

ТЕМА: ГІПОТЕЗИ ПОХОДЖЕННЯ ВІРУСІВ. РОЛЬ ВІРУСІВ В ЕВОЛЮЦІЇ ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

Пригадайте гіпотези походження життя на Землі. Які основні положення гіпотези світу РНК? Що таке геном? Що таке плацента? У чому полягає біологічний метод боротьби з організмами-шкідниками?

Гіпотези походження вірусів. На сьогодні не існує єдиної точки зору щодо походження вірусів. У вірусології розглядають три основні гіпотези. Згідно з гіпотезою регресивної (від лат. регресус — зворотний рух, повернення) еволюції, віруси утворилися з клітин, які втратили органели. На жаль, переконливих доказів цієї гіпотези немає.

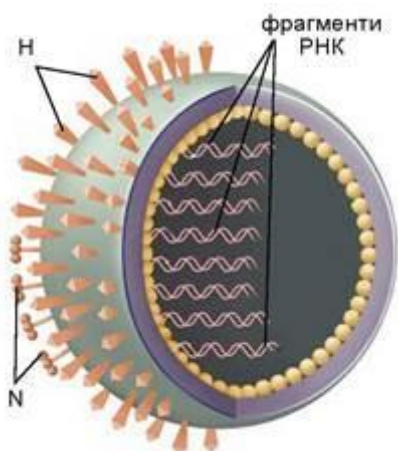
Згідно з гіпотезою паралельної еволюції, віруси виникли у прадавні часи незалежно від клітин, використовуючи їхні можливості до перетворення енергії та синтезу білків. Останнім часом більшість учених схиляється саме до цієї гіпотези, оскільки на її користь з'являється дедалі більше доказів, зокрема щодо еволюції РНК.

Відповідно до гіпотези «скажених генів», яку запропонував Дж. Уотсон, віруси — ділянки спадкового матеріалу клітин, які вийшли з-під їхнього контролю й почали існувати самостійно.

Роль вірусів в еволюції органічного світу. Спадковий матеріал вірусів можна знайти будь-де — від легень здорової людини¹, які до виявлення в них генетичних елементів вірусів вважали стерильними, до глибин Світового океану.

¹ У середньому в легенях здорової людини можна виявити гени понад 170 вірусів, більшість з яких невідома.

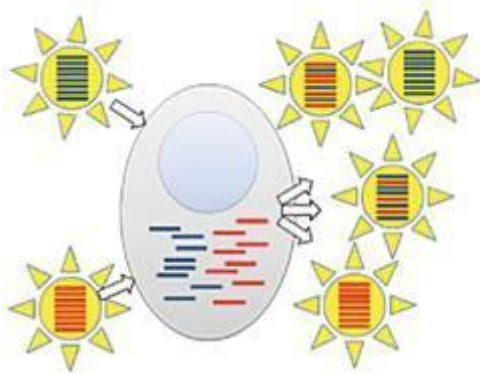
Віруси здатні змінювати свої властивості, завдяки чому ми можемо перехворіти на одне й те саме вірусне захворювання декілька разів. Розглянемо це на прикладі РНК-вмісного вірусу грипу (мал. 11.1). Геном вірусу складається з восьми фрагментів РНК, у яких закодовано десять білків, серед яких поверхневі — гемаглютиніни (позначають Н), та ферменту нейрамінідази (N). Різні штами вірусу відрізняються за цими білками. У назві штаму вказують тип гемаглютиніну та нейрамінідази (H1N1). Насамперед сама по собі РНК вірусу здатна змінюватись унаслідок мутацій. Так утворюються генетично неоднорідні штами вірусів.



Мал. 11.1. Схематична будова вірусу грипу

Штамами називають відмінні між собою варіанти одного виду вірусу (аналогами можуть бути штами бактерій — нащадки однієї клітини). Але головна причина мінливості вірусів в іншому. Наприклад, віруси грипу людини дуже споріднені з вірусами грипу диких птахів і свиней. Вважають, що вірус грипу потрапив до людської популяції саме від птахів. Це підтверджує той факт, що нині для вірусів, виділених від птахів, відомі всі можливі комбінації 16 типів особливого поверхневого білка гемаглютиніну (H) та 9 типів ферменту нейрамінідази (N). Водночас для вірусів людини відома тільки незначна частина таких комбінацій, як-от H1N1 (так званий свинячий грип) або H3N2. Занепокоєність світової спільноти можливим розвитком епідемії «пташиного грипу» якраз і пов'язують з тим, що з'являється новий тип білка гемаглютиніну, який раніше не траплявся в оболонці вірусів людини, — H5N1. Але і вже добре відомий тип H1N1 може знову стати дуже небезпечним для людини після його адаптації до організму свині.

Як вірус набуває нових ознак? Коли в одну клітину потрапляє не один, а два віруси або більше (таке трапляється часто), можливий обмін однією або декількома ділянками РНК між різними вірусами. У такий спосіб віруси можуть набувати нових властивостей, насамперед можливості «втеч і» від імунного нагляду організму хазяїна. Такий обмін сегментами генома у вірусу грипу дістав назву реасортації (мал. 11.2). Учені припускають, що саме так з'явився вірус грипу, який спричинив епідемію «іспанки» 1918 року.



Мал. 11.2. Обмін фрагментами (реасортація) молекул РНК у вірусу грипу. Завдання: визначте, скільки нових штамів вірусу з'явилося внаслідок реасортації

Віруси, здатні спричиняти «застуду» в людини, — риновіруси впливають на організм досить м'яко. До 40 % людей, у яких виявляли цей вірус, навіть не відчували симптомів захворювання. Більшість з тих, у кого такі симптоми розвиваються, одужують за тиждень. Проте риновіруси, з одного боку, можуть «відкривати шлях» іншим збудникам, значно небезпечніших хвороб, а з другого — позитивно впливають на свого хазяїна. Людина, яка в дитинстві хворіла на риновірусну «застуду», менш схильна до захворювань, пов'язаних з імунними розладами.

Циркуляція вірусів серед морських мікроорганізмів вплинула на існування життя на Землі. Як ви вже знаєте, деякі бактеріофаги (як-от, фаг лямбда; див. мал. 10.3) здатні тривалий час перебувати в ураженій клітині, вбудовуючи свій геном у геном бактерії. Доки ДНК вірусу залишається незмінною, вірус може «звільнитися» і зруйнувати клітину. Проте якщо ДНК фага зміниться внаслідок мутації, вірус може втратити здатність до вивільнення і залишається в геномі клітини, ставши його частиною. Геном фага може також змінитися, «захопивши» під час вивільнення якісь гени клітини-хазяїна. У такому разі вірус передаватиме ці гени всім наступним зараженим клітинам. Інколи такі запозичені гени

надають клітині — носію вірусу — еволюційні переваги, роблячи її пристосованішою до виживання.

Цікаво знати

За підрахунками вчених, у Світовому океані мешкають близько 10^{30} вірусів, переважно бактеріофагів. Щодня «морські» фаги вбивають майже половину всіх бактерій Світового океану, утримуючи під контролем їхню чисельність.

Історія співіснування вірусів і клітин триває мільярди років. На жаль, її не можна простежити за якимись скам'янілими рештками, адже віруси не залишають їх по собі. Проте віруси «залишають сліди» в геномах своїх хазяїв. Учені можуть відстежити гени, передані давніми вірусами своїм хазяям, порівнюючи геноми видів, які походять від спільного предка. Так було виявлено, що геноми всіх живих істот містять гени, перенесені вірусами. Геном людини містить близько 100 тис. фрагментів ДНК ендегенних ретровірусів, що становить майже 8 % генома людини. Термін ендегенні (від грец. ендеон — усередині та генос — рід) — указує на «внутрішнє походження» цих вірусів. Ендегенні ретровіруси є нащадками стародавніх вірусів, які, подібно до ВІЛ, вбудували власну ДНК в геном статевих клітин хазяїна і втратили здатність вивільнятися з них. Нині геноми цих вірусів у вигляді двониткової ДНК постійно є у складі клітинної хромосоми і функціонують як набір клітинних генів. Тривалий час вважали, що вірусні гени в ДНК людини не відіграють жодної ролі (становлять так звану сміттєву ДНК). Але останні відкриття виявили, що деякі вірусні гени продовжують функціонувати. Зокрема, ендегенні ретровіруси підтримують одну з основних функцій стовбурових клітин — здатність давати початок будь-якому іншому типу клітин у нашому організмі. Оброблення стовбурових клітин речовинами, що пригнічували активність ретровірусних генів, призводить до втрати клітинами своїх властивостей.

Багато тканин у нашому організмі (наприклад, шкіра, м'язи, кістки) складаються з багатоядерних клітин, які утворюються під впливом «вірусних» білків. Формування плаценти у хребетних тварин так само пов'язано з присутністю в геномі одного з таких ретровірусних елементів. Виявилося, що з найперших днів (ще в утробі матері) людина перебуває під захистом тих самих ендегенних ретровірусів. Ембріон людини містить генну складову ретровірусу, що проник у людський організм близько 200 тис. років тому. Ця складова регулює генну активність клітин та перешкоджає потраплянню інших інфекцій у плід, наприклад захищає його від грипу.

Дослідження геномів ендегенних вірусів має важливе значення і для систематики. Їхнє вивчення дає змогу простежити філогенетичні зв'язки між різними видами тварин. Генетичний матеріал одного й того самого ретровірусу може бути присутнім у двох тварин на одній і тій самій позиції в ДНК тільки в тому разі, якщо ці тварини походять від спільного предка. Деякі із цих ретровірусів трапляються тільки в геномі людини. Інші — тільки в шимпанзе і в людини (тим самим підтверджується походження людини й шимпанзе від спільного предка). Є послідовності, що трапляються в горил, шимпанзе й людини, в орангутанів, що свідчить про те, що ці примати й людина також мають спільного, але дуже далекого предка.

Отже, віруси є невід'ємною складовою різних еволюційних процесів на нашій планеті. За їхньою участю може відбуватися обмін ділянками ДНК (генами) між різними біологічними видами. Ці процеси називають горизонтальним перенесенням генів.

Здатність вірусів переносити гени з однієї клітини до іншої широко використовують у генній інженерії. Частина вірусного генома, що містить несуттєві для репродукції вірусу гени, заміщують нуклеотидною послідовністю, у якій закодовано потрібний людині білок. Так людина штучно отримує нові комбінації генів — рекомбінації — у складі вірусного генома. Заражена цим рекомбінантним вірусом клітина починає продукувати цей білок. При цьому вірус не втрачає здатності репродукуватися, виходити з інфікованої клітини й заражати нові, збільшуючи тим самим кількість клітин, що синтезують цей білок.

Цікаво знати

У водоймах і вологому ґрунті мешкають дрібні багатоклітинні тварини — коловертки (мал. 11.3). Уявіть: найдрібніший представник коловерток завдовжки лише 0,04 мм! У геномі цих тварин виявили десятки генів, запозичених у представників інших груп організмів: бактерій, рослин, грибів. Можна припустити, що геном коловерток «збагатився» за участю вірусів.



Мал. 11.3. Коловертки — дрібні безхребетні тварини. Цим тваринам притаманна здатність переживати тривалі періоди несприятливих умов: у висушеному стані вони витримують упродовж 5 хв нагрівання до +100 °С та впродовж 4 год заморожування до -271 °С

Важлива роль вірусів у біосфері — контроль за зростанням чисельності популяції організмів, у яких вони паразитують. Цю властивість вірусів людина використовує, коли розробляє біологічні методи боротьби з організмами-шкідниками.

Ключові терміни та поняття

штами вірусів, реасортація, горизонтальне перенесення генів.

Перевірте здобуті знання

1. Назвіть гіпотези, які пояснюють походження вірусів. Яка з них, на вашу думку, найбільш імовірна? 2. Завдяки яким процесам збільшується різноманітність вірусів? 3. Яка роль вірусів в еволюції органічного світу?

Поміркуйте

Яким може бути позитивний вплив вірусів на організм хазяїна?