

## Лекція 8

### Тема лекції: «Віруси в життєвих процесах і природних регулюючих механізмах»

#### План лекції

1. Біологічна характеристика та номенклатура вірусів.
2. Способи поширення вірусів.
3. Шкідливість вірусів для живих організмів.
4. Фактори, що впливають на розвиток вірусів і методи їх діагностики
5. Контроль вірусних хвороб рослин.

#### Література

1. Польський Б. М., Торяник В. М. *Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях. К.: Універсальна книга. 2023. 286 с.*
2. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. *Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.*
3. Вигера С., Ключевич М. *Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.*
4. *Біологія: навчальний посібник / Р.В. Шаламов, В.І. Підгірний, Ю.В. Дмитрієв, Д.В. Леонт'єв. К. Х.: Веста, 2012. 304 с.*
5. *Дербеньова А. Г. Загальна біологія: Навч. посібник / А. Г. Дербеньова, Р. В. Шаламов Х.: Світ дитинства, 1998. 264 с.*
6. Польський Б.Т. *Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях: навчальний посібник / Б.М. Польський, В.М. Торяник. Суми : Університетська книга, 2009. 288 с.*
7. *Біотехнологія рослин : [навчальний посібник] / Т.М.Сатарова, О.Є.Абраїмова, А.І.Вінніков, А.В.Черенков. Дніпропетровськ : Адверта, 2016. 136 с.*
8. *Мотузний В.О. Біологія : навч. посіб./ За ред. О.В. Костильова. 2-ге видання. К.: Світ успіху, 2013. 752 с.*  
<https://www.microscopemaster.com/cell-biology.html>  
<https://nautilus.com.ua/ebook/molekulyarna-biolohiya>  
<http://biology.org.ua/index.php?subj=main&lang=ukr&chapter=lib>  
<https://www.nature.com/scitable/topic/cell-biology-13906536/>

#### Зміст лекції

##### 1. Біологічна характеристика та номенклатура вірусів

Віруси є найпоширенішою за чисельністю формою існування органічної матерії на планеті. Вони відіграють важливу роль у регуляції чисельності популяцій видів живих організмів (наприклад, вірус дикування з періодом у декілька років скорочує чисельність псцидів у кілька разів).

Іноді віруси утворюють з тваринами симбіоз. Так, наприклад, отрута деяких паразитичних ос містить структури, звані полі-ДНК-вірусами (*Polydnavirus*, PDV), які мають вірусне походження.

Однак основна роль вірусів у біосфері пов'язана з їх діяльністю у водах океанів і морів.

Віруси не мають клітинної будови і здатні розмножуватися лише у живих клітинах рослини-господаря.

Відомо біля 1000 фітопатогенних вірусів.

Віруси („дрібні частки“) відкрив Д.І. Івановський у 1892 р. (мозаїка тютюну). Голландський мікробіолог М.Бейєринк у 1899 р. запропонував термін „вірус“ (з лат.: отрута). Американський вірусолог У.Стенлі у 1935 р. виділив вірус (білковий компонент) з листків тютюну, уражених мозаїкою. У 1937 р. англ. учені Ф.Боуден і Н.Пірі встановили, що крім білка (95%) до складу вірусів входить нуклеїнова кислота (5%).

Розмір вірусів складає 15-350-2000 нм (1 нм =  $10^{-9}$  м).

Віруси існують у 2-х формах: внутрішньоклітинній (вірусні клітини) і позаклітинній (вірусні частинки – віріони).

Форми вірусів:

- 1) **Паличковидна** (вірус тютюнової мозаїки *Tabaco mosaic virus*): 5% нуклеїнової кислоти;
- 2) **Нитковидна** (вірус шарки сливи *Plum pox virus*);
- 3) **Сферична або ізометрична** (вірус бронзовості тютюну *Tomato spotted wilt virus*, огіркова мозаїка *Cucumber mosaic virus*): 15-45% кислоти;
- 4) **Бациловидна** (вірус мозаїки люцерни, риверсія (махровість) смородини): 1% нуклеїнової кислоти.

Більшість вірусів рослин містять одно ланцюгову лінійну РНК, рідше – дволанцюгову (закручену в спіраль) і лише окремі віруси (вірус мозаїки цвітної капусти) – мають ДНК.

Тип живлення вірусів – облігатний паразитизм.

Проникають віруси у рослинну клітину при уколi комах або через дрiбні пошкодження тканин.

Етапи розмноження вірусів:

- 1) Проникнення вірусу в пошкоджену клітину;
- 2) Розкладання вірусу на білок і нуклеїнову кислоту;
- 3) Реплікація (від лат.: *replicatio* – повторення, самокопіювання) вірусної нуклеїнової кислоти;
- 4) Синтез вірусного білка, формування зрілих вірусних частинок.

Шкідливість вірусних хвороб проявляється у зниженні урожайності і погіршення якості продукції, стерильності квіток, зниженні зимостійкості рослин, схожості насіння. Зниження вмісту крохмалю в бульбах картоплі і цукристості буряків може досягати 1-2%.

Латентна форма вірусів до загибелі рослин не призводить. Загальні економічні збитки, спричинені вірусами, складають 20%.

## Номенклатура вірусів

Більшість вірусів отримали назву відповідно до рослини, з яких вони уперше були виділені:

*Potato virus* – вірус смугастої мозаїки картоплі;

*Potato leaf roll virus* – вірус скручування листків картоплі;

*Tabaco mosaic virus* – вірус тютюнової мозаїки (уражує усі пасльонові);

*Onion mosaic virus* – вірус мозаїки цибулі.

Сьогодні ідентифіковано та описано близько 1000 рослинних вірусів, що належать до 6 класів, трьох порядків, 60 родин і 9 підродин, 220 родів за видом нуклеїнової кислоти, морфологією вірусних часток, рослиною-господарем, способами поширення.

## 2. Способи поширення вірусів

Способи передачі фітопатогенних вірусів:

1) **Контактно-механічний** – при дотику органів рослин (надземних або підземних) у загущених посівах та при догляді за рослинами (пасинкування, зрізання квітів, збір плодів);

2) **Насінням** – передається біля 20% фітопатогенних вірусів (віруси бобових культур, вірус зеленої крапчастої мозаїки огірків);

3) **З посадковим матеріалом** – передаються віруси рослин, що розмножуються вегетативно (картопля, суниця);

4) **Через пилок** (вірус некротичної кільцевої плямистості кісточкових);

5) **З рослинними рештками і ґрунтом** – лише віруси мозаїки і некрозу тютюну;

6) **Через стебла рослин-паразитів** (повитиця) – вірус кормових бобових трав;

7) **За допомогою комах-переносників** (векторів), що живляться або паразитують на рослинах (попелиця, цикадки, трипси, клопи):

**а) персистентні віруси** – зберігають свою інфекційну здатність в організмі комахи протягом усього періоду їх життя (бронзовість помідорів, закручування листків картоплі, жовта карликовість картоплі, кучерявість верхівки буряків);

**б) неперсистентні віруси** – передаються комахами протягом 1 години, після чого віроформність вірусу знижується (вірус мозаїки гороху, буряків, вірус огіркової мозаїки);

**в) нематодами**, що паразитують на коренях рослин (кільцева плямистість помідорів, малини);

\

Культура	Вірус	Переносники
Помідори	Жовта кучерявість листя (TYLCV)	Білокрилка
Помідори, перець	Плямистий вілт помідорів і перцю (TSWV)	Трипси
Огірки	Вірус мозаїки (TMV)	Попелиці

8) **За допомогою грибів** – вірус некрозу тютюну (зооспорами *Olpidium brassicae*), вірус картоплі (зооспорами *Synchytrium endobioticum*), ризоманія буряків (зооспорами *Polymyxa betae*).

У рослині вірусні частинки локалізуються в основному у флоемі і рухаються з током поживних речовин згори донизу.

З клітини у клітину віруси переміщуються по плазмодесмам (цитоплазматичні судини, що з'єднують протоплазми сусідніх клітин).

### **3. Шкідливість вірусів для живих організмів.**

#### **Симптоми вірусних хвороб рослин**

##### **Типи прояву вірусних хвороб:**

- 1) **Пригнічення росту:** затримка росту всієї рослини (жовта карликовість картоплі), укорочення міжвузлів („відьмині мітли” верхівки картоплі),
- 2) пригнічення росту головних пагонів з посиленням формуванням бічних (аспермія помідорів);
- 3) **Зміна забарвлення** – поява мозаїчності, хлоротичних кіл, смугастих візерунків (шарка сливи, кільцева мозаїка малини), пожовтіння жилок (облямівка жилок агрусу), загальне пожовтіння листків (жовтуха буряків);
- 4) **Деформація органів:** зморшкувата мозаїка картоплі, мозаїка помідорів (нитковидність листків);
- 5) **Некрози** – поява плям сірого, бурого, чорно-коричневого кольорів (стрик помідорів, смугаста мозаїка картоплі, шарка сливи);
- 6) **Порушення репродуктивних функцій рослин:** стерильність квіток, утворення плодів без насіння, опадання зав'язей (аспермія помідорів).

##### 2. Джерела первинної інфекції вірусних хвороб

##### **Джерела інфекції:**

- 1) Багаторічні культури;
- 2) Кореневища багаторічних бур'янів (осот);
- 3) Органи вегетативного розмноження рослин (коренеплоди, бульби, цибулини);
- 4) Насіння (бобові, помідори, огірок);
- 5) Комахи-переносники;
- 6) Рослинні рештки і ґрунт (вірус зеленої крапчастої мозаїки)

огірків).

#### **4. Фактори, що впливають на розвиток вірусів та методи їх діагностики**

##### ***Фактори, що впливають на розвиток вірусних хвороб:***

- Ослаблення рослин несприятливими умовами навколишнього середовища (недостатнє освітлення, понижена температура сприяють розвитку стрика помідорів);
- Понижена температура сприяє розвитку мозаїки малини і суниці;
- Підвищена температура – облямівки жилок агрусу;
- Незбалансоване мінеральне живлення.

##### ***Методи діагностики вірусних хвороб***

- 1) Візуальний, проте часто вірусні хвороби подібні до хвороб голодування;
- 2) Метод індикаторних рослин (аспермія помідорів – тютюн, X-вірус картоплі – амарант);
- 3) Серологічний метод (від лат.: *serum* – сировотка);
- 4) Метод електронної мікроскопії;
- 5) Молекулярно-біологічний метод (на основі знання будови молекули РНК вірусу) – ПЛР (полімеразна ланцюгова реакція).

#### **5. Контроль вірусних хвороб рослин**

Рослини мають складні та ефективні механізми захисту від вірусів. Найефективнішим механізмом є наявність так званого гена стійкості (R від англ. *Resistance* — «стійкість»). Кожен R-ген відповідає за стійкість до окремого вірусу і спричинює загибель клітин, сусідніх з ураженою, що неозброєним оком видно як велика пляма. Це зупиняє розвиток хвороби внаслідок зупинки поширення вірусу. Іншим ефективним методом є РНК-інтерференція. Уражені вірусом рослини часто починають виробляти природні противірусні речовини, саліцилова кислота, оксид азоту та активні форми кисню.

Розвиток вірусів тісно пов'язаний з обміном речовин рослини-господаря, тому будь-який вибіркового вплив фунгіцидами на патоген призводить до порушень у клітинах рослини.

Проти вірусних хвороб хімічних заходів захисту не існує. Захист рослин зводиться до профілактичних заходів:

- 1) Захист від комах-переносників (інсектициди, густина і строки посіву рослин);
- 2) Карантин рослин (віспа сливи, кільцева плямистість помідорів);
- 3) Вирощування оздоровленого насінневого і посадкового матеріалів:
  - вибраковування уражених рослин у розсаднику;
  - культура апікальних меристем – з недиференційованих тканин на

штучних живильних середовищах вирощують рослину;

- прогрівання (при ураженні ендосперму) і протруювання насіння (20%-й розчин HCl – 30 хв., 1%-й розчин KMnO<sub>4</sub>) – вірус тютюнової мозаїки помідорів;

4) Селекційний метод – створення стійких (у т.ч. й до пошкодження переносниками) і толерантних сортів;

5) Агротехнічний – знищення падалиці, рослинних решток, бур'янів- резерваторів інфекції, просторова ізоляція культур;

6) Організаційно-господарські заходи – дезинфекція інструменту, візуальне обстеження рослин, змінний одяг у теплицях.

Віруси рослин і створені на їх основі вірусоподібні частинки (VLPs) знайшли застосування в біотехнології та нанотехнології. Капсиди більшості вірусів рослин мають просту і стійку структуру, і вірусні частинки можуть вироблятися у величезних кількостях як ураженою рослиною, так і різними гетерологічними системами. Віруси рослин можуть змінюватися хімічно і генетично, оточуючи оболонкою чужорідні частинки, а також здатні вбудовуватися в надмолекулярні структури, що вможливило їх застосування в біотехнологіях.

Віруси як зброя

Спроможність вірусів спричиняти спустошливі епідемії серед людей породжує тривогу, що віруси можна застосувати як біологічну зброю. Додаткові побоювання викликало успішне відтворення вірусу іспанського грипу в лабораторії. Іншим прикладом може бути вірус віспи. Упродовж усієї історії він спустошував безліч країн аж до його остаточного викорінення. Побоювання, що його можуть використати як зброю, не зовсім безпідставні; вакцина проти віспи іноді має важкі побічні ефекти — в останні роки до офіційно оголошеного викорінення вірусу більше людей серйозно захворіли через вакцини, ніж від вірусу, тому вакцинацію проти віспи більше не практикують повсюдно. Через це більша частина сучасного населення Землі практично не має стійкості до віспи.