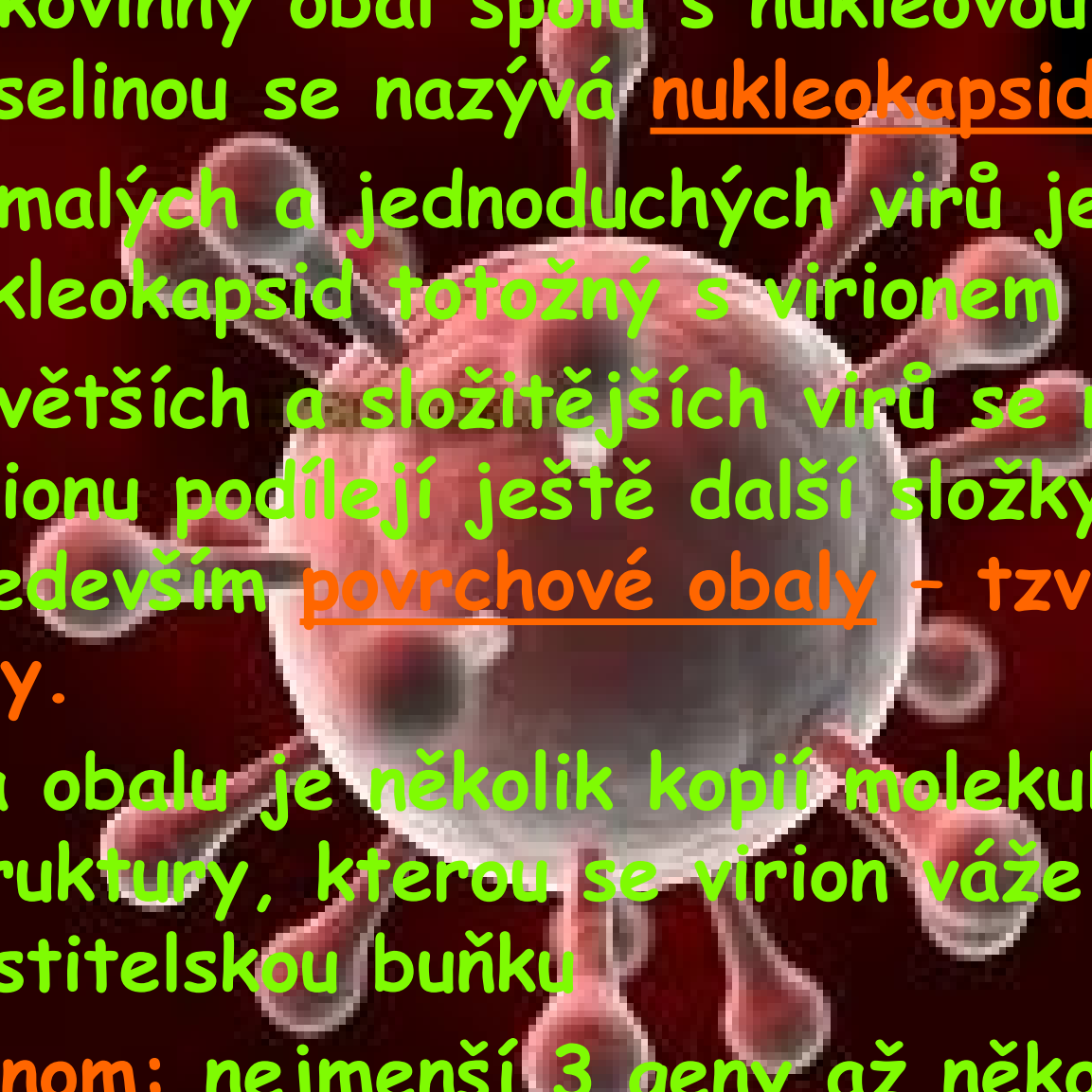


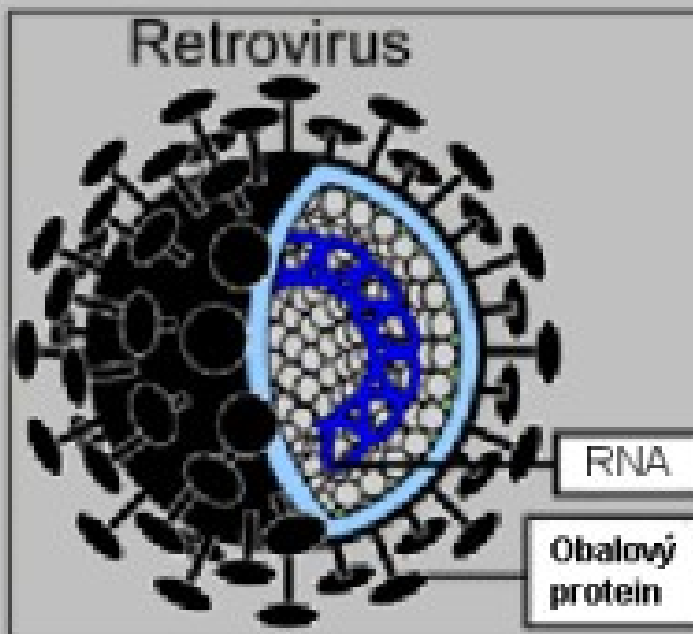
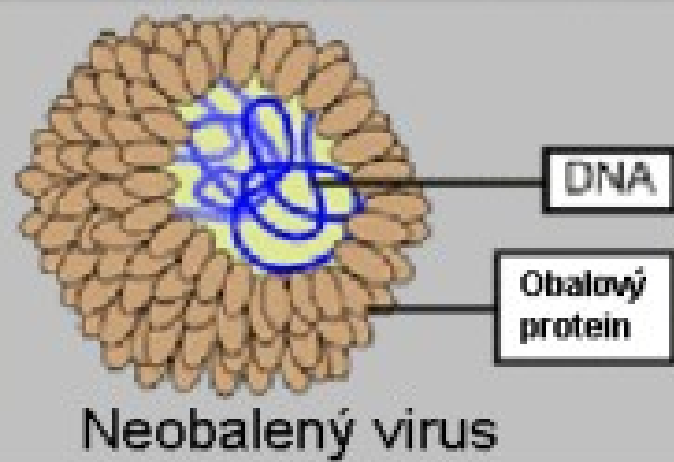
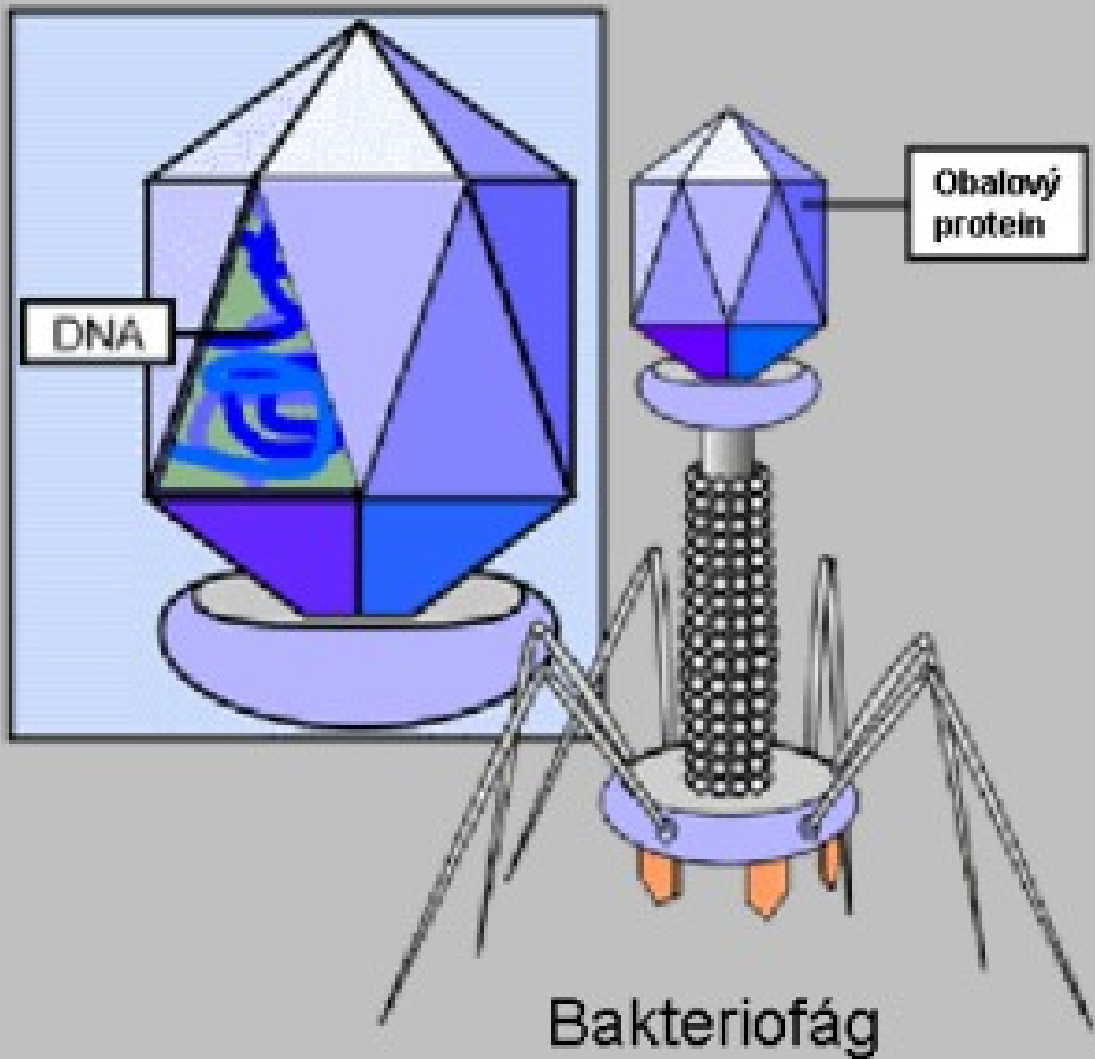
- Adenovirus (zdroj: <http://en.wikipedia.org>)

- 
- Prostorová struktura stejných jednotek, tzv. terciární a jejich uspořádání do kvartérní struktury kapsidu tvoří výslednou morfologii virionu
  - Živočišné a rostlinné viry mají dva základní strukturální typy:
    - Tyčinkovitý
    - Kulovitý (resp. mnohostěnný)
  - **Tyčinkovité viry** – vždy helikální symetrie kapsidu:
    - Pevné
    - Ohebné

- 
- Kulovité viry - většinou ikozahedrickou (dvacetistěnnou) symetrii kapsidu
  - Bakteriofágové: složitější stavba kapsidu
  - Strukturální variabilita virů je značně omezená, proto mají podobnou strukturu i viry systematicky značně vzdálené
  - Stavba virových kapsidů z identických jednotek má ale pro tyto primitivní formy života výhody:
    - Ekonomičnost jejich syntézy
    - Efektivita a přesnost funkčně nejvhodnějších tvarů vyzkoušených evolucí

- 
- Struktura kapsomery i celého kapsidu je zapsána v jednom jediném genu
  - Kapsid se vytváří z hotových kapsomer jen na základě fyzikálních zákonů autoagregací
  - Výstavba kapsidu kolem nukleové kyseliny připomíná krystalizaci
  - Při autoagregaci se vyřadí jakékoliv konstrukčně nesprávné kapsomery.
  - Kapsid nukleovou kyselinu obaluje a chrání
  - U virů bez dalších povrchových složek zprostředkuje i vazbu virionu na membránu hostitelské buňky

- 
- Bílkovinný obal spolu s nukleovou kyselinou se nazývá nukleokapsid
  - U malých a jednoduchých virů je nukleokapsid totožný s virionem
  - U větších a složitějších virů se na stavbě virionu podílejí ještě další složky, především povrchové obaly - tzv. obalené viry.
  - Na obalu je několik kopií molekulární struktury, kterou se virion váže na hostitelskou buňku
  - **Genom:** nejmenší 3 geny až několik set genů



• Zdroj: <http://cs.wikipedia.org>



# Virová infekce



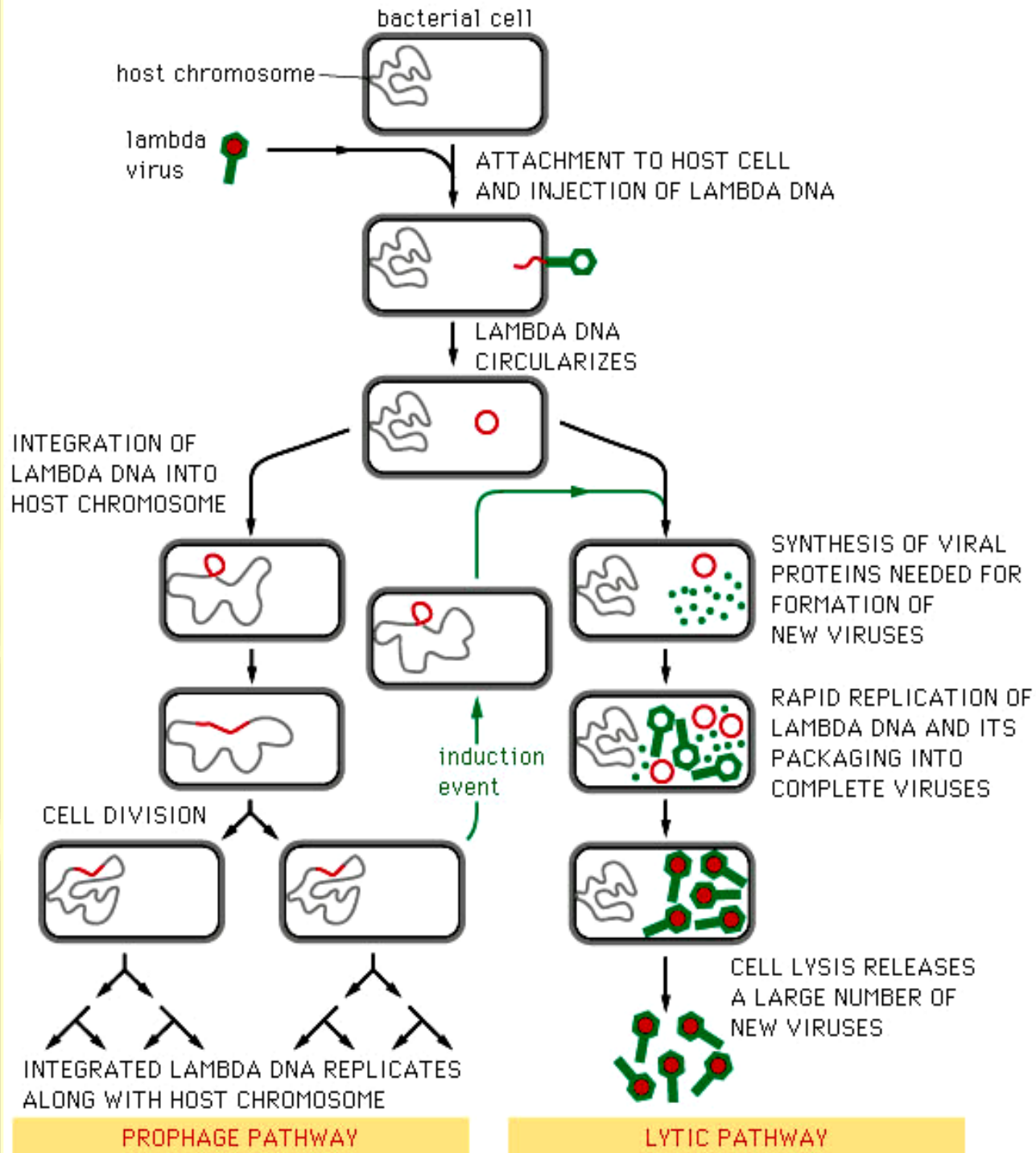
- Proniknutí viru do hostitelské buňky, resp. jeho nukleové kyseliny
- Virus sám nejeví žádné funkční vlastnosti života:
  - nejeví látkový a energetický metabolismus
  - neroste
  - není dráždivý
  - nemá aktivní pohyb
  - nerozmnožuje se

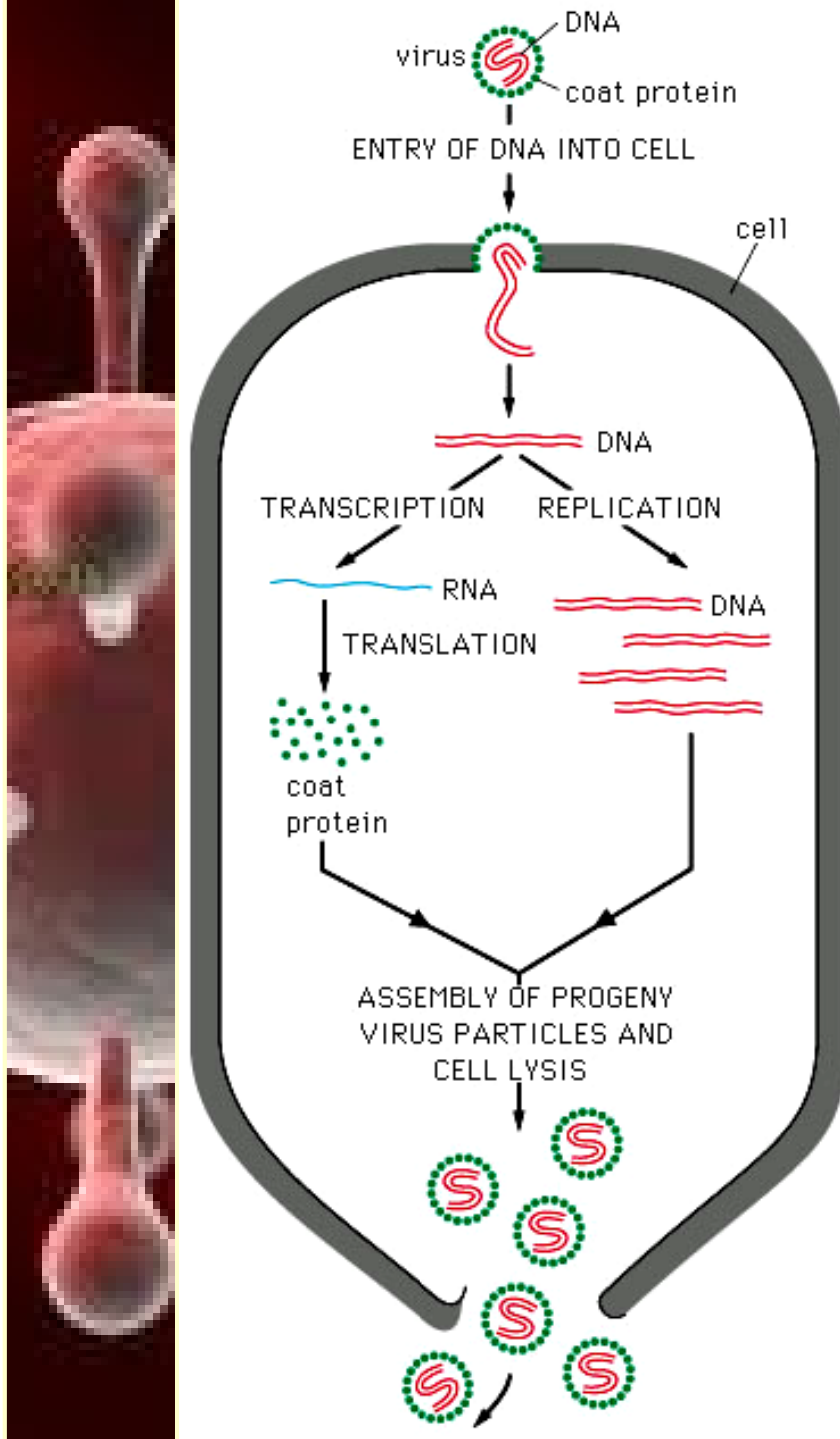
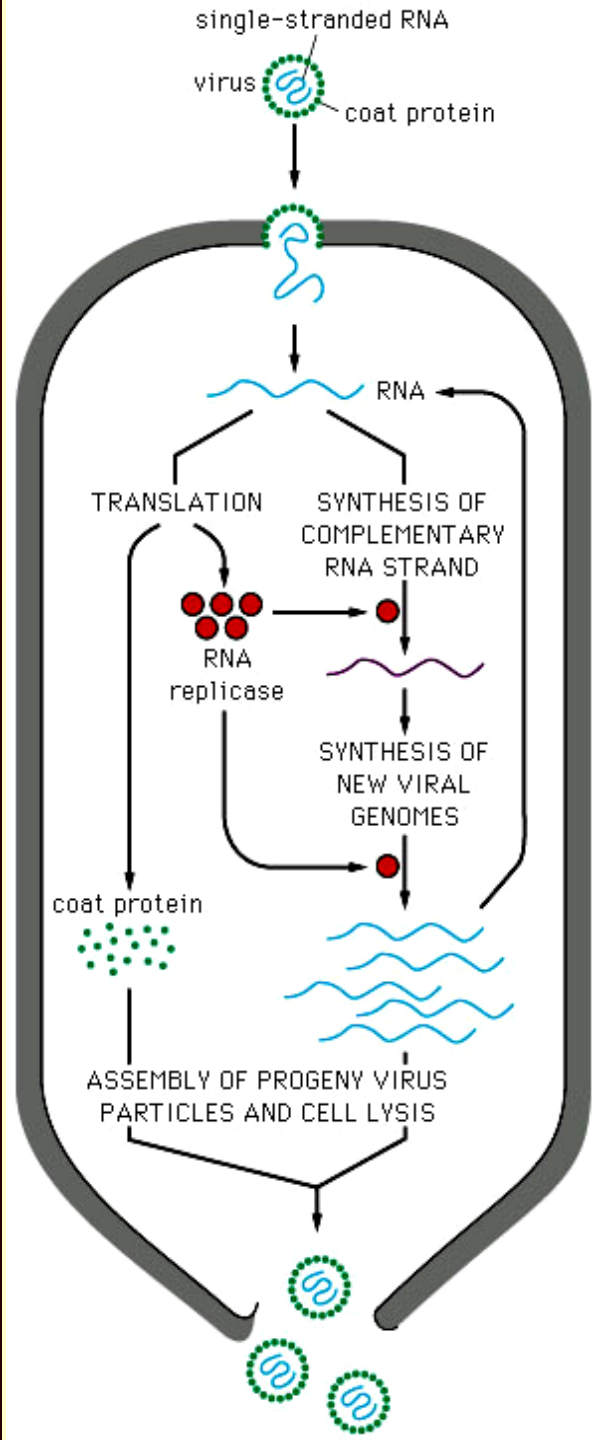
# Hostitelská buňka x virus

- Reprodukci viru zajišťuje hostitelská buňka
- Replikuje v ní svůj genom a uplatňuje své genetické informace, více či méně v neprospěch buňky
- Buňka mu svými enzymy umožňuje základní životní procesy
- Proto se každý virus jeví jako molekulární vnitrobuňěčný parazit

# Formy virové infekce

- 1) perzistence: virus nebo jeho genom v buňce přetrvává, aniž by se replikoval, anebo latentní infekce: virus se v buňce nepatrně množí bez škodlivých důsledků pro ni
- 2) Virogenie: virový genom se začleňuje do genomu buňky (PROVIRUS), přitom může způsobit její zásadní změnu, tzv. transformaci (nejčastěji nádorovou)
- 3) Lyze buňky: virus se v buňce množí a ta tím zaniká






- Nejčastější interakcí mezi virem a buňkou je lytický cyklus reprodukce viru: reprodukce viru vedoucí k zániku buňky
- Rozmnožené viriony infikují sousední buňky ve tkáni, lytický cyklus se v nich opakuje a tím se infekce lavinovitě v napadeném orgánu šíří a vzniká nekrotické ložisko - primární patologický projev virové infekční choroby
- Živočišný virus se takto může dostat do krevního oběhu a je roznesen do celého organismu - nekrotická virová ložiska vznikají současně v různých orgánech
- Některé viry se šíří podél nervů až do nervových center

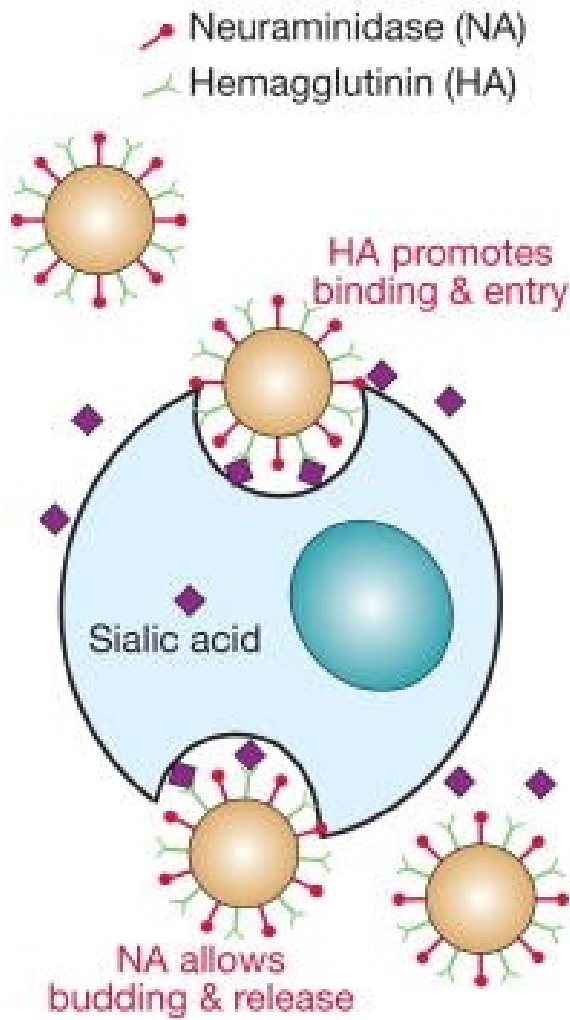
# Rozdělení virů podle interakce s buňkami

- Reprodukční proces virů probíhá v přibližně stejně a je možný jen v živých buňkách, ale žádný virus není schopen se množit v jakékoliv buňce.
- Každý virus je schopný infikovat většinou jen úzký okruh buněk - virus má na svém povrchu specifickou molekulární strukturu a ta je schopná se navázat pouze na tzv. receptor (specifická molekulární struktura v membráně buňky)
- Pouze buňky, které nesou specifický receptor pro daný virus ve své stěně, jím mohou být infikovány a může se v nich množit, jsou tzv. vnímavé, citlivé

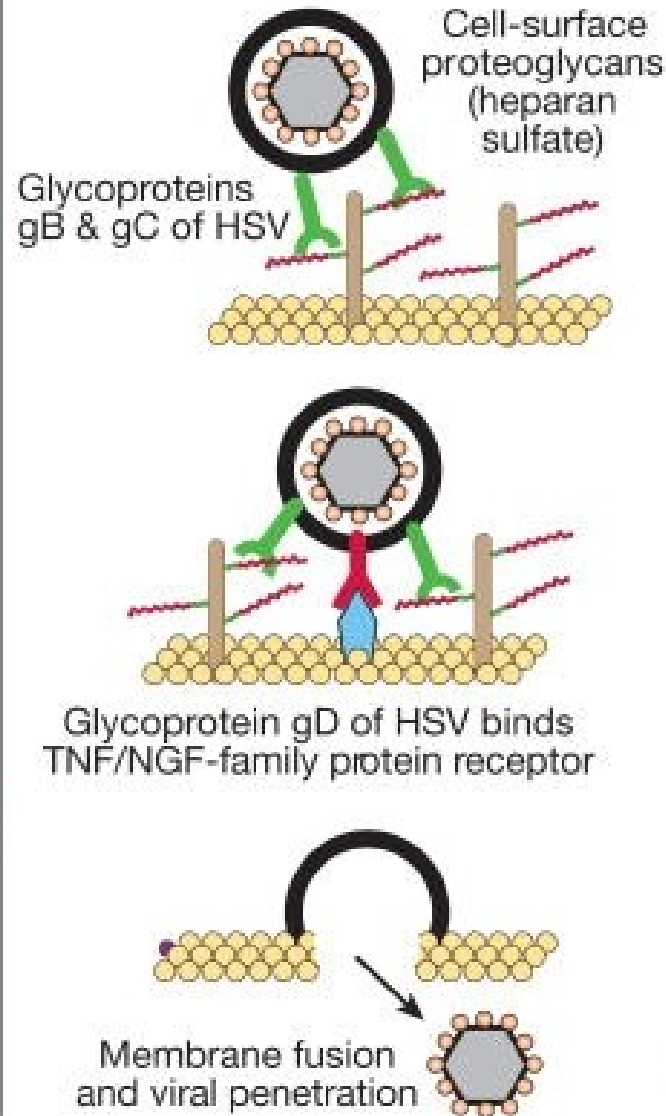
- 
- Receptory pro určitý virus nesou ve své membráně jen buňky určitého okruhu druhů nebo jen jednoho druhu a navíc většinou jen buňky určitého tkáňového typu (tzn. např. nervové, epitelální apod.)
  - Viry živočišné (interakce s živočišnými buňkami)
  - Viry rostlinné (většinou RNA viry)
  - Viry bakteriální = bakteriofágy = fágy  
jsou známy DNA i RNA - fágy
  - Viry sinic = cyanofágy
  - Viry hub = mykoviry
  - Některé jsou živočišné i rostlinné (přenáší hmyz z rostliny na rostlinu a je napaden také), čeled' *Reoviridae*, *Rhabdoviridae*



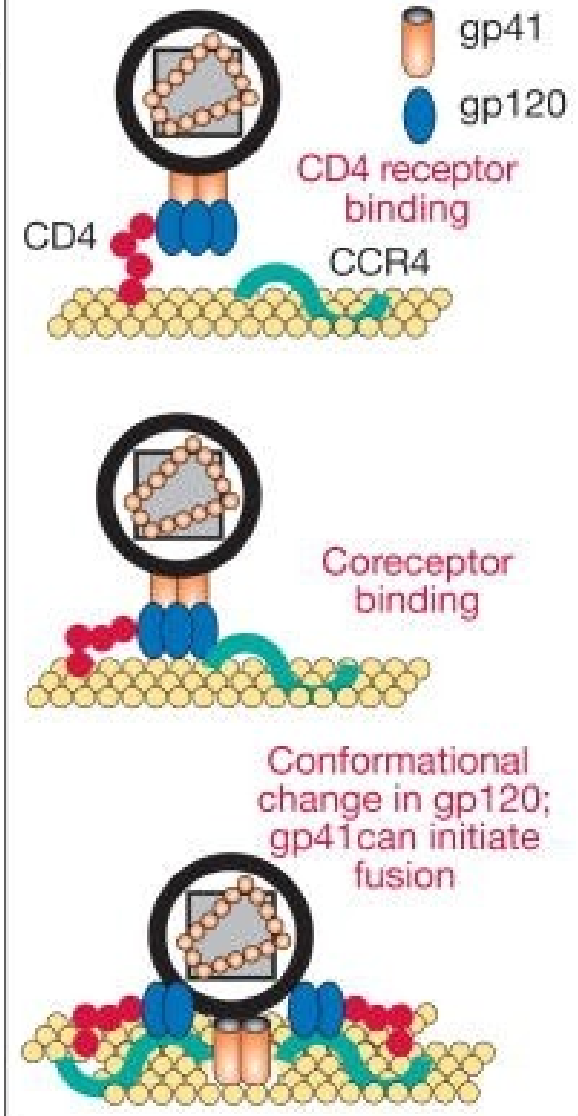
# a) Influenza Viruses



# b) Herpes Simplex Virus



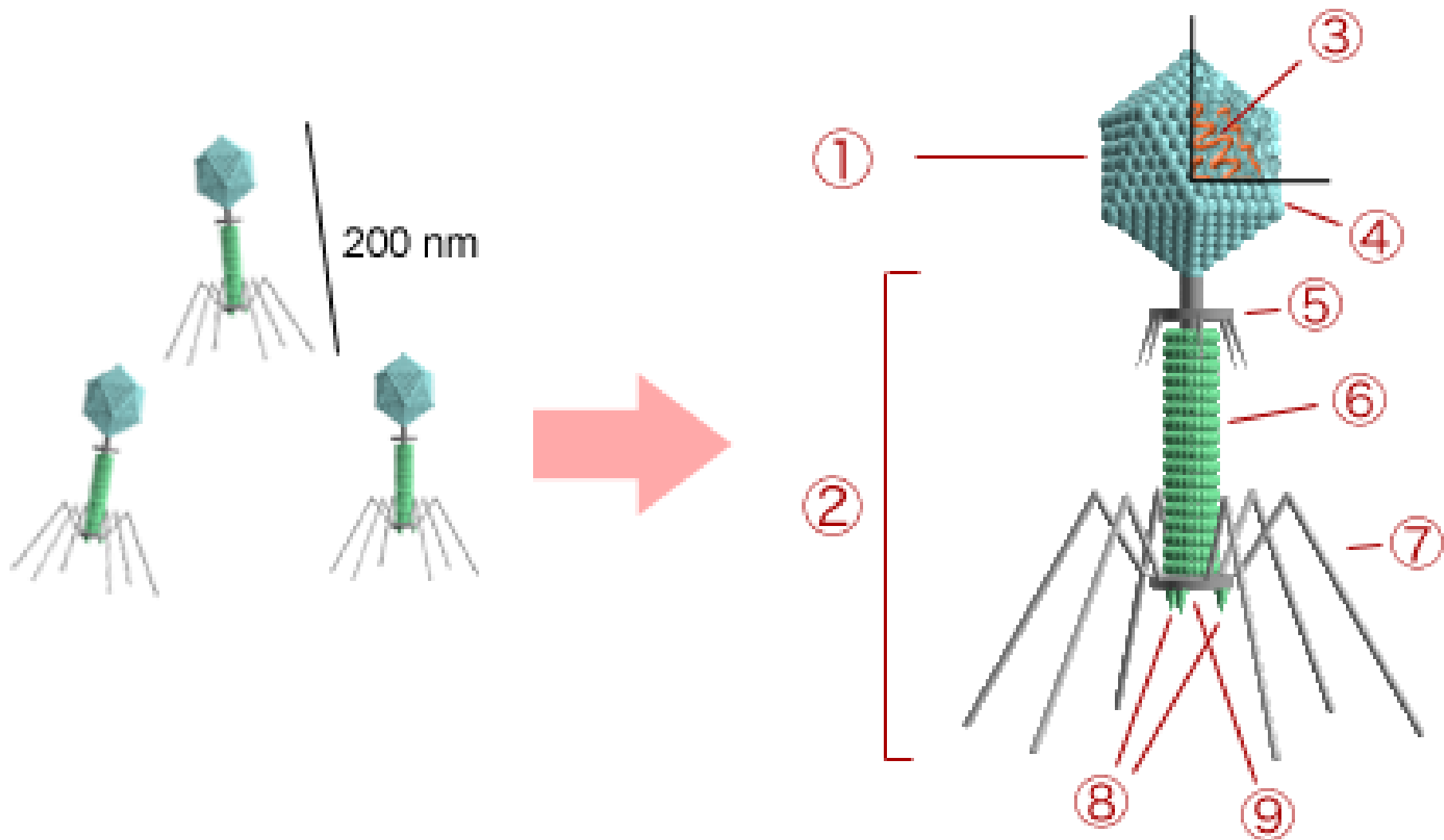
# c) HIV/AIDS Virus



- [virový atak.htm](#)

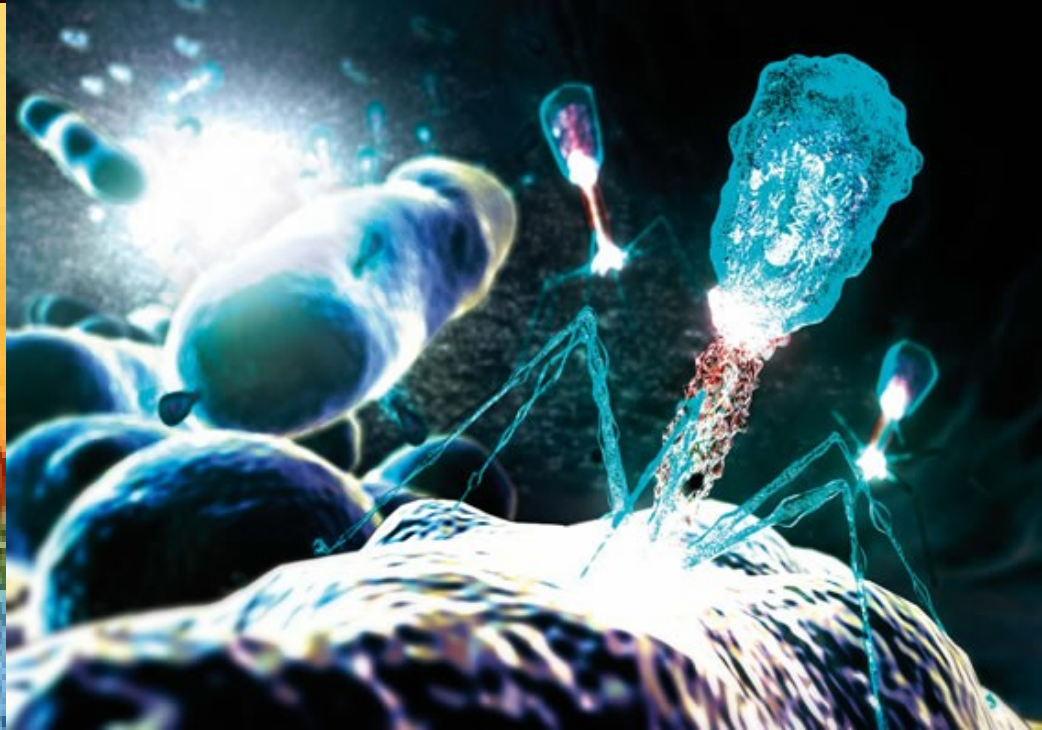


- **Struktura bakterifága**
- **Morfologicky velmi rozmanití**
- **Všechny mají alespoň jeden základní typ symetrie: ikozahedrickou nebo helikální**
- **Největší a nejsložitější (*Escherichia coli* T2, T4 a T6) mají hlavičku (ikozahedrickou) a bičík (helikální)**



• Bakteriofág T4

Zdroj: <http://commons.wikimedia.org>



**Bakteriofág na bakterii mléčného kvašení**

Zdroj:

<http://www.technolog.friko.pl/neoalmanach/5.mikrobiologia/2.html>

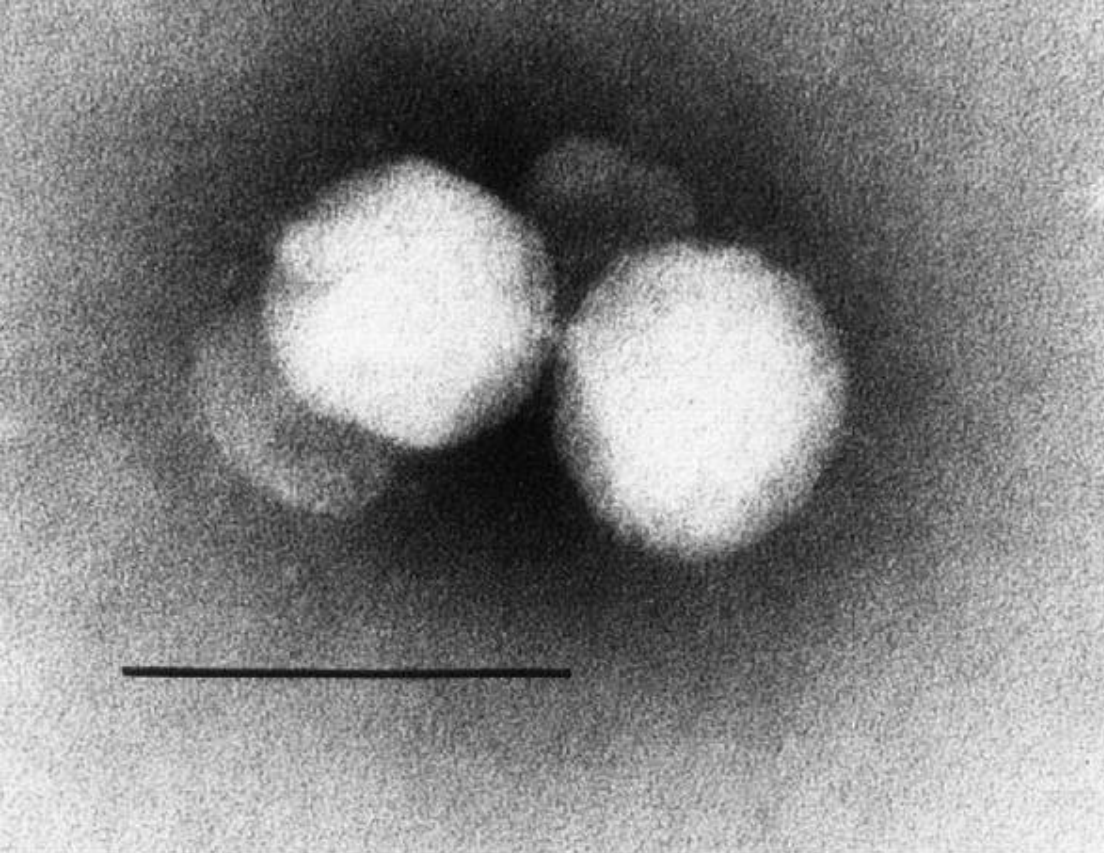
**Bakteriofág na membráně buňky (*Escherichia coli*)**

Zdroj: <http://caranmre.wordpress.com>

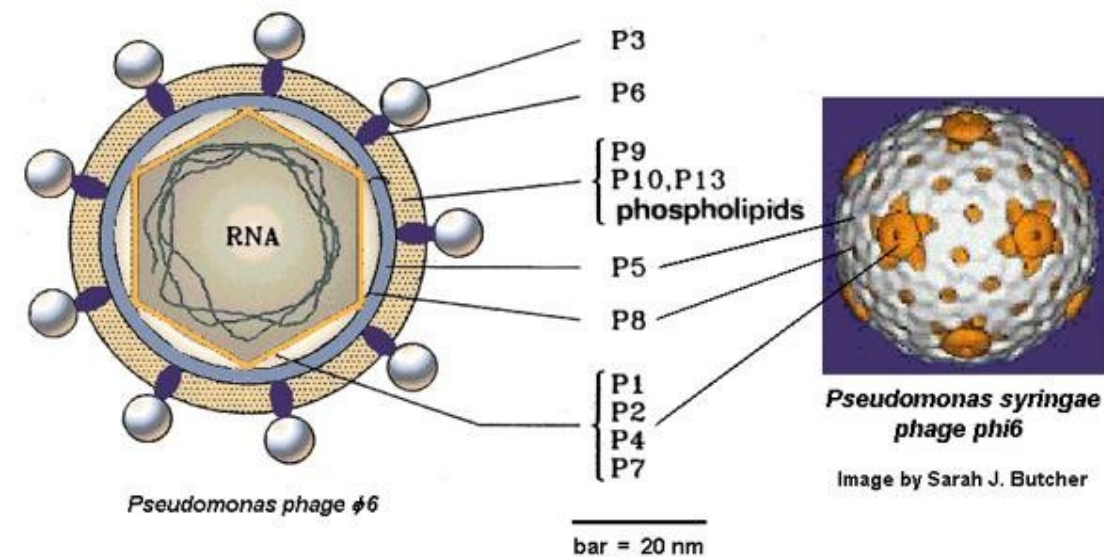
# Další tvary bakteriofágů

- Virion složený z ikozahedrické hlavičky a stažlivého bičíku (kontraktilního)
- Virion složený z ikozahedrické hlavičky a nestažlivého bičíku
- Virion ikozahedrický bez bičíku
- Virion tyčinkovitý až vláknitý
- Virion kulovitý



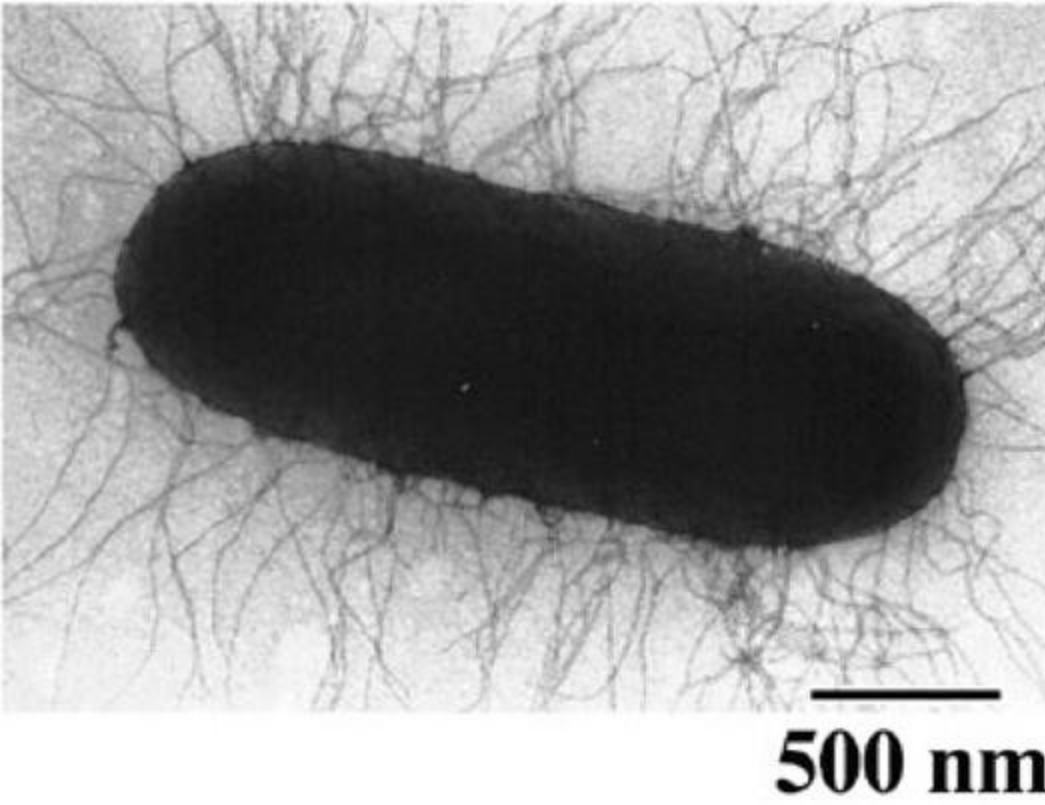


- **Bakteriofág**  
*Pseudomonasy*  
*syringae phi6*

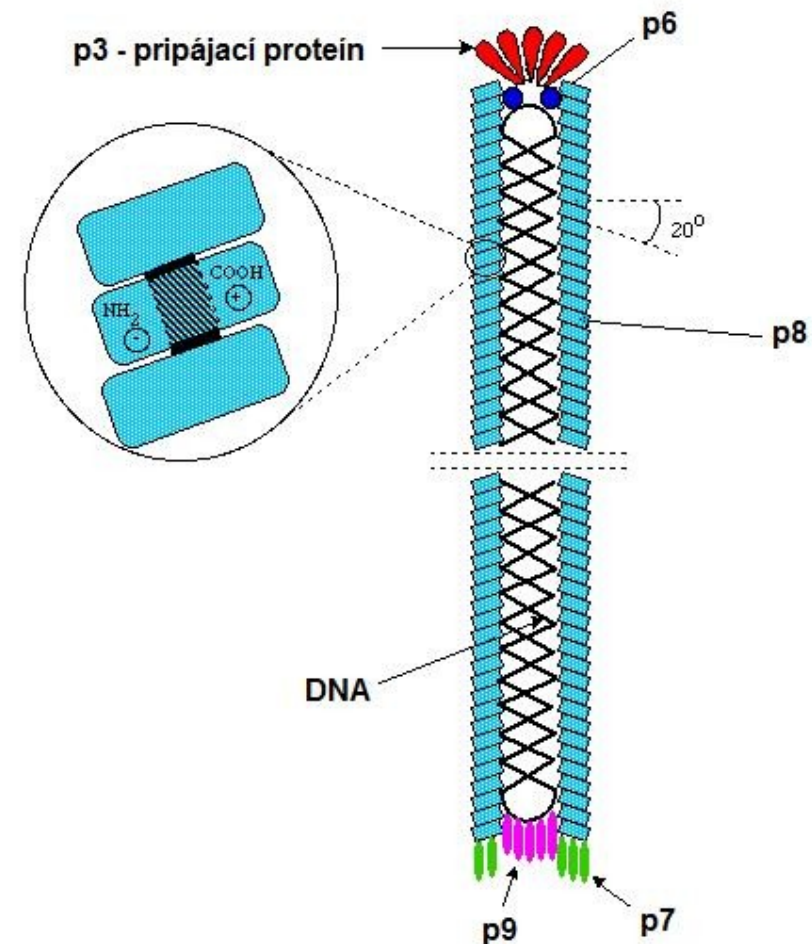


- Zdroj: [www.osel.cz](http://www.osel.cz)  
(Objective source e-learning)

# Vláknitý tvar bakteriofága



- Bakterie *E.coli* napadená bakteriofágem M13
- Zdroj: [www.osel.cz](http://www.osel.cz) (Objective source e-learning)



# Bičík bakteriofága

- Neslouží k pohybu
- Pevný s kontraktlní povrchovou pochvou
- Dlouhý, ohebný, bez kontraktlní složky
- U kontraktlních je na konci připojená šestiboká bazální ploténka s ostny a bičíkovými vlákny, osou bičíku prochází dutá dřeň
- Bez bičíku: ikozahedrické - mají nebo nemají dvanáct hrotů s kapsomerami





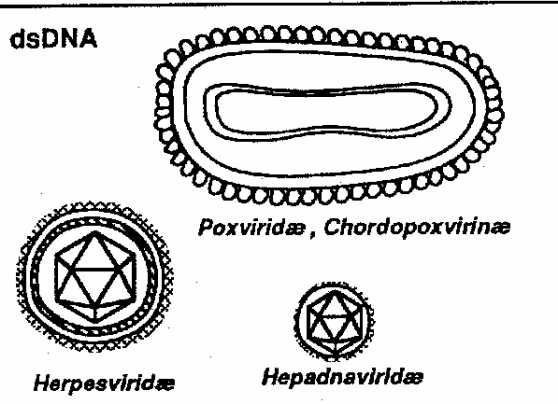
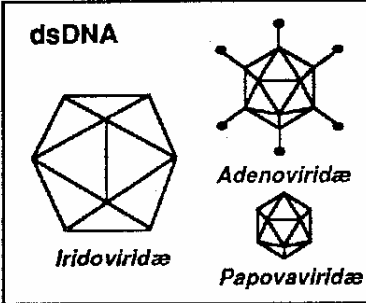

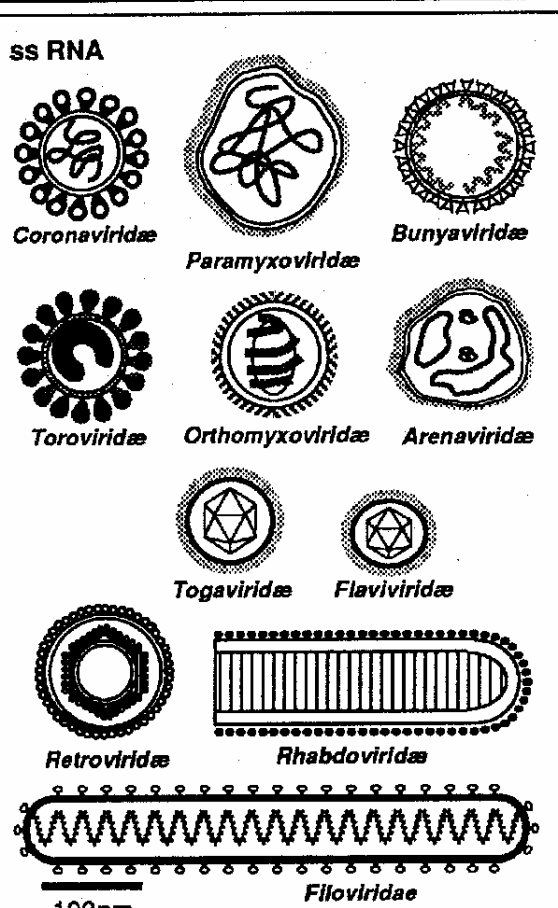
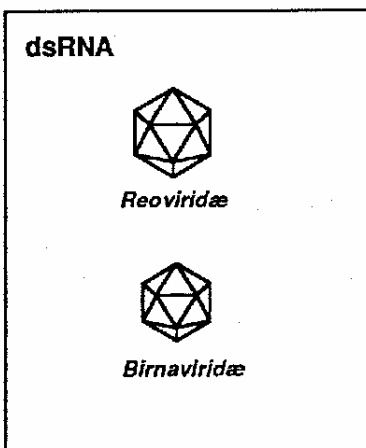
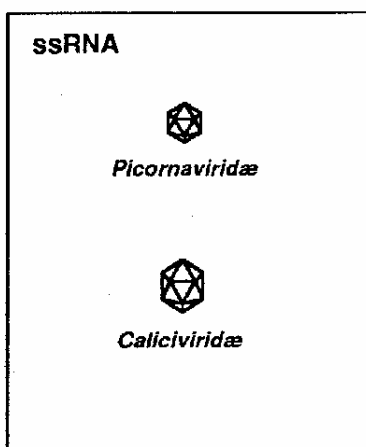
# Živočišné viry, viry napadající člověka



## Hlavní čeledi virů obratlovců

Zdroj:

[http://fvl.vfu.cz/sekce\\_ustavy/mikrobiologie/mikrobiologie\\_pro\\_farmaceuty/praktikum08/index.html](http://fvl.vfu.cz/sekce_ustavy/mikrobiologie/mikrobiologie_pro_farmaceuty/praktikum08/index.html)

	ENVELOPED	NON-ENVELOPED
DNA	<p>dsDNA</p>  <p><i>Herpesviridae</i>      <i>Poxviridae</i>, <i>Chordopoxvirinae</i>      <i>Hepadnaviridae</i></p>	<p>dsDNA</p>  <p><i>Iridoviridae</i>      <i>Adenoviridae</i>      <i>Papovaviridae</i></p>
		<p>ssDNA</p>  <p><i>Parvoviridae</i></p>
RNA	<p>ss RNA</p>  <p><i>Coronaviridae</i>      <i>Paramyxoviridae</i>      <i>Bunyaviridae</i> <i>Toroviridae</i>      <i>Orthomyxoviridae</i>      <i>Arenaviridae</i> <i>Togaviridae</i>      <i>Flaviviridae</i> <i>Retroviridae</i>      <i>Rhabdoviridae</i> <i>Filoviridae</i></p> <p>100nm</p>	<p>dsRNA</p>  <p><i>Reoviridae</i>      <i>Birnaviridae</i></p>
		<p>ssRNA</p>  <p><i>Picornaviridae</i>      <i>Caliciviridae</i></p>

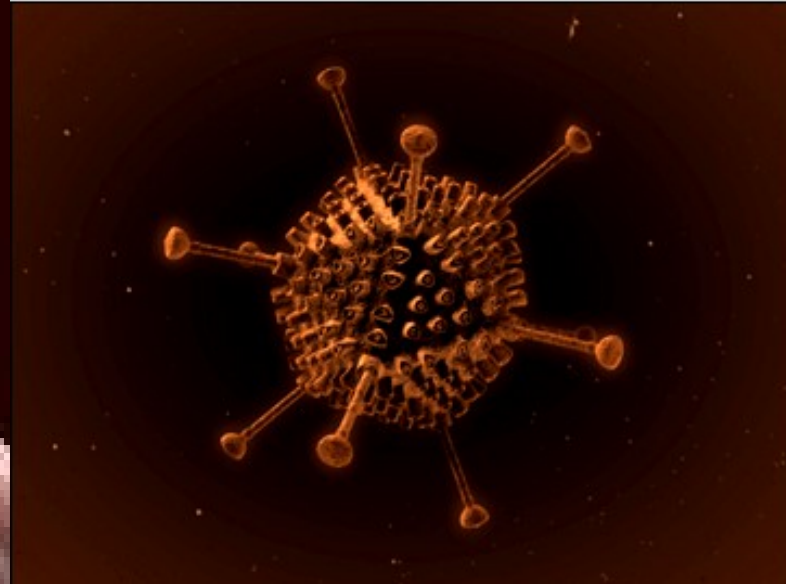
# Živočišné viry

- Jsou nejlépe prostudovanou skupinou virů, protože mnohé z nich jsou původci vážných onemocnění člověka. Přenášejí se vzduchem (kapénková infekce), hmyzem, potravinami a vodou (alimentární infekce), přímým kontaktem s kůží infikovaného, tělními sekrety (moč, sperma, sliny) a krví. Dělíme je do čtyř hlavních skupin:
  1. Neobalené DNA-viry. Mají ikosahedrickou strukturu kapsidu, ve kterém je jednořetězcová DNA. Napadají hmyz, ptáky i savce včetně člověka. Patří mezi ně následující čeledi virů:

- a) Papovaviry (*Papovaviridae*) jsou onkogenní viry savců. U člověka je z této skupiny znám virus bradavic.



- b) Adenoviry (*Adenoviridae*) jsou viry infikující dýchací soustavu ptáků a savců. Některé z nich mohou být onkogenní.
- c) Iridoviry (*Iridoviridae*) jsou typické hmyzí viry, které nejsou přenosné na člověka.



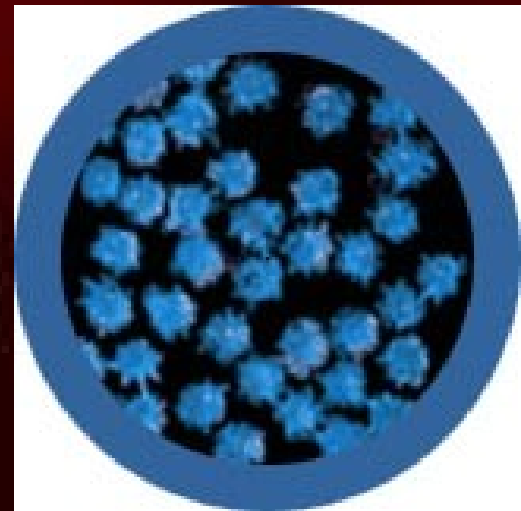
Zdroj:

<http://www.iayork.com/MysteryRays/2010/08/24/adenoviruses-and-the-occupied-sign/>

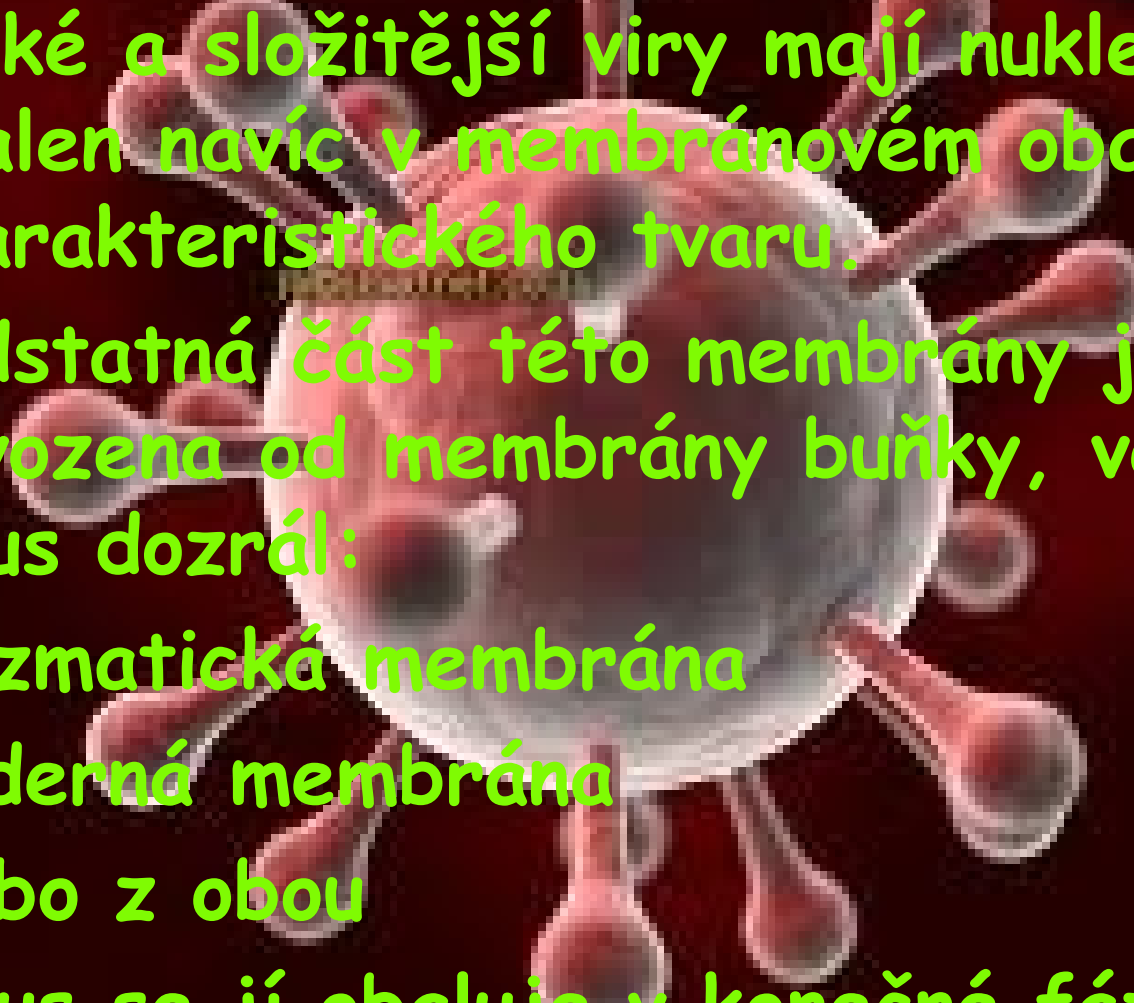
- 3. Neobalené RNA-viry

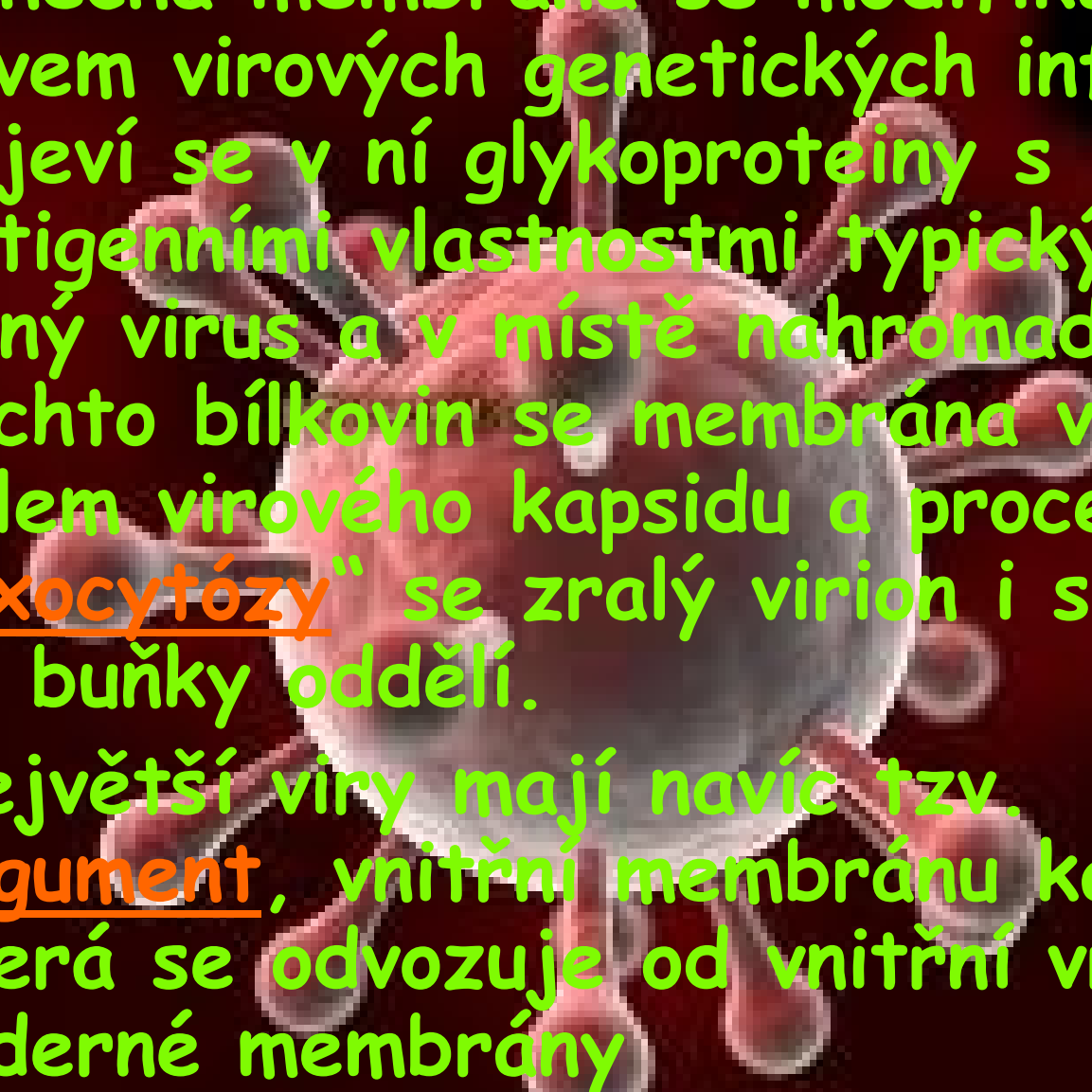
- a) **Reoviry (*Reoviridae*): dsRNA** viry známé i u rostlin, které infikují široké spektrum živočišných hostitelů. Většina infekcí probíhá bez příznaků. Některé druhy však mohou způsobovat střevní průjemová onemocnění

- b) **Pikornaviry (*Picoraviridea*): ssRNA** virus poliomyelitidy, hepatitidy A, virus rinitidy, slintavky a kulhavky, jejich celý životní cyklus se uskutečňuje v cytoplazmě hostitelské buňky a jeho průběh je velmi rychlý, snad nejrychlejší ze všech živočišných virů.

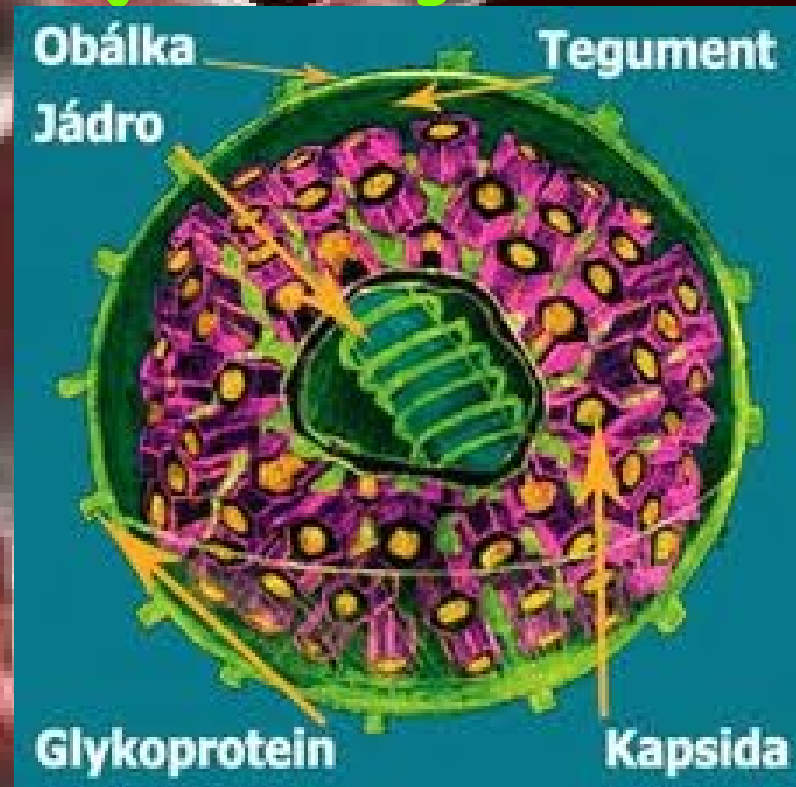
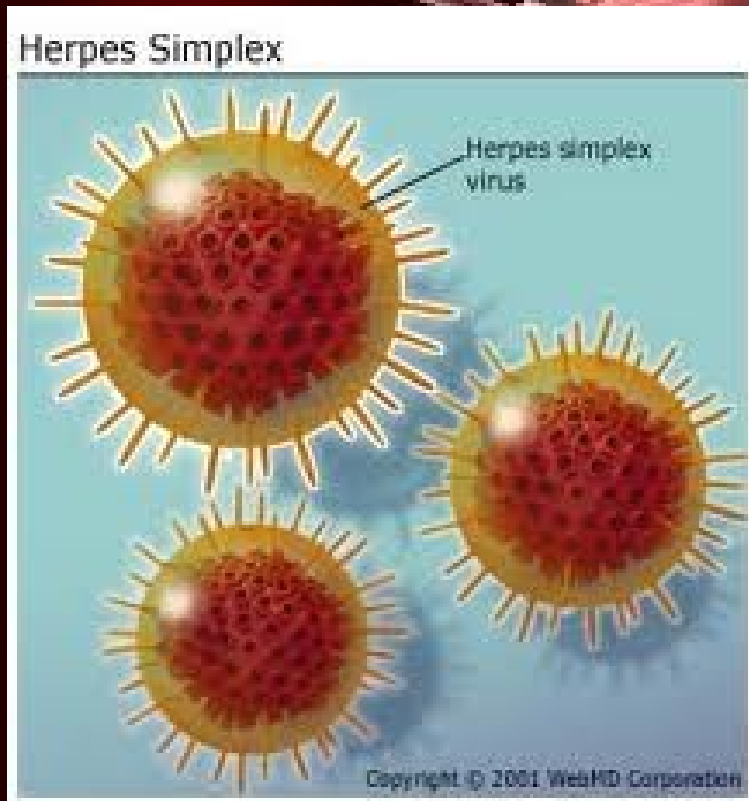


# Membránový obal živočišných virů

- Velké a složitější viry mají nukleokapsid obalen navíc v membránovém obalu charakteristického tvaru.
  - Podstatná část této membrány je odvozena od membrány buňky, ve které virus dozrál:
  - Plazmatická membrána
  - Jaderná membrána
  - Nebo z obou
  - Virus se jí obaluje v konečné fázi zrání
- 

- 
- Buněčná membrána se modifikuje vlivem virových genetických informací, objeví se v ní glykoproteiny s antigenními vlastnostmi typickými pro daný virus a v místě nahromadění těchto bílkovin se membrána vychlipuje kolem virového kapsidu a procesem „exocytózy“ se zralý virion i s obalem od buňky oddělí.
  - Největší viry mají navíc tzv. tegument, vnitřní membránu kapsidu, která se odvozuje od vnitřní vrstvy jaderné membrány

- 2. Obalené DNA-viry
- a) Herpesviry (Herpesviridae) jsou velmi pestrou a početnou čeledí virů. Působí infekční opary různých druhů ptáků a savců včetně člověka. Některé z nich jsou onkogenní.





# Přehled lidských herpesvirů



## Alfaherpesvirinae

Simplexvirus HHV-1, HHV-2 lidský herpesvirus 1, 2 (HSV1, HSV2)

Varicellovirus HHV-3 lidský herpesvirus 3 (VZV)

## Betaherpesvirinae

Cytomegalovirus HHV-5 lidský herpesvirus 5 (CMV)

Muromegalovirus myší cytomegalovirus 1

Roseolovirus HHV-6, HHV-7 lidský herpesvirus 6, 7 (HHV6, HHV7)

## Gammapherpesvirinae

Lymfokryptovirus HHV-4 lidský herpesvirus 4 (EBV)

Rhadinovirus HHV-8 lidský herpesvirus 8 (HHV8)



AK ElGeneidy DDS

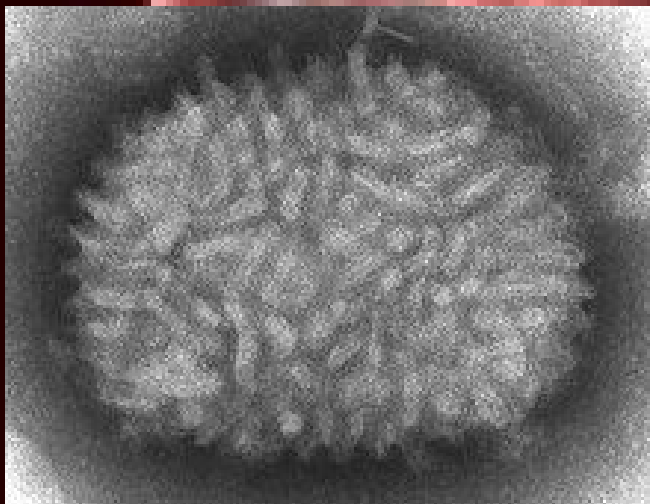
Herpes simplex HHV1,  
HSV-1



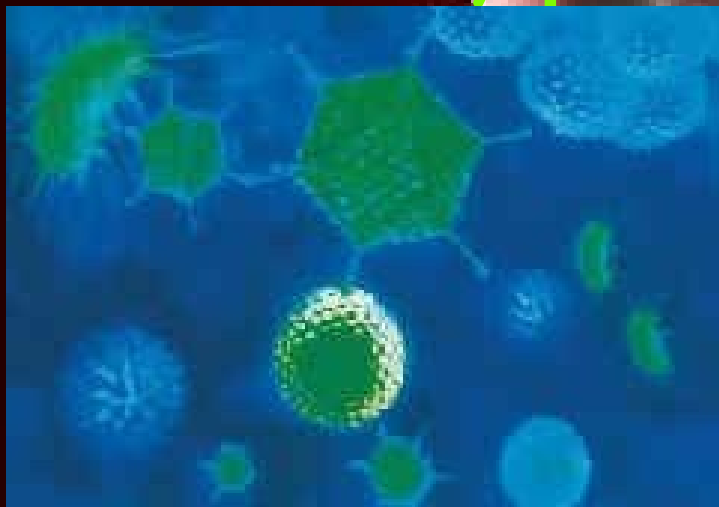
Varicella zoster virus HHV3,  
VZV



- b) Bakuloviry (Baculoviridae) jsou výhradně hmyzí viry.
- c) Poxviry (Poxviridae) tvoří velmi početnou čeleď virů. Patří mezi ně mnoho virů patogenních pro hmyz, ptáky a savce (viry kravských neštovic, myxomatózy a fibromatózy králíků).



- Hepadnaviry (*Hepadnaviridae*)
- Virus hepatitidy B (HBV) DNA virus se zpětnou transkriptázou (umožňuje zpětnou transkripci RNA do genomové DNA)
- Sérová hepatitida, přenáší se krví a tělními tekutinami
- Těžké poškození jater, přechází v chronicitu, podílí se na vzniku rakoviny



- 4. Obalené RNA-viry
- a) Paramyxoviry (Paramyxoviridae). Do této čeledi patří celá řada původců onemocnění člověka (viry spalniček a příušnic) a řady savčích a ptačích druhů.

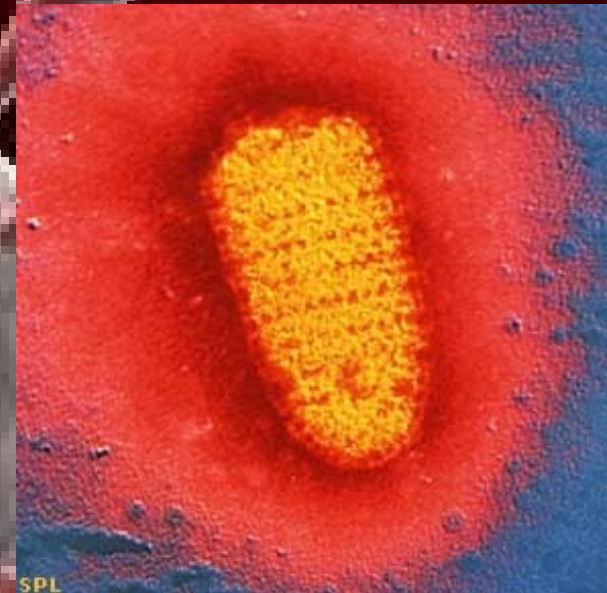


Virus příušnic



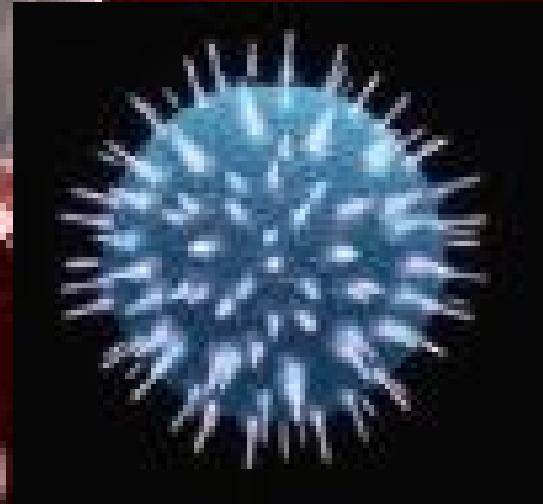
Spalničky

b) Rabdoviry (Rhabdoviridae) zahrnují řadu savčích, hmyzích, ale i rostlinných virů. Z virů nebezpečných pro člověka k nim patří virus vztekliny.



c) Bunyaviry (Bunyaviridae) jsou viry přenášené členovci na savce, u kterých vyvolávají záněty mozku (encefalitidu).

d) Togaviry (Togaviridae). Zástupci této čeledi jsou původci některých závažných onemocnění člověka, např. žluté zimnice, zarděnek nebo klíšťové encefalitidy. Jsou to virózy přenášené členovci.



Zdroj: [www.kliste.cz](http://www.kliste.cz)

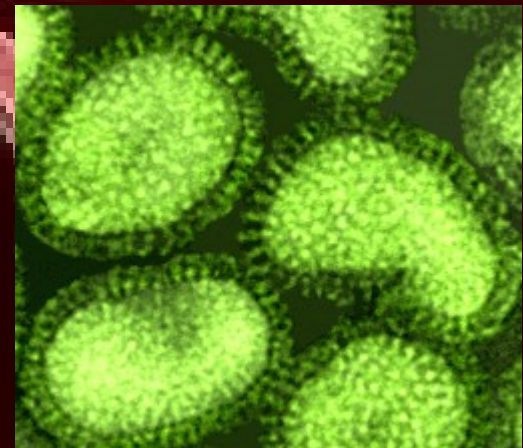
- e) **Ortomyxoviry (*Orthomyxoviridae*)** charakteristické segmentovaným genomem, zástupcem je virus chřipky (influenza). Viriony mají kulovitý tvar. Membránový protein a hlavní antigen je hemagglutinin (H) a druhý nejdůležitější je neuraminidáza (N). Geny, které kódují H a N mají vysokou mutační rychlost = existuje 14 subtypů H1-H14 a 9 subtypů N1-N9. Příslušnost k určitému subtypu je jedna z hlavních charakteristik kmene viru chřipky.



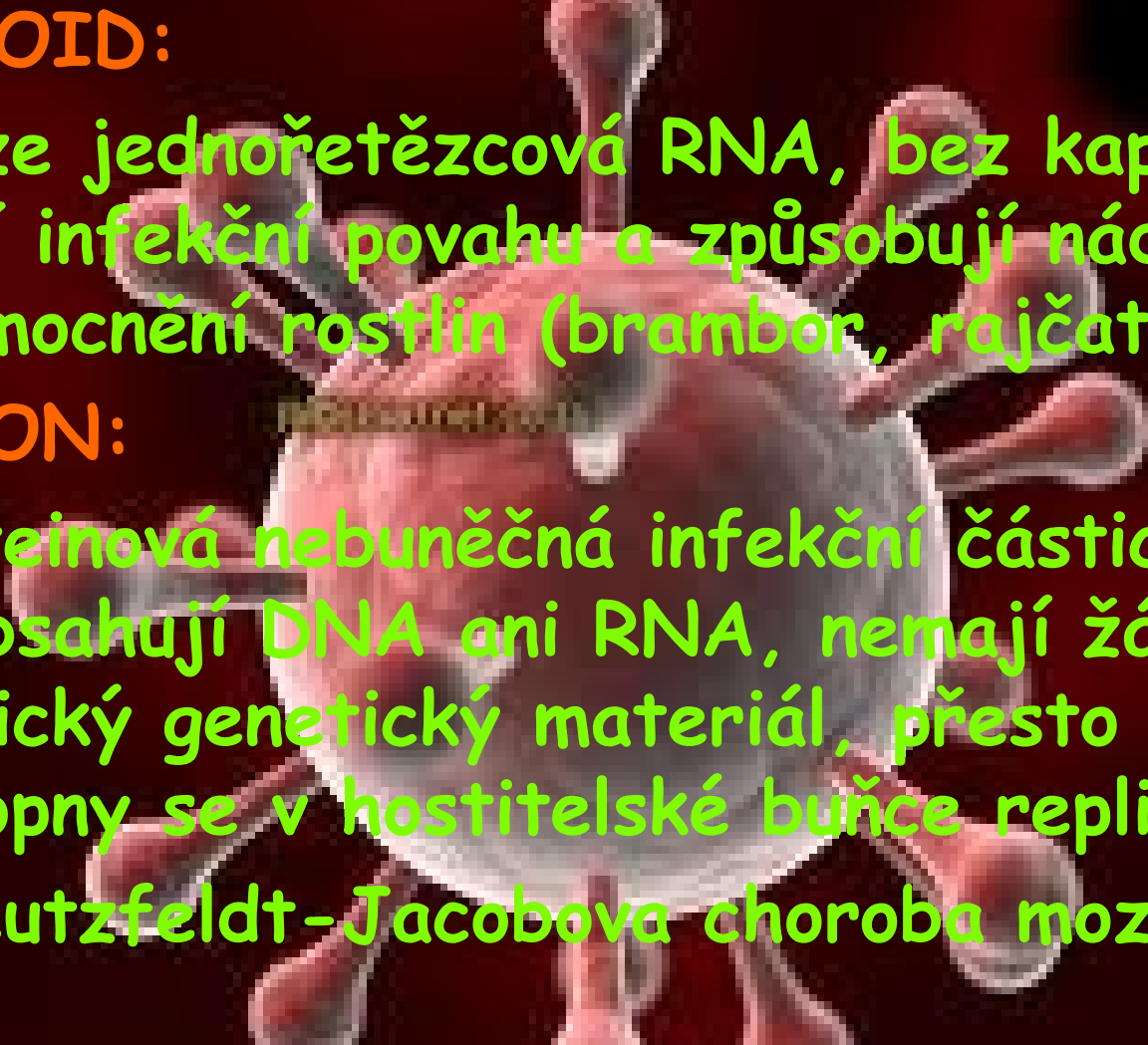
- Genom viru chřipky tvoří 8 segmentů (genoforů) RNA, je-li hostitelská buňka infikována dvěma chřipkovými viry, které se navzájem geneticky liší, mohou přeskupením segmentů vzniknout kombinace, které se proti rodičovským liší. Přeskupování segmentů je zdrojem vzniku nových kmenů viru chřipky způsobujících chřipkové epidemie a očkování ne vždy zabere

• Influenzavirus A, B, C: B a C jen u lidí, C hodně u dětí, A i koně, prasata, ptáci

• Zdroj: <http://textbookofbacteriology.net/themicrobialworld/Influenza.html>



- f) Retroviry (Retroviridae) tvoří rozsáhlou čeleď virů, které mohou způsobovat vznik zhoubných nádorů (sarkomy, lymfomy či leukémie). Jsou to viry ptáků a savců. Jejich nositelem genetické informace je jednořetězcová RNA; zvláštní enzym - reverzní transkriptáza - podle ní syntetizuje komplementární DNA, která se vřazuje do DNA hostitelské (infikované) buňky. Do této čeledi pak patří v poslední době často diskutovaný virus HIV (1,2), rod Lentivirus, způsobuje onemocnění AIDS (syndrom získaného selhání imunity, acquired immunodeficiency syndrome): inkubační doba 2-4 roky, příznaky: ztráta tělesné hmotnosti, zvýšená teplota, kašel, zánět dýchacích cest, průjemy, nechutenství, zažívací potíže, bolesti v krku a svalech, vyrážka; záněty mízních uzlin, lymfopenie, Kaposiho sarkom, Burkittův lymfom; onemocnění oportunní infekcí

- 
- **VIROID:**
  - Pouze jednořetězcová RNA, bez kapsidu, mají infekční povahu a způsobují nádorová onemocnění rostlin (brambor, rajčat)
  - **PRION:**
  - Proteinová nebuněčná infekční částice, neobsahují DNA ani RNA, nemají žádný klasický genetický materiál, přesto jsou schopny se v hostitelské buňce replikovat
  - (Creutzfeldt-Jacobova choroba mozku u lidí)