

Maturitní téma č. 6

VIRY - Vira

STRUKTURA VIRU

Jejich struktura je velice jednoduchá. Virovou částici tvoří nukleová kyselina, která je opatřena bílkovinným obalem (kapsidem). Nukleová kyselina může být jedno nebo dvouřetězcová DNA nebo RNA. Nukleová kyselina je potom obalena kapsidem tvořeným nejméně jedním typem bílkoviny.

Viry tedy nejsou schopny samostatného růstu a replikace a jejich plný rozmnožovací cyklus může probíhat pouze v živé, metabolizující hostitelské buňce. Tato vlastnost se nazývá **biotropie**.

Viry nemají "vyvinut" vlastní metabolismus, nejsou schopny tvorby energie (tvorby ATP), nejsou schopny syntetizovat ani potřebné aminokyseliny tvořící jejich kapsid. Nukleová kyselina nese pouze informaci o struktuře vlastní obalové bílkoviny. Pokud byla u virů prokázána enzymatická aktivita, potom jde jen o enzymy umožňující jejich průnik do hostitelské buňky.

Velikost a tvar virů je různorodý. Většina živočišných virů má kulovitý nebo oválný tvar, odvozený od dvacetistěnu (ikosaedru). Pouze některé viry mají jiný tvar. Podle velikosti se živočišné viry rozdělují na malé (18 -20 nm, pikornaviry), středně velké (70 - 100 nm, adenoviry, retroviry) a velké (150 -300 nm, paramyxoviry, retroviry).

FUNKCE VIROVÝCH BÍLKOVIN:

1. ochranná - chrání genom (kapsid)
2. rozpoznávací - mají schopnost vyhledávat pro napadení citlivé hostitelské buňky (napadení je možné jen na některých místech - jsou to vazbová místa na povrchu částic)
3. katalytická - se vyskytuje pouze u složitějších virů, které jsou kódované genomovou kyselinou - nesou informace o syntézách
4. regulační - reguluje replikaci RNA - hostitelská buňka přestává tvořit svoje bílkoviny a začíná s produkcí bílkovin pro virus
5. antigenní - virové bílkoviny jsou schopny v napadeném organismu vyvolat tvorbu protilátek

ROZDĚLENÍ VIROVÝCH SKUPIN

Podle povahy hostitelské buňky se rozlišuje reprodukce živočišných, rostlinných a bakteriálních virů. V tomto procesu má velice důležité postavení mRNA. Podle ní je potom řízena replikace genomové nukleové kyseliny. Je důležité, zda má stejnou sekvenci nukleotidů jako genomová kyselina - podle toho rozlišujeme **pozitivní** a **negativní** řetězec genomové nukleové kyseliny.

ROZDĚLENÍ PODLE TYPU GENOMU

Záleží na několika hlediscích: zda je to DNA nebo RNA, 1 řetězcová nebo 2

řetězcová, lineární nebo kruhová formace, fragmentovaná nebo ne.

- 2 řetězcová DNA - živočišné viry, bakteriofágové (viry napadající pouze bakterie), výjimečně u rostlinných virů
- 1 řetězcová DNA - lineární - některé živočišné viry
- kruhová - někteří bakteriofágové
- 1 řetězcová RNA - živočišné, rostlinné i některé bakteriální viry

Podle tohoto hlediska bylo vytvořeno 6 skupin virů: (všechny spadají do skupiny živočišných virů, viz dále)

1. genom tvoří 2-řetězcová +/- DNA (DNA viry)

- papovaviry
- adenoviry
- herpesviry
- poxviry
- hepadnaviry

Transkripce probíhá na negativní DNA.

2. genom tvoří 1-řetězcová bud' + nebo - DNA

- parvoviry

3. genom tvoří 2-řetězcová segmentovaná RNA

- reoviry

Lze ji označit jako +/- RNA.

4. genom tvoří 1-řetězcová + RNA

- koronaviry
- pikornaviry
- togaviry

5. genom je celistvý nebo segmentovaný - RNA

- celistvý - paramixoviry
- rabdoviry
- segmentovaný - ortomixiviry
- bunyaviry
- arenaviry

6. genomem je + RNA přepisovaná do DNA

- retroviry

Mohou sloužit jako důkaz, že RNA je vývojově původnější.

ROZDĚLENÍ PODLE TYPU NAPADANÝCH BUNĚK

Nejčastější dělení je ale podle typu napadené buňky, teprve druhotně podle genomu:

1. ROSTLINNÉ VIRY
2. ŽIVOČIŠNÉ VIRY
 - DNAviry
 - RNAviry
3. BAKTERIOFÁGY

1. ROSTLINNÉ VIRY

Rostlinné viry jsou jednoduché stavby, převážně spirálovité struktury. Obvykle se skládají z jednoho typu bílkoviny a RNA. Virus se do rostliny dostává různým

způsobem, největší význam má přenos savým hmyzem. Některé viry mají větší, jiné menší počet přenašečů. Přenos virů hmyzem se uskutečňuje tak, že po nasátí se virus dostává do trávicího traktu, odtud postupuje do lymfy a po rozmnožení ve vnitřních orgánech je vylučován slinami. Hmyz se tak stává "nakažlivý", ale až po určité inkubační době, která může trvat od několika hodin do několika týdnů.

Po vniknutí viru do rostlinné buňky se nákaza šíří do sousedních buněk a vzniká tak **lokální ložisko infekce**. Rychlost postupu infekce záleží na druhu viru, druhu rostliny a na vnějších podmínkách. Například virus brambor se šíří rychlostí až 0,3 mm za den. V některých případech je infekce omezena jen na lokální ložisko, jindy se může rozšířit po celé rostlině (systémová infekce). Viry se v těchto případech ohybují cévními svazky nejprve ke kořenům a odtud později k vegetativním vrcholům.

Přítomnost virů v rostlině vyvolává charakteristické změny, které se navenek projevují změnou anatomické a morfologické stavby. Jejich rozsah je poměrně široký - od latentního, maskovaného onemocnění přes různé barevné a tvarové změny až k celkové deformaci, odumírání jednotlivých orgánů, příp. celé rostliny. Při většině prvotních příznaků se objevují mozaikové skvrny, prosvětlení listové žilnatiny nebo chloróza. Tyto příznaky později buď zanikají a objevují se další, typičtější, nebo prvotní příznaky zesilují a postupně se rozšíří. Obecně však nelze podle vnějších příznaků zcela bezpečně určit druh viru, protože řada virů vyvolává tytéž příznaky.

Rostlinné viry (fytoviry) jsou rozříděny do 16 skupin s rodovým označením a do 4 skupin dosud blíže neurčených. Pouze u jedné skupiny virů je genom tvořen dvouřetězcovou DNA, u všech ostatních plní funkci genomu jednořetězcová RNA, která je často segmentovaná (rozdělená do několika částí).

2. ŽIVOČIŠNÉ VIRY

Do organismu pronikají viry různými cestami, např. poraněním pokožky, dýchacími cestami, sliznicemi, trávicím traktem.

Průnik do buňky se děje za aktivní účasti jejího povrchu. Virová částice je obalována buněčnou membránou napadené buňky, která ji postupně přetáhne dovnitř. Tento proces se nazývá pinocytóza. Uvnitř buňky dojde potom k obnažení virové nukleové kyseliny odbouráním kapsidu působením buněčných enzymů.

V další fázi je syntetizován enzym replikáza, pomocí níž dojde k syntéze nové virové NK. Namnožená NK dá prostřednictvím ribozómů impuls k syntéze obalové bílkoviny viru. Dozrávání virových částic je uskutečňováno v jádře buňky nebo v cytoplazmě.

Reprodukční cyklus trvá pouze několik hodin.

Významnou reakcí některých infikovaných buněk je syntéza interferonu - speciálního proteinu, interferujícího s replikací virů. Tento protein je syntetizován pouze v přítomnosti virových částic.

Třídění živočišných virů do čeledí je prováděno podle různých kritérií, nejčastěji se dělí podle obsahu DNA nebo RNA.

RNA viry + nemoci jimi způsobované:

I. čel.: Picornaviridae

rod: Enterovirus

Poliomyelitida (dětská obrna) - jedná se o akutní zasažení CNS. Inkubační doba kolísá od 5 do 35 dnů. Vstupní branou infekce je dutina ústní. Zdrojem infekce je nemocný člověk. Prevence se provádí očkováním oslabenou vakcinou.

Těšínská obrna prasat je vyvolána virem polioencefalomyelitidy. Letální (smrtelné) formy se vyskytují hlavně u selat.

rod: Rhinovirus

Jeho druhy vyvolávají nejčastěji **rýmu**. Příznaky onemocnění trvají obvykle 3-4 dny. Epidemie se objevují zejména v dětských kolektivech.

Slintavka a kulhavka je onemocnění hovězího dobytka a prasat. Projevuje se horečkou a četnými puchýřky na sliznici dutiny ústní. Onemocnění je přenosné na člověka.

II. čel.: *Togaviridae*

rod: Alphavirus

Kloubní onemocnění obyvatel Afriky a Indie.

rod: Flavivirus

Japonská encefalitida - vektorem přenosu je komár, který přenáší virus z ptáků na člověka a další savce. Onemocnění v 60 - 70% končí smrtí.

Klíšťová encefalitida - vektorem přenosu je klíště. K infekci však může dojít i pitím mléka infikovaných zvířat. Většina lidí překonává infekci bez příznaků. V některých případech po 7 - 14 dnech inkubace propukne viremie (virus je přítomný v krvi), která může přejít na encefalitickou formu s dlouhou dobou rekonvalescence.

rod: Rubivirus

Zarděnky (rubeola) - onemocnění je doprovázeno horečkou a splývavou vyrážkou. Po překonání infekce vzniká trvalá imunita. Komplikace u dětí jsou výjimečné. Závažnou je infekce matky v prvních třech měsících gravidity, kdy virus narušuje vývoj plodu.

III. čel.: *Orthomyxoviridae*

rod: Influenzavirus

Má tři typy A, B, C. Typ A vyvolává chřipku u lidí a onemocnění dýchacích cest u koní, prasat a ptáků. Typ B vyvolává chřipku pouze u lidí. Typ C byl izolován většinou v dětských kolektivech. Chřipka je akutní infekční onemocnění s inkubační dobou 1 - 2 dny, někdy jen několik hodin. Nekomplikované onemocnění proběhne za 5-7 dnů, rekonvalescence je podstatně delší. Komplikace způsobuje sekundární infekce horních cest dýchacích.

IV. čel.: Paramyxoviridae
rod: Paramyxovirus

Příušnice (parotitida) je akutní, velmi nakažlivé onemocnění příušních žláz. Inkubační doba je 12 - 35 dnů. Onemocnění propukne horečkou a do 48 hodin opuchnou příušní žlázy. Otok trvá 7 - 10 dnů. V tomto období je nebezpečí postižení dalších žláz s vnitřní sekrecí a CNS. Parotitida je značně rozšířená, probíhá většinou bez komplikací a vede k dlouhotrvající imunitě.

Parainfluenza - onemocnění má charakter akutního zápalu plic, vyskytuje se především u dětí.

rod: Morbillivirus

Spalničky jsou akutním, vysoce infekčním onemocněním. Inkubační doba je 12 - 17 dnů. Onemocnění začíná rýmou, kašlem a zánětem spojivek. Rozvinuté onemocnění se projevuje vyrážkou. Prevence spočívá v očkování.

V. čel.: Rhabdoviridae

rod: Lyssavirus

Vzteklina (lysa) - inkubační doba je 2 - 8 týdnů (někdy 10 dnů až 18 měsíců). Příznaky jsou bolest hlavy, bolesti v krku, poruchy žvýkacího a lícního svalstva, slinění. Křeče dýchacího svalstva mohou vést ke smrti. Vstupní branou infekce je rána po kousnutí nakaženým zvířetem. Prevence a současně léčba spočívá v podání séra.

VI. čel.: Retroviridae

Viriony obsahují enzym reverzní transkriptázu, jímž je genomová RNA přepisovaná do DNA. Ta se pak ve formě proviru začleňuje do buněčného chromozómu.

I. podčeleď: Oncouérénae

Onkoviry typu C - vyvolávají sarkomy u myší, prasat, opic, hovězího dobytka, drůbeže, plazů.

Onkovirus typu B - vyvolává nádory prsních žláz myší.

Lidské onhoviry jsou označeny HTLV I-III (Human-T-cell Lymphotropic Viruses). První dva typy vyvolávají leukemii, třetí typ narušuje imunitní systém. Syndrom získané imunodeficiency (AIDS) - onemocnění se vyskytuje především u narkomanů, hemofiliků, u sexuálních partnerů a dětí nemocných osob. Zdrojem nákazy je nemocný nebo bezpříznakový nosič viru. Přenos se děje intimním stykem, injekční aplikací drog nebo transfuzí krve. Matka může nakazit dítě při porodu. Dosud nebylo prokázáno šíření alimentární nebo vzdušnou cestou. Virus může persistovat 6 měsíců až 8 let bez příznaků v T-lymfocytech. Do 1 roku od stanovení diagnózy umírá více než 40 % nemocných. Léčba není dosud známa. Replikaci viru lze částečně tlumit podáváním inhibitorů virové reverzní transkriptázy.

II. podčeled': Lentivirinae

Virus Maedi /Visna zasahuje CNS ovcí, jiné druhy vyvolávají pneumonii u ovcí.

DNA viry a nemoci jimi způsobované:

I. čel.: Parvoviridae

rod: Parvovirus

Viry vyvolávají **encefalitidu** u hovězího dobytka, koček, psů a potkanů. U člověka pak akutní **gastroenteritidu**.

rod: Densovirus

Je rozšířen především u hmyzu.

II. čel.: Adenoviridae

rod: Mastadenovirus

Viry způsobují onemocnění respiračního traktu a záněty očních spojivek u člověka.

III. čel.: Herpetoviridae

Viry jsou rozšířeny mezi savci včetně člověka, ale hostiteli mohou být i plazi, ptáci, ryby, obojživelníci a dokonce i bezobratlí.

Herpes simplex (opar) - jde o nejčastěji se opakující infekci virem na rozhraní kůže a sliznice. Onemocnění se projevuje místním svěděním, vyrážkou a puchýřky, které se hojí bez jizvy.

Ekzema herpetikum je primární formou infekce kůže dětí a novorozenců.

Onemocnění sliznic se projevuje na sliznici dutiny ústní, nosu a genitálu bolestivými defekty se šedobílým povlakem.

Varicela (ovčí neštovice) - inkubační doba je 13-17 dnů. Hlavními příznaky jsou horečka, vyrážka na obličeji a hrudi. Komplikace může vyvolat sekundární bakteriální infekce.

Zoster (pásový opar) může propuknout z varicelové infekce nebo po invazi viru do míšních kořenů. Příznaky jsou 3 - 4 dny trvající bolesti kolem míšních kořenů a později se objevující puchýřky, přetrvávající několik týdnů.

Infekční mononukleóza je onemocnění nejčastěji mladší populace mírného pásma, vyvolané EB-virem (Epstein-Barrové virus). Virus vstupuje do organismu respiračním traktem, množí se v lymfatických uzlinách a lymfocytech. Je přenosný i transfúzí.

IV. čel.: Poxviridae

Variola (neštovice) je onemocnění prudce nakažlivé a v minulosti epidemie končily u 40 % nemocných smrtí. Inkubační doba je 7 - 17 dnů. Po horečnatém vzplanutí se objevují puchýřky, hojící se přiškvarky, odlupující se po 2 - 4 týdnech (zůstávají jizvy). Prevence je v očkování vakcinou a imunita je dlouhodobá až

celoživotní.

Kravské neštovice je onemocnění projevující se tvorbou tmavých uzlíků na rukou. Nejčastěji jsou takto infikováni ošetřovatelé dobytka.

Myxomatóza je časté onemocnění králíků.

Entomopoxvirus vyvolává onemocnění u hmyzu.

V. čel.: Papovaviridae

Papilom (bradavice) - hostitelem viru je nejen člověk, ale i další savci, zejména domácí zvířata, křečci, srnčí zvěř. Přenos viru je možný přímým nebo nepřímým kontaktem. Virus vyvolává kožní nádorky (papilomy), které se mohou někdy zvrhnout ve zhoubné nádory (např. u hovězího dobytka).

3. BAKTERIÁLNÍ VIRY = BAKTERIOFÁGY

Napadají většinu bakterií. Od živočišných virů se liší tím, že do hostitelské buňky vstupuje pouze fágový genom, zatímco obalové struktury zůstávají navázány na buněčné stěně.

Podle průběhu vlastního infekčního procesu se fágy rozlišují na virulentní a temperované.

Při infekci bakterií **virulentním fágem** proběhne "normální" reprodukční cyklus, na jehož konci jsou nově vytvořené fágové částice uvolňovány z buňky do vnějšího prostředí (lýze buňky). První fází reprodukčního cyklu je adsorpce částic na povrch buňky v místech specifických receptorů. Poté je nukleová kyselina injikována do cytoplazmy hostitelské buňky, kde také probíhá její replikace. Současně s replikací NK jsou syntetizovány bílkoviny kapsidu a vytvářejí se nové kompletní částice. Ty po uvolnění z buňky mohou infikovat další senzitivní buňky.

Infekce **temperovaným fágem** je v počátečních fázích shodná s předchozím cyklem, tj. adsorpce a penetrace. Po penetraci NK do cytoplazmy dochází k její inkorporaci do genomové DNA hostitelské buňky. Temperovaný fág se tak dostává do stavu profága. DNA bakteriofága se tedy replikuje současně s chromozomální DNA hostitelské buňky, takže dceřiné buňky dostávají informaci o struktuře fágové částice. Životní cyklus bakteriofága může být obnoven teprve uvolněním jeho DNA z chromozómu účinkem faktorů vnějšího prostředí.

Genom bakteriofágů může být tvořen DNA nebo RNA, které mohou být jednořetězcové nebo dvouřetězcové. NK je obalena bílkovinným kapsidem. Informace o struktuře této bílkoviny je nesena v genomové NK bakteriofága. Tvar kapsidu je, podobně jako u jiných virů, velice rozmanitý - od jednoduchých vláknitých až po polyedrální s bičíky a bičíkovými vlákny.

Klasifikace bakteriofágů vychází z genomové nukleové kyseliny, tzn. DNA a RNA fágy, které řadíme do čeledí:

I. čel.: Myoviridae

Hostitelem jsou enterobaktérie.

II. čel.: Corticoviridae

Jako hostitelské buňky vystupují mořské druhy rodu *Pseudomonas*.

III. čel.: Styloviridae

Kromě enterobaktérií mohou být hostiteli zástupci rodů *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*.

IV. čel.: Inoviridae

V roli hostitelů vystupují druhy rodů *Pseudomonas*, *Xanthomonas* a mykoplazmata.

ROZDĚLENÍ Z MORFOLOGICKÉHO HLEDISKA

Po morfologické stránce je možné viry rozdělit na dvě základní skupiny. Tyto základní skupiny se mohou dále modifikovat a kombinovat.

1. spirálovité - mají kapsid se závitnicovou symetrií

Viry se spirálovitou strukturou jsou složeny z bílkovinných podjednotek uspořádaných do šroubovice. Závity spirály přiléhají těsně k sobě a mezi bílkovinnými podjednotkami se vine vlákno nukleové kyseliny, které je tak chráněno z obou stran bílkovinným obalem.

2. polyedrání - kapsid má kubickou symetrii

Polyedrání viry mají obvykle pravidelný tvar, daný mnohaplošným bílkovinným pláštěm, připomínající krystalickou strukturu, který je označován jako kapsid. Strukturními jednotkami kapsidu jsou protoméry, představující většinou identické bílkovinné řetězce. Jejich spojením pak vznikají kapsoméry, z nichž je sestaven vlastní kapsid. Počet kapsomér je různý.

ŽIVOTNÍ CYKLUS VIRU

Reprodukce viru v hostitelské buňce, spojená s tvorbou nových virových částic, zahrnuje obvykle několik fází. Jsou to:

- **adsorpce viru na hostitelskou buňku** - jedná se o připojení viru na povrch buňky prostřednictvím zvláštních vazebných míst - receptorů. Jako receptory se uplatňují především lipoproteiny nebo glykoproteiny.

- **vstup neboli penetrace viru do buňky** je u jednotlivých virů různý. Živočišné viry se průnikem postupně zbavují obalů a kapsidu. U bakteriálních virů kapsid zůstává na povrchu buňky a dovnitř proniká pouze nukleová kyselina. Rostlinné viry pronikají do buňky přímo po narušení buněčné stěny (mechanicky nebo přenašečem). Viry vstupující do buňky významným způsobem mění její metabolické procesy - hned po infekci je blokována syntéza DNA, RNA a bílkovin buňky a veškerý enzymatický aparát se připravuje na syntézu virů.

- **vlastní reprodukce viru** - během níž probíhají tyto procesy:

- **replikace virového genomu**
- **syntéza virových bílkovin**
- **tvorba nových virionů, jejich dozrávání**

(maturace) a jejich uvolňování z buňky do prostředí.

Zralé, kompletní viry jsou označovány jako **viriony**. Proces expanze virů do okolních buněk se nazývá **virulence**.

Nyní dochází k **eluci** - uvolnění virionů z hostitelské buňky (většinou se to děje její **lýzí** - rozpadem a zánikem). Poté nastává doba **eclipse**, což je v podstatě **inkubační doba** - časový úsek od adsorbce po zahájení syntézy virionů. Na eklipsi navazuje **latentní stadium**, doba mezi kontaktem viru a buňky a uvolněním virionů z napadené buňky.

REPRODUKCE JEDNOTLIVÝCH VIROVÝCH SKUPIN

Reprodukční cykly jednotlivých čeledí virů se od sebe navzájem liší v následujících detailech:

A. REPRODUKCE ŽIVOČIŠNÝCH VIROVÝCH SKUPIN

Papovaviry - neobalené viry se reprodukují ve 3 fázích: adsorbce, penetrace (virová NK se dostane k jádru hostitelské buňky), nastává transkripce a syntéza bílkovin, asi 12 hodin po infekci dojde k replikaci DNA, transkripci m-RNA a syntéze kapsidových bílkovin. Viriony se z buňky uvolňují její lýzí.

Adenoviry - neobalené, reprodukční cyklus má 2 stadia: 1.adsorbce, penetrace, vznik takzvaných brzkých m-RNA a začínají se syntetizovat proteiny, 2. replikuje se DNA, probíhá transkripce tzv. pozdní m-RNA, syntetizují se bílkoviny kapsidu. Nové viriony se uvolňují pomalu.

Herpesviry - obalené (kromě kapsidu mají i další obal), reprodukují se v jádře buňky. Probíhá transkripce, syntéza bílkovin, poté replikace - lineární DNA přechází na kruhovou formu a její dlouhý řetězec se štěpí na jednotlivé 2-řetězcové lineární části DNA, bílkovinný kapsid se při průchodu virionů z jádra pokrývá vnějším pláštěm, který má podobnou strukturu jako většina membrán. Viriony se uvolňují lýzí buňky.

Poxviry - jsou to jedny z největších živočišných virů, reprodukují se v cytoplasmě. Probíhá transkripce brzké m-RNA, tvorba bílkovin (má enzymatickou povahu), replikuje se DNA, syntetizují se obalové bílkoviny a vznikají nově viriony, které se zralé ukládají na membránách golgiho aparátu, odtud přecházejí k povrchu a do prostředí se uvolní exocytózou.

Hepadnaviry - se liší, obsahují tzv. bílkovinnou dřev, kde je uložena 2- řetězcová kruhová DNA. Pozitivní řetězec je kratší (neúplný) než negativní a celá molekula je z 15 - 50 % jednořetězcová. Replikace začíná transkripcí negativního řetězce a vzniká pozitivní, který je účinkem transkriptázy přepisován na negativní řetězec DNA. Při replikaci negativního řetězce se tvoří pozitivní řetězec a vytvářejí se 2-řetězcové molekuly, které jsou základem genomu virionů. Protože do nich vstupují ještě v průběhu replikace, je pozitivní řetězec DNA ve srovnání s negativním kratší. Může se stát, že virový genom integruje do buněčné DNA a výsledkem je zvrát na nádorové bujení.

Parvoviry - mohou být v podobě autonomních forem, které se replikují - replikace DNA, transkripce a vznik m-RNA. Naproti tomu existují i formy defektní, které se mohou množit pouze v kombinaci s adenovirem.

Reoviry - mají v kapsidu 10 segmentů 2-řetězcové genomové RNA, reprodukuje se v cytoplasmě. Proces : transkripce a syntéza m-RNA u všech 10 segmentů současně. Replikace: nejdříve jsou syntetizovány pozitivní řetězce a pak komplementární části.

Pikornaviry - drobné, neobalené viry. Jako první probíhá adsorbce, virová RNA se dostane do cytoplasmy, kde koordinuje syntézu bílkoviny s enzymatickou funkcí - následuje replikace a vzniklý negativní řetězec je základem pro syntézu genomové pozitivní DNA a m-RNA. Nejdříve vzniká tzv. prokapsid, do něj vstupuje genom a tak vzniká virion, uvolňují se lými buňky v počtu několika set.

Togaviry - reprodukce: při replikaci se vytváří negativní řetězec DNA, transkripce vzniká m-RNA a translací příslušné virové bílkoviny. Maturace se odehrává na cytoplasmatických membránách, zralé viriony se uvolňují pučením.

Koronaviry - do host. buňky vnikají viroplexí, viriony se vytváří v cytoplasmě, dozrávají při průchodu membránami a uvolňují se pučením.

Arenaviry - obalené, genom je ze dvou nestejně dlouhých segmentů jednořetězcové negativní RNA, reprodukční cyklus: po vniknutí do buňky začíná transkripce, potom se syntetizují pozitivní řetězce RNA, které slouží i jako m-RNA. Translací vznikají obalové proteiny, viriony se kompletují v cytoplasmě a dozrávají při pučení.

Bunyaviry - genom tvoří 3segmentová negativní RNA s nestejnými segmenty. Největší kóduje syntézu bílkoviny, která je enzymatické povahy, prostřední kóduje syntézu kapsidových bílkovin, nejmenší kóduje syntézu bílkoviny vázané s genomovou RNA. Viriony se tvoří na cytoplasmatické membráně, kde dozrávají a odpučí.

Ortomixoviry - (viry chřipky) - dělí se na 3 skupiny podle počty segmentů genomu. Nejtypičtější je genom a s 8 segmenty. Každý kóduje 1 polypeptid. Při pronikání splývají virové obaly s buněčnou membránou. Procesy transkripce: začíná v jádře, DNA jde do cytoplasmy, kde probíhá sekundární transkripce, tvorba m-RNA. Viriony se tvoří na cytoplasmatické membráně, kde dozrávají a odpučí.

Paramixoviry - obalené, nesegmentovaná negativní RNA spolu s vnitřní bílkovinou tvoří nukleoproteinový komplex. Proces: translace v cytoplasmě, replikace, vznik pozitivní RNA, přepis do dceřinné negativní RNA. Tvorba a dozrávání virionů se cytoplasmatické odehrává na membráně, odkud odpučí.

Rabdoviry - mají nesegmentovanou negativní RNA vázanou s bílkovinou. Reprodukují se v cytoplasmě, probíhá primární a sekundární transkripce, proteosyntéza. Tvorba a dozrávání virionů se cytoplasmatické odehrává na membráně, odkud odpučí.

Arboviry = bunyaviry + togaviry - mají společný znak: jsou přenášeny na obratlovce členovci.

Retroviry - genomem je RNA reverzně transkribovaná do DNA. Genomová jednořetězcová pozitivní RNA je složená ze dvou podjednotek. Provirová DNA se přepisuje do RNA a je základem genomu. Funguje jako m-RNA, následuje překlad do bílkovin. Nové viriony odpučí přes membránu.

B. REPRODUKCE ROSTLINNÝCH VIROVÝCH SKUPIN (fytovirů)

Množí se ve vyšších organismech, jejich genomem je hlavně jednořetězcová RNA.

Virus tabákové mozaiky proniká do rostliny buď přímým kontaktem (poranění) nebopomocí přenašečů.

Koviry - vícesložkové fytoviry - genomem je segmentovaná RNA. Infekce nastane jen tehdy, když jsou přítomny všechny segmenty. Nákaza probíhá v doprovodu menších satelitních částic - nejsou schopny se samy rozmnožovat, musí být s plnohodnotným virem.

Pseudoviry - nejsou infekční.

Viroidy - jsou jednoduché s kruhovou DNA, původci onemocnění.

C. REPRODUKCE BAKTERIOFÁGŮ

Do hostitelské buňky vstupuje jen genom, obalové struktury zůstávají na povrchu. Podle průběhu infekce je dělíme na dvě skupiny:

1. **VIRULENTNÍ FÁGY** mají normální reprodukční cyklus - tvoří se viriony, po jejich dozrání se uvolňují lýží buňky.
2. **TEMPEROVANÉ FÁGY** - genom proniká do cytoplasmy a začlení se do chromozomu hostitelské buňky a vzniká tzv. profág. Reprodukční cyklus fága se může zastavit lyzogenií a při dělení buňky se může v klidovém stadiu infekce přenášet dál. Dceřinné buňky jsou také nakažené.

VIROVÁ NÁKAZA - PATOGENEZE

Vzhledem k intracelulárnímu životu jeví se viry ve vztahu k hostitelským organismům jako patogeny, tj. původci různých nákaz. Tyto náказы mohou být bezpříznakové, které se přes zcela prokazatelnou přítomnost viru výrazněji neprojeví, nebo zjevné, přecházející ve virové onemocnění provázené narušením fyziologické funkce infikovaných buněk, tkání nebo orgánů hostitele.

Zjevné náказы lze dále rozlišit na **akutní** (chřipka) a **chronické** (herpetický opar). Svojí povahou sem patří i náказы poškozující plod (zarděnky).

Při infekci pronikají virové částice do hostitelského organismu nejčastěji respiračním traktem (**kapénkové infekce**), trávícím ústrojím (**alimentární infekce**), přenosem z infikovaného jedince na zdravého prostřednictvím přenašeče nebo přímým stykem.

V infikovaném jedinci se virus šíří sliznicemi, krví, po nervových vláknech nebo cévními svazky (u rostlin).

Řada virů je schopna vyvolávat hromadná onemocnění se stejnými příznaky v populaci dané geografické oblasti. Tento jev se obecně označuje jako **epidemie**. V populaci živočichů pak hovoříme o **epizoocii**, u rostlin pak o **epificii**.