

Лекція № 4

Тема: Характеристика
фітопатогених вірусів,
віроїдів, мікоплазми.

план

- 1.Історія розвитку.
- 2.Будова вірусів.
- 3.Зовнішні ознаки прояву .
- 4.Особливості поширення.
- 5.Методи діагностики.

■ ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ФІТОВІРУСОЛОГІЇ

- Вперше вірусне захворювання рослин – мозаїка тютюну – описана в 1857 р. Світеном в Голандії. Інфекційний характер хвороби встановив в 1886 р. А.Мейєр, який і дав їй назву – мозаїка. Він прийшов до висновку, що ця хвороба викликається бактеріями. Однак в 1898 р. голландський вчений М.Бейєринк (1898) виявив, що мозаїчне захворювання не бактеріальне, представляє собою новий вид хвороби, яка викликається невидимим у мікроскоп початком, який не росте на звичайних живильних середовищах, розчинним, але живим («жива рідина»). Тим не менше в 1882 р. Д.І.Івановський вперше відкрив фільтрувальний вірус і першим назвав «вірусом» інфекційний початок мозаїки тютюну, хоч термін вірус (virus – отрута) відомий в літературі давно. Ще Луї Пастер (1868) застосував його як загальне позначення ряду інфекційних агентів бактеріальної та іншої природи.

■ ОСОБЛИВОСТІ ВІРУСНИХ ХВОРОБ

- Вірусні хвороби рослин представляють собою специфічну групу збудників, які широко представлені в природі і мають величезне значення.
- Вірусні хвороби рослин роблять малоприсадними до споживання листки тютюну, знижують вміст цукру в цукрових буряках і цукровій тростині, зменшують врожай картоплі, роблять неїстівними плоди томатів, викликають аномалії квітів, знижують кількість насіння в рослині тощо.
- У деяких випадках вірусна інфекція за своєю шкідливістю може перевищувати бактеріальні і навіть грибні захворювання.
- Фітопатогенні віруси наносять великої шкоди бурякам, бобовим, овочевим, технічним, плодовим і ягідним культурам.
- В науці ще не вирішена суперечка про те, чи можна вважати віруси живими, спір про фітопатогенний об'єкт, який десятки років тому називали «істота» або «речовина».
- Існує дві теорії походження вірусів. Перша теорія – про неживу природу вірусів.

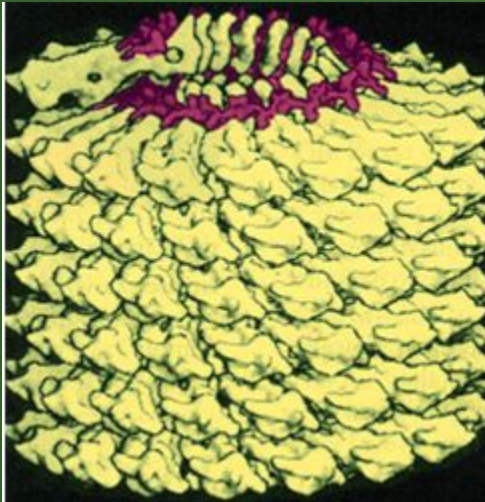
- Найбільш важливі фактори, що свідчать про правильність цієї точки зору, – здатність вірусів утворювати кристали, зберігатися за певних умов дуже тривалий час поза живим організмом, надзвичайна їх витривалість тощо. Прихильники цієї теорії розглядають віруси як біохімічні речовини, подібні до ферментів, білків.
- Теорія про **неживу природу** вірусів містить ряд гіпотез, серед яких найбільшої уваги заслуговують наступні.
- **Гіпотеза Нортропа (1938) і Стенлі (1936).** Сутність цієї гіпотези полягає в тому, що, потрапляючи в клітини сприйнятливих організмів, віруси видозмінюють обмін речовин цих клітин таким чином, що клітини починають виробляти нуклеопротеїд вірусу. Таким чином, вважається, що накопичення вірусу в зараженому організмі відбувається шляхом саморепродукції. Також допускається, що в клітинах сприйнятливої рослини є провірус, або білок, – попередник вірусу. Цей білок – нормальний компонент клітини при впровадженні вірусу він саморепродуктивно перетворюється у вірусний білок.
- **Гіпотеза Ямамафудзі (1935) про «ендогенне» утворення вірусу.** Згідно цієї гіпотези зараження рослин вірусом зовні відбувається дуже рідко.

- Звичайно вірус виникає в організмі в результаті змін в обміні речовин, особливо при знижені активності ферменту каталази і накопичення в клітинах значної кількості перекису водню.
- Цьому процесу сприяють різні фактори навколишнього середовища (підвищена температура і хімічні речовини).
- Друга теорія – про живу природу вірусів – найбільш вивчена і загально визнана.
- Віруси не схожі з ніякими іншими організмами. Їх прийнято відносити не до тваринного світу, не до рослинного і не до царства грибів, а до особливої гілки в системі живої природи – до «царства віра».
- В наш час багато вчених вважають, що віруси не виникають в клітині ні з чого, а проходять складний шлях розвитку. Вдалося встановити, що вірус віспи, як і все живе, народжується, проходить стадію молодості, зрілого віку, старості і, нарешті, вмирає.

■

- Фітопатогенні віруси, як і всі інші віруси, володіють специфічними властивостями, що відображують їх особливості і відмінність від інших живих організмів.
- *Фільтрабельність.* Багато вірусів проходять через бактеріальні фільтри діаметром 0,00001 мкм, звідси вони отримали назву фільтрувальні віруси.
- *Форма вірусів.* Віруси зазвичай утворюють в клітинах уражених організмів кристалічні, рідше аморфні включення. Віруси – це величезні макромолекули, здатні існувати у вигляді спочиваючих форм тобто вірусних часток (віріонів або віроспор), які, об'єднуючись, можуть утворювати кристали. Кристали являють собою десятки мільйонів вірусних часток, зібраних у суворо визначеному порядку. При деяких захворюваннях кількість вірусів в клітинах дуже велика. Так, листок тютюну, уражений вірусом тютюнової мозаїки, може містити стільки вірусів, що вони складають 10 % маси самого листка (у перерахунку на суху масу). 1 л соку тютюну, ураженого мозаїкою, містить біля 2 г вірусів.
- *Будова вірусів.* Відомо, що всі організми мають у своєму складі дві нуклеїнові кислоти (ДНК і РНК), і лише віруси містять тільки одну з них, рибонуклеїнову кислоту (РНК). РНК характерна для вірусів, які зустрічаються у вищих рослинах (фітопатогенних вірусів); ДНК міститься у вірусах, які уражують бактерії, і в деяких вірусах, що уражують тварин.

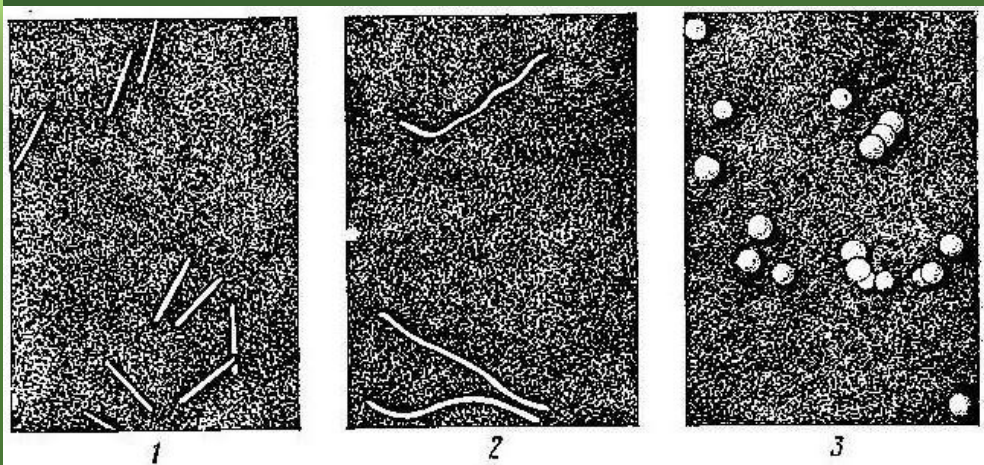
Будова вірусу



- Нитка РНК, оточена молекулами білка

- Білок відіграє роль захисної оболонки, яка оточує нуклеїнову кислоту і визначає вид вірусу, так як має здатність адсорбуватися клітинами певного уражуваного ним хазяїна.
- Нуклеїнова кислота викликає інфекційний процес, білок виконує захисну функцію і визначає видову належність вірусу.

Форми вірусів



- 1 — паличкоподібні частинки віруса тютюнової мозаїки;
- 2 — нитевидні частинки віруса мозаїки цибулі;
- 3 — сферичні частинки віруса бронзовості томата.

■ Вся необхідна інформація для поповнення нових вірусних часток закладена в РНК або ДНК. Вірусні частинки дуже малі, їх можна бачити тільки при допомозі електронного мікроскопа, який дає збільшення в десятки і сотні тисяч раз. Форма їх може бути різною: паличковидні (віруси тютюнової мозаїки), сферичні (вірус бронзовості томатів), нитевидні («у»-вірус картоплі). Розміри вірусних часток вимірюються в нанометрах.

- По даних електронних досліджень, вірус- це величезна макромолекула, здатна існувати у вигляді вірусних частинок (віріонів), які, об'єднуючись разом можуть утворювати кристали. Останні представляють собою десятки мільйонів вірусних частинок, зібраних в чітко визначеному порядку. При деяких інфекціях кількість вірусів в клітинах буває дуже великим. Листок тютюну, уражений вірусом тютюнової мозаїки, містить стільки вірусів, що він складає 10% маси самого листка,(в перерахунку на суху масу).

Основні властивості вірусів:

- 1). Утворювати собі подібних;
- 2). В процесі утворення проявляти здатність до стійкості спадковим змінам або мутаціям.
- Цикл розвитку вірусів у клітині можна розділити на наступні стадії:
 - 1. Адсорбція: вірус прикріплюється до клітини, зміни в якій не помітні, за виключенням вм'ятини на клітинній оболонці, куди проникає вірус.
 - 2. Проникнення вірусу в клітину: вірус в клітині, його РНК залишає свою білкову оболонку (тобто відбувається депротейнізація вірусної частки) і стає активною.
 - 3. Стадія підготовчих процесів, або екліпс-стадія (фаза затемнення): в клітині відбувається хаос, ДНК клітини втрачає свої функції клітинного «центру», синтез клітинного білку припиняється.

- 4. Синтез вірусних нуклеїнових кислот і білків і дозрівання вірусу: вірусна РНК, репродукуючись, накопичується в цитоплазмі і здатна покриватися білковою оболонкою; порушуються ДНК і РНК клітини, зупинений синтез білку, і клітина рослини раніше або пізніше гине.
- 5. Вивільнення вірусу із клітини: клітина являє собою тріснутий мішок, заповнений зрілими віріонами, які спрямовуються через розрив і готові заразити інші клітини.
- *Розмноження вірусів поза клітиною.* Тривалий час вважалося, що віруси нездатні розмножуватися поза живими організмами.
- *Кристалізація вірусів.* Однією із властивостей вірусів є їх здатність утворювати кристали в тканинах уражених організмів (*in vivo*) або поза ними (*in vitro*). Перші кристалічні включення виявлені в клітинах листка тютюну Д.І. Івановським в 1902 р., а пізніше, в 1935 р. В.Стенлі виділив вірус тютюнової мозаїки у вигляді паракристалічного (який має тільки два виміри) препарату. Часто вірусні кристали мають форму восьмигранників, тонких голок, шестикутних пластинок.

- Вірус не має власних джерел енергії і зовсім не здатний переробляти і засвоювати їжу. Нуклеїнова кислота вірусів потрапляючи в рослинну клітину, примушує її працювати на себе. При цьому спостерігається гальмування хімічних процесів, характерних для нормальної клітини, і підсилення хімічних процесів, необхідних для розмноження вірусів. Створюються нові вірусні частинки. При їх утворенні компоненти вірусів синтезуються в клітині окремо і лише потім збираються в зрілу вірусну частинку.
- Самоутворення вірусів часто супроводжується мутаціями, які приводять до появи у вірусів нових ознак, не властивих батьківським формам.
- **Фітопатогенні віруси.** Фітопатогенними вірусами називаються віруси, які уражують рослини. Вони здатні проникати в клітину рослин тільки через ранки.
- Розміри вірусних частинок залежать від їх будови і форми, виду вірусів, фази їх розвитку.



■ МІНЛИВІСТЬ І СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ ВІРУСІВ

- Головні властивості живого – спадковість і мінливість – у вірусів яскраво виражені. Спадковість вірусів відрізняється високою консервативністю, що підтверджується тривалим існуванням деяких збудників вірусних хвороб рослин (наприклад, вірус мозаїки тютюну).
- Спеціалізація вірусів може бути як широкою, так і вузькою. Наприклад, S-вірус картоплі заражає тільки картоплю.
- Віруси рослин не залишаються незмінними, вони можуть наслідувати зміни і давати початок штамам різної вірулентності. Зараз вже відомо, що більшість вірусів представлено цілим рядом штамів, яких розрізняють по симптомах, що вони викликають у однієї тієї ж самої рослини-живителя, за відмінностями у складі самих рослин-живителів, комах-переносників та іншими властивостями.

■ СИСТЕМАТИКА І НОМЕНКЛАТУРА ВІРУСІВ

- Перші спроби створення єдиної системи класифікації вірусів відносяться до 1927 р., коли Д.Джонсон запропонував позначити віруси звичайною назвою рослини-живителя з додаванням слова «вірус» і нумерації арабськими цифрами. Наприклад, вірус мозаїки тютюну позначався по Джонсону як «тютюновий вірус 1», наступний вірус, виявлений на тютюні, як «тютюновий вірус 2» тощо.
- В наш час єдина загальновизнана система класифікації вірусів все ще не створена.



Симптоми вірусних хвороб рослин

- Для вірусних хвороб характерна мозаїчність листків (рідше інших органів), при яких одні ділянки листкової пластинки зберігають інтенсивне зелене забарвлення, інші стають світло зеленими або жовтими. Листок при цьому виглядає яскраво, мозаїчно.
- На листках може бути кільцева плямистість, відмирання (некроз) окремих ділянок листка, стебла, плодів, утворення некротичних плям, штрихів, розташованих поздовж жилок і добре видних на нижній частині листка.
- Фітопатогенні віруси можуть викликати і більш глибокі зміни в рослинах, наприклад карликовість, закручування, зміна форми листка потворність, позеленіння квіток.
- По зовнішнім ознакам вірусні хвороби рослин можна розділити на два типи – мозаїки і жовтухи.

Мозаїка



- Мозаїка – французьке слово, яке означає малюнок із з'єднаних між собою різнокольорових камінчиків, мрамору або кусочків скла.
- Мозаїка характеризується нерівномірним (мозаїчним) забарвленням, чергуванням темно – зелених і світло – зелених ділянок тканин листка або плодів, мозаїчне забарвлення часто супроводжується різновидами некротичними візерунками (кільця дуги, криволінійні лінії) або плямами при мозаїках ділянки листків частково втрачають хлорофіл.
- Нерідко до мозаїки приєднується різка деформація листків (зморшкуваність, нитковидність) або ж некрози (відмирання тканин).
- *Зморшкувата мозаїка картоплі.* Найбільш поширена в південних районах України. Уражені рослини сильно відстають у рості і залишаються карликовими, листки на них дрібні, зморшкуваті, з нижнього боку вкриті некротичними плямами, краї часток листків та їх кінчики закручуються вниз. Стебла і листки стають ламкими. Рослини нерідко гинуть до формування бульб і урожай знижується на 50-70 %.



- При зморшкуватій мозаїці картоплі характерна первинна і вторинна інфекція.
- Під первинною інфекцією розуміють зараження рослин, які вирости із здорових бульб в поточному вегетаційному періоді;
- Вторинна інфекція характерна для рослин, які вирости із хворих бульб, заражених в минулому році.
- Для первинної інфекції характерне слабке виявлення хвороби (у вигляді некротичних плям, переважно на нижніх листках), а іноді ознаки зараження в перший рік взагалі відсутній.
- При вторинній інфекції спостерігаються різко виражені ознаки зморшкуватої мозаїки.
- *Звичайна огіркова мозаїка*. Збудник – вірус *Cucumis virus 1. Smith*. Поширена на всіх гарбузових культурах. Вірус, що викликає це захворювання, широко спеціалізований паразит, який уражує близько 300 видів рослин. На огірках звичайна мозаїка розвивається у закритому і відкритому ґрунті. На листках, починаючи з верхівки, утворюються світло-зелені, потім жовті плями, з'являється крапчастість.



- Листки стають зморшкуватими, ріст рослин уповільнюється і вони часто гинуть. На дорослих рослинах спостерігаються хлоротичність і відмирання окремих ділянок листків. Зменшується кількість жіночих квіток, а плоди стають світло-зеленими. На світлому фоні видно темно-зелені бородавки.
- Вірус звичайної огіркової мозаїки передається з соком хворих рослин попелицями та при догляді й збиранні врожаю. Зберігається він у рослинних рештках та в насінні.
- Стійкість проти хвороби знижується внаслідок різких коливань температури і загущеності посівів огірків.
- *Бронзовість листків помідорів.* Хвороба поширена головним чином там, де поширена бронзовість тютюну. На хворих рослинах молоді листки набувають бронзового або фіолетового відтінку. На них з'являються такого ж кольору мережчаті візерунки або кільця, які згодом некротизуються та відмирають. Листки часто зовсім відмирають.



мозаїка капусти



бронзовість томатів



Зморшкувата
мозаїка картоплі

■ Передача таких вірусів від хворих рослин здійснюється сисними комахами і знаряддями обробітку і догляду за рослинами. До типу мозаїчних хвороб відносяться: зморшкувата мозаїка картоплі, слизчаста мозаїка картоплі, мозаїка тютюну, мозаїка буряка, огіркова мозаїка, бронзовість томатів, мозаїка малини та інші.

ЖОВТУХИ



- **Жовтухи** характеризуються рівномірними змінами забарвлення листя. Нижні листки зазвичай стають жовтуватими (хлороз), а верхні залишаються зеленими, але часто потворними. При жовтухах не рідкі випадки здрібнення листків, їх хрупкість, жорсткість, і загальні розлади росту – карликовість, кустистість, коротковузля іноді позеленіння квітів і деформація їх.
- При жовтухах порушуються провідні функції ситовидних трубок, проходить гіпертрофія флоєми. В листках накопичується багато крохмалю.
- Віруси, які викликають хвороби типу жовтухи, не передаються механічно інокуляцією соку. В природних умовах зараження здійснюють цикади, попелиці, кліщі. Штучно жовтухи від хворих рослин здоровим передаються через повитицю (*Cuscuta*) або шляхом щеплень
- *Скручування листків картоплі.* Хвороба поширена в усіх зонах вирощування картоплі. Проявляється в скручуванні часток листка вгору вздовж середньої жилки, іноді вони скручуються в трубку. Листки набувають блідо-жовтого або рожевого забарвлення, стають грубими, ламкими.

■.



- У рік ураження рослин хвороба або зовсім не проявляється, або скручуються тільки верхні молоді листки. В наступні роки майже всі листки скручуються, рослина відстає в рості, стає грубою і при струшуванні шелестить. Хворі рослини пригнічені, дають низький урожай більб.
- У деяких сортів картоплі на бульбах утворюються сітчасті некрози. Збудником хвороби є вірус скручування (*Solanum virus 14. Smith*). Інфекція зберігається в бульбах картоплі. У полі вірус поширюється сисними комахами, зокрема персиковою попелицею.
- *Жовтяниця цукрових буряків*. Проявляється у вигляді пожовтіння листків нижнього і середнього ярусів. Починається воно з верхівки листків, а потім поширюється вздовж країв і поміж головними жилками. Тканини вздовж жилок і біля основи листка довго залишаються зеленими. Уражені листки ширші, але коротші, ніж здорові, не такі гладенькі, щільніші й ламкіші. Після ураження старіших, зовнішніх листків захворювання переходить на внутрішні.

- В уражених органах рослин ситовидні трубки і прилеглі до них клітини відмирають і заповнюються жовтою слизькою масою. Оболонки уражених клітин жовтіють і трохи бубнявляють. Таке явище спостерігається спочатку в жилках листків, потім в черешках і нерідко поширюється на судинно-волокнисті пучки кореня.
- Збудники хвороби – віруси *Betae virus 4 Smith* та ін. – містяться в соку хворої рослини.
- Переносниками вірусу є попелиці. Зберігається вірус в насінних коренеплодах (висадках), якщо були уражені маточні рослини. Джерелом інфекції можуть бути також бур'яни: лобода, кульбаба, щириця та ін.



скручування листків картоплі

- До жовтух відносяться: скручування листків картоплі, карликовість шовковиці і т.д.
- В останні роки стало відомо, що збудниками деяких хвороб типу жовтух являються не віруси, а мікоплазмові організми. Ці збудники по ряду своїх властивостей займають проміжне положення між вірусами і бактеріями. Однак не всі хвороби типу жовтух можуть бути “переведені” із групи вірусних в групу мікоплазмових. Вірусна природа багатьох із них підтверджена останніми дослідженнями. У стовбура пасльонових, наприклад відомо декілька форм проявлення цього захворювання.

Вірусні хвороби рослин можуть виражатись в двох формах:

- місцевого (локального)
- системного (загального) ураження
- Як правило, спочатку розвивається місцеве ураження на місті проникнення інфекції. Потім проявляються загальні симптоми.
- Наприклад V - вірус картоплі утворює на заражених листках сприятливих сортів чорні некротичні плями і смуги; однак вони є тільки попередниками загальної реакції двоякого роду.
- По – перше, на верхівках листків по ходу жилок з'являються крапчастість і листки стають складчастими, тоді як на жилках листків утворюються чорні некротичні смуги. Некроз поширюється поздовж нижньої сторони жилок, захвачуючи і листову паренхіму, він приводить до втрати черешками тургору, так що листки обвисають.



Методи діагностики вірусних захворювань.

- 1.Метод електронної мікроскопії.
- 2.Метод рослин-індикаторів.
- 3.Метод включень.
- 4.Серологічний метод діагностики.



**МЕТОДИ
ОЗДОРОВЛЕННЯ
РОСЛИН ВІД ВІРУСНИХ
ХВОРОБ**



Велике значення має *відбір здорових рослин і система противірусного насінництва*. Систематично відбираючи рослини, здорові не тільки за зовнішнім виглядом, але й вільні від вірусної інфекції у скритному (латентному) вигляді, можна різко підвищити якість еліти і створити безвірусний фонд посадкового матеріалу. Здорові клони рослин можна отримати: 1) термотерапією, 2) через отримання здорового посадкового матеріалу з безвірусної тканини, 3) хемотерапією і 4) сполученням цих способів.

