

**WIRUSY**

**OYDEIS NEMO**

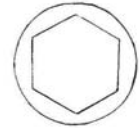
Ciąg dalszy (3)

# RNA WIRUSY

## WIRUSY O PODWÓJNEJ NICI RNA

### Familia: Cystoviridae

Fagi o dwuniciowym, składającym się z trzech odcinków RNA. Kubiczne kapsydy posiadają otoczkę lipidową. Wiriony posiadają zależną od RNA polimerazę RNA.



R/2:Σ13/10:Se/S/:B/O  
Jedyny przedstawiciel *fag 6*.

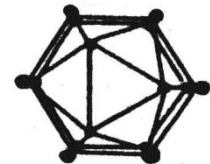
### Familia: Reoviridae

Namnażają się w cytoplazmie zarówno roślin jak i zwierząt. Większość tych wirusów odnajdywanych jest w drogach oddechowych i przewodzie pokarmowym. Mało wiadomo dotychczas o ich patogenności.

Ikozaedralny wirion o masie cząsteczkowej około  $1,3 \times 10^8$  jest złożony z dwu różnych warstw białkowych. Warstwa zewnętrzna zbudowana jest z wyraźnych kapsomerów, z których wystają na zewnątrz białkowe wypustki. W dwunastu narożach ikozadeltaedronu warstwy wewnętrznej wystają wyrostki o wysokości 5 μm i średnicy 10 nm z licznymi kanałami wewnątrz. Kanały te mają średnicę około 5 nm.

Genom zbudowanym z 10 - 12 odcinków dwuniciowego RNA (plus i minus). Stanowi on 15% masy wirionu. Około 20% RNA jest niesparowane. Wirion zawiera około 3.000 cząsteczek oligonukleotydów. Osiem odcinków to informacja dla białek strukturalnych.

Wirusy te przedostają się do komórki przez fagocytozę. Wakuola, w której znajduje się wirion ulega fuzji z lizosomem gdzie następuje strawienie warstwy zewnętrznej wirionu. Uwolnione mRNA przedostają się do cytoplazmy. Cząstki te gromadzą się w określonych rejonach komórki i tam następuje synteza białek wirusowych (fabryki wirusowe). Cząstki rdzenia mają zdolność katalizowania na nici plus RNA syntezy nici minus. Uwalniane z rdzenia mRNA ma zmodyfikowane końce 5' przez strukturę cap. Po wytworzeniu genomu potomnego dołączają białka wirusowe - powstają cząstki subwirusowe. Do nich dołączają inne białka wirusowe i powstaje następna klasa cząstek subwirusowych. Cząstki te aktywnie syntetyzują nowe mRNA, które znów służą jako matryca dla nowych cząstek wirusowych.



R/2:Σ12-Σ19/15-30:S lubSo/S:I,S,V/I,O,Ve/Ac,Au,Di  
*Cytoplazmatyczne wirusy poliedros, Rotavirus.*

### Familia: Birnaviridae

Wykazują podobieństwo do typu III *Reoviridae* oraz *Partitiviridae*. Są to wirusy owadów, wodnych zwierząt i ptaków. Genom składa się z dwu części – stąd nazwa łacińskie **Bi** = podwójny i RNA.

VP4-Proteazy *Birnaviridae* wykazuje homologię do ATP zależnej proteazy bakterii i organelli.

Według nowych badań występuje podobieństwo do struktury wtórnej wirusowej polimerazy zależnej od RNA *Birnaviridae* i *Tetraviridae*.

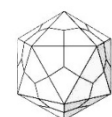
R/2:Σ\*/\*:S lubSo/S:I, V/I,O,Ve/Ac,Au,Di  
*Avibirnavirus, Entombirnavirus, Aquabirnavirus, Blosnavirus.*



### Familia: Totiviridae

Są to wirusy grzybów i protistów o izometrycznym wirionie.

R/2:\*/\*:S/S:F/I,O,Ve/\*  
*Totivirus (Saccharomyces cerevisiae), Giardivirus, Leishmanivirus.*



### Familia: Partitiviridae

Są to wirusy roślin i grzybów. Nazwa wskazuje, że genom składa się z kilku części **PARTITIUS** – część. Nie posiadają osłonki. Wirion o średnicy 30-35 nm ma symetrię ikozaedralną. Genom koduje polimerazę RNA oraz białka osłonki. Składa się z 3.000 - 10.000 nukleotydów.

R/2:Σ\*/\*:S lubSo/S:F,S,I,O,Ve/Ac,Au,Di

*Partitivirus* (*wirus Penicillium chrysogenum*), *Alphacryptovirus*, *Betacryptovirus*.



### **Familia: Chrysoviridae**

Wirusy grzybów. Nazwa pochodzi od greckiego słowa χρυσος – złoty. Pozbawiony osłonki wirion ma symetrię ikozaedralną. Średnica ich wynosi 35-40 nm.

Genom składa się z trzech części podwójnej nici RNA.

Poznane gatunki grzybów zarażanych przez jedyny rodzaj *Chrysovirus* to: *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium cyaneo-fulvum*, *Helminthosporium victoriae*.

R/2:\*/\*:S lubSo/S:F/I,O,Ve/Ac,Au,Di

*Chrysovirus*.



### **Familia: Hypoviridae**

Są to również wirusy grzybów. Wiriony są pleomorficzne, zawierają lipidy z komórkim żywiciela.

Genom jest podwójną, niepodzielną nicią.

R/2:\*/\*:X/X:I,S,V/F/\*

*Hypovirus*.



### **Familia: Endornavirida**

Są to wirusy roślin. Znane są z takich gatunków jak: *Oryza rufipogon*, *O. sativa*, *Phaseolus vulgaris*, *Vicia faba*. Wirion nie posiada osłonki.

Genom jest niesegmentowany o długości 14.000 - 18.000 nukleotydów.

R/2:\*/\*:S lubSo/S:S/Ac,Au,Di

*Endornavirus*.



## **WIRUSY O POJEDYNCZEJ NICI MINUS (-) RNA**

### **Familia: Bornaviridae**

Są to wirusy układu nerwowego endotermicznych zwierząt. Jedyny rodzaj *Bornavirus* nie posiada bliższych krewnych (rodzina monotypowa). Nazwa pochodzi od miasta Borna w Saksonii, gdzie po raz pierwszy w 1885 roku stwierdzono chorobę wywołaną przez te wirusy wśród koni kawałwrii. Wszystkie konie padły na wysoką gorączkę. Dopiero w 1970 roku został zidentyfikowany wirus wywołujący tę chorobę. Obecnie okazało się, że atakuje on również inne ssaki.

W osłonce wirionu znajdują się glikoproteiny (G), które pomagają wiązać się na komórce żywiciela oraz fuzji. Po stronie wewnętrznej osłonki występuje białko M. Dalej występuje pojedyncza nić minus RNA, z którą związane są: fosfoproteina (P), nukleoproteina (N), wirusowa polimeraza (L) i małe białko X.

Genom jest niesegmentowany (8,9 kb). Szczególną cechą jest, że replikacja następuje w jądrze komórkowym żywiciela. Wirus wykorzystuje jądrową maszynę splatania nici kwasów nukleinowych by splatać alternatywnie trzy mRNA z jednego pre-mRNA do syntezy białek M, L i G.

Wirusa tego znaleziono również w ludzkim genomie w formie dwóch genów, nie jednym. Przypuszcza się, że został on zasymilowany z genomem około 40 Ma temu. Działanie lub funkcja nie jest dotąd znana. Prawdopodobnie ma on wpływ na choroby psychiczne (depresje i schizofrenia).

R/1:\*/\*:S lubSo/S:I,S,V/V/\*

*Bornavirus*.



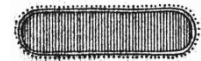
## **Familia: *Rhabdoviridae***

Wirusy o jednej cząstce jednoniciowego RNA minus o masie cząsteczkowej  $3,6 \times 10^6$ . Mają one kształt pocisku i zawierają w kapsydzie pięć głównych białek. Otoczone są podwójną lipidowo-białkową osłonką powstającą z błony komórkowej gospodarza. Otoczka ta inkrustowana jest białkiem wirusowym - matriks o masie cząsteczkowej 29.000. Na zewnątrz otoczki znajdują się wypustki białkowe długości 10 nm (białko G - glikoproteina o masie cząsteczkowej 69.000). Wypustki te częścią hydrofobową zakotwiczone są w otoczce. Na zewnątrz znajdują się dodatkowo związane kowalencyjnie z białkiem co najmniej trzy łańcuchy polisacharydów. Biorą one udział w adsorpcji wirusa na powierzchni komórki.

Białka strukturalne wchodzące w skład wirionu pochodzą z komórki. Tworzą wyraźny spiralny nukleokapsyd (z RNA o pierwszorzędowej strukturze związane jest białko N w liczbie 23.000 jednostek o masie cząsteczkowej około 50.000). Wymiary nukleokapsydu mieszczą się w granicach 60 - 400 nm długości i 60 - 85 nm średnicy. Rabdowirusy jak wskazuje nazwa łacińska, mają kształt pocisku. Jeden koniec jest zaokrąglony, a drugi tępo ścięty. Należą tu wirusy zarówno roślin jak i zwierząt.

Po adsorpcji wirusa następuje fuzja otoczki z błoną komórkową. Transkrypcji ulega jako całość kompleks RNA białko N. Białka wirusowe L (masa cząsteczkowa 190.000) i NS (masa cząsteczkowa około 45.000) stanowią enzymy transkrybujące. Występują one w wirionie w liczbie kilkudziesięciu kopii. Ich stosunek molowy wynosi 1 : 1. Na nici RNA minus transkrybowane jest pięć rodzajów białek. Na każdym końcu 3' mRNA znajduje się poli A (70 - 250 nukleotydów). Transkrypcja ma bardzo specyficzny początek. Zaczyna się syntezą krótkiego, komplementarnego do matrycy odcinka RNA plus (48 zasad) od końca 3', który jest następnie odcinany. Modyfikowane końce 5' są komplementarne do końców 3'. Są one zablokowane (enzymami pochodzącymi z komórki gospodarza) modyfikowaną guanozyną – strukturą cap.

R/1:3,5-4,6/2-3:Ue/E:I,S,V/C,O,Ve/Ap,Au,Di  
*Wirus wścieklizny.*



## **Familia: *Filoviridae***

Odkryte niedawno i niedokładnie jeszcze zbadane wirusy RNA. Względnie długie pałeczki. Po raz pierwszy wyizolowane w 1967 roku w Margurgu i Frankfurcie u małp. Przenoszone na ludzi następuje głównie aerogennie, wraz z wdychanym zainfekowanym kurzem. Wywołują gorączkę i krwotoki. Szkodzą pankreas, nerkom i wątrobie. Letalność wynosi 25 %. Możliwe jest również przenoszenie z człowieka na człowieka. Szczególnie krew i narządy zmarłych są wysoce zaraźliwe. W 1976 odkryto w Zairze nowy wirus tej grupy – ebola. Nazwa pochodzi od rzeki Ebola w Zairze. Rezerwuarem są niektóre małpy.

Materiał genetyczny stanowi jednoniciowe minus RNA. Obydwaj przedstawiciele tej rodziny są identyczni pod względem morfologii (przyjmują kształty poskręconych pałeczek) – wykazują jednak pewną odmienność antygenową. Pojedyncza nić RNA w przypadku Eboli jest całkowicie nieszkodliwa.

Wirusy te są przyczyną poważnych i trudnych w leczeniu, występujących endemicznie na obszarze Afryki gorączek krwotocznych (VHF). W przypadku choroby marburskiej wirulencja wynosi co najmniej 30%, natomiast u wirusa Ebolia waha się ona w zależności od odmiany wirusa od 50%- 90%.

Do zakażenia dochodzi na drodze kropelkowej, pośredniego i bezpośredniego kontaktu (z czego te dwa ostatnie mają największe znaczenie). Najpoważniej zazwyczaj kończą się zakażenia wśród służb medycznych, które nastąpiły na skutek kontaktu z płynami ustrojowymi i kałem.

Rezerwuarem stanowią chorzy ludzie, prawdopodobnie także gryzonie i niektóre gatunki małp. Dodatkowo podejrzewa się, że naturalnym roznosicielem mogą być koczodany saba.

Wirusy te wrażliwe są na promieniowanie jonizujące, światło słoneczne (promienie UV), temperaturę powyżej 60 °C oraz powszechnie dostępne chemiczne środki do dezynfekcji (fenol, alkohol metylowy).

Wirus Ebola, gorączka krwotoczna Ebola

Odkryty w 1976 r. w czasie epidemii w Zairze (ognisko znajdowało się prawdopodobnie koło rzeki Ebola, dlatego też tak nazwano wirus) i Sudanie (w Zairze wykazywał większą wirulencję i śmiertelność).

Wirus Marburg

Po raz pierwszy udokumentowane zachorowanie miało miejsce w 1967 w mieście Marburg (Niemcy), w fabryce szczepionek w Niemczech i w Belgradzie w Jugosławii. Zakażonych zostało 31 pracowników laboratoryjnych pracujących na małpach (makakach zielonych) pochodzących z Ugandy, a dalej osoby kontaktujące się z nimi. Zmarło 7 chorych (letalność 25%-30%). W kwietniu 2005 nieznaną dotąd odmiana tego wirusa pojawiła się w prowincji Uige w Angoli. Zmarły co najmniej 244 osoby.

R/1:\*/\*:Se/\*:V/O  
*Wirus Marburg, wirus Ebola.*



### **Familia: Paramyxoviridae**

W przeciwieństwie do grupy poprzedniej ich genom to pojedyncza (ciągła) nić minus RNA o masie cząsteczkowej  $6 \times 10^6$ . Jest to najdłuższa znana nić wśród wirusów o ciągłym RNA. Niekiedy występują również krótkie odcinki nici RNA plus. W wirionie znajduje się RNA – zależna polimeraza RNA, która tworzy mRNA. Wywołują łagodne infekcje układu oddechowego kręgowców. Wiele z nich wywołuje zakażenia o charakterze chronicznym (nie następuje śmierć komórki).

Pleomorficzne wiriony mają średnicę 150 - 200 nm. Występują jednak również wiriony nitkowate. Tworzą helikalny elastyczny nukleokapsyd o około 200 skokach. Związane z nicią RNA białko NP o masie cząsteczkowej 60.000 występuje w 2.200 - 2.600 kopiach. Hydrofilowa część związana jest z RNA, hydrofobowa natomiast z hydrofobową częścią białka M w otoczce wirusa. Średnica heliksu wynosi około 18 nm, a długość około 1  $\mu$ m. Całość otoczona jest otoczką lipidową ze sterzącymi glikoproteinowymi wyrostkami o wymiarach 8 - 12 nm. Wyrostki zbudowane są z dwu glikoprotein o masie cząsteczkowej 67.000 (białko N) i 56.000 (białko F). Białko F wcielane jest w postaci prekursora o masie cząsteczkowej 65.000 i pod wpływem enzymów komórkowych przemienione zostaje w aktywne białko F.

Wirion zawiera kilka białek. Najczęściej 5 - 7 białek głównych i 1 - 2 białka poboczne. Zawierają również składniki pochodzenia komórkowego. Jest to dwuwarstwowa otoczka lipidowa inkrustowana białkiem M o masie cząsteczkowej około 40.000. Adsorbują się do określonych rejonów błony komórkowej.

Po infekcji następuje transkrypcja RNA za pomocą zależnej polimerazy znajdującej się w nukleokapsydzie. Powstaje kilka mRNA z poli A na 3' końcu. Powstałe białka strukturalne inkrustują fragmenty błony komórkowej gdzie nukleokapsydy powstałe w cytoplazmie ulegają adsorpcji, a następnie uwalniają się przez pączkowanie. Występują tu również wirusy defektywne.

R/1:5-8/1:Se/E:V/O,R

*Wirus świnki, odry, wirus pomoru drobiu.*



### **Genus: Varicosavirus**

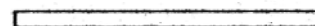
Są to wirusy roślin i grzybów z grupy *Olpidiales* (*Olpidium brassicae*). Nazwa pochodzi od łacińskiego słowa **VARIX** – różny. Struktura genomu i mechanizm transkrypcji przypomina *Rhabdoviridae*. Występuje u nich koniec poli-U. Infekcja następuje w glebie przez zarodniki zarażonego grzyba.

Wirion pozbawiony jest osłonki, a kapsyd ma symetrię helikalną. Ma długość 120-360 nm i średnicę 18 - 30 nm. Jeden kapsomer (CP) ma wielkość 48 kDa. Nukleoproteina (NP), białko nukleokapsydu (białko N), białko strukturalne nukleokapsydu (Protein L), (Transkryptaza), (Replikaza) to białka tego wirusa.

Genom jest segmentowany i składa się z 11.980 – 12.740 – 13.500 nukleotydów.

R/1:\*/\*:Se/E:V/O,R

*Varicosavirus.*



### **Genus: Ophiovirus**

Wirusy te mają nitkowaty i giętki nukleokapsyd o symetrii helikoidalnej. Kapsyd pozbawiony jest osłonki, ma długość 1.500-2.500 nm i 3 nm, lub 9 nm średnicy.

Pojedynczy genom składa się z 1.100-1.200 nukleotydów.

Są to wirusy cytrusów.

R/1:\*/\*:Ee/E:S/\*

*Ophiovirus.*



### **Familia: Orthomyxoviridae**

Kuliste wiriony o średnicy około 100 nm zawierają otoczkę lipidową. Otoczka inkrustowana jest dwoma typami wyrostków. Pierwszy z nich to białko o właściwościach neuraminidazy (NA). Drugie ma właściwości hemaglutynujące (HA). Pod otoczką znajduje się matriks (białko o masie cząsteczkowej 26.000). Mają one tendencję do wiązania się z mukoidami powierzchni komórki. Genom ich stanowi osiem połączonych ze sobą cząstek jednoniciowego, spiralnego RNA minus o masach cząsteczkowych od  $0,8 \times 10^6$  do  $3,4 \times 10^6$ . Są one obudowane przez białko nukleokapsydu (NP o masie cząsteczkowej 60.000). Z białkami nukleokapsydu związane są również polimerazy RNA. RNA stanowi około 1% wirionu, białko 70%, lipidy 20% i sacharydy około 8%. Patogenne dla wielu gatunków kręgowców. Wiriony o wyższej zawartości RNA są bardziej infekcyjne.

Przedostają się do komórki na drodze fuzji otoczki wirusa z błoną komórkową. Następuje transkrypcja RNA na swoiste plus RNA w ośmiu odcinkach komplementarnych do genomowego RNA. Służą one zarówno jako źródło mRNA wirusa jak również jako matryca do syntezy potomnych nici RNA minus. Równocześnie syntezowane są białka wirusowe. W czasie namnażania się wirusa plus RNA pozbawiony jest zmodyfikowanych końców. Gdy wszystkie podzespoły są już zsyntetyzowane następuje organizowanie się wirionów. Białko M inkrustuje błonę komórkową. W miejscu tym gromadzą się nukleokapsydy, tworzy się uwypuklenie i wirion opuszcza komórkę.

Są to bardzo zmienne wirusy (heteromorficzne), rozróżniamy trzy grupy A, B i C zawierające różne immunologiczne antygeny. Najpospolitsze są wirusy typu A. Często pojawiają się nowe typy wirusów, co jest przyczyną epidemii czy nawet pandemii. Pojawiają się one z pewną regularnością co 10 - 15 lat.

R/1:Σ4/1:Se/E:V/R  
Wirus grypy.



### **Familia: Bunyviridae**

Wirion ma symetrię helikalną. Jednowarstwowa otoczka lipidowa otacza zwykle około trzech nukleokapsydów. Wielkość wirionu wynosi 90-120 nm.

Genom (pojedyncza nić RNA) jest segmentowany, segmenty są koliste i często zwinęte superhelikalnie. Wielkość genomu waha się między 10,5 a 22,7 kpb.

Replikacja zachodzi w cytoplazmie. Gospodarzami są stawonogi i kręgowce. Są one przenoszone najczęściej przez stawonogi. Rodzina obejmuje ponad 300 gatunków i pięć rodzajów.

R/1:\*/\*:Se/E:I/R  
*Bunyavirus, Hantavirus, Nairovirus, Phlebovirus, Tospovirus.*

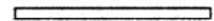


### **Genus: Tenuivirus**

Są to wirusy roślinne o helikalnej symetrii nukleokapsydu z osłonką. Wirusy na rośliny przenoszą owady z rodziny Cicadellidae i Delphacidae.

Genom stanowi pojedynczą liniową nić RNA. całkowity genom to 16 kb.

R/1:\*/\*:E/E:V/I  
*Tenuivirus.*

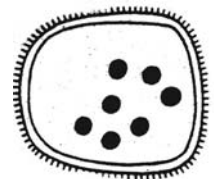


### **Familia: Arenaviridae**

Wirusy o genomie posegmentowanym z jednoniciowego RNA, który zwinęty jest superhelikalnie te dwa koliste fragmenty RNA otoczone jest ściśle gęstą otoczką. Są to prawdopodobnie rybosomy gospodarza. Kapsydy posiadają otoczkę z dwu warstw lipidów. Osiągają wymiary 110 - 130 nm. Wywołują przewlekłe, trwające latami infekcje. Są to wirusy gryzoni. Roznoszone są przez wydaliny.

Nazwa pochodzi od łacińskiego słowa ARENA – piasek. Replikacja następuje w cytoplazmie. Wiriony są pleomorficzne

R/1:Σ3,2-Σ5,6/\*:Se/\*:V/C,O  
*Arenavirus szczurzy.*



### **Genus: Deltavirus**

Wirus powodujący zapalenie wątroby typu D (HDV). Jest to jeszcze mało zbadana grupa wirusów. Genom stanowi kolistą jednoniciową RNA o 1.700 nukleotydach.

R/1:\*/\*:Se/\*:V/C,O

## **WIRUSY O POJEDYNCZEJ NICI MINUS (+) RNA**

### **Familia: Leviviridae**

Genom ich składa się z jednej cząstki jednoniciowego RNA. Przytwierdzają się do bocznych ścianek rzęsek szczepów bakterii donorowych.

R/1:1/31:S/S:B/O

*Kolifag R 17 jest typowym przedstawicielem.*



### **Familia: Narnaviridae**

Wirusy grzybów

Genom stanowi pojedyncza (+) nić RNA.

R/1:\*/\*:Se/\*:F/O

*Narnavirus, Mitovirus.*

### **Familia: Picornaviridae**

Są to pierwsze najlepiej poznane wirusy o niewielkich ikozaedralnych wirionach. Niektóre są patogenne dla człowieka. W wirionie o średnicy 28 nm upakowana jest nić RNA plus tworząca rdzeń o średnicy 16 nm. Genom jest ciągły i zbudowany z około 8.000 nukleotydów (masa cząsteczkowa  $2,7 \times 10^6$ ), stanowi to 30% wirionu. Kapsyd powstaje poprzez pocięcie dużego prekursora białkowego. Następuje to po translacji. Składa się on z czterech rodzajów białek oznaczonych cyframi arabskimi, po 60 kopii każdy. Masy cząsteczkowe wynoszą kolejno: 33.000; 30.000; 26.000 i 7.000. Jedno z białek kapsydu bierze udział w adsorbpcji. Uwolniony RNA jest infekcyjny. Wirusowy RNA służy jako matryca długiego polipeptydu (poliproteiny), który jest następnie cięty na mniejsze odcinki przez swoiste enzymy proteolityczne. Powstaje w ten sposób 16 polipeptydów. Białka strukturalne i enzymatyczne tworzą stosunek 1 : 1.

Replikacja wirusowego RNA odbywa się pod działaniem białek enzymatycznych wirusa (RNA wirusa służy jako mRNA). Syntetyzowana nić RNA minus służy bezpośrednio jako matryca do syntezy nici RNA plus. Na końcach 3' znajdują się długie (do 200 adenin) sekwencje poli A. Syntetyzowane RNA minus mają na końcu 5' poli U. Rybosomy dochodząc do tych miejsc kończą syntezę polipeptydu.

Bardzo często występują defektywne wirusy (DI) zawierające tylko część genomu. Delecja występuje w tym samym rejonie mRNA (kodującego VP3 i koniec N białka VP1) i może dochodzić do 13%. Wirusy te namnażają się tylko w obecności normalnych wirusów zdolnych do replikacji. Podobnie jak wirusy satelitarne osłabiają one rozwój wirusa infekcyjnego współzawodnicząc o strukturalne białka.

R/1:2,3-2,8/30:S/S:I,V/I,O,R

*Wirus paraliżu dziecięcego, wirusy nosa, wirusy sieroce*



### **Genus: Iflavirus**

Wirus zarażający pszczoły. Szybko rozprzestrzenia się w roju niszcząc go.

Genom pojedyncza plus nić RNA.

R/1:\*/\*:Se/\*:I/C,O

*Iflavirus.*



### **Familia: Dicistroviridae**

Jest to nowo utworzona rodzina z jednym tylko rodzajem. Wykazują podobieństwo do *Picornaviridae*, *Comoviridae* i pokrewnych rodzin. Zarażają owady w tym pszczoły.

Genom pojedyncza plus nić RNA. Geny białek strukturalnych zlokalizowane są na 3' końcu.

R/1:2/30:S/S:I/I,O

*Cripavirus.*



### **Familia: Marnaviridae**

Izometryczne wirusy o kapsydzie z ikozaedralną symetrią z osłonką o średnicy 25 nm. Są to wirusy protistów z grupy (*Rhaphidophyta*).

Genom nić plus RNA podobne do RNA *Picornaviridae*. Ma długość 9.000 nukleotydów. Na końcu 3'-znajduje się część polyA, na 5' końcu geny enzymów.



R/1:2,3-2,8/30:S/S:I,V/\*  
*Marnavirus*.

### **Familia: Sequiviridae**

Są to wirusy roślin. Izometryczny wirion ma długość około 100 nm i średnicę 30 nm. Wirion składa się z białek o masach 32, 26 i  $23 \times 10^3$ .

Genom stanowi jednoniciowy RNA (nić plus o masie 9 – 12 kb). Stanowi on 40% masy wirionu. Na końcu 5' znajduje się gen kodujący proteazę. Na końcu 3' znajduje się odcinek kodujący białka strukturalne od 600 do 700 aminokwasów.

R/1:\*/\*:S/S:V/\*  
*Sequivirus, Waikavirus*.



### **Familia: Sadwavirus et Cheravirus**

Wirusy o ikozeadralnej symetrii. Wiriony posiadają otoczkę. Wcześniej były klasyfikowane do rodziny *Nepoviridae*. Mają średnicę 26-30 nm. Są to wirusy roślin.

Genom stanowi liniowa, pojedyncza nić, plus RNA. Na 3'-końcu każdego RNA znajduje poli A a na 5'-końcu genom związany z jest białkiem (VPG). RNA1 (6,8 kb) koduje białka niezbędne do replikacji, RNA2 (5,3 kb) koduje białka strukturalne. Cały genom składa się z około 10.000 nukleotydów.

R/1:\*/\*:S/S:S/\*  
*Sadwaivirus, Cheravirus*.



### **Familia: Comoviridae**

Również izometryczne o średnicy około 30 nm. Dwie z trzech cząstek kapsydu zawierają jednoniciowy RNA.

R/1:2,3/34+1,4-1,5/23-28:S/S:S/C,Ve/Cl  
*Wirus mozaiki wspięgi chińskiej*.

### **Familia: Potyviridae**

Są to również pałeczki o helikoidalnej symetrii. Genom stanowi jedna cząsteczka jednoniciowego RNA. Przenoszone są przez mszyce.

R/1:3,5/5:E/ES/C,Ve/Ap  
*Wirus Y ziemniaka*.



### **Familia: Caliciviridae**

Wirusy kręgowców. Zараżają wiele grup kręgowców. Nazwa pochodzi od łacińskiego wyrazu **CALIX** – kielich. Mają symetrię ikozeadralną, a kształt wirionu zbliżony jest do kulistego o średnicy 35 – 39 nm, jednak na powierzchni występują 32 wgłębienia o profilu kielicha (stąd nazwa rodziny), które powodują, że kształt kaliciwirusów jest dosyć charakterystyczny. Spotykane są jednak również nieliczne gatunki nie posiadające wspomnianych wgłębień. Brak u nich otoczki lipidowej.

Przenoszone są przenoszą się najczęściej drogą fekalno-oralną, ale mogą też przenosić się drogą kropelkową. Inkubacja trwa dwa do trzech dni.

Genom jest podzielony. Pojedyncza nić plus RNA ma długość 7,3 do 8,3 kb. Replikacja następuje w cytoplazmie zarażonej komórki. Na 5'-końcu białko wirusa (VPG) jest kowalencyjnie związane z genomem. Na 3'-końcu znajdują się białka ORF. Są one prekursorami białek kapsydu.

R/1:2,3-2,8/30:S/S:I,V/I,O,R  
*Vesivirus, Lagovirus, Norwalk virus (NV)*.



### **Genus: Hepevirus**

Jest to wirus wywołujący zapalenie wątroby typu E. Ikozeadralny wirion pozbawiony osłonki ma średnicę 27 – 34 nm. Zakaźny jest cały wirion. Przypominają *Caliciviridae* ale brak im białka VPG na na 5'-



końcu genomu. Białkami natomiast przypominają wirusy z rodziny *Togaviridae*. Po raz pierwszy odkryty został w Indii w roku 1890. Przenoszony jest drogą oralno-fekalną. Inkubacja trwa od 30 do 40 dni.

Genom składa się z trzech pojedynczych, częściowo pokrywających się ORF. fragmentów nici plus RNA o długości 7,2 kb. ORF 1 koduje białka niestrukturalne, ORF 2 białka kapsydu a ORF 3 białka immunoglobulin. Na 3'-końcu znajduje się odcinek poli-U. Na 5'-końcu znajdują się białka niestrukturalne.

R/1:Σ\*/:S/S:V/I,O,R  
*Hepevirus*.



### **Familia: Astroviridae**

Wirusy kręgowców o ikozeadralnym kapsydzie o średnicy 28 – 30 nm bez otoczki lipidowej. Nazwa pochodzi od wyrostków widocznych w mikroskopie jak gwiazda. Astrovirus najczęściej przekazywane za pośrednictwem kału-doustnie. Żywności skażonej wody, Średni okres inkubacji trwa 3 do 4 dni. zarazają tkanki przewodu pokarmowego. Astrovirus powoduje zapalenie żołądka i jelit, które charakteryzuje się wodnistą biegunką, a następnie nudności, wymioty, gorączka, złe samopoczucie, brak łaknienia, bóle brzucha i maksymalnie do 4 dni. Są to wirusy ubikwistyczne.

Genom to pojedyncza nić plus RNA o długości 6,8 - 7,9 kpb. Replikacja zachodzi w cytozynie i jądrze komórkowym. Na 3'-końcu znajduje się część poli A.

R/1:\*/\*:S/S:V/O  
*Astrovirus*.



### **Familia: Nodaviridae**

Wirusy zwierząt. Nazwa pochodzi od miasta w Japonii – Nodamura, gdzie został wyizolowany. Wirion ma 30 nm średnicy. Kapsyd ma symetrię ikozaedralną i pozbawiony jest osłonki. Zbudowany jest z 32 kapsomerów.

Genom to pojedyncza nić plus RNA o długości 4.500 par nukleotydów. Na 3' końcu znajduje się poli A. Na 5' końcu znajduje się struktura cap. Podzielony jest na dwie części (RNA1 i RNA2).

R/1:\*/\*:S/S:I,V/O  
*Alphanodavirus, Betanodavirus*.



### **Familia: Tetraviridae**

Są to wirusy owadów podobne do *Picornaviridae*.

Pojedyncza, plus nić RNA. Genom podzielony i składa się z dwu segmentów.

R/1:\*/\*:S/S:I,V/\*  
*Betatetravirus, Nudaurelia capensis β virus, Omegatetravirus, Nudaurelia capensis ω virus*.



### **Genus: Sobemovirus**

Wirusy roślin. Wirion jest izometryczny o średnicy 25 – 30 nm. Występują 32 kapsomery. Kapsomer składa się z 180 podjednostek białkowych. Wykazują podobieństwo do przedstawicieli rodziny *Tombusviridae* (wielkość wirionu i genomu). Różnią się od nich organizacją genomu i masą cząsteczkową białek kapsydu. Są przenoszone przez chrząszcze.

Pojedyncza nić liniowego plus RNA o 4.100 do 5.700 nukleotydów. Posiadają podobne do wiroidu cykliczne satelitarne RNA o 220 do 390 zasad, pomocne do replikacji. Na końcu 3' brak poli A. Występuje u nich przesunięcie odczytu materiału genetycznego (geny zachodzące).

R/1\*/\*:Se/\*:S/Cl  
*Sobemovirus*.

### **Familia: Luteoviridae**

Sferyczne wirusy o jednoniciowej cząstce RNA. Wirusy te przenoszą mszyce.

R/1:2\*/:S/S:S/Ve/Ap  
*Wirus żółtej karłowatości jęczmienia*.



### **Genus: Umbravirus**

Jest to wirus roślinny. Nazwa pochodzi z łaciny **UMBRA** – cień. Właściwościami podobny jest do przedstawicieli rodziny *Tombusviridae*. Nie kodują własnych białek płaszcza do produkcji wirionów lecz używają białek wirusów z rodziny *Luteoviridae*. Powodują między innymi choroby orzachy. Przenoszone są przez mszyce. Opisany został po raz pierwszy w roku 1907 w Afryce (Tanzanii) na orzasje (*Arachis hypogea*). Nadal rozprzestrzenia się w Afryce, na południe od Sahary.

Genom stanowi pojedyncza nić plus RNA, której długość wynosi 4.200 – 6.900 nukleotydów. Nie posiada na w 5' końcu łańcucha poli A. W czasie replikacji wytwarzana jest zależna od RNA polimeraza RNA. Reprodukacja następuje w cytoplazmie zakazanej komórki.

R/1:\*/\*:S/S:S/Ap  
*Umbravirus*



### **Familia: Tombusviridae**

Wirusy o sferycznym kapsydie i jednej cząstce jednoniciowego RNA, przy którym białka kapsydu zgupowane są parami.

R/1:\*/\*:S/S:S/\*  
*Wirus krzaczastej karłowatości pomidora.*



### **Familia: Arteriviridae**

Wirus kręgowców (wywołuje zapalenie tętnic u koni – equinum arteritis virus). Wywołują zakażenia przewlekłe. Przenoszone są drogą płciową. Są nieduże 50 – 70 nm, kuliste z lipidową otoczką zewnętrzną przylegającą do kapsydu. Izometryczny wirion ma średnicę 20-30 nm. RNA wirionu jest zakaźny i służy zarówno jako genom i wirusowe RNA. Nukleokapsyd tworzy RNA i białko N. Endocytuje się przez wakuole w komórce.

Genom - jednoczęściowy, liniowy, plus nić RNA o wielkości 12-16kb i końcówka 3'-Poli U. Białka strukturalne kodowane są przez subgenomowe RNA. Dwa duże, zachodzące na siebie ORF na 5'-końcu genomu koduje główne białka niestrukturalne i są kodowane jako białko fuzyjne przez rybosomalne przesunięcia ramki odczytu. Genom koduje do 9 innych genów, najczęściej w całości lub kodowania białek strukturalnych, a te są kodowane na 3' końcu jako subgenomowe RNA.

Replikacja następuje w cytoplazmie.

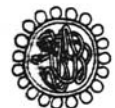
R/1:\*/\*:S/S:S/O  
*Arterivirus.*



### **Familia: Coronaviridae**

Namnażające się w cytoplazmie RNA wirusy. Cząsteczka kwasu nukleinowego jest pojedyncza. Wiriony mają kształt kwiatostanu stokrotki. Powodują choroby dróg oddechowych.

R/1:9/\*:Se/E:V/I,R  
*Wirus infekcyjnego zapalenia oskrzeli.*

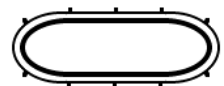


### **Familia: Roniviridae**

Jest to wirus skorupiaków. Pałeczkowaty wirion ma długość 150-200 nm i szerokość 40-60 nm i otoczony jest otoczką. Nukleokapsyd ma symetrię helikalną o średnicy 20-30nm.

Genom to jednoczęściowa, liniowa nić plus RNA o wielkości 26 kb. RNA wirionu jest zakaźne. RNA genomu koduje ORF1a i ORF1b. Na końcu 3' kodowane jest poli U.

R/1:\*/\*:Se/E:V/\*  
*Okavirus.*



### Familia: *Flaviviridae*

Są to wirusy kręgowców. Nazwa pochodzi od łacińskich słów **FLAVUS** – żółty. Ikozeadralny wirion o średnicy 40 - 60 nanometrów opatrzony jest otoczką. Powodują kleszczowe zapalenie mózgu, gorączkę zachodniego Nilu, HCV i żółtą febrę. wirion

Wirusy kręgowców. Wywołują między innymi kleszczowe zapalenie mózgu, gorączkę Zachodniego Nilu, HCV i żółtą febrę. Ikozeadralny wirion ma rozmiary 40-60 nanometrów.

Genomem jest pojedyncza nić RNA o dodatniej polarności.

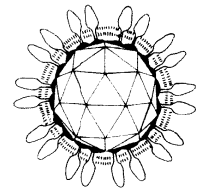
R/1:\*/\*:Se/E:V/I

*Flavivirus, Pestivirus, Hepacivirus.*



### Familia: *Togaviridae*

Jest to dosyć liczna i zróżnicowana grupa wirusów. Wiriony ikozeadralne (30 - 40 nm) o jednej cząstce, jednoniciowego RNA. Otacza je błonka zbudowana z białek, tłuszczów i cukrów. Wirus wydaje się więc być kulisty powiększając jednocześnie jego wymiary (opłaszczony wirus mierzą 60 - 80 nm). Przenoszone są przez owady. W ciągu ośmiu godzin powstaje około tysiąca wirusów potomnych z jednego.



R/1:3,5/5-8:Se/S:I,V/C,I,O,R,Ve/Ac,Di

*Wirus różyczki, wirus Sinbis.*

### Genus: *Tobamovirus*

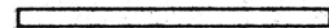
Palczkowate wiriony mają długość około 300 nm. Wirus mozaiki tytoniu był pierwszym odkrytym wirusem roślinnym. Są to tępo zakończone rurki o symetrii helikoidalnej. Na spiralnie zwiniętej nici RNA (rdzenia) ściśle przylegają białkowe podjednostki. Jeden skok heliksu obejmuje  $16\frac{1}{3}$  podjednostki. Białkowe podjednostki składają się z około 160 reszt aminokwasowych. Przenoszone są przez grzyby. Zakażony liść może zawierać  $5 - 7 \times 10^{13}$  wirionów. Jednoniciowy i jednocząsteczkowy RNA stanowi ich genom. Pełni on funkcje mRNA.

Gen białka kapsydu znajduje się w środku nici RNA, nie jest więc ono budowane przez rybosomy. W procesie syntezy białek kapsydu biorą udział dwa białka o masach 140.000 i 165.000. Białko mniejsze powstaje od końca 5' i obejmuje około 70% informacji zawartej w RNA. Kapsyd rośnie w obu kierunkach nici RNA, ale proces ten przebiega szybciej w kierunku końca 5'. Podjednostki białkowe przyjmują ostateczny kształt po zetknięciu się z nicią RNA. Aminokwasy zasadowe łączą się z ujemnie naładowanym łańcuchem RNA. Hydrofobowe aminokwasy natomiast znajdują się po stronie zewnętrznej.

Czasami wiriony zgarniają ze sobą komórkowe tRNA obudowując je swoimi białkami kapsydu. Są to tak zwane pseudowiriony.

R/1:2/5.e7e.a,S/C, O, Ve (Fu) lub R/1:1/5:2/5:E/E:S/Ve, Fu

*Wirus mozaiki tytoniu.*

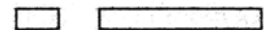


### Genus: *Tobravirus*

Proste rurkowate wiriony o helikoidalnej symetrii. Dwie cząstki jednoniciowego RNA.

R/1:2,3/5+0,6-1.3/5:E/E:S/C, Ve/Ne

*Wirus plamistości tytoniu.*



### Genus: *Hordeivirus*

Genom ich to kilka jednoniciowych odcinków RNA chronionych przez prosty, rurkowaty wirion o symetrii helikoidalnej. Do infekcji potrzebne są trzy lub co najmniej dwie cząstki RNA. Są przenoszone na potomstwo przez rodziców.

R/1:1,4/4+1,2/4+1,1/4:E/E:S/C\*

*Wirus pasiastej mozaiki jęczmienia - to najbardziej typowy przedstawiciel.*



### Genus: *Furovirus*

Wirus roślinny o wirionie pałeczkowitym, 236 - 532 nm długości i 20 - 25 nm szerokości. Te wirusy infekują rośliny z rodziny traw, a także protisty, np.: z rodzaju *Polymyxa*. Wiriony zawierają 4.75-5% kwasu nukleinowego, 95. -96% białka, 0% lipidów.

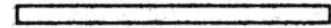
Przekazywane są przez wektor, którym są protisty *Plasmodiophorales* lub mechanicznie, przez kontakt roślin

Genom to dwa segmenty o wielkości odpowiednio 6-7 kb i 3.5-3.6 kb pojedynczej nici plus RNA. Genomowe RNA są przykryte strukturami podobnymi do tRNA, jak w 3'. Subgenomowe RNA mogą być syntetyzowane w trakcie replikacji. Rybosomalne struktury na RNA -1 i -2 wytwarza RNA zależne od RNA polimerazy RNA i białka kapsydu. Replikacja następuje w cytoplazmie.

Wirus koduje siedem białek kapsydu określone przez analizy sekwencji genomu o masie 1 – 236.900, 2 – 236.900, 3 – 75.000, 4 – 42.000, 5 – 42.000, 6 – 31.000, 7 – 25000, oraz 3 białka nukleokapsydu o masach 18.500, 20.890 i 24500.

R/1:\*/\*:E/E:S/C\*

*Furovirus*.



### **Genus: Pomovirus**

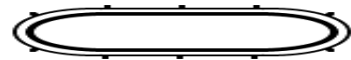
Jest to wirus roślin. Nazwa pochodzi od początkowych słów - **POTATO MOP-TOP VIRUS** – wirus mop-top ziemniaka. Wiriony nie są otoczone, osłonką, wydłużone w kształcie pręta o długości 100-300 nm i szerokości 18-20 nm zakończone spiralnie na obu końcach.

Genom składa się z pojedynczego kawałka nie segmentowanej, liniowej, plus, nici RNA. Nic RNA służy jako matryca potomnego RNA. Subgenomowe RNA mogą być syntetyzowane w replikacji RNA -3.

Namnażają się w cytoplazmie.

R/1:\*/\*:E/E:S/\*

*Pomovirus*.



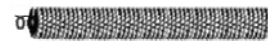
### **Genus: Pecluvirus**

Wirus roślinny o wirionie spiralnym bez otoczki o długości 245 nm - 160 nm i szerokości 21 nm. Nazwa rodzaju pochodzi od jednego rodzaju choroby przez niego wywoływanej - *Peclu mp*.

Genom jest podzielony na dwie części liniowej, pojedynczej nici plus RNA o długości 10.400 nukleotydów.

R/1:\*/\*:\*/\*:E/E:S/C\*

*Pecluvirus*.



### **Genus: Benyvirus**

Wirus roślinny o wirionach nagich w kształcie pręta o długości 85-390 nm i 20 nm średnicy. Prawoskrętna helisa z otworkami o 2,6 nm  $\phi$  z czterema powtórzeniami z udziałem 49 podjednostek kapsydu.

Genom charakteryzuje się pojedynczą nicią plus RNA. Składa się on z czterech do pięciu segmentów 1,3 do 6,7 kb. Subgenomowe RNA są syntetyzowane podczas replikacji dla segmentów 2 i 3. Genomowe RNA służy jako matryca dla RNA.

Namnażanie następuje w cytoplazmie.

R/1:Σ\*/\*:\*/\*:E/E:S/\*

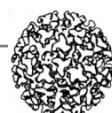
*Benyvirus*.



### **Familia: Bromoviridae**

Wiriony składają się ze 180 podjednostek białkowych o ikozaedralnym kapsydie i średnicy około 25 nm. Cztery rodzaje cząstek jednoniciowego RNA o sumarycznej masie cząsteczkowej  $1 \times 10^6$  stanowi ich genom. Osobne poszczególne cząstki RNA nie powodują zakażenia. Dopiero razem 1+2+3 RNA stają się zjadliwe. Czwarty RNA nie jest konieczny do zakażenia. Zawsze jednak powstaje w roślinie zakażonej trzema rodzajami kwasu nukleinowego. W trzecim RNA znajduje się bowiem odcinek odpowiadający RNA 4.

Po wnikięciu do komórki na macierzystych matrycach RNA następuje synteza białek wirusa. Następuje to na rybosomach gospodarza. Powstają komplementarne nici RNA minus, z których następuje synteza potomnych nici plus. Wykorzystywane są do syntezy białka wirusowe, a roślinne tylko w nieznacznym stopniu. Modyfikują one istniejący już aparat replikacji RNA gospodarza. Końce 3' składają się z 161



nukleotydów i są bardzo swoiste, na dodatek są one identyczne w każdym z czterech RNA. Ich uszkodzenie powoduje utratę infekcyjności. U wielu wirusów roślinnych koniec ten podobny jest do tRNA. W części RNA 3 zapisane jest białko kapsydu. Pozostałe RNA nie zawierają białek strukturalnych.

R/1:1,1/22+1,0/22+0,8+0,3/22:S/S:S/C,Ve/CI\*  
*Wirus mozaiki stokłosy.*

**Genus: Ourmiavirus**

Wirus roślinny o wirionie symetrii wielościanu bez otoczki o długości 26-76 nm i szerokości 18-26 nm. Genom jest podzielony na trzy lub cztery segmenty liniowego RNA o pojedynczych nici plus i długości 1.470-10.650 nukleotydów.

R/1:1,1/22+1,0/22+0,8+0,3/22:S/S:S/C,Ve/CI\*  
*Ourmiavirus.*



**Familia: Tymoviridae**

Izomeryczne wirusy. Oprócz kapsydu zawierającego jedną cząstkę jednoniciowego RNA występują również cząstki białkowe pozbawione RNA. Są to puste kapsydy.

R/1:1,9-2,3/36:S/S:S/Ve/CI  
*Wirus żółtej mozaiki rzepy*



**Familia: Closteroviridae**

Helikoidalne, bardzo długie i kręte wiriony zawierają jedną cząsteczkę jednoniciowego RNA

R/1:2,3-4,3/5-6:E/E:SVe/Ap  
*Wirus żółtaczki buraków.*



**Familia: Flaxiviridae**

Wirusy kręgowców. Wywołują między innymi kleszczowe zapalenie mózgu, gorączkę Zachodniego Nilu, HCV i żółtą febrę. Ikozeadralny wirion ma rozmiary 40-60 nanometrów. Genomem jest pojedyncza nić RNA o dodatniej polarności.

R/1:3,5/5-8:Se/S:I,V/C,I,O,R,Ve/Ac,Di  
*Flavivirus.*



**Familia: Barnaviridae**

Wiriony o symetrii ikozeadralnej długości 48-53 nm i 18-20 nm średnicy pozbawione są osłonki. Nazwa pochodzi od słów **BA**-cilliform i **RNA**, czyli podobnym do rozprądków wirus RNA. Są to wirusy grzybów. Wiriony zawierają około 20% kwasu nukleinowego.

Genom stanowi pojedyncza nić liniowego plus RNA o długości 4 kb. Genom składa się z czterech głównych i trzech mniejszych ORF.

Genomowe RNA służy zarówno jako matryca genomu i wirusowych polyprotein, które ewentualnie mogą być automatycznie -przecięte przez ORF2 proteazy wirusa. ORF3 koduje zależne polimerazy RNA i mogą być odczytane przez przesunięcia ramki odczytu, jak-ORF3 polyprotein ORF2. Jedno białko kapsydu jest odczytywane z RNA (ORF4). Na końcu 3' nie ma poli (A) i wydaje się, że nie ma cap na 5' końca.

Namnażają się w cytoplazmie.

R/1: \*/20:S/S:F/\*  
*Barnavirus.*



# CZĄSTKI SUBWIRUSOWE

## SATELITY WIRUSÓW

Subwirusowe cząsteczki RNA związane z wirusami roślinnymi o pojedynczej nici (+) RNA.

Wirusy roślinne o pojedynczej nici (+) RNA poza swoimi genomowymi RNA często posiadają również dodatkowe subwirusowe cząsteczki RNA, zasocjowane z ich wirionami lub pojawiające się de novo w przebiegu infekcji wirusem. Należą tutaj: satelitarny, defektywny, defektywny interferujący oraz chimeryczny RNA. Funkcjonalnie przypomina genom genom RNA bakteriofagów. Cząsteczki te są nieinfekcyjne i nie mają zdolności do samodzielnej replikacji oraz oplaszczania. Kompleksy białkowe niezbędne do tych procesów dostarczane są przez wirusa pomocniczego. Subwirusowe cząsteczki RNA są względnie krótkie. Większość z nich powstaje na drodze rekombinacji, delekcji lub akumulacji mutacji, aczkolwiek pochodzenie satelitarnych RNA nie jest do końca wyjaśnione. Unikalną cechą dodatkowych elementów wirionów jest częste modyfikowanie przebiegu infekcji wywoływanej przez wirusy pomocnicze. Mogą one działać w kierunku zmniejszania intensywności lub nasilania symptomów chorobowych. Całkowity wpływ na rozwój choroby zależy więc od trójskładnikowego układu: gospodarz - szczep wirusa - subwirusowy RNA.

Kapsyd jest izomeryczny o średnicy 17 nm, białka kapsydu mają masę 22,8 kDa. Jest to jedyne białko kodowane przez tego wirusa. Genom ma masę cząsteczkową 400 kDa. Na końcu 5' brak struktury cap.

*Wirus satelitarny nekrozy tytoniu.*

## SATELITY KWASÓW NUKLEINOWYCH

Są to niedawno odkryte wolne kwasy nukleinowe chromosomów eukariotycznych. Należą tu satelity o pojedynczej nici DNA, pojedynczej nici RNA i trzeci typ stanowią RNA o podwójnej nici. Biorą one udział np.: w tworzeniu centomerów w chromosomach eukariotycznych. Stanowią one około 5 – 5 % chromosomu i mają długość 171 bp, czyli bardzo krótkie odcinki kwasów nukleinowych.

## WIROIDY

Są to cykliczne RNA roślin, miejscami sparowane o długości około 350 baz i masie cząsteczkowej około 120.000. znane są tylko z roślin wyższych. Nie przenoszone są przez zwierzęta lecz mechanicznie (uszkodzenia) natomiast rzadziej przez pyłek. Brak otoczki białkowej wynika z możliwości infekowania komórek roślinnych bez konieczności przenikania przez błonę komórkową. Są niezwykle termostabilne. Powodują ogólne objawy zakażenia. Największe ilości znajdują się w jądrze komórkowym w połączeniu z chromatydą. podobnie jak w przypadku wirusów replikacja następuje z pomocą aparatu enzymatycznego gospodarza. Objawy są również podobne do chorób wirusowych podobne - karłowacenie, deformacja i wyginanie liści, zmiany zabarwienia. Niewiadomą jest, w jaki sposób wywołują one chorobę.

Wśród nich rozróżniamy łagodne i ostre. W efekcie działalności wiroidów następują zmiany w błonie cytoplazmatycznej (powstaje nadmierna ilość błoniastych struktur).

Replikacja RNA wiroidów przebiega w jądrze komórkowym, a zakażone rośliny wydają nasiona zarażone tymi patogenami. RNA wiroida jest transkrybowane na nić minus DNA a następnie powstają z tej matrycy nici plus RNA. Wiroid indukuje również syntezę białka o masie cząsteczkowej około 10.000 o nieznannej funkcji. Poznaje się ciągle nowe wiroidy.

W tabelce na stronie 30 podano niektóre wiroidy.

# PRIONY

Priony to cząsteczki z elementami węglowodanów - glikoproteiny, które mogą być przyczyną szerzącego się zakażenia, chociaż nie są drobnoustrojami. Nie posiadają struktury komórki, jak bakterie, czy pasożyty, a nawet nie mają kodu genetycznego, jak wirusy. Sama glikoproteina, w pojedynczych, niezależnych cząsteczkach. Masa cząsteczkowa wynosi 27 do 30 kDa.

Nazwa pochodzi od słów **PR**oteinaceous **I**nfectious particle czyli białek infekcyjnych. Występują powszechnie w każdym organizmie i są całkowicie niegroźne.

Znane były już około 200 lat temu w Szkocji, choroba owiec – scrapie – skąd przeniosła się do innych krajów anglosaskich. Namnażają się najpierw w śledzionie skąd przedostają się do mózgu. Degenerują ośrodkowy układ nerwowy. Okres inkubacji jest bardzo długi, wynosi od 10 do 59 miesięcy. Masa cząsteczkowa prionów wynosi około  $10^5$ . Kuru, choroba ludożerców wywołuje także prion.

Istnieją priony zdrowe, tzw. komórkowe i zakaźne, powodujące chorobę. Priony normalne od chorobotwórczych różnią się jedynie kształtem cząsteczki (konformacją) i w podatnością na rozkład przez enzymy. Priony komórkowe są rozkładane przez proteinyazy, a zakaźne są odporne na ich działanie: środki utleniające, silne kwasy i zasady, mocznik i fenol. Mają one jedną ciekawą właściwość – ulegają denaturacji w wysokich temperaturach mianowicie około  $600^{\circ}\text{C}$ . Nie ulegają destrukcji w chloformie, metanalu oraz wyrzymują kilka cykli zamrażania i rozmrażania. Są jednak substancje denaturujące te białka jak są jednak substancje denaturujące te białka jak: środki utleniające, silne kwasy i zasady, mocznik i fenol.

Badania dowiodły, że niewielka ilość prionów zakaźnych przez kontakt potrafi zmienić ogromną liczbę prionów komórkowych w zakaźne, czyli o zakaźności i szerzeniu się choroby w organizmie decyduje fakt, że priony zakaźne modelują kształt innych białek o tym samym składzie, upodabniając je do siebie. Białka mające właściwość zmiany kształtu innych białek nazywane są chaperonowymi.

W zdrowych organizmach istnieją geny kodujące. Geny te aktywne są najczęściej w mózgu. Białka prionowe to normalny składnik organizmu. Występują w błonach komórkowych i krążą wraz z fragmentami błony zewnętrznej i wewnętrznych pęcherzyków komórki (endosomów).

Ponieważ niemożliwy jest proces replikowania się cząsteczki białka bez udziału kwasu nukleinowego, zagadką było rozprzestrzenianie się i namnażanie. Odkrycie genu PRNP u człowieka i analogicznych genów (Prn-p) u większości zwierząt wyższych przyniosło wnioski, że kodowane przez ten gen białko jest niezbędne w funkcjonowaniu niepoznanych jeszcze fizjologicznych procesów u tych organizmów. Porównanie cząsteczek białek PrP obecnych w tkankach w warunkach fizjologii i w patologii, takich jak scrapie, dowiodło, że mają one identyczną strukturę pierwszorzędową ale różnią się strukturą drugorzędową, co wiąże się z odmiennymi właściwościami fizykochemicznymi. Białko PrP nie wywołujące choroby (oznaczane PrP<sup>C</sup>, C z ang. cellular - komórkowe) posiada trzy i dwie tzw. β-nici, natomiast białko PrP o domniemanym patogennym charakterze (oznaczane PrP<sup>Sc</sup>, od scrapie) zawiera przewagę struktury tzw. Białko PrP<sup>C</sup> jest całkowicie rozpuszczalne w wodzie i denaturujących detergentach, natomiast PrP<sup>Sc</sup> jest nierozpuszczalne w wodzie. Najważniejszym elementem teorii prionu sformułowanej przez Prusinerą jest, że białko PrP<sup>Sc</sup> wpływa na cząsteczki białka PrP<sup>C</sup>, zmieniając ich i zaburzając nieznane jeszcze procesy, w których priony fizjologicznie biorą udział.

Oporne na działanie procesów trawiennych Pr<sub>Pres</sub> poprzez układ siateczkowo-śródbłonkowy i autonomiczny układ nerwowy dostają się do mózgu, gdzie powodują lawinę zmian struktury trójprzestrzennej normalnych białek PrPsen, których złogi prowadzą do śmierci komórek w procesie bardzo zbliżonym do obserwowanego w chorobie Alzheimera, Parkinsona, Lou Gehringa i sclerosis lateralis amyotrophica. Z powodu wakuolizacji kory mózgowej jej obraz histopatologiczny widziany nawet pod zwykłym mikroskopem nasuwa skojarzenie z gąbką.

Znane są też priony grzybów co dowodziłoby, że należy się ich spodziewać u wszystkich jądrowców, u roślin także.

Po odwirowaniu DNA z komórek drożdży, na dnie próbek z DNA zostawały mętne resztki, które później zidentyfikowano właśnie jako priony. Podczas podziału komórki, DNA jest kopiowane, zaś priony ulegają podziałowi na dwa identyczne białka, które następnie dobudowują sobie drugą część przez przemianę innej. Badacze doszli do wniosku, że priony są niezbędne do rozmnażania komórek drożdży.

Choroby prionowe charakteryzują się bardzo długim okresem wylegania, wynoszącym co najmniej kilka miesięcy. Zakaźne choroby prionowe przenoszą się przez kontakt. Dziedziczne przechodzą z pokolenia na pokolenie wraz z punktową mutacją sprzyjającą zapadnięciu na chorobę. Mutacje genetyczne np. mutacje punktowe prowadzą do zmiany aminokwasu w pozycji 102 z leucyny na prolinę, co prowadzi do zmiany konformacji białka z prawidłowej, globularnej na nieprawidłową o strukturze beta. Struktura nieprawidłowa jest odporna na działanie (proteaz) komórkowych niszczących białka i akumulujące się w na skutek, czego staje się neurotoksyczna.

Mechanizm szkodliwości prionów zakaźnych polega na gromadzeniu się ich w komórkach w błonach powiększających się pęcherzyków, zwanych wakuolami, zaburzeniu recyrkulacji błon oraz gromadzeniu się prionów zewnątrzkomórkowo w postaci tzw. beta-amyloidu.

Dziedziczenie samych białek prionowych, bez udziału kodu genetycznego również jest możliwe i dotyczy jedynie organizmów haploidalnych, rozmnażających się przez podział.

Przeprowadzanych jest wiele badań dotyczących prionów. Wyjaśnienia wymaga zwłaszcza ich rola w organizmie zdrowym. Nie jest obecnie znane lekarstwo na choroby prionowe.

## **PRIONY GRZYBÓW**

**URE2, PSI Het-s**

## **PRIONY SSAKÓW**

**Scrapie (kołowaczna), kuru, JC, TME, CWD, BSE, FSE, EUE**



CHCESZ WIEDZIEĆ WIĘCEJ?  
WILLST DU MEHR WISSEN?  
ХОЧЕШ БОЛЬШЕ ЗНАТЬ?  
ΘΕΛΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΟ ΓΝΩΡΕ?  
VOLES MAGIS SCIRE?

[Oydeis@wp.pl](mailto:Oydeis@wp.pl)

Θ Ουδεις MMX