

ВІРУСНА ЧАСТКА

Професор,
доктор біологічних наук
Олександр Ходосовцев

Херсон - 2020

План лекції

1. Морфологія віріонів
2. Структурна організація віріонів
3. Хімічний склад віріонів

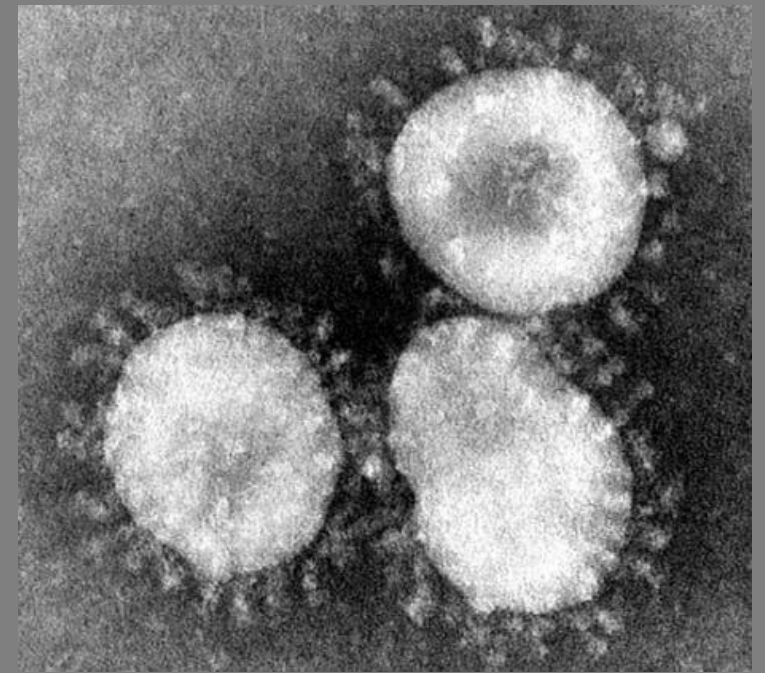
1. Морфологія віріонів

Віріон – позаклітинна форма вірусу, яка відповідає за доставку вірусних генів з однієї клітини в іншу.

Капсид – білкова оболонка вірона.

Суперкапсид або **пеплос** – ліпопротеїнова оболонка капсиду (фрагмент клітинної мембрани хазяїна).

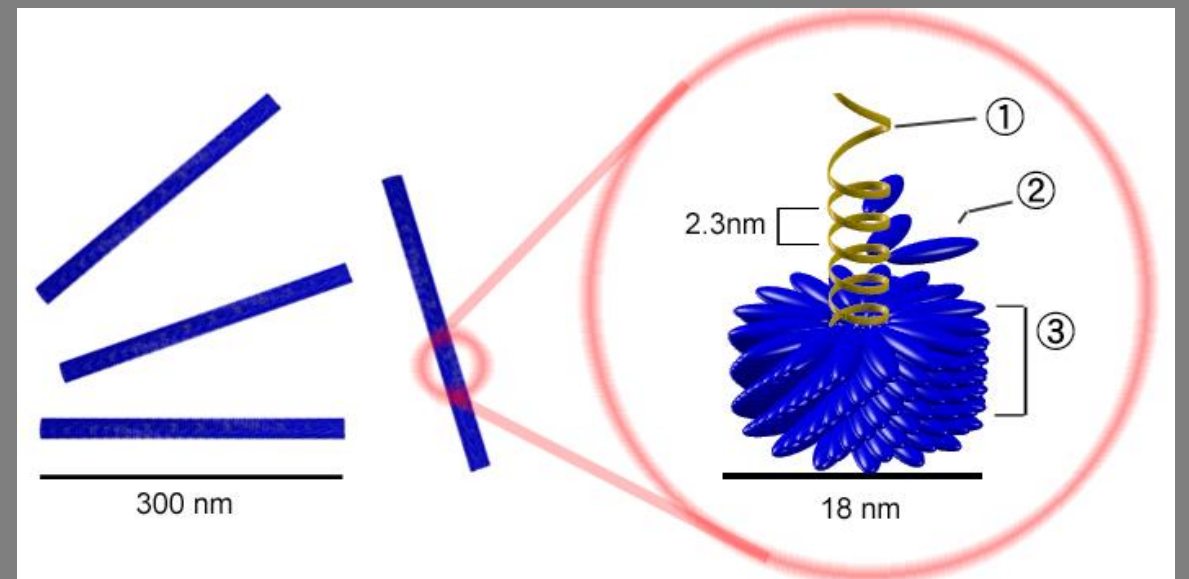
Пепломери – білки вбудовані у мембрану суперкапсиду і помітні під електронним мікроскопом.



Будова коронавірусів під електронним мікроскопом



Схема будови на прикладі цитомегаловірусу



Будова капсиду вірусу тютюнової мозаїки

Функції капсиду:

- захищають нуклеїнові кислоти від руйнування нуклеазами і механічних розривів;
- містять елементи ідентифікації, які дозволяють вірусам розпізнавати придатну для зараження клітину (відсутні у вірусів рослин);
- мають систему вивільнення генома, яка спрацьовує тільки у потрібному місці і в потрібний час.

Морфологічні типи віріонів:

Віруси архей

Віруси бактерій

Віруси еукаріотів

Безмембранні

Паличкоподібні

Ниткоподібні

Поліедрічні

Поліедрічні з хвостами

Ниткоподібні

Поліедрічні

Поліедрічні з хвостами

Зірчасті

Паличкоподібні

Ниткоподібні

Звивисті

Кільчасті

Овоїдні хвостаті

Поліедрічні

Зірчасті

Шипуваті

Подвійні шипуваті

Мембранні

Краплеподібні

Веретеноподібні

Пляшкоподібні

Сферичні

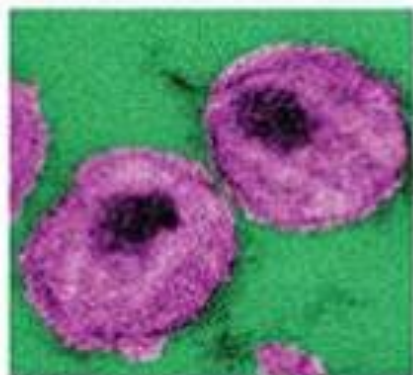
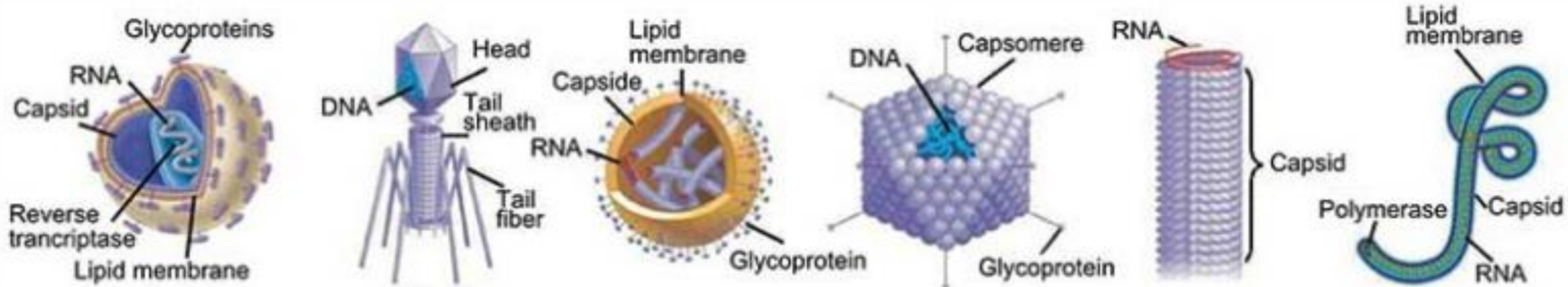
Сферичні

Еліпсоїдні

Бацилоподібні

Кулеподібні

Бобоподібні



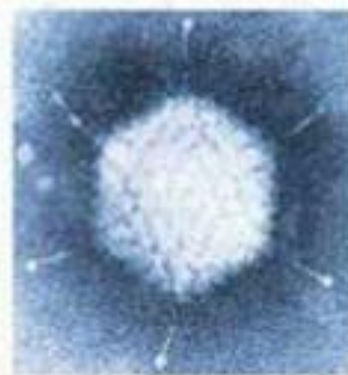
Human immunodeficiency virus



Bacteriophage



Influenza virus



Adenovirus



Tobacco mosaic virus



Ebola virus

Морфологія деяких відомих вірусів

Porcine circoviruses: a review

Gordon M. Allan, John A. Ellis

Abstract. Porcine circoviruses (PCV) are small nonenveloped DNA viruses containing a unique single-stranded circular genome. Previously, no recognized link was found between PCV infection of pigs and disease, and PCV was considered a nonpathogenic agent. Over the last 5 years, a “novel” PCV, designated PCV2, has been associated with various disease syndromes in pigs, primarily postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS). Pigs with PMWS have a variety of clinical signs, including debility, dyspnea, palpable lymphadenopathy, diarrhea, and pallor or icterus. Lesions associated with the presence of PCV2 in a variety of cell types include lymphohistiocytic to granulomatous interstitial pneumonia, hepatitis, nephritis, myocarditis, enteritis, and pancreatitis. The lesions of PMWS have been reproduced experimentally after inoculation of piglets with PCV2 cell culture isolates, although the full expression of the disease syndrome may require the presence of other agents such as porcine parvovirus or porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus. Recent reports have linked PCV2 to other disorders in pigs, ranging from abortion and reproductive failure to “atypical” PRRS. Available data indicate high seroprevalence of antibodies to PCV2 worldwide. The diagnosis of PCV2-associated disease is based on the direct demonstration of PCV2 antigens or nucleic acid in affected tissues. PCV2 is now regarded as an important emerging pathogen. Although vertical transmission has been documented, the epidemiology of PCV2 infections is poorly understood, as is the role of the immune response in controlling or augmenting disease.



Цирковірус свиней – один з найменших вірусів, має 17 нм у діаметрі, викликає мультисистемний синдром виснаження.



REVIEW

Open Access

Acanthamoeba polyphaga mimivirus and other giant viruses: an open field to outstanding discoveries

Jônatas S Abrahão^{1**}, Fábio P Dornas^{1†}, Lorena CF Silva^{1†}, Gabriel M Almeida¹, Paulo VM Boratto¹, Phillipe Colson², Bernard La Scola² and Erna G Kroon¹

Abstract

In 2003, *Acanthamoeba polyphaga mimivirus* (APMV) was first described and began to impact researchers around the world, due to its structural and genetic complexity. This virus founded the family *Mimiviridae*. In recent years, several new giant viruses have been isolated from different environments and specimens. Giant virus research is in its initial phase and information that may arise in the coming years may change current conceptions of life, diversity and evolution. Thus, this review aims to condense the studies conducted so far about the features and peculiarities of APMV, from its discovery to its clinical relevance.

Keywords: Giant viruses, *Mimiviridae*, *Mimivirus*

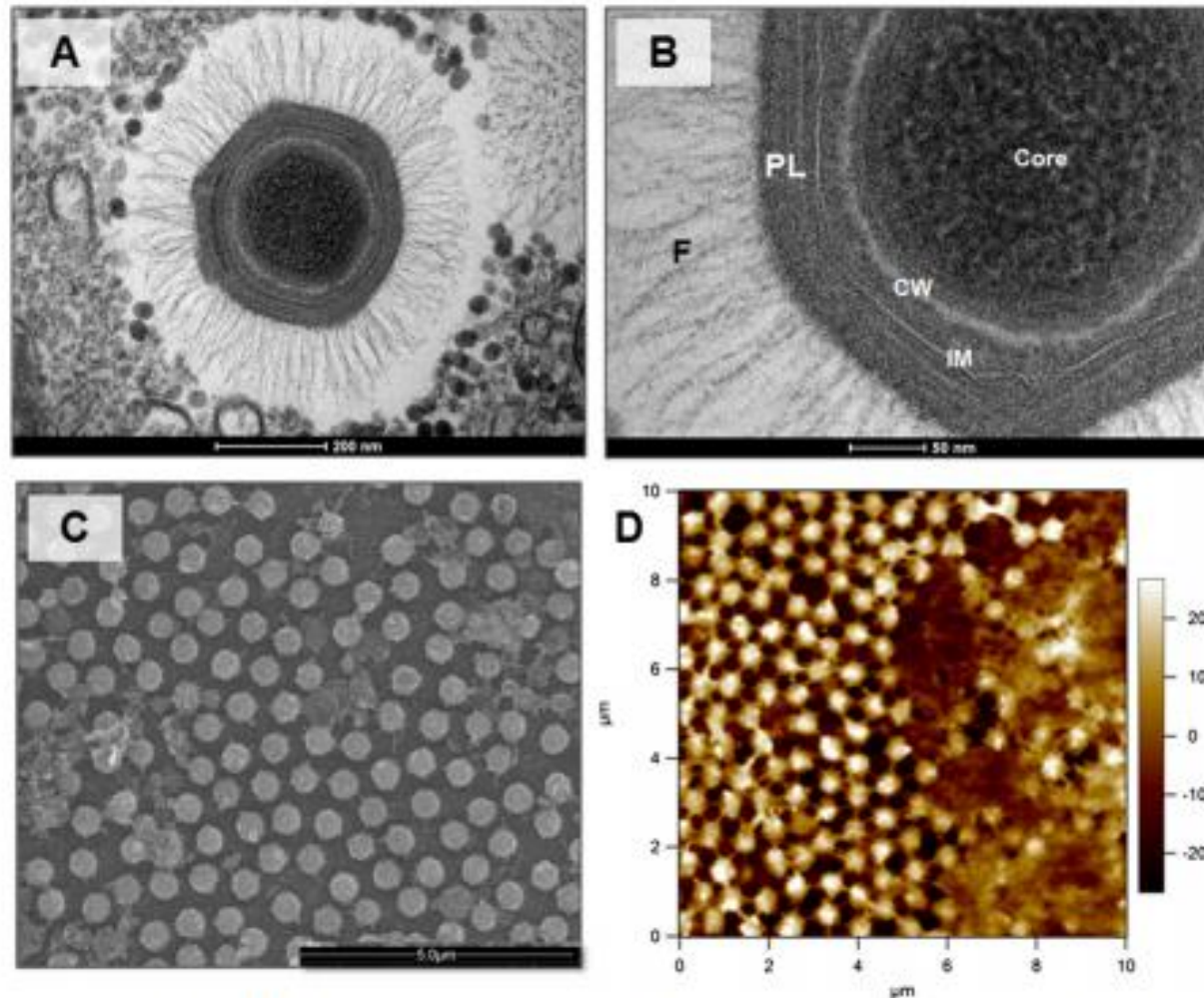


Figure 1 Mimivirus particle visualized by different microscopy methods. Transmission electron microscopy of APMV showing the complete particle (A) and a zoom (B), highlighting the fibrils (F), the capsid protein layers (PL), the internal membrane (IM), and the core wall (CW) that protects the viral genome and early factors. (C) and (D) show mimivirus isolates under scanning and atomic force microscopy, respectively. Scale in (D) represents the sample depth and size.

Мімівірус, що паразитує в *Acanthamoeba*, має розмір близько 400 нанометрів у діаметрі.



Giant virus resurrected from 30,000-year-old ice

Largest virus yet discovered hints at viral diversity trapped in permafrost.

[Ed Yong](#)



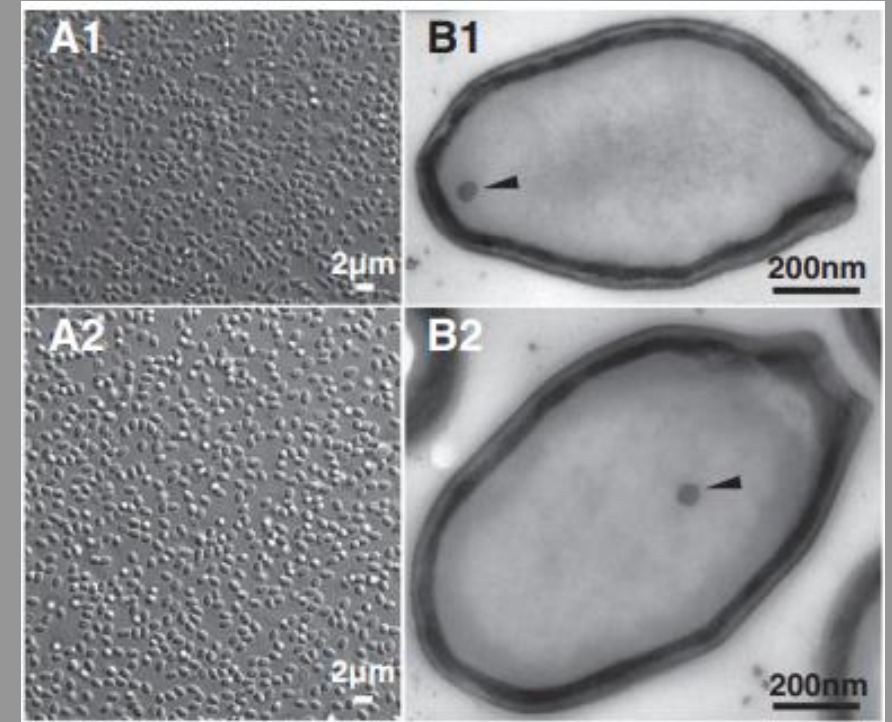
Найбільший вірус в світі *Pithovirus* має 1,5 мкм завдовжки та 0,5 мкм у діаметрі



Pandoraviruses: Amoeba Viruses with Genomes Up to 2.5 Mb Reaching That of Parasitic Eukaryotes

Nadège Philippe,^{1,2*} Matthieu Legendre,^{1*} Gabriel Doutre,¹ Yohann Couté,³ Olivier Poirot,¹ Magali Lescot,¹ Defne Arslan,¹ Virginie Seltzer,¹ Lionel Bertaux,¹ Christophe Bruley,³ Jérôme Garin,³ Jean-Michel Claverie,^{1†} Chantal Abergel^{1†}

Ten years ago, the discovery of Mimivirus, a virus infecting *Acanthamoeba*, initiated a reappraisal of the upper limits of the viral world, both in terms of particle size (>0.7 micrometers) and genome complexity (>1000 genes), dimensions typical of parasitic bacteria. The diversity of these giant viruses (the Megaviridae) was assessed by sampling a variety of aquatic environments and their associated sediments worldwide. We report the isolation of two giant viruses, one off the coast of central Chile, the other from a freshwater pond near Melbourne (Australia), without morphological or genomic resemblance to any previously defined virus families. Their micrometer-sized ovoid particles contain DNA genomes of at least 2.5 and 1.9 megabases, respectively. These viruses are the first members of the proposed “Pandoravirus” genus, a term reflecting their lack of similarity with previously described microorganisms and the surprises expected from their future study.



Pandoravirus – один з найбільших відкритих вірусів (1,2 мкм завдовжки та 0,5 мкм у діаметрі). Живуть в *Acanthamoeba*.

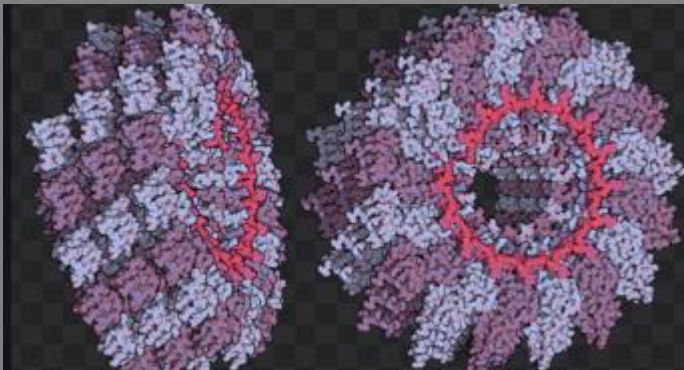
2. Структурна організація віріонів

Використання *однакових субодиниць* сприяє мінімізації помилок під час згортання вірусної частки: наявність невірно укладених або невикористаних субодиниць при цьому не має критичного впливу на функціональність вірусної частки.

Симетричне розташування білкових субодиниць дозволяє перебувати у стані мінімуму вільної енергії

Типи організації симетричного капсида

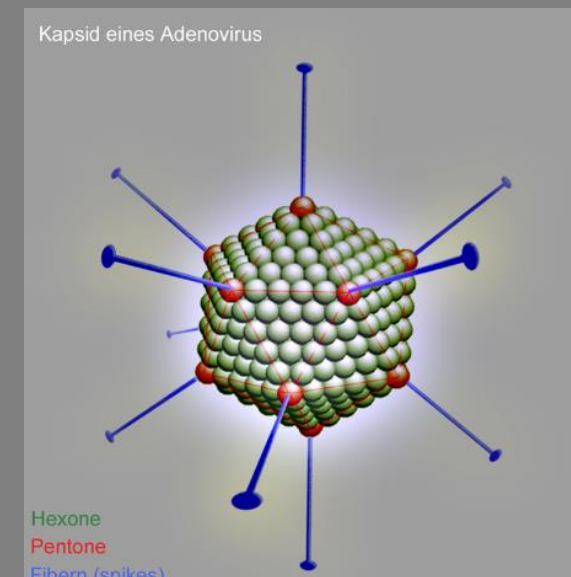
Спіральна



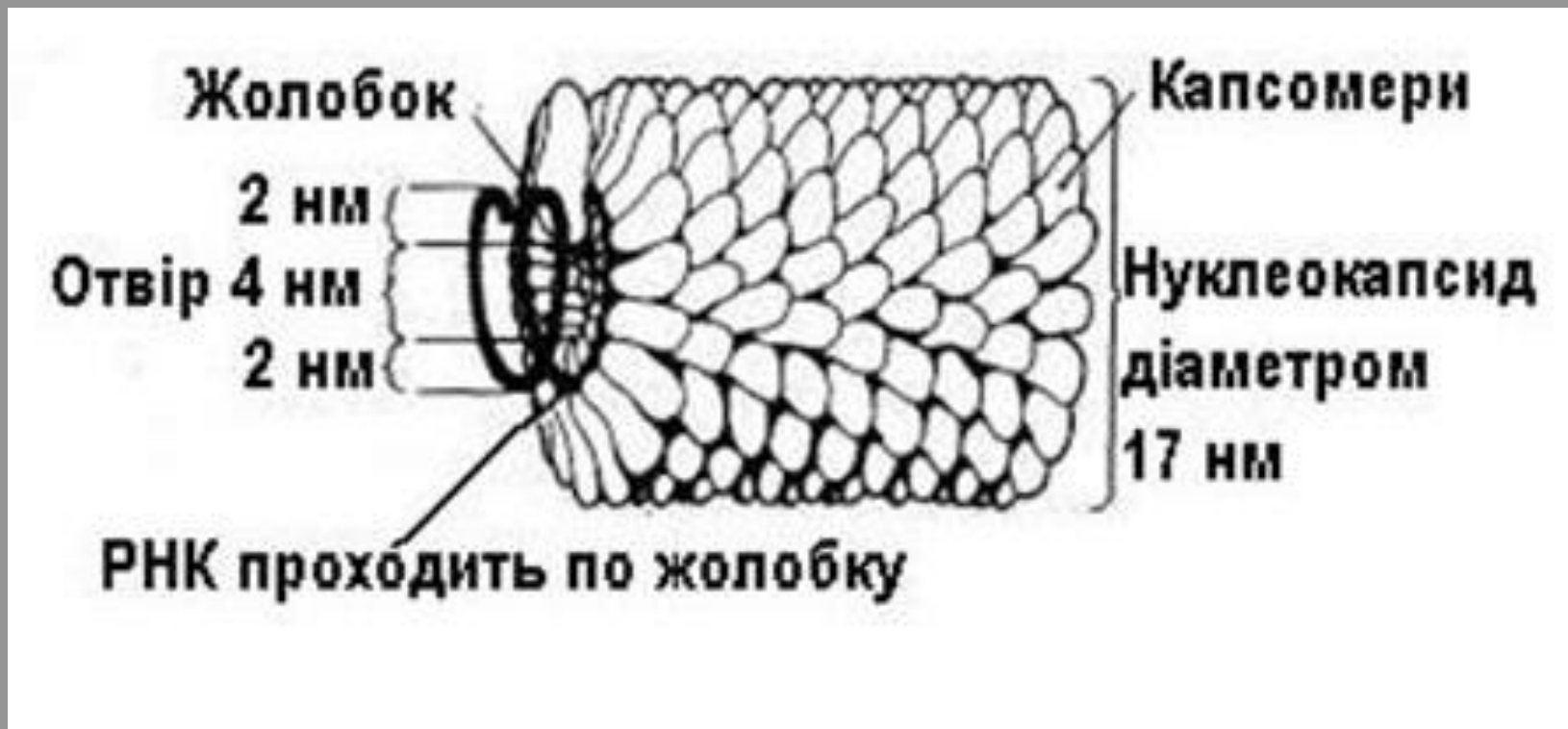
Вірус тютюнової мозаїки

Замкнена

Аденовірус



Симетрія спіральних вірусних часток



Симетрія замкнених вірусних часток

Для побудови віріону найбільш ефективним є багатогранник з ікосаедричною структурою. Віруси, звичайно, можуть мати більше 60 субодиниць (правильний ікосаедр) – *ікосадельтаедри*.

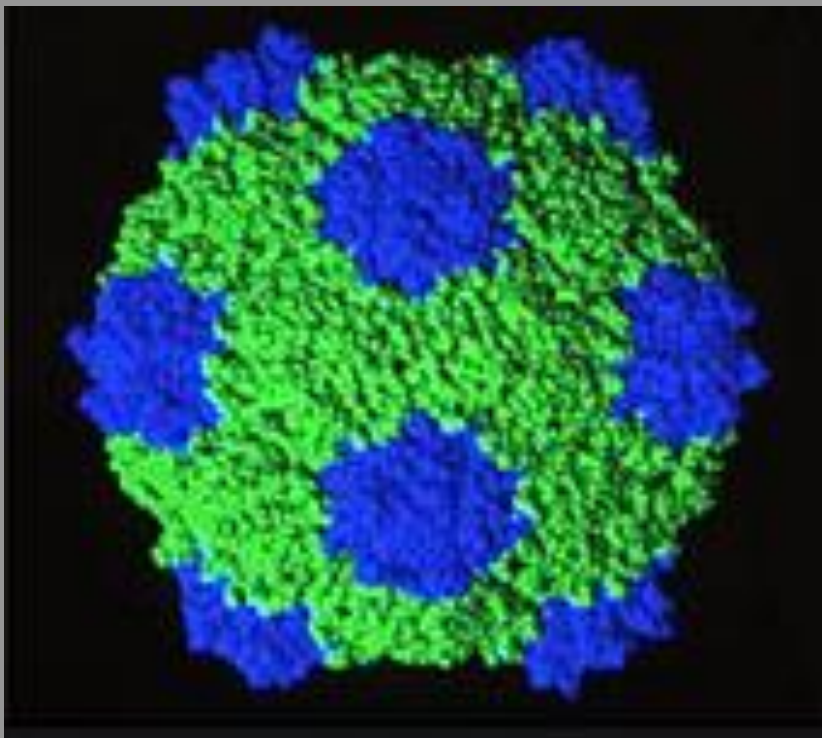


Вірус кущистої карликовості томату – 180 субодиниць
Вірус Синбіс – 240 субодиниць
Герпесвіруси – 960 субодиниць
Аденовіруси – 1500 субодиниць

Фігура з ікосаедричною симетрією

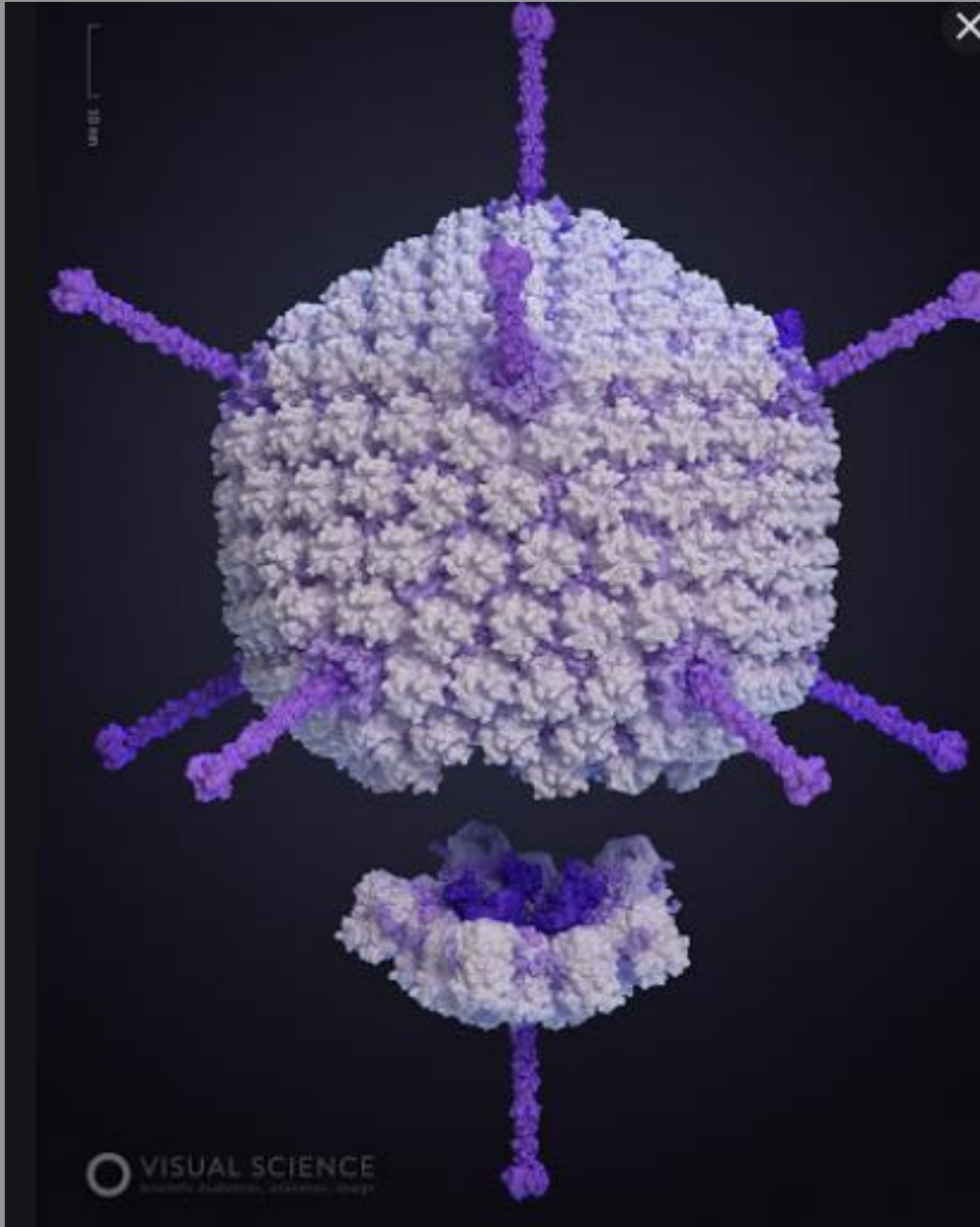
З'єднання білків капсиду у групи з п'яти або шести субодиниць назвали пентамерно-гексамерною кластерізацією, а групи – пентонами і гексонами.

Капсомери – структурні елементи капсиду.



Вірус мозаїки вігни (*Vigna villosa*) має 12 пентамерів на вершинах ікодедельтаедра та 20 гексамерів на гранях.





Аденовірус (1500 субодиниць):

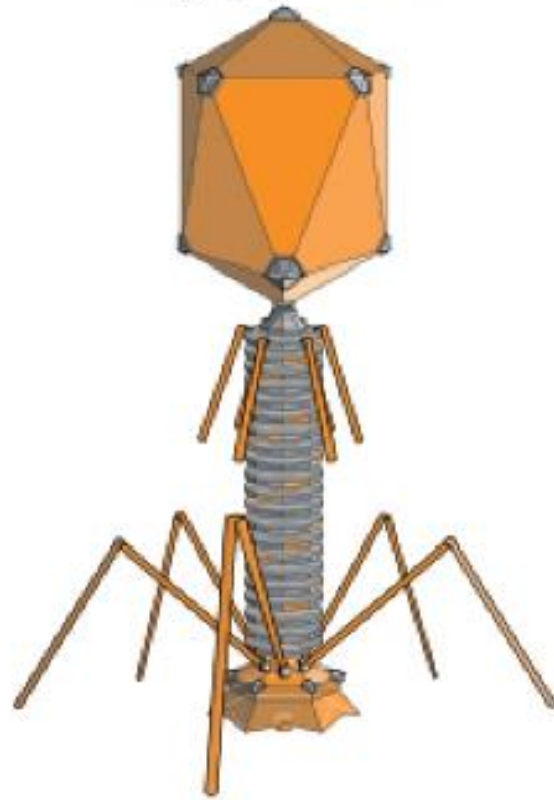
12 пентамерних вершин з
ниткоподібними виростами (фібрилами)

Фібрили складаються з 5 поліпептидних
ланцюгів.

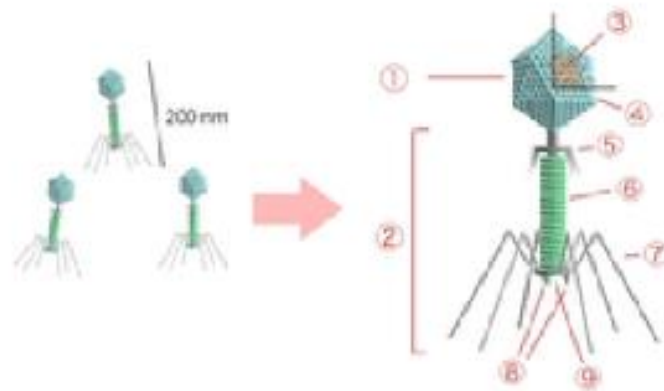
Грані ікосадельтаедра складаються з
1400 гексамерів.

Віріони комбінованої будови

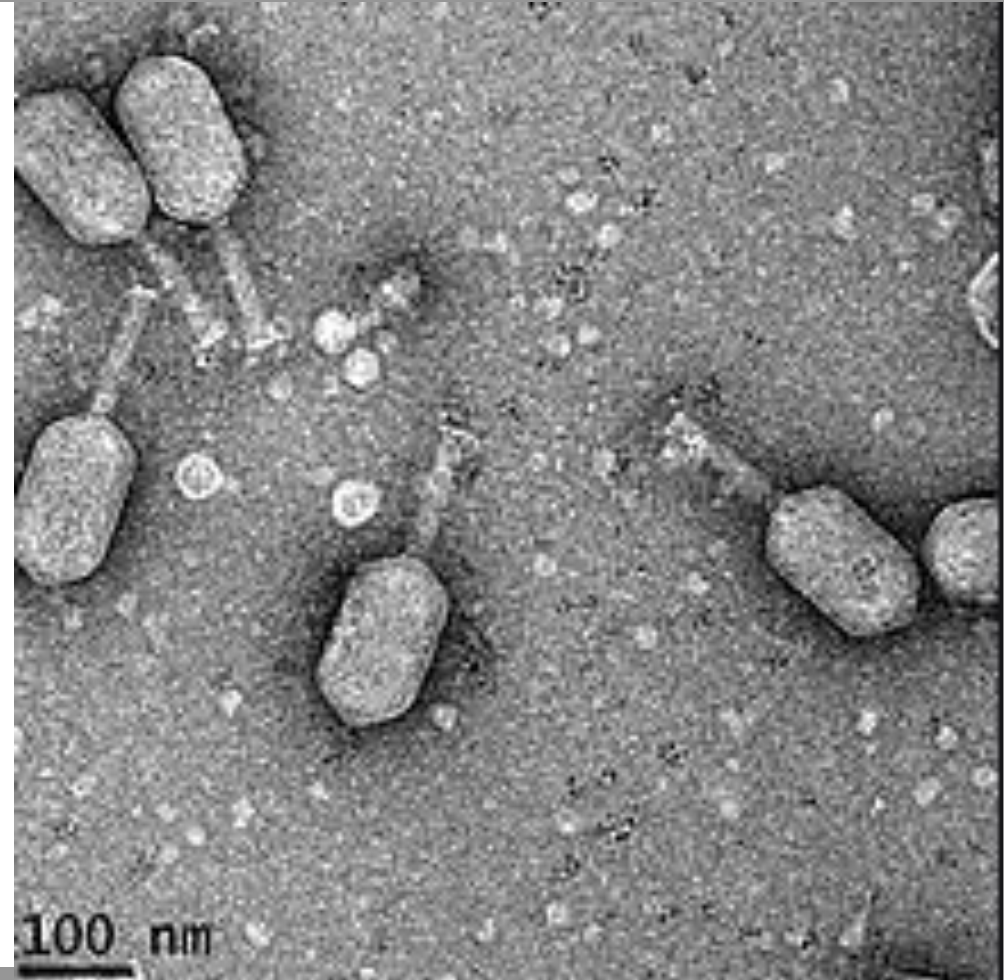
Будова



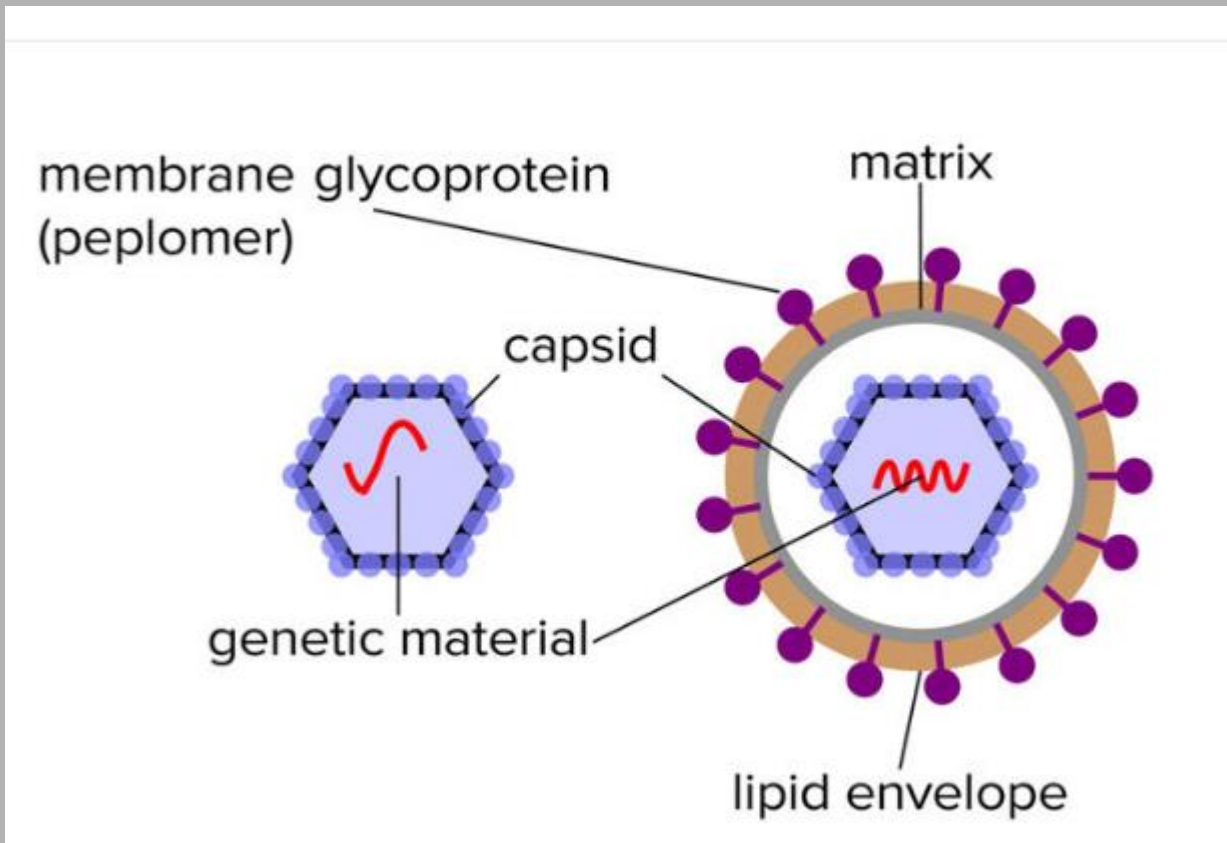
Структура типового вірусу бактеріофага.



- 1 - головка, 2 - хвіст, 3 - нуклеїнова кислота, 4 - капсид, 5 - "комірець", 6 - білковий чохол хвоста, 7 - фібрила хвоста, 8 - шипи, 9 - базальна пластинка



Будова ліпідної оболонки віріонів

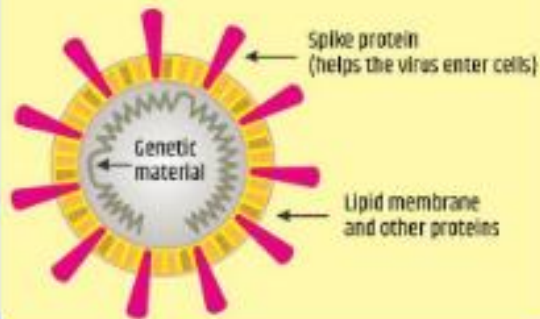


Ліпідні оболонки можуть бути:

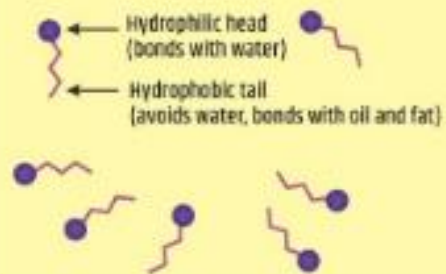
- 1) Одна зовнішня
- 2) Дві зовнішні
- 3) Одна внутрішня
- 4) Дві внутрішні
- 5) Одна внутрішня та одні зовнішня

COVID19

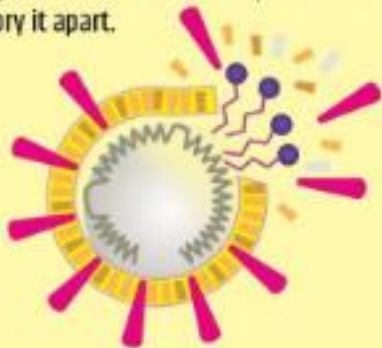
THE CORONAVIRUS has a membrane of oily lipid molecules, which is studded with proteins that help the virus infected cells.



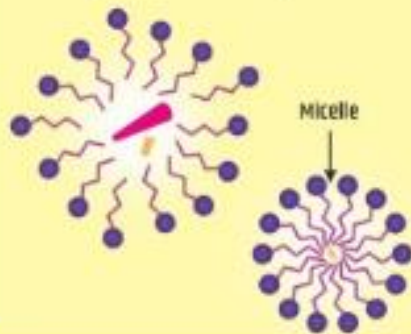
SOAP MOLECULES have a hybrid structure, with a head that bonds to water and a tail that avoids it.



SOAP DESTROYS THE VIRUS when the water-shunning tails of the soap molecules wedge themselves into the lipid membrane and pry it apart.



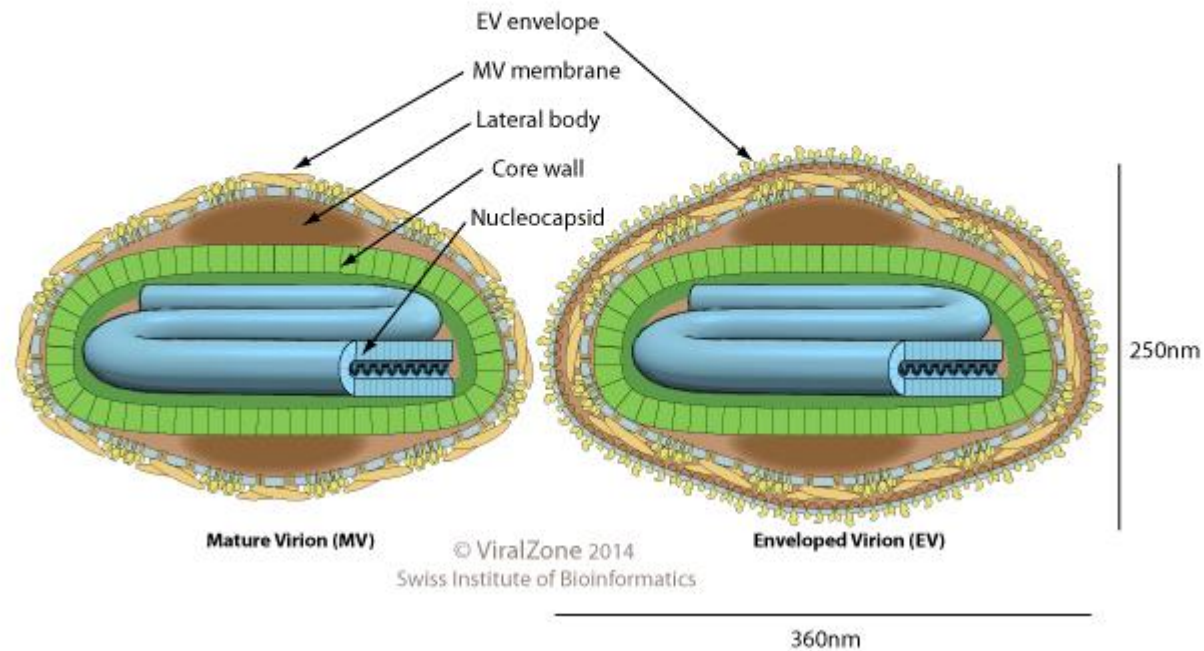
SOAP TRAPS DIRT and fragments of the destroyed virus in tiny bubbles called micelles, which wash away in water.



Вірус SARS-COV-2 містить одну зовнішню ліпідну оболонку

Poxviridae

VIRION



Поксвіруси мають дві зовнішні ліпопротеїнові оболонки.

3. Хімічний склад віріонів

Нуклеїнові кислоти

Віруси з ДНК-геномом – 20%

олДНК – одноланцюгова ДНК
(парвовіруси)

длДНК – дволанцюгова ДНК
(бактеріофаги, аденовіруси)

Віруси з РНК-геномом – 80%

олРНК – одноланцюгова РНК
(більшість вірусів рослин)

длРНК – дволанцюгова РНК
(віруси грибів)

Найменші геноми: геном цирковірусів свиней (олДНК) – 1,7 тисяч нуклеотидів

Найбільші геноми: коронавіруси (олРНК) – 33 тисячі нуклеотидів,
пандоравіруси (длДНК – 2,5 млн. пар нуклеотидів)

(+) РНК вірусів - синтез білка йде безпосередньо на рибосомах клітини хазяїна (пікорновіруси)

(-)РНК вірусів – синтез білка йде лише після того, коли виконана транскрипція вірусними РНК-полімеразами у (+)РНК (аренавіруси)

Можуть бути: незамкнена ДНК або РНК, кільцева ДНК або РНК

Звичайно, в одному віріоні міститься лише ДНК або РНК.

Однак, є виключення: гепаднавіруси містять короткі послідовності РНК, ковалентно зв'язані з їх ДНК.

Білки

Вірус табачної мозаїки – один тип молекули білка

Віріони првовірусів – 2-4 типи молекул білків

Віріон вірусу простого герпесу містить 39 типів білків

Віріон вірусу *Paramecium bursaria* Chlorella virus 1 – більше 100 типів білків

Функції:

- захистна
- прикріплення віріону до клітини-хазяїна
- злиття оболонки віріонів з плазматичною мембраною хазяїна
- реплікація
- транскрипція

Структурні білки – входять до складу зрілого віріону

Неструктурні – синтезуються в зараженій клітині

Список рекомендованих джерел

Основна: Шамрай С.М., Леонтьев Д.В. Вірусологія. – Х.: Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, 2020. – 244 с.

Додаткова:

Костюченко В.А., Месянжинов В.В. Архитектура сферических вирусов. Успехи биологической химии. 2002. Т. 42. С. 177-192.

Abrahão J. & al. Acanthamoeba polyphaga mimivirus and other giant viruses: an open field to outstanding discoveries. *Virology Journal*. 2014. Vol. 11 (120). 12 p.

Johnson J.E., Chi W. Structures of virus and virus-like particles. *Curr. Opin. Struct. Biol.* 2000. Vol. 10, N 2. P. 229-235.

Nadège Ph. et al. Pandoraviruses: Amoeba Viruses with Genomes Up to 2.5 Mb Reaching That of Parasitic Eukaryotes. *Science*. Vol. 341. P. 281-286.

Yong E. et al. Giant virus resurrected from 30,000-year-old ice: largest virus yet discovered hints at viral diversity trapped in permafrost. *Nature*. 2014.

Питання для самостійної роботи:

1. Назвіть основні структурні елементи віріона.
2. Функції капсида.
3. Чому білкові вирости (пепломери) не називають шипами?
4. Які морфологічні форми мають віруси архей?
5. Які морфологічні форми мають віруси бактерій?
6. Які морфологічні форми мають віруси еукаріот?
7. До якої морфологічної групи відноситься вірус SARS-COV-2?
8. З чим пов'язане симетричне розташування субодиниць капсиду?
9. Наведіть приклади вірусів з спіральними та замкненими капсидами.
10. Як описують спіральні вірусні частки.
11. Як описують частки з ікосаедричною симетрією.
12. Чому у вірусів рідко трапляються форми віріонів з ікосаедричною симетрією, які б містили 60 білкових субодиниць?

13. Як розташовані капсомери в замкнених вірусних частках?
14. Чи може капсид утворюватися з різних груп білків? Наведіть приклади.
15. Будова капсидів віріонів комбінованої структури.
16. Чи ідентична ліпідна оболонка віріонів мембрані хазяїна?
17. Розташування ліпідних оболонок у віріонах. Приклади.
18. Чим відрізняються РНЛ та ДНК?
19. Які варіанти нуклеїнових кислот представлені в віріонах.
20. Що таке + та – РНК?
21. Скільки нуклеотидів містять віріони?
22. Скільки типів білків можуть містити віріони. Наведіть приклади.
23. Основні функції білків вірусів.