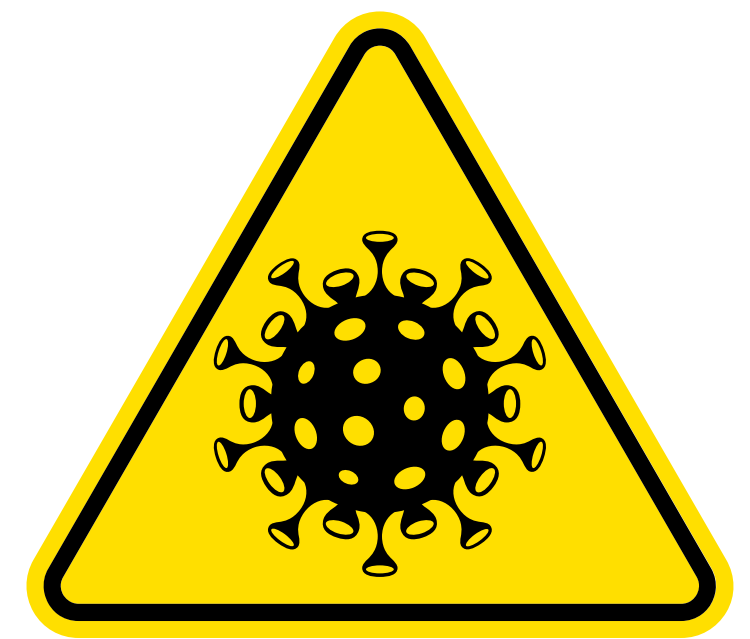
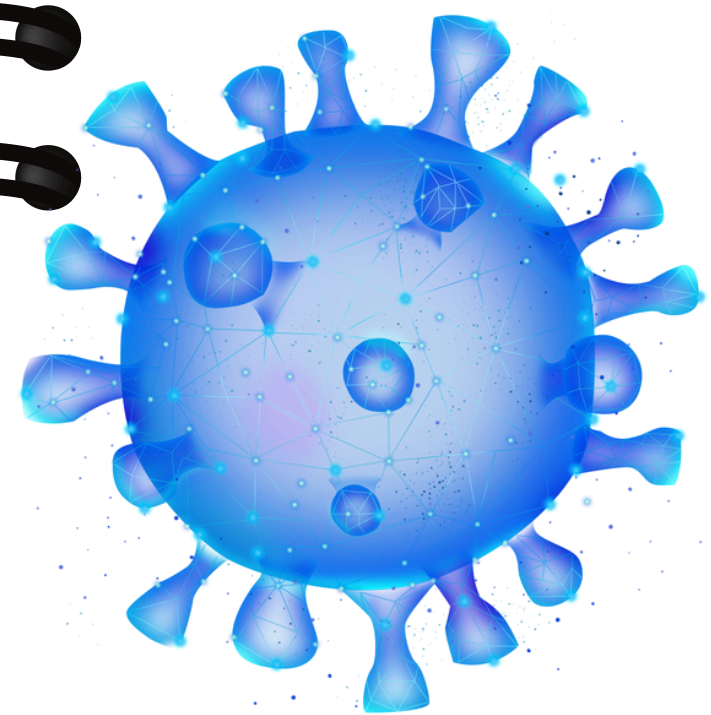


Жалпы вирусология

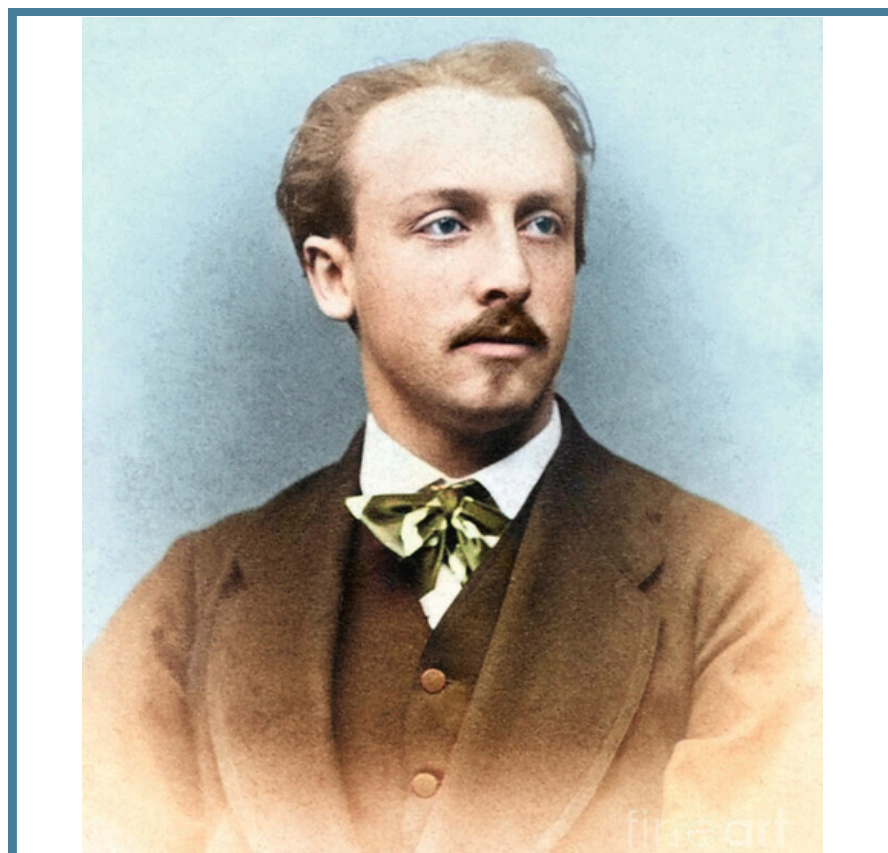


Lesson context

Key concepts

Activity

Investigation



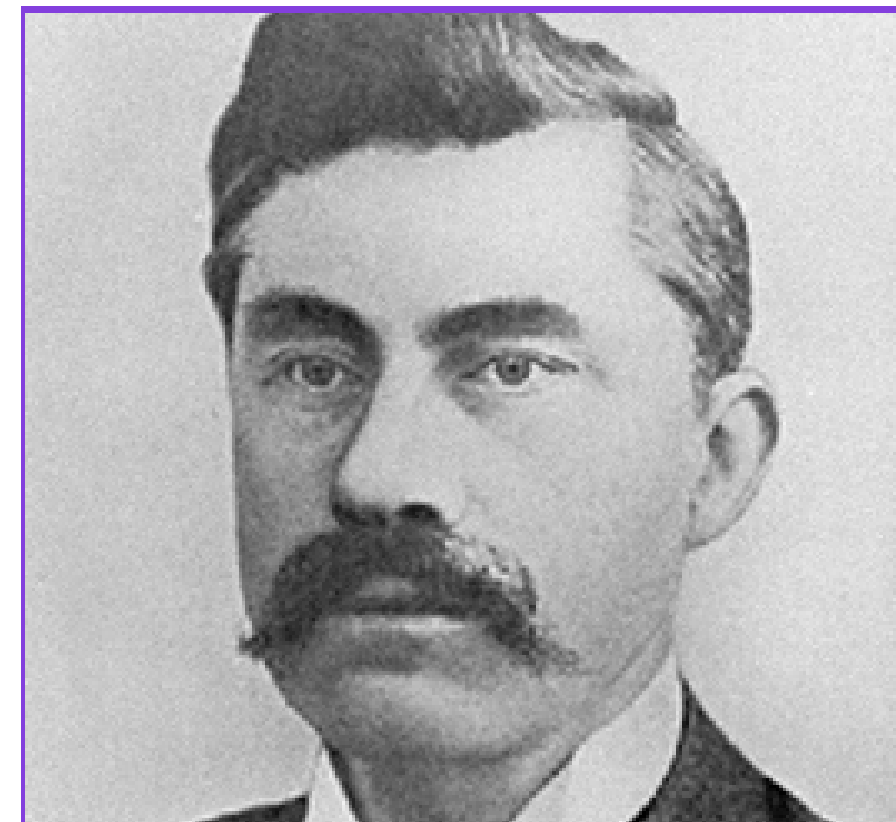
Адольф Майер (1886 ж.)

Темекі жапырақтарындағы ауруды зерттеп, оның өсімдіктен өсімдікке жұғатынын анықтады. Бірақ ауру қоздырғышының не екенін нақты білмеді.



Дмитрий Ивановский (1892 ж.)

Темекі мозаика ауруын зерттеп, бактерияларды ұстап қалатын сүзгіден өткен сұйықтықтың да ауру тудыратынын байқады. Бұл – жаңа, бактериядан да ұсақ қоздырғыш бар екенін көрсетті.



Мартин Бейеринк (1898 ж.)

Ол бұл қоздырғышты “contagium vivum fluidum” («сұйық тірі жұқпа») деп атап, алғаш рет **вирус** терминін ғылыми айналымға енгізді.

- Кейінгі маңызды жаңалықтар
- 1915–1917 жж. бактериофагтар ашылды (бактерияларды зақымдайтын вирустар).
- 1935 ж. Уэнделл Стэнли темекі мозаика вирусын кристалл күйінде бөліп алып, вирустардың химиялық табиғатын дәлелдеді.

«Вирус» термині және ең көне вирустық аурулар туралы

- Латын тілінен аударғанда *virus* «у» деген мағынаны білдіреді.
- Микробиологияның негізін қалаушы Луи Пастер өзіне белгілі барлық микробтарды «вирус» деп атаған.
- Вирусология ғылымына бұл терминді 1898 жылы Мартин Бейеринк енгізді.

Key concepts

Activity

Investigation

Вирустардың шығу тегі туралы мәселе – Вирусология және Молекулалық биология ғылымдарындағы ең күрделі сұрақтардың бірі. Ғалымдар әлі күнге дейін нақты бір ортақ пікірге келген жоқ, бірақ вирустардың қалай пайда болғанын түсіндіретін **үш негізгі гипотеза бар.**

1. Регрессия (дегенерация) гипотезасы

Бұл теория бойынша вирустар ежелгі жасушалық организмдерден пайда болған.

Ертеде басқа жасушалардың ішінде тіршілік ететін өте кішкентай паразиттік жасушалар болған. Уақыт өте келе олар көптеген функцияларын жоғалта бастады, өйткені иесі (қожайын жасуша) оларды барлық қажетті заттармен қамтамасыз етті: энергиямен, ферменттермен және түрлі заттармен.

Біртіндеп мұндай организмдер:

- өздігінен зат алмасу қабілетін жоғалтты
- көптеген гендерін жоғалтты
- құрылысы қарапайымданып кетті.

Нәтижесінде тек:

- генетикалық материал (ДНҚ немесе РНҚ)
- ақуыздық қабықша ғана қалды.

Қазіргі кездегі кейбір жасушаішілік паразиттер, мысалы Rickettsia және Chlamydia, осындай аралық кезеңнің мүмкін мысалы ретінде қарастырылады.

Бұл гипотезаның кемшілігі: көптеген вирустар өте қарапайым құрылымды, сондықтан оларды бұрынғы жасушалардың ұрпағы деп айту қиын.

2. «Қашқан гендер» гипотезасы

Бұл теория бойынша вирустар жасушалардың генетикалық материалының бөліктерінен пайда болған.

Жасушаларда үнемі мынадай процестер жүреді:

- ДНҚ-ның көшірілуі
- гендердің орын ауыстыруы
- мутациялар.

Кейде ДНҚ немесе РНҚ-ның белгілі бір бөліктері жасуша геномынан бөлініп, басқа жасушаларға ауыса алатын қабілетке ие болуы мүмкін.

Уақыт өте келе мұндай фрагменттер:

- ақуыздық қабықшаға ие болды
- басқа жасушаларға ене алатын болды
- паразит ретінде көбейе бастады.

Осындай элементтер қазіргі кезде де бар. Олар жылжымалы генетикалық элементтер деп аталады. Мысалы, Транспозон (яғни «секіргіш гендер»).

Бұл гипотезаның кемшілігі: ол кейбір күрделі вирустардың құрылымын толық түсіндіре алмайды.

3. Коэволюция гипотезасы (вирустар жасушалардан да ертерек)

Бұл теория бойынша вирустар өте ерте кезеңде — қазіргі жасушалар пайда болмай тұрып-ақ пайда болуы мүмкін.

Осы идеяға сәйкес:

- ерте Жерде қарапайым РНҚ молекулалары болған
- олар өздігінен көшіріле алған
- уақыт өте келе сол молекулалардан әрі жасушалар, әрі вирустар дамыған.


Яғни вирустар алғашқы тірі организмдермен қатар эволюцияланған.

Бұл гипотеза РНҚ әлемі концепциясымен байланысты. Бұл идея бойынша алғашқы тіршілік формалары ақпаратты сақтау және химиялық реакцияларды жүргізу үшін РНҚ пайдаланған.

Бұл гипотезаның кемшілігі: мұндай өте ертедегі шығу тегін дәлелдейтін нақты деректерді табу қиын.

Қазіргі уақытта көптеген ғалымдар вирустар әртүрлі жолдармен пайда болуы мүмкін деп есептейді:

- бір бөлігі — ежелгі паразиттік жасушалардан
- бір бөлігі — генетикалық материал фрагменттерінен
- кейбіреулері — тіршіліктің алғашқы молекулалық жүйелерімен бірге пайда болған.

Сондықтан вирустар тірі және өлі табиғаттың арасындағы шекарада орналасқан ерекше биологиялық форма ретінде қарастырылады. 

Сондықтан вирустар тірі және өлі табиғаттың арасындағы аралық форма ретінде қарастырылады.

Вирустардың қасиеті:

Вирустардың тірі организмдермен ұқсастығы

Вирустар толыққанды тірі ағзаға жатпайды, бірақ оларда тірі организмдерге тән кейбір қасиеттер бар:

Тұқымқуалаушылық қасиеті бар

Вирустарда генетикалық материал (ДНҚ немесе РНҚ) болады. Ол арқылы өз белгілерін келесі ұрпаққа береді.

Көбейе алады

Тек тірі жасуша ішінде болса да, вирустар көбейе алады. Бұл – тірі ағзаларға тән негізгі қасиет.

Өзгергіштік (мутация) қабілеті бар

Вирустар мутацияға жиі ұшырайды. Соның нәтижесінде жаңа түрлері пайда болуы мүмкін. Бұл да тірі ағзаларға тән қасиет.

Бейімделгіштік

Олар қоршаған ортаға және иесінің организмiне бейiмделе алады. Мысалы, дәрілерге немесе иммундық жүйеге төзімді түрлері пайда болуы мүмкін.

Вирустардың тірі организмдерден айырмашылығы

Жасушалық құрылысы жоқ

Тірі организмдер жасушадан тұрады (біржасушалы немесе көпжасушалы). Ал вирустарда жасуша, ядро, цитоплазма болмайды.

Өздігінен зат алмасу жүрмейді

Тірі ағзаларда тыныс алу, қоректену, энергия өндіру сияқты зат алмасу процесі жүреді.

Вирустарда мұндай процесс жоқ. Олар тек иесінің жасушасына кіргенде ғана «белсенді» болады.

Өздігінен көбейе алмайды

Тірі организмдер өз бетімен көбейе алады.

Вирустар тек тірі жасуша ішінде ғана көбейеді.

Өсу және даму болмайды

Тірі ағзалар өсіп, дамиды.

Вирустар өспейді — олар дайын бөлшектер түрінде жиналып түзіледі.

Кристалл күйге өте алады

Вирустарды кристалл түрінде сақтауға болады. Ал тірі организмдер кристалл күйде өмір сүре алмайды.

Вирустарға екі сапалық тұрғыдан әртүрлі өмір сүру формасы тән:

Жасушадан тыс форма (вирион)

Бұл кезде вирус жасушадан тыс болады. Ол метаболизм жүргізбейді, көбеймейді және белсенді емес күйде болады. Вирус тек нуклеин қышқылынан (ДНҚ немесе РНҚ) және оны қоршап тұрған ақуыз қабықшадан — капсидтен тұрады. Кейбір вирустарда қосымша липидті қабықша да болады. Осы формада вирус қоршаған ортада сақталып, жаңа жасушаға түскенге дейін болады.

Жасушаішілік форма (репродуктивті)

Вирус иесінің жасушасына енгеннен кейін белсенді күйге өтеді. Осы кезде ол жасушаның ферменттері мен құрылымдарын пайдаланып, өзінің нуклеин қышқылын және ақуыздарын синтездейді, жаңа вирус бөлшектерін түзеді. Бұл кезеңде вирус көбею (репликация) процесін жүзеге асырады.

Жасушадан тыс — вирион (белсенді емес)

Жасуша ішінде — көбею кезеңі (белсенді) 

Вирустарды классификациялау принциптері

Вирустарды жіктеу келесі негізгі белгілерге негізделеді:

1. Нуклеин қышқылының типі – вирус геномының түрі (ДНҚ немесе РНҚ).
2. Липопротеидті қабықшасының болуы – кейбір вирустарда сыртқы липопротеидті қабықша болады, ал кейбірінде болмайды.
3. Вирионның мөлшері мен морфологиясы – вирустың өлшемі мен пішіні.
4. Симметрия типі – капсидтің құрылымдық симметриясы (икосаэдрлік, спиральды және т.б.).
5. Капсомерлер саны – капсидті құрайтын ақуыздық бірліктердің саны.
6. Сезімтал иелерінің шеңбері – вирус жұқтыра алатын ағзалардың түрлері.
7. Патогендігі – ауру тудыру қабілеті.
8. Географиялық таралуы – вирустың белгілі бір аймақтарда таралу ерекшелігі.
9. Жұғу (берілу) тәсілі – вирустың бір ағзадан екінші ағзаға берілу жолдары.
10. Антигендік қасиеттері – иммундық жүйе арқылы танылатын вирустың антигендік ерекшеліктері.
11. Басқа да қасиеттері – вирустың биологиялық және молекулалық ерекшеліктері.

Қысқаша:

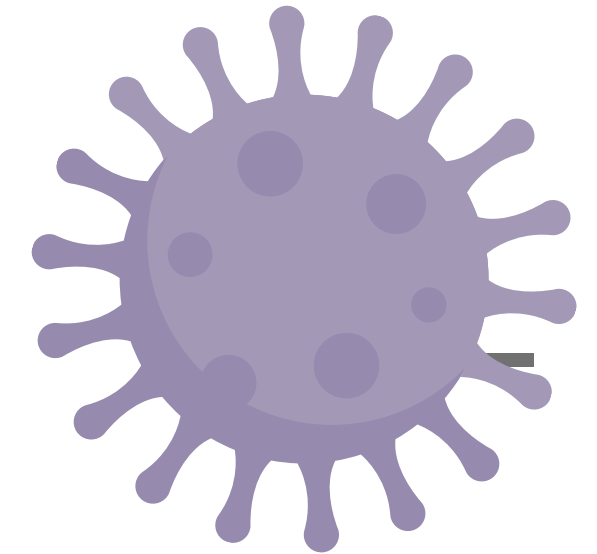
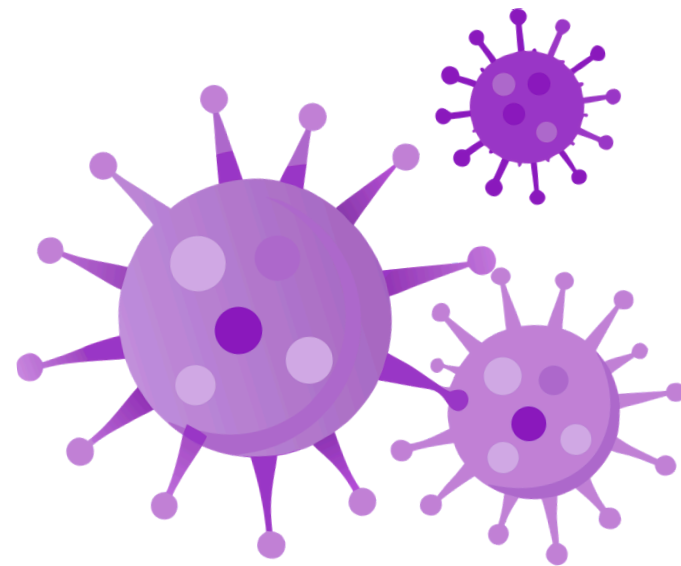
Вирустарды классификациялау олардың геномы, құрылысы, морфологиясы, иелерінің шеңбері, патогендігі және таралу ерекшеліктері сияқты белгілерге негізделеді.

Таксономия

Қазіргі классификацияға сәйкес вирустар *Virae* деп аталатын дербес патшалыққа біріктірілген.

Вирион құрамындағы нуклеин қышқылының түріне байланысты вирустар екі үлкен топқа бөлінеді:

- ДНҚ-құрамды вирустар
- РНҚ-құрамды вирустар



Одан әрі вирустарды тұқымдастарға (семейство) және туыстарға (род) бөлу вирионның қасиеттерінің жиынтығына негізделеді (нуклеин қышқылының типі, морфологиясы, симметриясы, қабықшасының болуы және т.б.).

Мысалы, осы критерийлерге сәйкес адам мен жануар вирустары 19 тұқымдасқа біріктірілген, олар өз кезегінде 43 туысты қамтиды.

Вирустар номенклатурасы (адам және жануар вирустары) таксономиялық деңгейлер бойынша келесі ретпен беріледі:

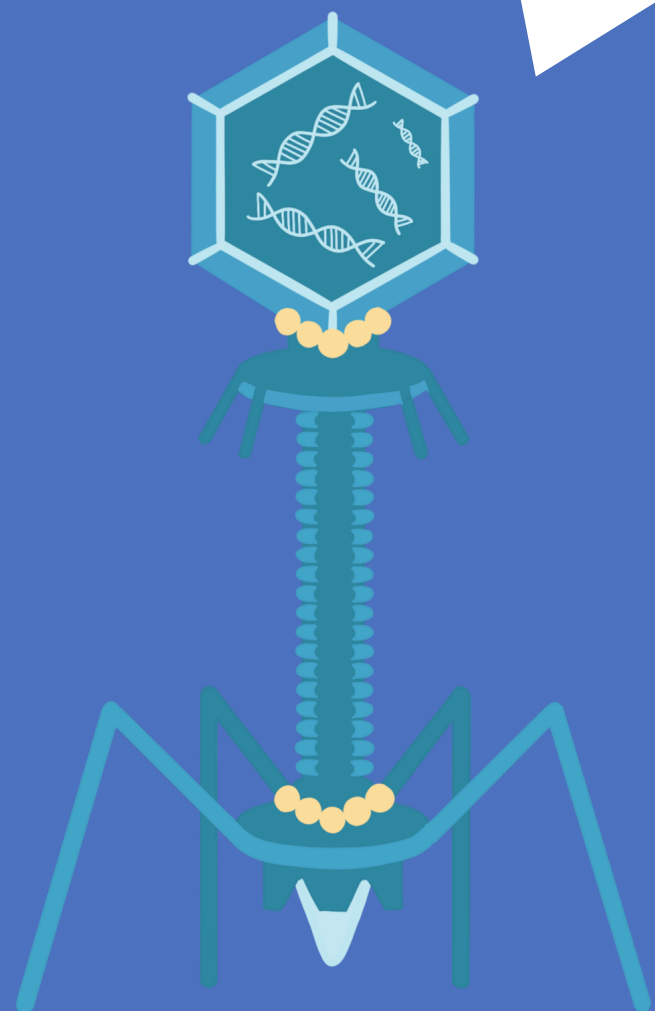
- Патшалық (царство) – *Virae*
- Тұқымдас (семейство) – *-viridae* жұрнағымен аяқталады
- Тұқымдас тармағы (подсемейство) – *-virinae* жұрнағымен аяқталады
- Туыс (род) – *-virus* жұрнағымен аяқталады
- Түр (вид) – нақты вирус атауы

Мысал:

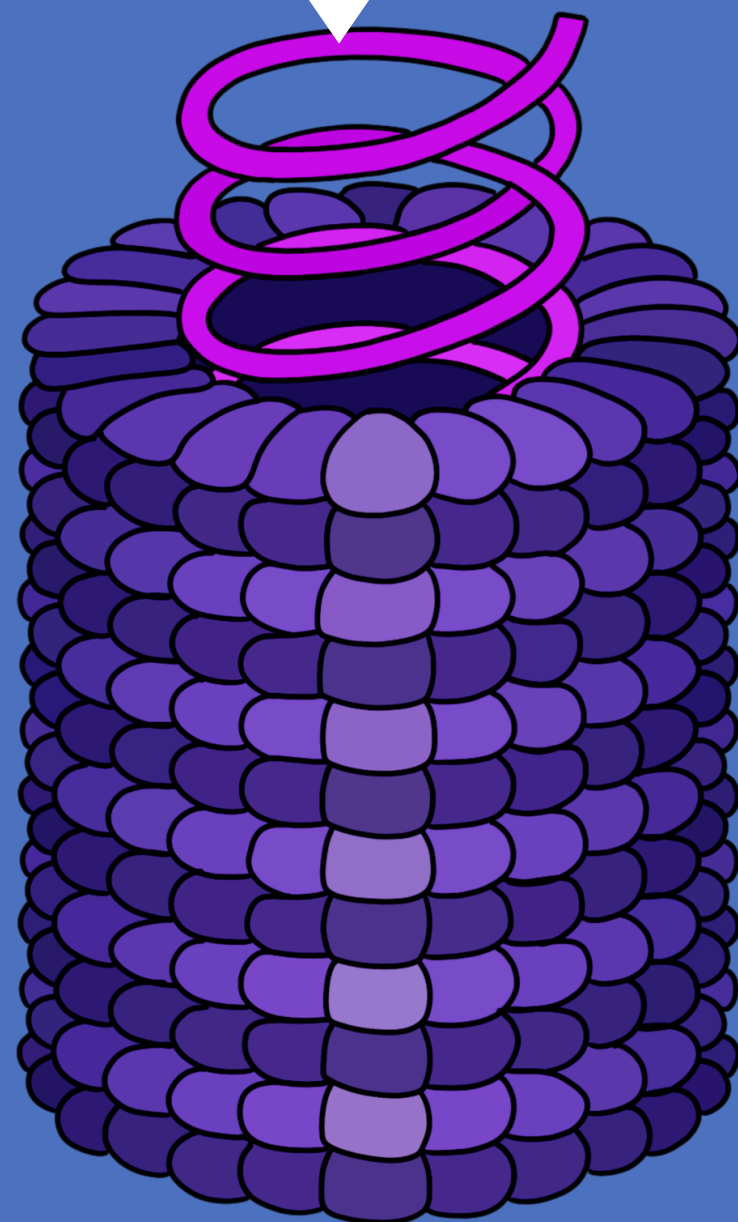
- Патшалық: *Virae*
- Тұқымдас: *Herpesviridae*
- Тұқымдас тармағы: *Alphaherpesvirinae*
- Туыс: *Simplexvirus*
- Түр: *Herpes simplex virus*

Яғни вирустардың ғылыми номенклатурасы патшалық → тұқымдас → тұқымдас тармағы → туыс → түр жүйесі бойынша құрылады.

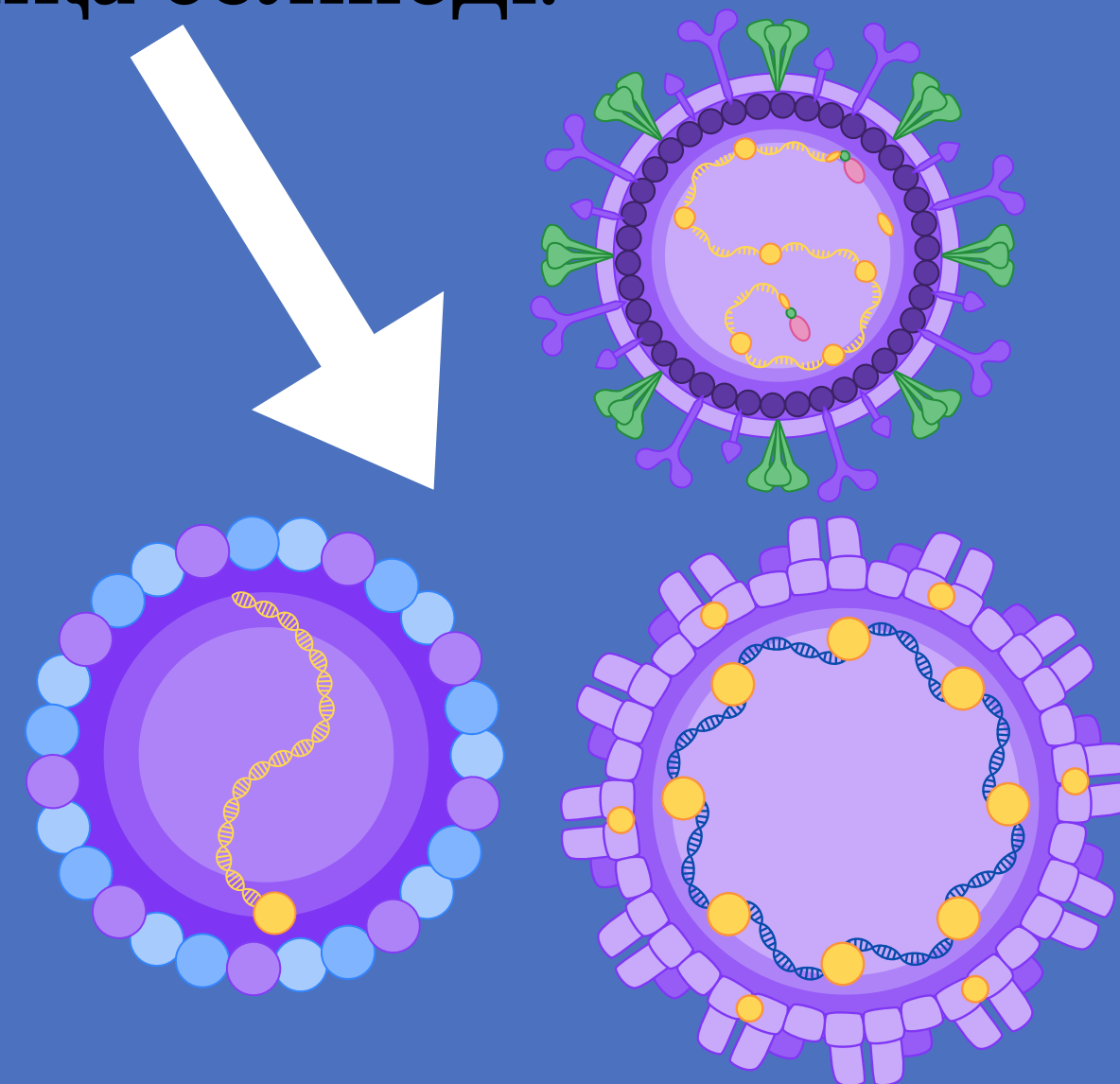
Вирустар иесінің шеңберіне қарай үш топқа бөлінеді:



Бактерия вирустары (бактериофагтар) – бактерия жасушаларын зақымдайтын вирустар.

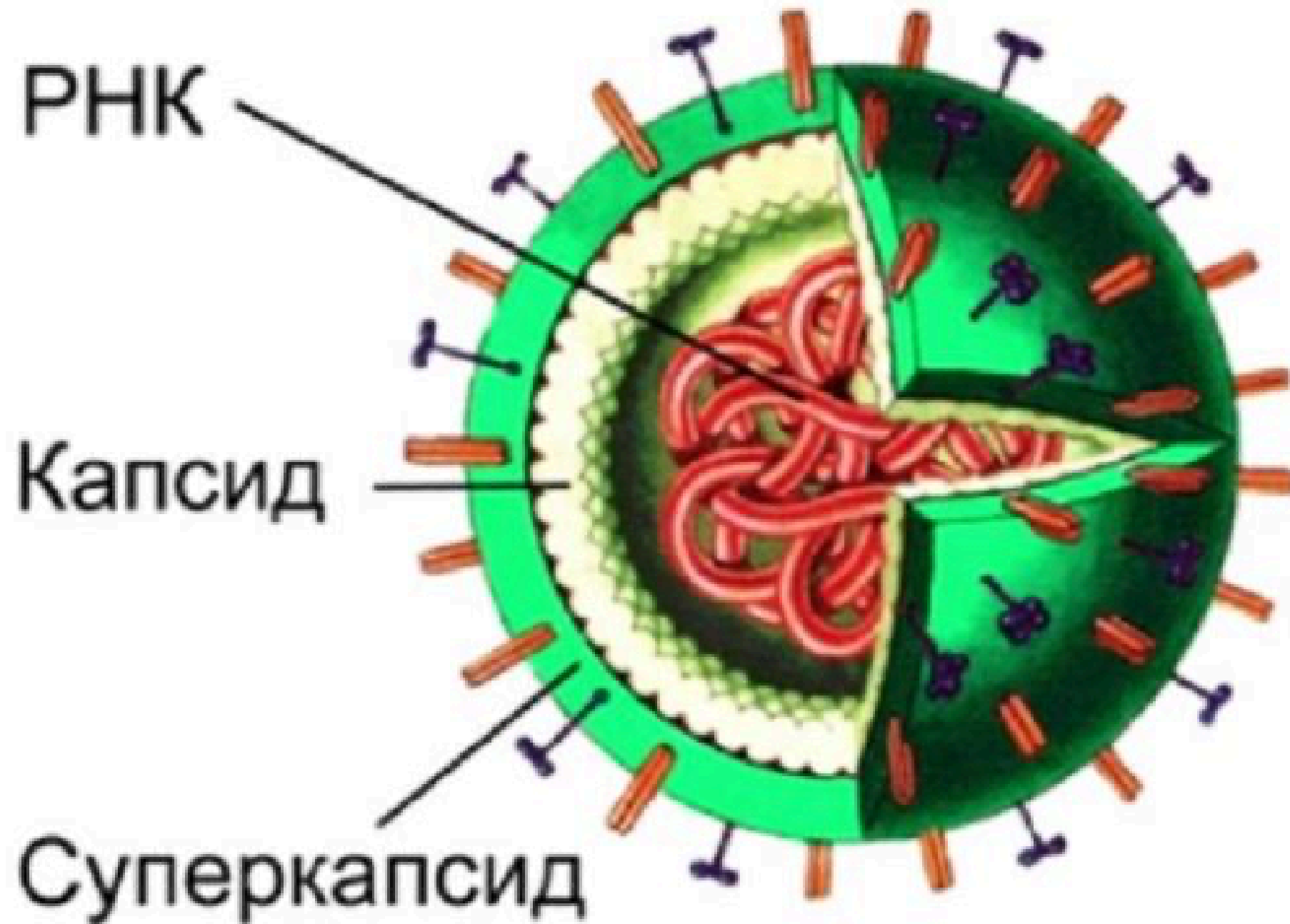


Өсімдік вирустары немене вириоидтар – өсімдіктерді зақымдайды, олардың өсуі мен дамуын бұзады.



Адам және жануар вирустары – адам мен жануарлардың жасушаларын зақымдайды және әртүрлі аурулар тудырады.

Вирустардың құрылысы

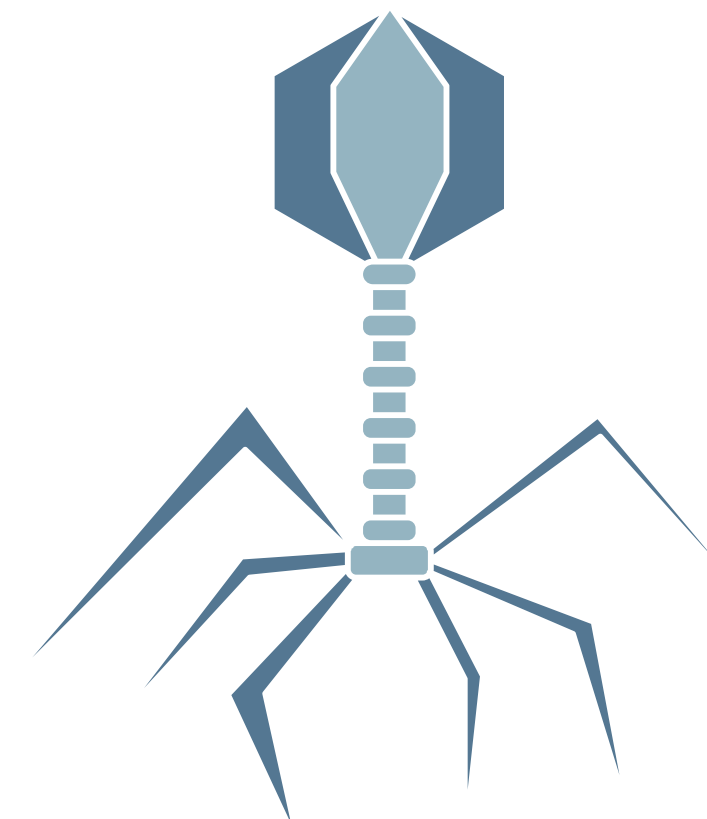
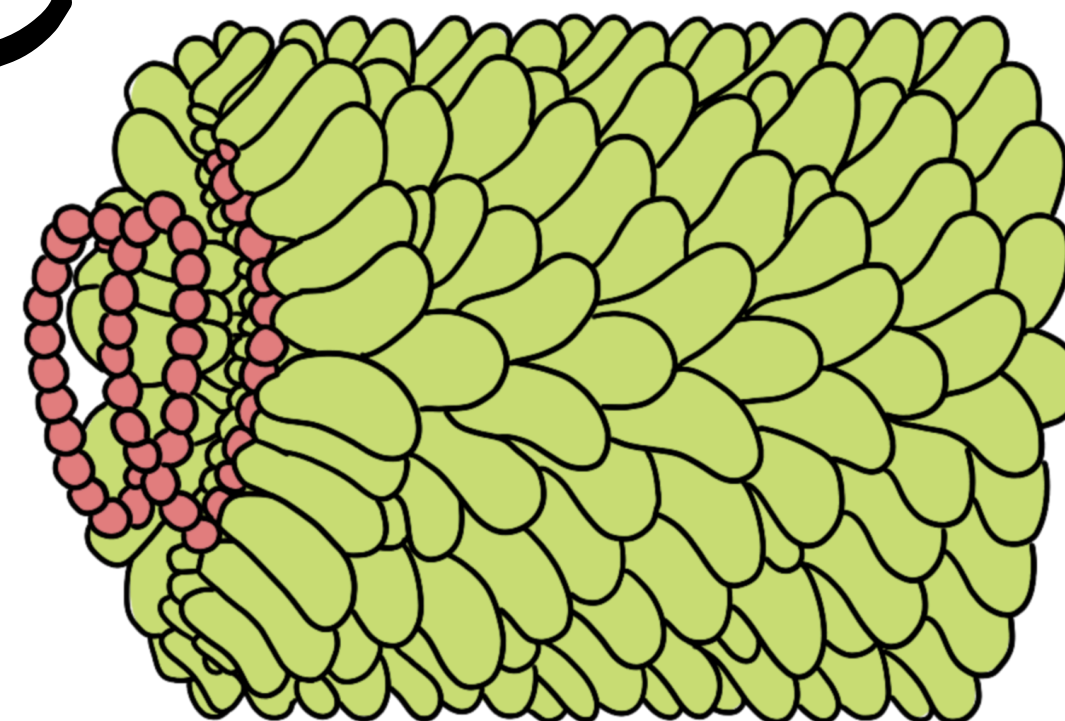
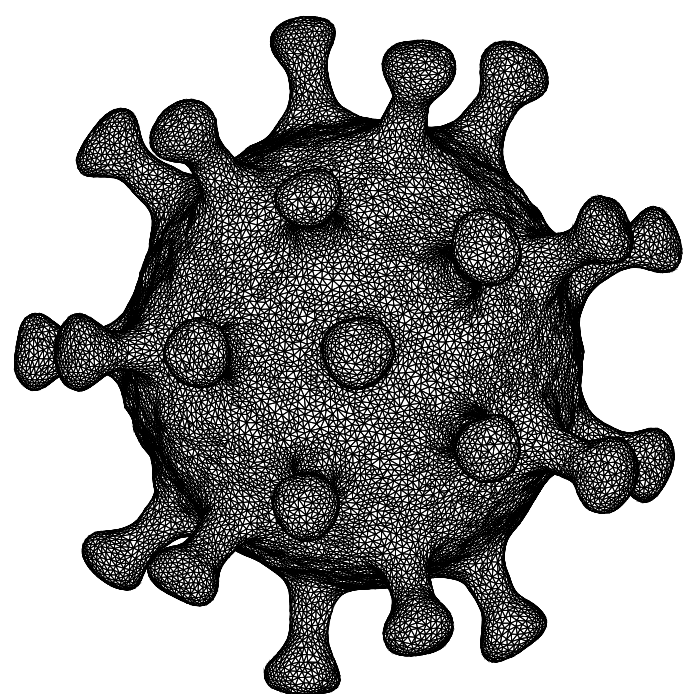


1. Нуклеин қышқылы – ДНҚ немесе РНҚ, генетикалық ақпаратты сақтайды.
2. Капсид – ақуыз қабығы, нуклеин қышқылын қорғайды; симметриясы: икосаэдрлік, спиральдық, күрделі.
3. Сыртқы қабықша (кейбір вирустарда) – липопротеидті қабықша, жасушаға енуге көмектеседі.
4. Шиптар немесе қосымша құрылымдар – рецепторларға байлануға арналған ақуыздар.

Капсид пен суперкапсидтің функциялары

Капсид және суперкапсид (липопротеидті қабықша) келесі негізгі қызметтерді атқарады:

1. Вирионды қорғау – нуклеин қышқылын сыртқы орта факторларының әсерінен сақтайды.
2. Иеге таңдамалы байланыс – тек белгілі бір хост жасушаларымен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді.
3. Антигендік қасиет – иммундық жүйе арқылы танылуға жауап береді.
4. Иммуногендік қасиет – организмде нақты иммундық жауапты тудырады.



Вирустардың репликациясы – вирустың тірі жасуша ішінде көбейіп, жаңа вирус бөлшектерін (вириондарды) түзу процесі. Вирустар өздігінен көбейе алмайды, сондықтан олар міндетті түрде жасушаның ферменттері мен энергиясын пайдаланады.

Вирустардың хозяин-клеткамен байланысу түрі:

1. Продуктивті инфекция
2. Абортивті инфекция
3. Интегративті инфекция
4. Латентті инфекция

1) Продуктивті инфекция

Продуктивті инфекция – вирус жасушаға енгеннен кейін оның ішінде толық репликация циклы жүретін инфекция түрі.

Негізгі ерекшеліктері:

1. Вирус жасуша рецепторларымен байланысып, жасушаға енеді.
2. Вирустың нуклеин қышқылы босап шығып, жасушаның синтетикалық жүйесін пайдаланады.
3. Вирус геномы мен ақуыздары синтезделеді.
4. Жаңа вирус бөлшектері (вириондар) жиналады.
5. Соңында олар жасушадан босап шығады.

Нәтижесі:

Көп жағдайда жасуша лизиске ұшырап, жойылады.

Бір жасушадан жүздеген немесе мыңдаған жаңа вирустар түзілуі мүмкін.

2. АБОРТИВТІ ИНФЕКЦИЯ ТҮРІ:

Абортивті инфекция – вирус жасушаға енгенімен, толық репликация жүрмейтін инфекция түрі.

Негізгі ерекшеліктері:

- Вирус жасушаға енеді.
- Бірақ вирус геномы толық көшірілмейді.
- Вирус ақуыздары толық синтезделмейді.
- Жаңа вириондар түзілмейді.

Себептері:

- Жасушада вирус көбеюіне қажетті ферменттердің болмауы.
- Вирус пен жасушаның генетикалық сәйкессіздігі.
- Иммундық қорғаныс факторлары.

Нәтижесі:

Инфекция аяқталмай тоқтайды.

Жаңа вирустар пайда болмайды.

3. Латентті инфекция

Латентті инфекция – вирус геномы жасуша ішінде ұзақ уақыт жасырын күйде сақталатын инфекция түрі.

Негізгі ерекшеліктері:

- Вирус жасушаға енеді.
- Бірақ белсенді репликация жүрмейді.
- Жаңа вирус бөлшектері түзілмейді.
- Вирус геномы жасушада сақталып тұрады.

Маңызды қасиеті:

- Белгілі бір жағдайларда (стресс, иммунитеттің әлсіреуі, басқа инфекциялар) вирус қайта белсенуі мүмкін.

Нәтижесі:

- Инфекция ұзақ уақыт симптомсыз өтеді.
- Кейін қайтадан активті инфекцияға айналуы мүмкін.

4. Интегративті инфекция

Интегративті инфекция – вирустың генетикалық материалы жасушаның геномына қосылып кететін инфекция түрі.

Негізгі ерекшеліктері:

- Вирус ДНҚ-сы жасуша ДНҚ-сына интеграцияланады.
- Бұл күйдегі вирус геномы провирус (бактериофагта – профаг) деп аталады.
- Вирус геномы жасуша бөлінген кезде бірге көшіріледі.

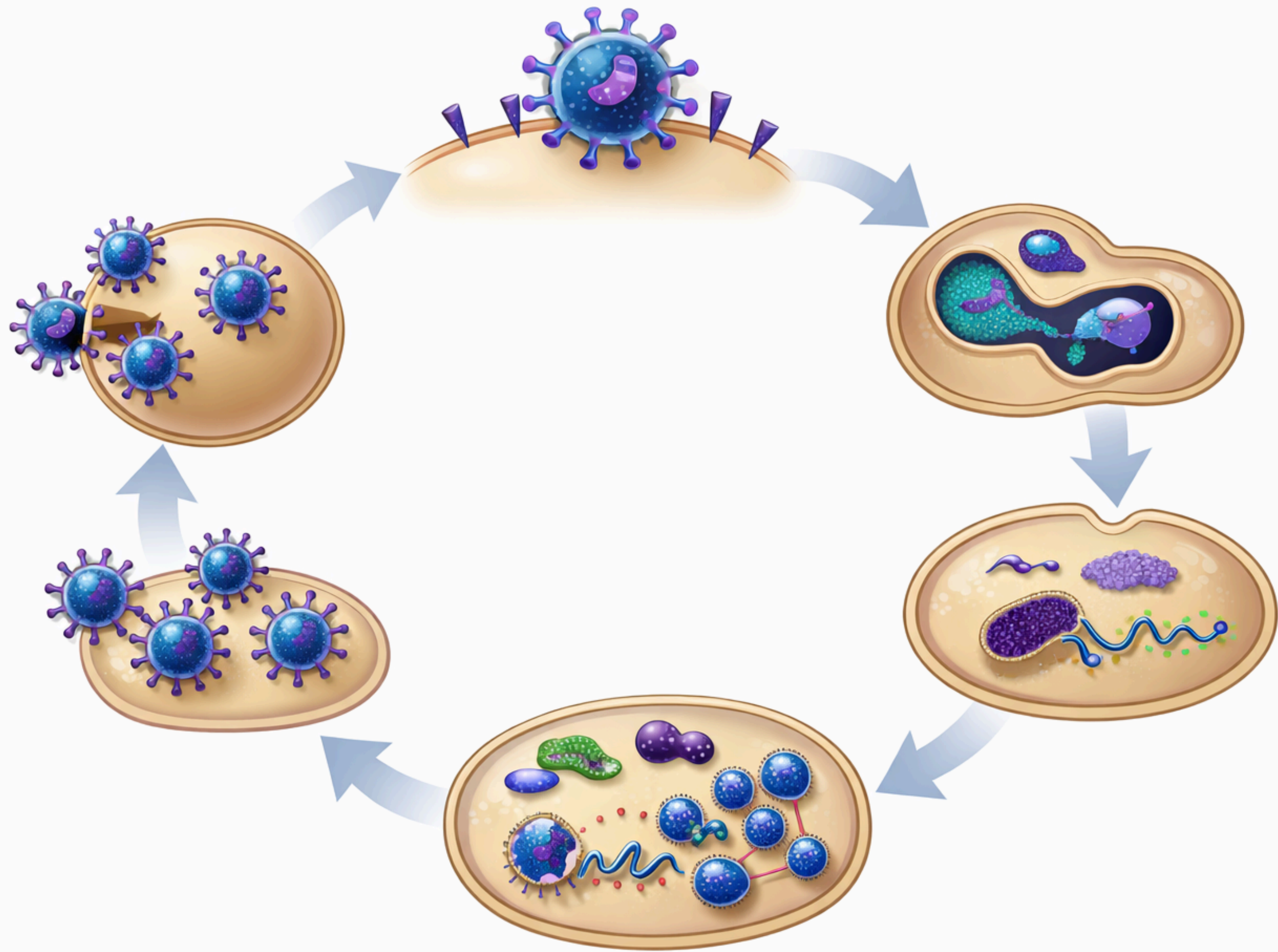
Нәтижесі:

- Вирус ұзақ уақыт жасушада сақталады.
- Кей жағдайда қайта белсеніп, продуктивті инфекцияны бастайды.

Вирустың клетка ішінде көбеюі 6 негізгі сатыдан тұрады.

Вирустың репродукциясы – вирус бөлшектерінің оларға сезімтал жасушаларда көбею процесі. Тек патогендігі жоғары вирулентті вирустар ғана репродукцияланады.

Инфекцияланған жасуша ішінде вирустың көбею процесі вирустың өмірлік циклі деп аталады. РНҚ-вирустарда репродукция циклі 4–8 сағатқа, ал ДНҚ-вирустарда 12–24 сағатқа созылады.

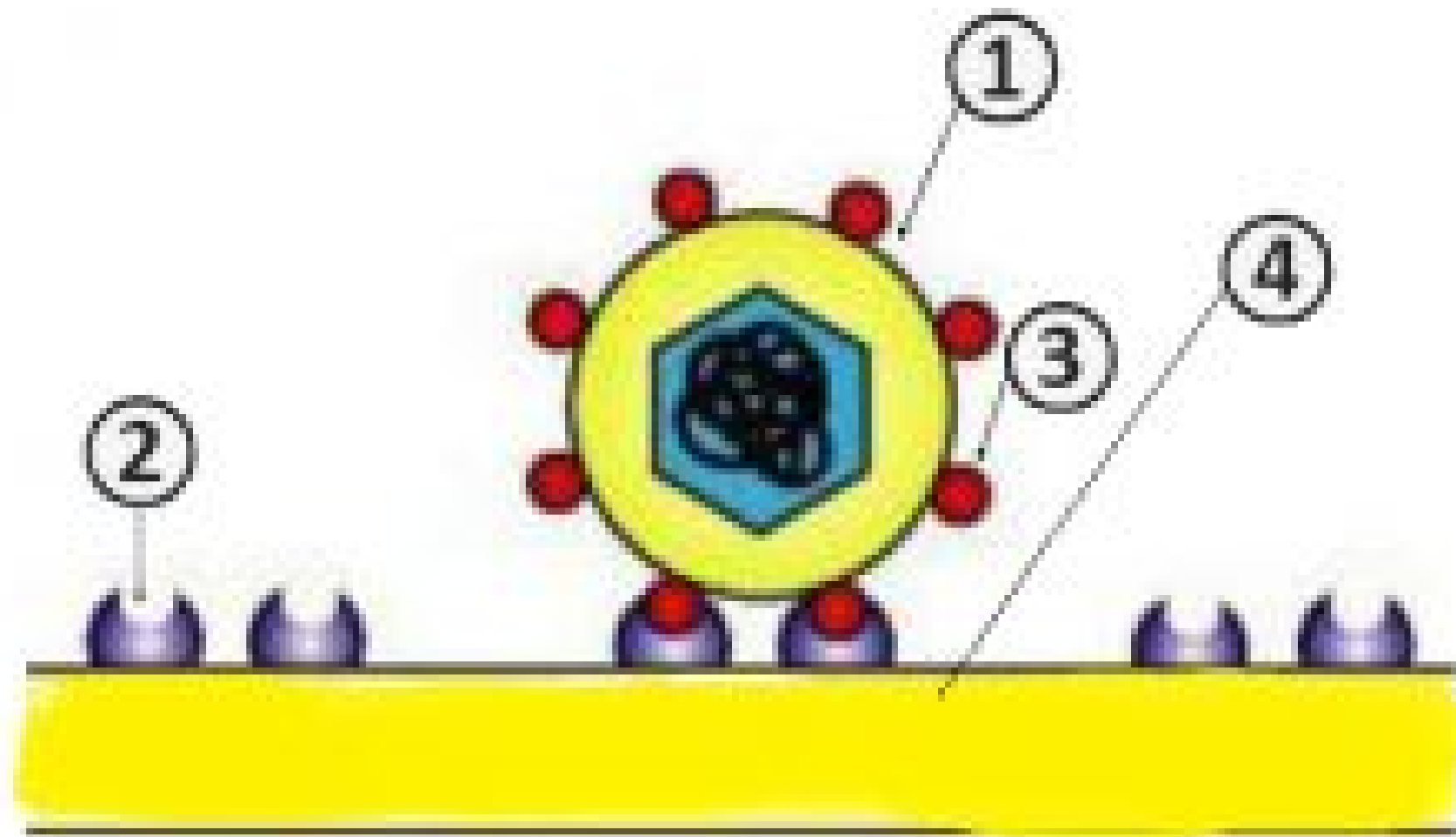


Вирустың репродукция кезеңдері

Вирустың репродукциясы алты негізгі кезеңнен тұрады:

1. Жасуша мембранасына адсорбциялану.
2. Вирустың жасушаға енуі.
3. Депротейнизация н/е вирустық геномның шығуы (қабықшасының ажырауы).
4. Вирус компоненттерінің синтезі.
5. Жаңа (ұрпақ) вириондардың түзілуі.
6. Вириондардың жасушадан шығуы.

1. Жасуша мембранасына адсорбция



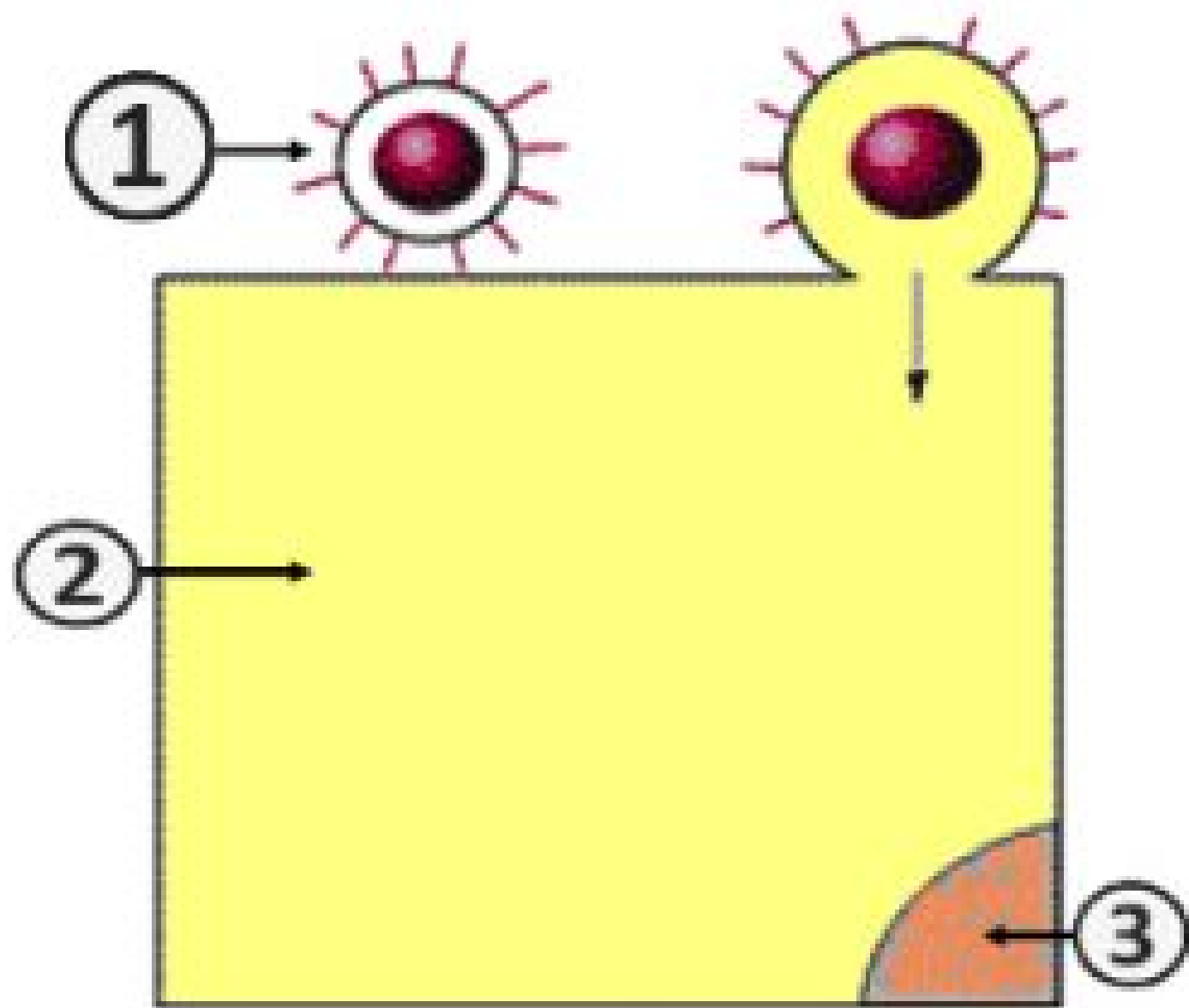
Вирионның жасуша бетіне адсорбциялану процесі

Вирионның жасуша мембранасына адсорбциясы вирус ақуызының (антирецептордың) жасушалық рецепторлармен өзара әрекеттесуі арқылы жүреді. Әрбір вирус үшін жасуша мембранасында арнайы рецепторлар болады және вирус солармен байланысады. Жасуша рецепторларын вирионның капсидтік немесе суперкапсидтік ақуыздары таниды.

Вирион антирецепторлары – бекінуге арналған ақуыздар. Олар тікенек, жіпше немесе саңырауқұлақ тәрізді құрылымдар түрінде болуы мүмкін.

- Қайтымды адсорбция – вирустың жасуша бетіне уақытша, әлсіз байланыспен бекінуі. Бұл кезде вирус жасуша рецепторларымен толық берік байланыспайды, сондықтан ол жасушадан оңай ажырап кетуі мүмкін. Яғни вирус пен жасуша арасындағы байланыс тұрақсыз болады.
- Қайтымсыз адсорбция – вирустың жасуша рецепторларымен берік әрі тұрақты байланыс түзуі. Бұл кезеңде вирус жасуша бетіне мықтап бекінеді және кейін жасуша ішіне ену процесі басталады. Мұндай байланыстан кейін вирус жасушадан ажырап кете алмайды.

2. Жасушаға ену (пенетрация)



Вирустың жасушаға енуі (I жол – қабықшаның қосылуы арқылы)

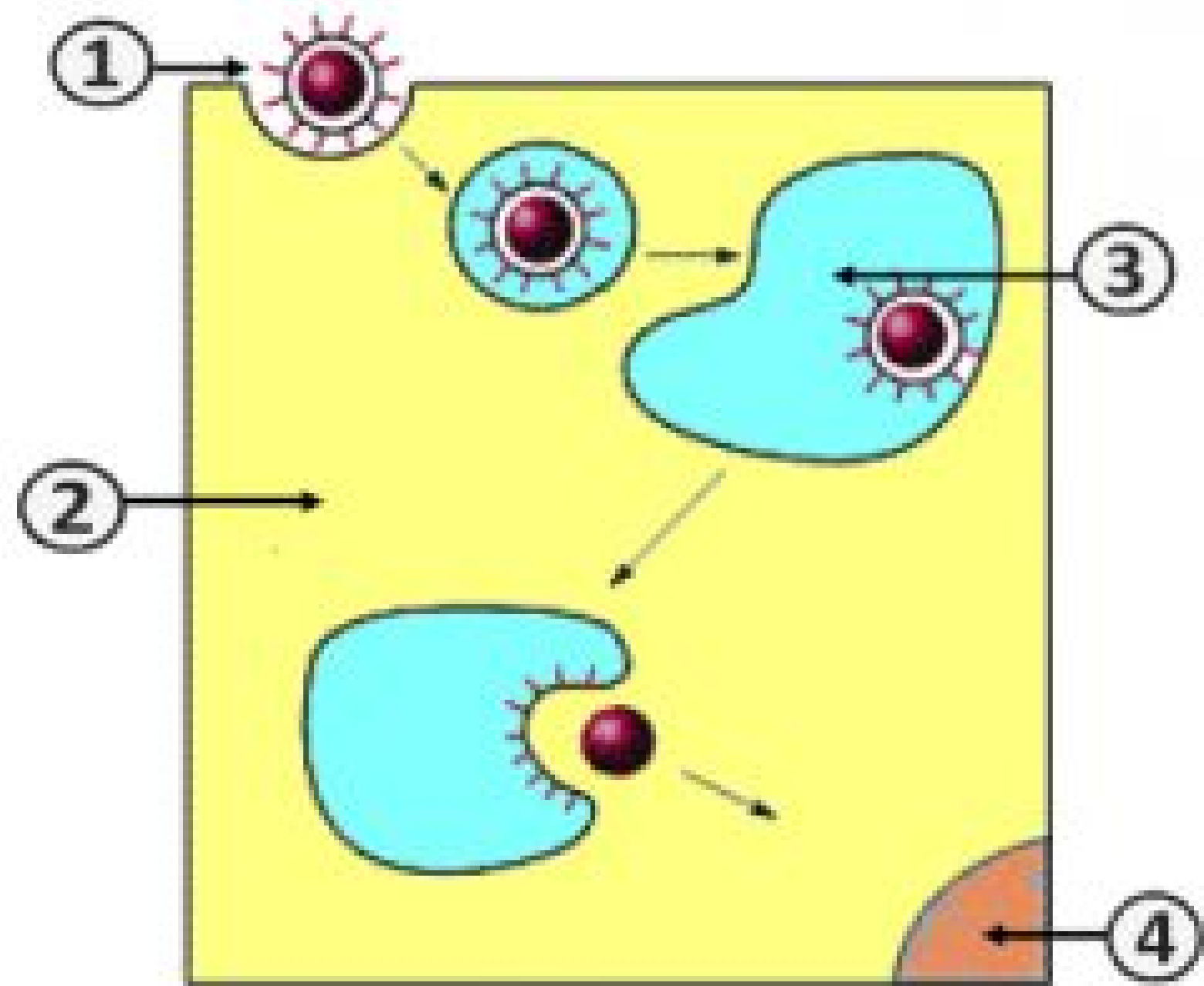
1. Вирион; 2. Инфекцияланған клетка; 3. Ядро

Вирустың жасушаға ену жолы вирионда қабықшаның болуына байланысты. Негізінен екі жолы бар:

- **I жол – вирустық қабықшаның жасуша мембранасымен қосылуы.** Бұл жолмен қабықшалы вирустар жасушаға енеді. Процесс арнайы қосылу ақуыздарының көмегімен жүзеге асады.

Нәтижесінде вирус қабықшасы жасуша мембранасымен қосылып, нуклеокапсид жасуша цитоплазмасына босап шығады.

II жол – рецептор арқылы жүретін эндоцитоз. Бұл жолмен қабықшасыз вирустар жасушаға енеді. Алдымен вирион жасуша бетінде орналасқан арнайы рецепторлармен байланысады. Содан кейін жасуша мембранасы ішке қарай ойысып (инвагинация), эндосома деп аталатын жасушаішілік көпіршіктер түзіледі. Кейін бұл эндосомалар лизосомалармен қосылады. Соңында вирустың геномы эндосомадан босап, жасуша цитоплазмасына шығады.



Рецептор арқылы жүретін эндоцитоз

1. Вирион.; 2. Клетка.; 3. Эндосома.; 4. Ядро

3. Депротейнизация – бұл вирус нуклеин қышқылын босату процесі, яғни вирус "шешіледі". Бұл процес жасушаның протеолиттік ферменттері (протеаздар мен липаздар) арқылы жүзеге асады.

Процестің мәні:

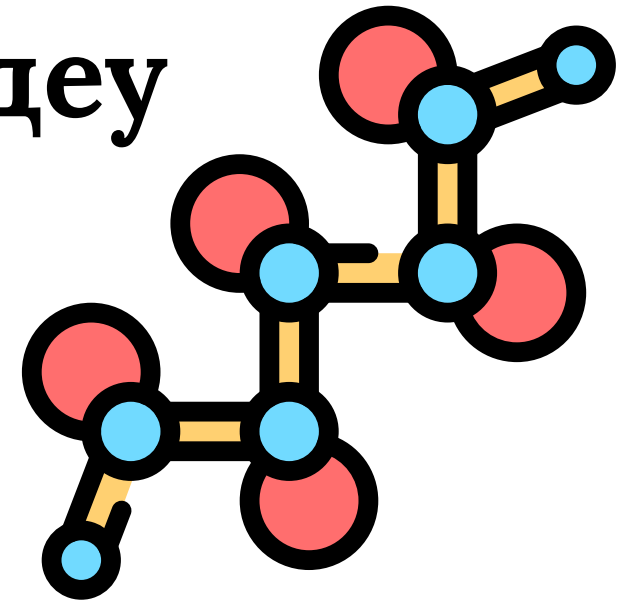
- Вирустың капсиді (ақуыз қабықшасы) жойылады.
- Вирустың соңғы өнімдері: ядролық бөлшектер, нуклеокапсидтер және нуклеин қышқылдары.
- Кейбір вирустарда нуклеин қышқылы ішкі вирус ақуызымен байланысып қалады.

Маңызды ерекшелігі:

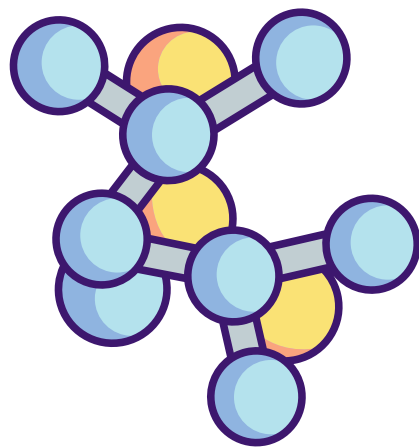
- Депротейнизациядан кейін вирус жасуша культурасында толық вирион ретінде болмайды.
- Бұл кезеңді көлеңкелі фаза немесе эклипс фазасы (затмение фазасы) деп атайды. Осы уақытта вирус қалыптасқан вирион ретінде өмір сүрмейді.

4. Вирустың компоненттерін синтездеу

- Нуклеин қышқылдарының репликациясы;
- Вирустық белоктардың синтезі.



Нуклеин қышқылдарының репликациясынан кейін вириондық ақуыздардың синтезі басталады. Ақуыздардың синтезі нәтижесінде капсидтердің өздігінен жинақталуы үшін қажетті прекурсорлық қор қалыптасады, ол кейінгі вириондардың түзілуіне бастапқы материал ретінде қызмет етеді.

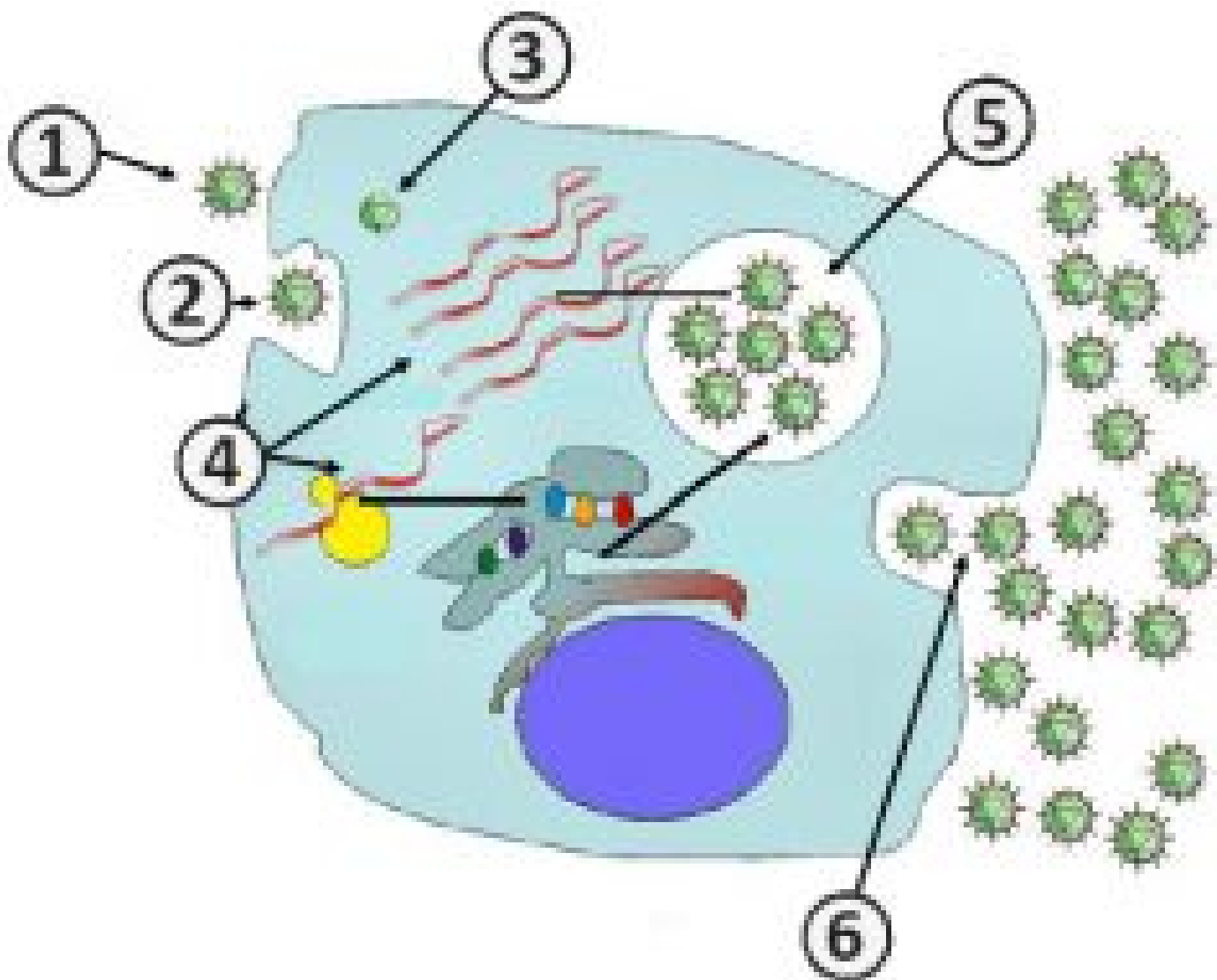


5. Жаңа (ұрпақ) вириондардың түзілуі.

- Жаңа вириондарды жинау тек вирустық нуклеин қышқылдары мен ақуыздарды тану және олардың өздігінен бірігуі арқылы жүзеге асады. Қарапайым вирустарда эндоплазмалық ретикулумның мембраналарында нуклеин қышқылы мен ақуыздар өзара әрекеттесіп, ұйымдастырылған құрылым түзіледі.
- Күрделі вирустарда жинау көпсатылы процесс болып келеді. Алдымен нуклеин қышқылы ішкі ақуыздармен байланысып, нуклеокапсид түзеді. Содан кейін нуклеокапсидтер жасуша мембранасының ішкі жағында қабықшалық вирус ақуыздарының өзгертілген бөліктерімен үйлестіріледі. Нәтижесінде вириондар өздігінен жинақталады. Жасушада түзілген толық ересек вириондардың саны 10-нан 10 000-ға және одан да көп болуы мүмкін.

Вириондардың жасушадан шығуы

Жаңа вириондардың жасушадан шығуы екі жолмен жүзеге асады:



- Лизис арқылы (жарылу жолы) – жасушаның бұзылуымен байланысты. Бұл жол көбіне қабықшасыз вирустарға тән, себебі оларда суперкапсид жоқ.
- Бүршіктену арқылы – қабықшалы вирустарға тән. Бұл жағдайда жасуша белгілі бір уақыт бойы тіршілік етуін жалғастырады. Суперкапсиді бар вирустар 2–6 сағат ішінде шығарылады. Алдымен суперкапсид ақуыздары мембрананың сыртында ерекше тікенектер түрінде орналасып, жасушалық ақуыздарды ығыстырады. Содан кейін нуклеокапсид мембрана арқылы өтеді және суперкапсид түзіледі, нәтижесінде вирион жасушадан босап шығады.

Бактериофагтар



Бактериофагтар – бұл бактерияларды жұқтыратын вирус түрі. Олар тек бактерияларда ғана көбейе алады және адам немесе жануар клеткаларын зақымдамайды.

Бактериофагтардың ашылуы

1. Алғашқы байқау (1915–1917)

1915 жылы Фредерик Туорт Frederick Twort бактерияларды жұқтыратын белгісіз агентті алғаш байқады. Ол бактериялардың өсіп келе жатқан культурасында кенеттен өліп, өте тез арада жоғалып кететінін байқайды.

1917 жылы Феликс д'Эрррр Félix d'Hérelle бұл құбылысты егжей-тегжейлі зерттеп, жаңа агент – бактерияларды жұқтыратын вирус – екенін дәлелдеді. Ол осы вирусқа “бактериофаг” (bacteria eater – бактерия жегіш) деген атау берді.

2. Ғылыми мәні

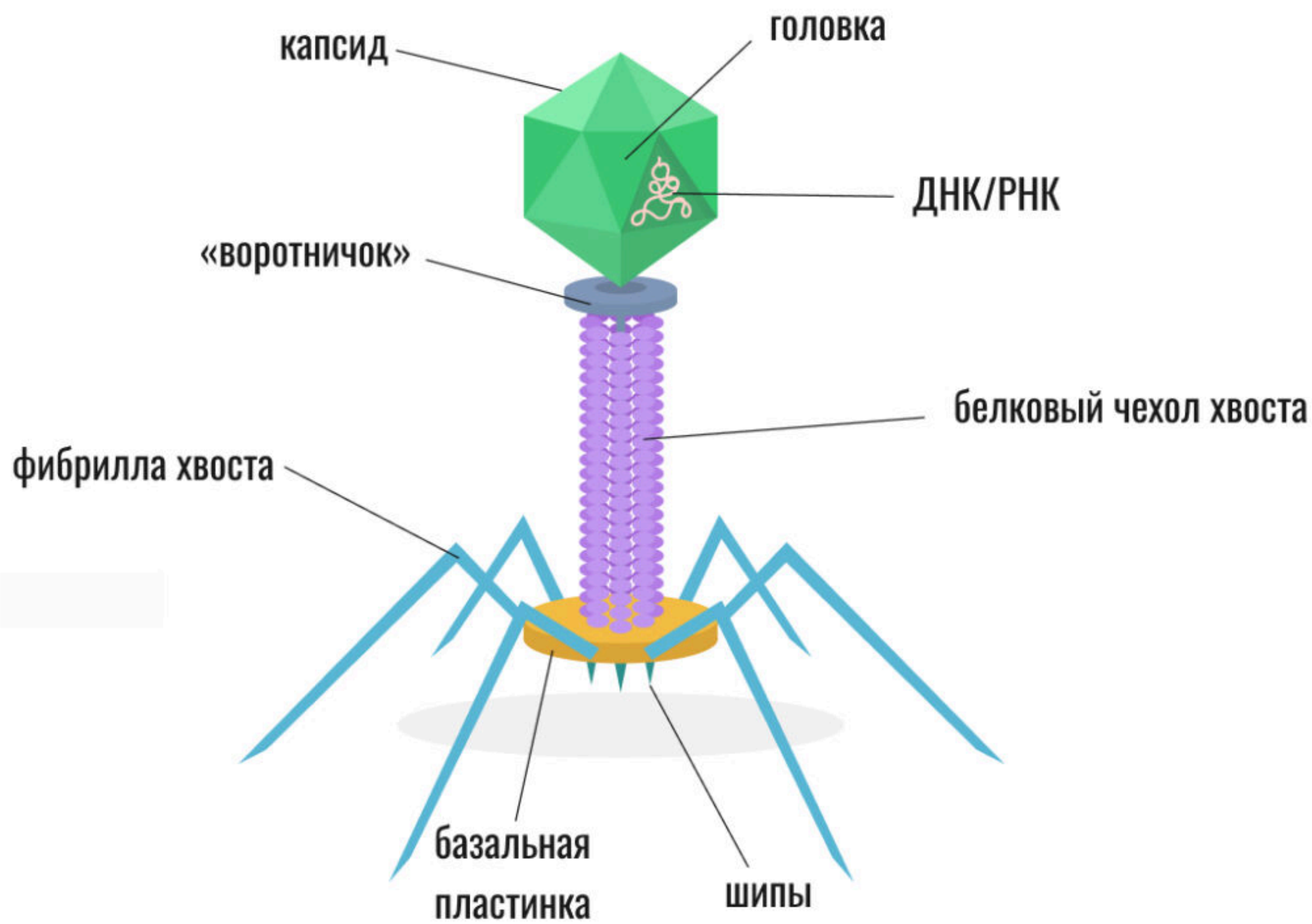
Бактериофагтарды алғаш рет зерттеу арқылы вирус табиғаты түсіндірілді. Олар бактерияларды жою арқылы инфекцияларды емдеуге қолданылуы мүмкін екені анықталды.

3. Практикалық қолданылуы

1920–1930 жылдары д'Эррррр фагтарды сындыра отырып, тиісті медициналық терапияны дамытты, әсіресе соғыс жылдары жарақаттардан болатын бактериялық инфекцияларды емдеуде.

1940–1950 жылдары фагтар зерттеулерінде молекулярлық биологияның дамуына жол ашты (ДНҚ мен РНҚ рөлі).

Бактериофагтардың құрылысы



Бактериофагтар қарапайым, бірақ бактерияларды жұқтыруға бейімделген тиімді құрылымға ие. Олар ДНҚ немесе РНҚ сияқты генетикалық материалдан тұрады, ол капсид деп аталатын ақуыздық қабықпен қоршалған. Кейбір фагтарда бактерия бетіне жабысып, генетикалық материалды клетка ішіне енгізуге мүмкіндік беретін құйрық тәрізді құрылым болады.

Бактериофагтар, басқа вирус сияқты, клетка сыртында метаболизмге қатыспайтын бейорганикалық бөлшектер болып табылады. Олар химиялық құрамына, нуклеин қышқылының түріне, фаг бөлшегінің құрылымына, теріс колониялардың морфологиясына және микроб клеткаларымен өзара әрекетіне қарай ерекшеленеді.

Белгілеу

Бактериофагтарды латин және грек әріптерімен белгілейді. Мысалы, жақсы зерттелген ішек таяқшасы (*E. coli*) фагтары: λ , ϕ X174, fd, f2, R17, T2.

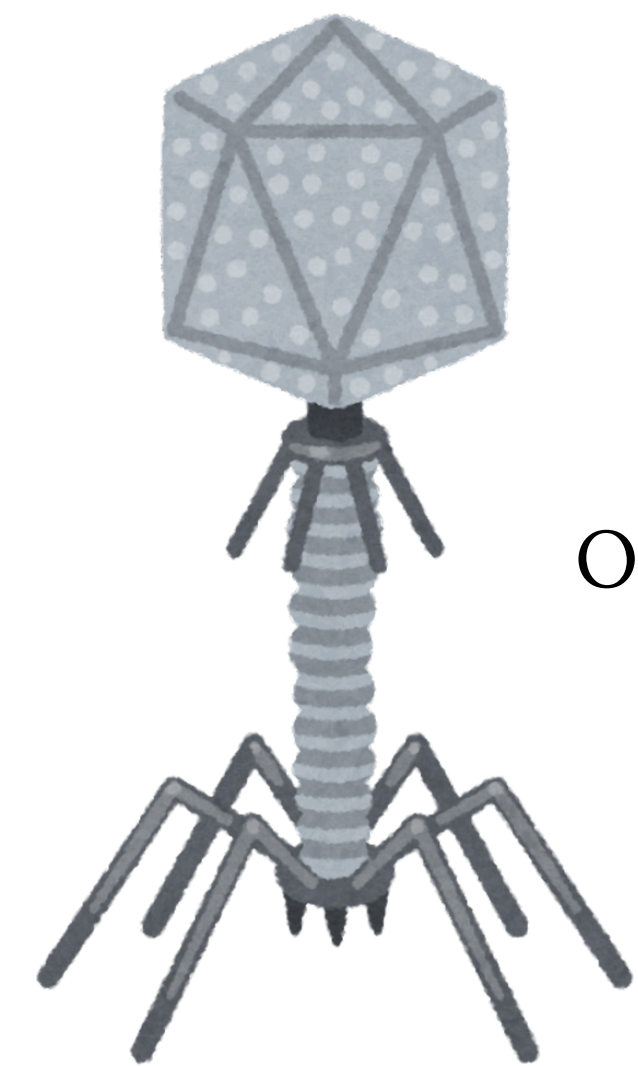
Өлшемдері

Бактериофаг ұзындығы: 20–200 нм.

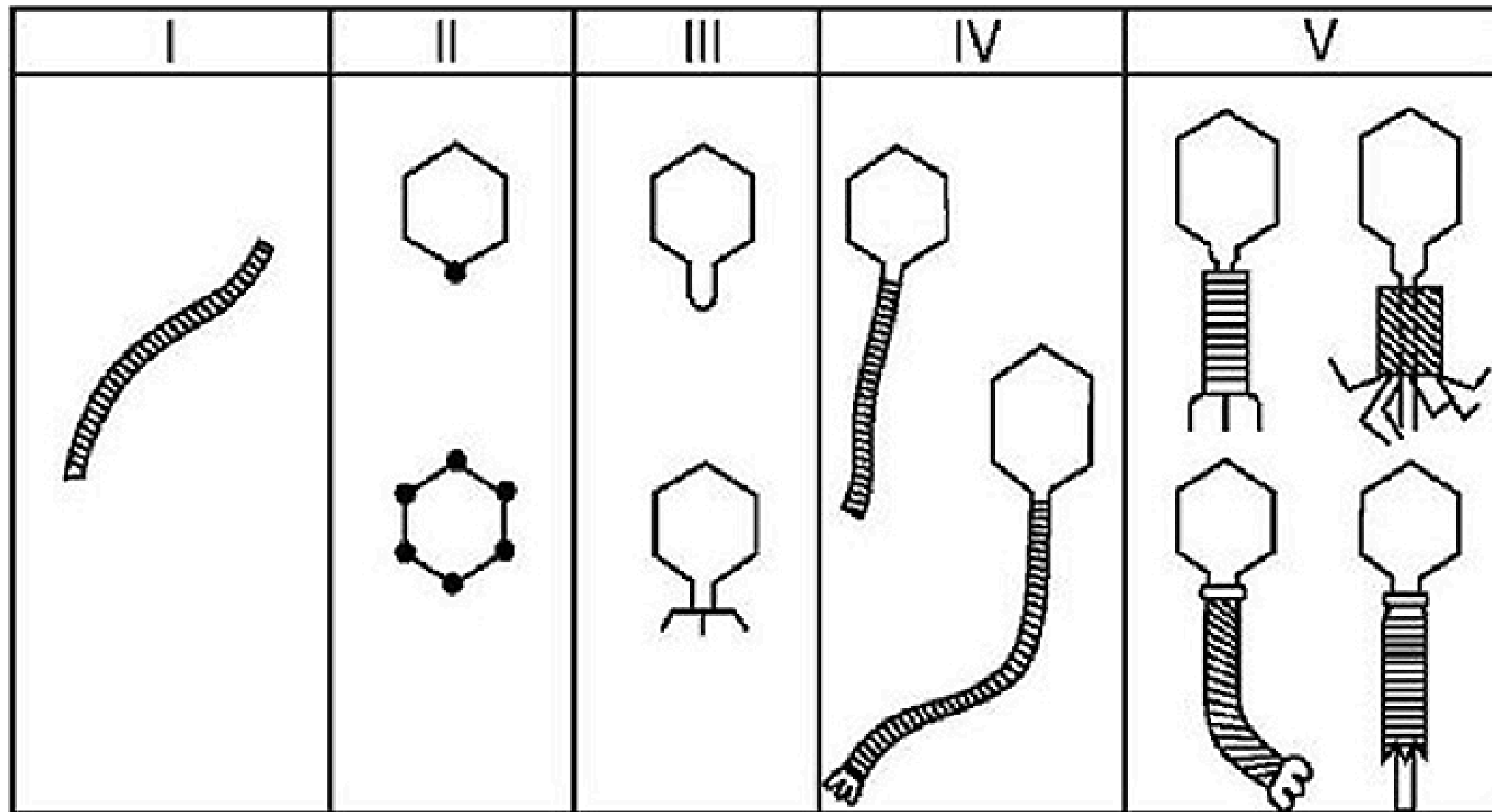
Бас диаметрі: 60–100 нм.

Құйрық ұзындығы: 100–200 нм, әдетте бас диаметрінен 2–4 есе ұзын.

Осы құрылымдардың барлығы бактериофагқа бактерияны дәл жұқтыру және генетикалық материалын тиімді енгізу қабілетін береді.



Бактериофагтардың формалары



1968 жылы Тихоненко ұсынған бактериофагтардың морфологиялық топтарының схемалық бейнеленуі.

1. Жіп тәрізді бактериофагтар — ұзын әрі жіңішке, сымға ұқсас пішіні бар.
2. Икосаэдрлік фагтар — көпбұрышты, икосаэдр тәрізді басы бар.
3. Икосаэдрлік басы және қысқа құйрығы бар фагтар.
4. Ұзын жіп тәрізді құйрығы бар икосаэдрлік басы бар фагтар.
5. Күрделі фагтар — икосаэдрлік басы, ұзын құйрығы, базальдық пластинкасы және жұқа жіпшелері бар.

Бактериофагтардың классификациясы:

Бактериофагтардың қазіргі заманғы классификациясы фаг бөлшегінің құрылымына және нуклеин қышқылының түріне негізделген. Ең алдымен, фагтар, басқа вирустар сияқты, РНҚ-сы бар және ДНҚ-сы бар деп бөлінеді. Халықаралық вирус классификациясы мен номенклатурасына сәйкес, қазіргі уақытта ең зерттелген бактериофагтардан **13 тұқымдастық** бөлінеді, олардың ішінде:

- Myoviridae – қапшықсыз, қысқартылатын құйрығы бар бөлшек, екіжіпшелі ДНҚ, линейлі.
- Rudiviridae – қапшықсыз, таяқша тәрізді бөлшек, екіжіпшелі ДНҚ, линейлі.
- Bicaudaviridae – қапшықсыз, лимон тәрізді бөлшек, екіжіпшелі ДНҚ, шеңберлі.

Бактериофагтардың тіршілік циклі

Бактериофагтар белгілі бір бактерия түріне ғана әсер ететін спецификалық вирустар болып табылады. Дегенмен, фагтар мен бактериялар арасындағы өзара әрекет өте күрделі және әрдайым бактерия жасушасының лизісімен немесе фагтың көбеюімен аяқталмайды.

Спецификалық топтары

- Моновалентті фагтар – тек белгілі бір бактерия түрін лизіске ұшыратады.
- Типтік фагтар – сол бактерия түрінің белгілі штаммдарын ғана лизіске ұшыратады.
- Поливалентті фагтар – бірнеше туыстық бактерия түрлерін лизіске әкеле алады.
- Фаг клеткаға кіріп, оны жойып, өзінен көбею процесі өтетін инфекцияны продуктивті инфекция деп атайды.

Негізгі ерекшелігі

Бактериофагтар тек тірі, дамып, өсіп келе жатқан клеткаларда ғана көбейе алады. Өлі клеткаларда немесе клеткалық зат алмасу өнімдерінде көбею мүмкін емес.

Вирулентті және бейтарап фагтар

- Вирулентті фагтар – әрқашан бактерияны лизиске ұшыратады және тек литикалық цикл арқылы дамиды.
- Бейтарап фагтар – екі түрлі әрекет көрсетеді: нуклеин қышқылы клеткаға кірген соң литикалық циклге қатыса алады немесе бактерия хромосомасына кіріп профаг болып, лизогендік жолмен ұрпаққа беріледі. Мұндай бактерияларды лизогендік бактериялар деп атайды.

Латенттік және жасырын кезеңдер

Вирулентті және бейтарап фагтар бастапқыда клеткамен әрекеттескенде бірдей жолмен дамиды.

Латенттік кезең – клетка инфекцияланғаннан лизиске дейінгі уақыт.

Жасырын кезең – латенттік кезеңнің алғашқы жартысы, фаг клеткада анықталмайды.

Әр фаг–бактерия жүйесінде латенттік және жасырын кезеңнің нақты ұзақтығы болады, ол температураға, қоректік ортаға және басқа факторларға байланысты өзгереді. Латенттік кезең ұзақтығы 15 минуттан 5 сағатқа дейін немесе одан да көп болуы мүмкін, төмен температурада ол ұлғаяды.

Бактериофагтар – биосферада ең көп кездесетін және, мүмкін, эволюциялық тұрғыдан ең ежелгі вирус тобы. Олардың жалпы популяциясы шамамен 10^{30} бөлшек деп бағаланады. Сарапшылар есептеуінше, әр бактерияға шамамен 10 фаг бөлшегі келеді. Бактериофагтар суда, топырақта, қалдық суларда, адам мен жануар организмінде, сондай-ақ бактерия мәдениеттерінде кездеседі. Олар негізінен өзіне сезімтал бактериялар таралған ортада анықталады. Яғни, фагтар табиғатта өте кең таралған және бактериялардың таралуымен тығыз байланысты.

Бактериофагтар физикалық және химиялық факторларға өте төзімді болып келеді, олар көптеген зоопатогенді және фитопатогенді вирустардан берік.

Көптеген фагтар $+65^{\circ}\text{C}$ – $+70^{\circ}\text{C}$ температурада белсенділігін жоғалтады.

Олар мұздатуға жақсы төзеді және төмен температурада немесе кептірілген күйде ұзақ уақыт сақталады.

0,5% ртут хлориді және 1% фенол ерітінділері фагтарды бейтараптай алмайды.

Ал 10% формалин ерітіндісі фаг бөлшектерін бірнеше минут ішінде инактивациялайды.

Бактериофагтар иондаушы сәулеленуге және ультракүлгін (УФ) сәулелерге де төзімді келеді.

Яғни, фагтар қоршаған орта жағдайларына салыстырмалы түрде төзімді және көптеген стандартты дезинфекция құралдарына ұзақ уақыт төзім көрсетеді.

Қорытынды:

- Вирустар – жасушалық емес паразиттер: Олар тек тірі клетка ішінде көбейе алады, энергия өндіре алмайды және ақуыз синтездей алмайды. Құрылымы ДНҚ немесе РНҚ және ақуыздық капсидтен тұрады.
- Бактериофагтар – бактерияларды жұқтыратын арнайы вирус: Фагтар бактерияны зақымдап, өзінен көбейеді. Олар икосаэдрлік немесе сым тәрізді бас, кейде құйрық және базальдық құрылымдардан тұрады.
- Өмірлік циклдері: Фагтар вирулентті (литикалық) және бейтарап (лизогендік) цикл арқылы көбейеді. Вирулентті фагтар бактерияны әрдайым бұзады, бейтарап фагтар геномын бактерия ДНҚ-сына енгізіп, ұзақ өмір сүре алады.
- Генетикалық және химиялық ерекшеліктері: Көптеген фагтар екіжіпшелі ДНҚ-сы бар, кейбірінде РНҚ кездеседі. Олар физикалық және химиялық факторларға төзімді, төмен температурада ұзақ сақталады, кейбір дезинфекция құралдарына қарсы тұрақты.
- Экологиялық таралу және ғылыми маңызы: Бактериофагтар табиғатта кең таралған, әр бактерияға шамамен 10 фаг бөлшегі келеді. Оларды медицинада, биотехнологияда, молекулалық биология мен генетикада зерттеу және қолдану маңызды.