

Хвороби і шкідники рослин.

В.І.Баранов

Львівський національний університет імені Івана
Франка,

вул. Грушевського, 4, 79005, Львів, Україна

e – mail: biofr@franko.lviv.ua

Неінфекційні хвороби рослин.

- До цієї категорії хвороб належать усі порушення розвитку рослин, що виникають під впливом несприятливих факторів зовнішнього середовища - якими можуть бути незбалансоване мінеральне живлення, нестабільна температура вирощування, забруднення повітря пилом, газами, важкими металами.
- Крім того, неінфекційні хвороби впливають не тільки на ріст і розвиток рослин, але й посилюють їх чутливість до інфекційних хворіб.
- Прикладом може бути поява на кактусах кіркових подушечок різного розміру при підвищеній вологості повітря, та окорковіння листків сансевьєри, бегонії, цикламену, каланхое.
- Погані умови утримання рослин - перелив, підсушування, забрудненість листків, виснаження ґрунту знижують стійкість рослин і сприяють зараженню їх хворобами і шкідниками.



ХВОРОБИ КОРЕНІВ

- **Чорна ніжка** (полягання сходів) - збудник гриби *Phytophthora* та *Rhizium*. Розповсюдженню хвороби сприяють загущена посадка та надлишковий полив. Хімічні засоби боротьби - фундазол, каптан, цинеб -0,1% р-н
- **Фузаріоз** (коренева гниль) - *Fusarium* Інфекція проникає через корені і вражає судинну систему рослин . Уражені корені відмирають і рослини в'януть. Фузаріоз спостерігається при перезволоженні ґрунту і високій вологості повітря. Хім.засоби боротьби - фундазол, бенлат, топсин М, беноміл - 0,1% розчини - полив під корінь та оприскування надземної частини.
- **Фітофтороз** - Звичайно розвивається при високій вологості повітря. На листках з'являються маслянисті плями, на нижній стороні яких утворюється білувато-сріблястий, майже не помітний, наліт. Хім.засоби боротьби: полив ґрунту 0,4% розчином цинебу.
- **Різоктоніоз** - Ураджуються в основному стебла, нижні частини яких потоншуються і висихають. На уражених місцях з'являються чорні крапки. Хім.засоби захисту: каптан, беноміл, фундазол, бенлат -0,1% розчин раз в 7-12 днів.
- **Склероціальна гниль** - гриб *Sclerotinia sclerotiorum* Можна використовувати ті ж препарати, що і для листків, але поливати ґрунт.

ХВОРОБИ ЛИСТКІВ

- **Борошниста роса** - збудник *Uncinula necator*, *Sphaerotheca pannosa* Типова ознака - поява білого борошнистого нальоту, з утворенням пізніше бурих плям. Ураджується вся надземна частина рослин. Міри боротьби: видалення хворих листків або навіть рослин Хімічні засоби боротьби - афуган,ЗОЕС, ваймет,спрей, еупарен, рубіган, сапрол, спортак 45 ЕС. Топсин М, бенлат,фундазол - 0,2% р-н, оприскування раз в 10-12 днів. 2. Оприскування рослин 1% розчином колоїдної сірки з 1% мила в сонячну погоду при температурі 20 градусів, раз в 10-12 днів.
- **Несправжня борошниста роса** -пероноспороз - збудник *Peronosporaceae* На відміну від борошнистої роси, яка виникає на вже уражених частинах рослин (тому її легко стерти) несправжня борошниста роса проникає в рослину з нижньої сторони листка всередину клітин, де розростається в грибницю і приводить до загибелі листка. Зовнішня ознака хвороби - поява коричневих полосок на уражених листках, особливо у примули, кальцеоларії та цинерарії. Хімічні засоби боротьби - дітан М-45, манеб, пенносеб 80 ВС, фітокс-супер, полі- рам-комбі
- **Сіра гниль** (плісінь) - збудник *Botrytis cinerea* Сильно ураджує бегонії групи Rex, у відкритому ґрунті полуниці. На уражених листках при низькій вологості повітря з'являються бурі сухуваті плями. При підвищеній вологості з'являється сірий наліт. Міри боротьби - видалення листків та ягід з спалюванням їх, викидати в компостні купи не можна! Хімічні засоби боротьби - каптан, беноміл, топсин М, фундазол, бенлат - 0,1-0,2% розчини. Мідно-мільний розчин (0,2% мідного купоросу з 2: зеленого мила). Обробки поводять раз в 10-12 днів.
- **Вертицилльоз** (вілт) - збудник *Verticillium dahliae* Уражені рослини завядають і засихають. На поперечних зрізах стебел помітно побуріння провідних судин. Міри боротьби: на перших порах стебла відламують і спалюють. Хімічні засоби: бенлат,фундазол,топсин М - 0,2% р-н.
- **Чорний сажистий гриб** З'являється у вигляді чорного нальоту на виділеннях тлі та інших комах, тому їх треба знищити . Міри боротьби: змив з листків чорного нальоту 2% розчином зеленого мила і далі обробити мідно-мільним розчином.

ХВОРОБИ ЛИСТКІВ

- **Антракноз** На листках з'являється бурі плями і далі листки відмирають. Міри боротьби: фундазол -0,2% та топсин М - 0,1% **Масляниста п'ятнистість**. На верхній поверхні листків з'являються поступово темніючі маслянисті плями. З нижньої сторони плями погано проглядаються і лист здається світлим. З часом хворі листки жовтіють, черешки та стебла чорніють. Рослина зав'ядають і гинуть. Може бути викликана і нематодами і в цьому випадку хвороба протікає швидше. Причиною хвороби можуть бути і віруси, частіше всього весною і літом - в цьому випадку з'являється крапчастість і штрихова мозаїка листків. Міри боротьби: знищення рослин разом з ґрунтом, пропалювання горщиків після цього та замочування їх у формаліні. Хімічні засоби: полив під корінь та оприскування 0,1% фундазолом або топсином М.
- **Іржа листків** - гриби Uredinales Іржа вражає листки, її досить легко знайти по появі на нижній стороні листків іржаво-жовтих подушечок, які містять масу спор. Хвороба часто ураджує пеларгонії,
- фуксії, хризантеми та цинерарії, у відкритому ґрунті груші та яблуні. Міри боротьби: Уражені листки треба зразу обірвати, або при сильному розвитку хвороби знищити цілу рослину. Хімічні засоби боротьби - баймат, дітан-ультра, сапроль, полірам-комбі, полікарбацін, дитан М-45, розеншпрітцміттель.
- **Гниль стебел, Судинний бактеріоз** Викликається ґрунтовими грибами. Уражені корені не здатні поглинати воду і мінеральні речовини, що приводить до загибелі рослин. Хвороба розвивається швидше при холодному та перезволоженому субстраті, а також при надмірній кількості азоту в ґрунті. Полив теплою водою обмежує розвиток даної групи ґрунтових грибів. Уражені стебла потрібно обрізувати при основі, але в повній мірі розраховувати на розвиток повністю здорових рослин не можна, тому краще їх знищити.
- Хім.засоби боротьби -полірам-комбі,ронілан

Борошниста роса. Іржа троянд.
Чорна плямистість. Звичайний або
європейський рак троянд



Фітофтора томатів. Верхівкова гниль. Бура плямистість. Фомоз



Антракноз. Бактеріальна крапчастість. Бактеріальний рак. Борошниста роса



ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

- **Попелиця (тля)** - Aphinide, персикова *Myzodes persicae* - в теплицях, трояндова зелена-*Macrosiphum rosea*
Попелиця - мілка комаха 0,5-0,6 мм довжиною, продовгувато-яйцевидної форми, з м'якими зовнішніми покривами. Забарвлення у різних видів - від жовто-зеленого до чорного. Найчастіше зустрічається жовто-зелена з довгими ногами та вусиками. Живе великими колоніями, частіше на нижній стороні листків. В колонії є безкрилі та крилаті попелиці. Розвиток в кімнатах проходить за 20 діб, в теплицях за 8-12. Мають досить високий коефіцієнт розмноження - самиця народжує коло 100 личинок. В умовах закритого ґрунту основний період розмноження припадає на весняно-літній період. Попелиця шкодить майже всім рослинам, крім пальм. Попелиця виділяє солодкі виділення, на яких поселяється чорний сажистий гриб і, крім того, вона може бути переносчиком вірусних інфекцій.
- **Заходи боротьби:** Біологічний - оприскування рослин настоєм тютюну(250 грам тютюну,40 гр мила на 10 л води). Випускати в теплицю хижку галицю афідимізу- *Aphidoletes aphidimiza* -в співвідношенні хижак: жертва 1:40 та 1:80 влітку, та випускати афідіуса -*Aphidius matricariae*1:50. Кращий результат при одночасному запуску Xi- мічний - актелік, анабазін-сульфат або нікотин-сульфат, актелік, цимбуш,тілт
- **Кліщ павутинний** - *Tetranychus urticae*, *T.turkestanii*, *T.cinnabarinus* Дуже мілкі комахи, побачити можна лише під лупою. Поселяються на нижній стороні листків, де утворюють тонку павутину. Розвиток одного покоління протікає за 12-23 дні, в залежності від температури та вологості. Шкідник ушкоджує практично всі рослини закритого ґрунту і багато рослин відкритого ґрунту. Дуже страждають від нього пальми,калли, драцени. Викликає знебарвлення і опадання листків. Біол.засоби боротьби - хижий кліщ фітосейулюс (1:100), крім того кліщ не любить високої вологості повітря - потрібно часто оприскувати рослини, за виключенням опушених. Хім.засоби боротьби - омайт, карбофос,тілт
- **Трипс оранжевий** - *Heliethrips haemorrhoidalis* Мілка комаха з подовженим тілом, довжиною 1-1,5 мм. Тримається групами на нижній стороні листків. Тіло у дорослих особин тепличного трипсу чорного і темно-бурого кольору, з двома парами крил з довгими волосками на них. Личинка світло-жовта, коло 1 мм довжиною. Трипс відкладає яйця в тканину листка і через 8-10 днів виходять личинки. Повний розвиток трипса проходить за 25-35 днів. В умовах закритого ґрунту розвиток трипса проходить весь час. Трипс всеїдна комаха, особливо сильно пошкоджує монстеру, пальми, драцену, цитрусові, аспідістру та інші. У ушкоджених при висисанні трипсом рослин на нижній стороні листка з'являються буро-коричневі плями, а верхня частина набуває сріблястого кольору. Біол.засоби боротьби - хижий кліщ *Amblyseius tectenae* Хім. засоби боротьби - актелік, хостаквік,карбофос, керосин (2 гр на відро і 40 гр мила)

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

- **Білокрилка оранжерейна** - *Trialeurodes vaporariorum* В останній час один з основних шкідників в теплицях. Маленький метелик(коло 1 мм) з жовтуватим тілом, двома парами крил, покритих білим борошнистим нальотом. Личинки шкідника блідо-жовті з оранжово-червоними очима, покриті короткими волосками. Дорослі комахи та їх личинки висають сік із листків, рідше з стебел - листки обезбарвлюються і опадають. На цукристих виділеннях білокрилки розселяється чорний сажистий гриб, який викликає порушення фотосинтезу та інших процесів метаболізму. Білокрилка більше всього ушкоджує рослини з м'якими листками. Біологічні засоби боротьби - паразит *Encarsia formosa*(1:40) хижий клоп *Macrolophus nubilis*(1:20) Хім.засоби боротьби аплауд, актелік 50, амбуш, екамет, неудосан.
- **Кокциди (червеці та щитівки)** **М'яка несправжня щитівка** – *Coccus hesperidum* **Бромелієва щитівка** - *Diaspis bromeliae* Сисні комахи.
- На відміну від попелиць, які в основному вражають ліше м'які частини рослин, щитовки висають сік навіть з рослин з одеревянілими пагонами, наприклад з лимону, абутілону і навіть олеандру. Личинки першого покоління (їх називають бродяжками) після прикріплення до рослини втрачають рухомість і покриваються щитком у вигляді бляшки. Щитки різною форми-овальні, круглі, білого, коричневого і бурого кольору. Розвиваються цілий рік. Ушкоджені листки жовтіють і опадають, молоді пагони засихають

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

- **Борошnistий червець** - *Pseudococcus* sp. Сисна комаха, видна простим оком. Частіше всього селиться на нижній стороні вздовж жилок рослин і на стеблах, де утворює з виділень ватоподібні шаровидні гнізда, куди самиця відкладає яйця. Личинки після виходу розповзаються по рослині. Від висисання ними рослини тормозяться в рості і на їх виділеннях солодкого смаку поселяється сажистий гриб. Біол.засоби боротьби - хижий жук *Croptolaemus montrouzieri* Хім.засоби боротьби -амбуш, цимбуш, фозалон
- **Плоский червоний кліщ** Відомий як шкідник кактусів, цитрусових, аукуби і інших рослин. Дуже мілка комаха (0,25-0,4 мм) і тому важко своєчасно помітити. Певною ознакою появи кліща є білі аба жовтуваті плями на рослинах. Шкірка рослин тріскається і мертвіє.



ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

- **Нематоди :**
- **стеблова** -*Ditylenchus dipsaci*
- **листова - папоротєва** -*Aphelenchoides olesistus*
- **хризантемна** - *Aph. Ritzemabosi* к
- **ореневі нематоди:** галлова, пратіленхи
- Листова нематода - уражує бруньки, листки, пагони. На листках з'являються спочатку світло- зелені, потім бурі плями, листки зменшуються в розмірах і деформуються, стебла викривляються вгору, бруньки висихають.
- Стеблова нематода - уражує стебла, частіше при основі і частково корені. Галлові нематоди - уражують корені, рідше основу стебла.
- Личинки залазять в тканину коренів і викликають розростання у вигляді наростів (галлів).
- Пратіленхи - проникаючі короткотілі нематоди. На початкових стадіях викликають на коренях появу невеликих продовгуватих темних плям, далі корені загнивають. Рослина має пригнічений вигляд.
- Засоби боротьби- вирощування рослин в окремих піддонах, пропарювання ґрунту при 100 градусах, обеззаражування ґрунту 1,5% розчином карбатуону або 5 % розчином формаліну, горщики витримують у 10% розчині формаліну 3-5 хвилин, потім тримають в парах формаліну під брезентом 3 години.
- Посадка нагідок, чорнобривців, петунії, квасолі.
- Хім.засоби боротьби- актелік, метафос

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

- **Подури** Мілкі комахи(1-2 мм) білого кольору, які скачуть на по верхні ґрунту. Суттєвої шкоди не приносять, але це перший сигнал про zalивання ґрунту - треба обмежити полив, інакше почнуть закисати корені, жовтіти і опадати листки. Міри боротьби- зменшити полив, посипати ґрунт сухим піском або краще деревною золою.
- **Плоскотілка оранжерейна** - *Brevipalpus obovatus*
- Біол.засоби боротьби - хижий клоп *Macrolophus nubilis* Хім. засоби боротьби - омайт,амбуш, цимбуш
- **Довгоносики** Це жуки довжиною коло 1 см. Частіше зустрічаються у відкритому ґрунті, в теплицях в основному на тих рослинах, які були влітку на повітрі. Активні в основному вночі. Личинки білого кольору, коло 1 см в довжину, об'їдають в основному корені рослин. Хім.захист рослин: хоч в Германії препарат екамет заборонений!!!, але це є ефективний засіб у боротьбі з личинками.

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

 <p>Тля</p>	 <p>Летающая тля</p>	 <p>Бабочка мешочница</p>	 <p>Долгоносик</p>	 <p>Огуречный жук</p>	 <p>Цикламеновый клещик</p>
 <p>Уховертка</p>	 <p>Грибной комарик</p>	 <p>Личинка грибного комарика</p>	 <p>Кружевница</p>	 <p>Червец мучнистый</p>	 <p>Розовый майский жук</p>
 <p>Мокрица</p>	 <p>Паутинный клещ</p>	 <p>Пенница</p>	 <p>Трипса</p>	 <p>Белокрылка</p>	 <p>Личинка жука</p>

Павутинний кліщ Нематоди Трипс і німфа трипса



Оса-листогриз. трояндова попелиця. Чорна попелиця. Білокрилка



Кладка яєць білокрилки. Щитівки.



Борошнистый червец. Проволочник.



Кореневий червець. Мокриці



Павутинний кліщ. Несправжня борошниста роса на огірках.



біогенний стрес

- Хвороби рослин викликаються паразитичними грибами , бактеріями , вірусами , віроїдами , мікоплазмами , нематодами .
- Нематоди і рослини -паразити можуть бути переносниками вірусів.



Розрізняють такі групи патогенів

- 1 . Факультативні (необов'язкові) паразити , які , будучи сапрофітами, живуть на мертвих залишках рослин, але можуть вражати живі ослаблені рослини.
- 2 . Факультативні сапрофіти ведуть в основному паразитичний спосіб життя і рідше - сапрофітний .
- 3 . Облігатні (обов'язкові) паразити вражають тільки живі рослини.

За характером харчування паразитів ділять на

- некротрофів і біотрофів.
- Некротнофи (всі факультативні паразити і деякі факультативні сапрофіти) поселяються на попередньо убитій ними тканині. Клітини рослини-хазяїна гинуть і перетравлюються під дією токсинів і гідролітичних ферментів, що виділяються патогеном.
- Біотрофи (облігатні паразити) певний час співіснують з живими клітинами рослини - хазяїна.



Стійкість рослин до патогенів визначається , як було встановлено Х.Флором в 50 -і роки 20 століття взаємодією комплементарної пари генів рослини - господаря і патогена, відповідно, гена стійкості (R) і гена авірулентності (Avr)

- . Специфічність їх взаємодії передбачає , що продукти експресії цих генів беруть участь у розпізнаванні рослиною патогена з подальшим активуванням сигнальних процесів для включення захисних реакцій.

На даний час відомо 7 сигнальних систем :

- циклоаденілатна ,
- MAP - кіназна (mitogen - activated protein - kinase) , фосфатидокислотна ,
- кальцієва ,
- ліпоксігеназна ,
- НАДФ • Н- оксидазна (супероксидсинтазна) ,
- NO- синтазна .



Адаптація рослин до патогенів

- Стійкість рослин до патогенів заснована на різноманітних механізмах захисту . В цілому ці механізми поділяють на:
 - 1) конституційні, тобто присутні в тканинах рослини-хазяїна до зараження
 - 2) індуковані , тобто виникли у відповідь на контакт з паразитом або його позаклітинними виділеннями.



Конституційні механізми :

- а) особливості структури тканин , що забезпечують механічний бар'єр для проникнення патогена ,
- б) здатність до виділення речовин з антибіотичною активністю (наприклад , фітонцидів) ,
- в) відсутність або нестача речовин , життєво важливих для росту і розвитку паразита.

- - Індуковані механізми :
 - а) посилення дихання ,
 - б) накопичення речовин, що забезпечують стійкість ,
 - в) створення додаткових захисних механічних бар'єрів ,
 - г) розвиток реакція надчутливості .



Стійкість до некротрофів забезпечують наступні

механізми

- 1) детоксикація токсинів паразита (наприклад , вікторина - токсину збудника гельмінтоспориозу вівса в стійких рослинах вівса) ,
- 2) відсутність у стійких рослин рецепторів , що пов'язують токсин (у нестійких рослин зв'язування токсину з рецептором в плазмалемі господаря призводить до загибелі клітини) ,
- 3) інактивація екзоферментів паразита неспецифічними інгібіторами типу фенолів ,
- 4) затримка синтезу екзоферментів паразита усуненням (маскуванням) їх субстратів (наприклад , синтез пектинази і пектінметилестерази , здійснюваний некротрофами лише в присутності субстрату - пектинових речовин , при ураженні не відбувається через посилення суберінізації і лігніфікації клітинних стінок рослини-хазяїна в місці ураження , що маскує пектинові сполуки) ,
- 5) пошкодження клітинних стінок паразита ферментами рослини-хазяїна - хітинази , глюканази .

Взаємодія рослини і паразита відбувається на поверхні рослини , яка служить першою лінією його оборони .

- Спори патогена або сам патоген спочатку повинні утриматися на поверхні органу . Цьому у багатьох рослин перешкоджає відкладення воску на кутикулі епідермальних клітин , що робить поверхню погано змочувану водою, необхідною для проростання спор.
- Патогени (гриби , бактерії , віруси , що передаються механічним шляхом) долають цей бар'єр через породи і поранення .
- Покривні тканини служать не тільки механічною перешкодою , але і токсичним бар'єром , оскільки містять різноманітні антибіотичні речовини.
- Ці захисні властивості притаманні поверхні рослини до контакту з патогеном і посилюються після зараження.



При захворюванні відбувається відкладення гідроксіпролінбагатих глікопротеїнів (екстенсінів) , суберіну і лігніну в клітинні стінки рослин. В результаті підвищується їх механічна міцність, обмежується проникнення і поширення паразита і приплив поживних речовин до паразита , компоненти стінки захищені від атаки ферментами паразита. Лігнін може відкладатися і в клітинній стінці гіф грибів , зупиняючи їх зростання .

Небагато гриби здатні розщеплювати лігнін.



Якщо збудник утворює на поверхні листа апресорій (орган - присоску для подолання клітинної стінки)

- , то безпосередньо під ним клітинна стінка потовщується. Утворюється горбок - папілла , що містить лігнін і кремній . Його своєчасне формування не дозволяє паразитові проникнути в клітину.
- У стійких рослинах бавовнику при ураженні грибами пологів *Verticillium* і *Fusarium* патоген , потрапляючи через коріння в провідну систему , затримується тіллами (випинаннями в судинах , що представляють собою вміст сусідніх паренхімних клітин , покритий пектиновим чохлам) . Затриманий грибок пошкоджується антибіотичними речовинами.



Патоген , подолавши поверхневі бар'єри і потрапивши в провідну систему і клітини рослини , викликає захворювання рослини.

- Характер захворювання залежить від стійкості рослини.
- За ступенем стійкості виділяють чотири категорії рослин :
- чутливі ,
- толерантні ,
- надчутливі
- і вкрай стійкі (імунні) .



У чутливих рослинах вірус транспортується з первинно заражених клітин по рослині , добре розмножується і викликає різноманітні симптоми захворювання. Однак і в чутливих рослинах існують захисні механізми, що обмежують вірусну інфекцію.

- Темно- зелені зони , які утворюються на молодих листках хворих чутливих рослин , характеризуються високим ступенем стійкості до вірусів . Клітини цих зон майже не містять вірусних частинок в порівнянні з сусідніми клітинами світло- зеленої тканини . Низький рівень накопичення вірусів в клітинах темно- зеленої тканини пов'язаний з синтезом антивірусних речовин



У толерантних рослин вірус поширюється по всій рослині , але погано розмножується і не викликає симптомів.

У надчутливих рослинах первинно інфіковані та сусідні клітини некротизуються , локалізуючи вірус в некрозах .

- Вважається , що у вкрай стійких рослинах вірус репродукується тільки в первинно заражених клітинах, що не транспортується по рослині і не викликає симптомів захворювання.
- Однак був показаний транспорт вірусного антигену і субгеномних РНК в цих рослинах , а при витримуванні заражених рослин при зниженій температурі (10 - 15oC) на інфікованих листках формувалися некрози



Найбільш добре вивчені механізми стійкості надчутливих рослин.

Утворення локальних некрозів є типовим симптомом надчутливої реакції рослин у відповідь на ураження патогеном . Вони виникають в результаті загибелі групи клітин в місці впровадження патогена .

- Смерть інфікованих клітин і створення захисного бар'єру навколо некрозів блокують транспорт інфекційного початку по рослині , перешкоджає доступу до патогену поживних речовин , викликають елімінацію патогена , призводять до утворення антипатогенних ферментів , метаболітів і сигнальних речовин , які активують захисні процеси в сусідніх та віддалених клітинах , і в зрештою , сприяють одужанню рослини.
- Загибель клітин відбувається через включення генетичної програми смерті і утворення з'єднань і вільних радикалів , токсичних як для патогена , так і для самої клітини.

Некротизація інфікованих клітин надчутливих рослин, контрольована генами патогена і рослини-хазяїна , є окремим випадком **програмованої клітинної смерті** (**PCD - programmed cell death**).

- PCD необхідна для нормального розвитку організму. Так , вона відбувається , наприклад , при диференціації трахеїдних елементів в ході утворення ксилемних судин і загибелі клітин кореневого чохла. Ці периферичні клітини гинуть навіть тоді , коли корені ростуть у воді , тобто загибель клітин є частиною розвитку рослини , а не викликана дією ґрунту.



Крім включення РСД , некротизація інфікованих клітин надчутливих рослин відбувається в результаті виходу фенолів з центральної вакуолі і гідролітичних ферментів з лізосом внаслідок порушення цілісності клітинних мембран і збільшення їх проникності .

- Зниження цілісності клітинних мембран обумовлено перекисним окисленням ліпідів. Воно може відбуватися за участю ферментів і неферментативним шляхом в результаті дії реактивних форм кисню і вільних органічних радикалів.



Однією з характерних властивостей надчутливих рослин є набута (індукована) стійкість до повторного зараження патогеном. Були запропоновані терміни:

- системна придбана стійкість
(systemic acquired resistance - SAR) і
- локальна придбана стійкість
(localized acquired resistance - LAR)



Про LAR говорять у тих випадках , коли стійкість набувають клітини в зоні, що безпосередньо примикає до локального некрозу (відстань приблизно 2 мм).

У цьому випадку вторинні некрози зовсім не утворюються.

Придбана стійкість вважається системною, якщо вона розвивається в клітинах хворої рослини , віддалених від місця первинного впровадження патогена

- SAR проявляється у зниженні рівня накопичення вірусів в клітинах , зменшенні розмірів вторинних некрозів , що свідчить про пригніблення ближнього транспорту вірусу.
- Не ясно , чи розрізняються між собою LAR і SAR або це один і той же процес, що відбувається в клітинах , розташованих на різній відстані від місця первинного проникнення вірусу в рослину



Придбана стійкість , як правило , неспецифічна.

- Стійкість рослин до вірусів викликала бактеріальною та грибною інфекціями і навпаки.
- Стійкість може індукувати не тільки патогенами , а й різними речовинами . Розвиток SAR пов'язано з поширенням по рослині речовин, що утворюються в первинно заражених листках.
- Було зроблено припущення , що індуктором SAR є саліцилова кислота, яка утворюється при некротизації первинно заражених клітин.



При захворюванні в рослинах накопичуються речовини,
що підвищують їх стійкість до патогенів

- Важливу роль в неспецифічній стійкості рослин грають антибіотичні речовини - **фітонциди** , відкриті Б. Токиним в 20 -х роках 20 століття.
- До них відносяться низькомолекулярні речовини різноманітної будови (аліфатичні сполуки , хінони , глікозиди з фенолами , спиртами), здатні затримувати розвиток або вбивати мікроорганізми. Виділяючись при пораненні цибулі, часнику , летючі фітонциди захищають рослину від патогенів вже над поверхнею органів.
- Нелеткі фітонциди локалізовані в покривних тканинах і беруть участь у створенні захисних властивостей поверхні. Усередині клітин вони можуть накопичуватися в вакуолі.
- При пошкодженнях кількість фітонцидів різко зростає , що запобігає можливому інфікуванню поранених тканин.

До антибіотичним речовин рослин відносять також феноли .

- При пошкодженнях і захворюваннях в клітинах активується поліфенолоксидаза , яка окислює феноли до високотоксичних хінонів . Фенольні сполуки вбивають патогенні і клітини рослини-хазяїна , інактивують екзоферменти патогенів і необхідні для синтезу лігніну.



Серед вірусних інгібіторів виявлені білки , глікопротеїни , полісахариди , РНК , фенольні сполуки.

- Розрізняють **інгібітори зараження** , які впливають безпосередньо на вірусні частки , роблячи їх неінфекційними , або вони блокують рецептори вірусів.
- Наприклад , інгібітори з соку буряка , петрушки і смородини викликали майже повне руйнування частинок вірусу тютюнової мозаїки , а сік алое викликав лінійну агрегацію частинок , що знижувало можливість проникнення частинок в клітини.
- **Інгібітори розмноження** змінюють клітинний метаболізм , підвищуючи тим самим стійкість клітин , або пригнічують вірусну репродукцію .
- У стійкості рослин до вірусів беруть участь рибосом - інактивуючі білки (RIPs)



У надчутливих рослин тютюну , уражених вірусом тютюнової мозаїки , були виявлені білки , спочатку названі b - білками , а зараз їх позначають як білки , пов'язані з патогенезом (**PR- білки**) або білки, асоційовані зі стійкістю

- . Загальноприйнята назва «PR- білки » передбачає , що їх синтез індукується тільки патогенами .
- Однак ці білки утворюються і в здорових рослинах при цвітінні і різних стресових впливах.



У 1999 році на основі амінокислотної послідовності , серологічних властивостей , ензимної та біологічної активності була створена уніфікована для всіх рослин номенклатура PR- білків , що складається з 14 сімейств (PR- 1 - PR -14) .

- Деякі PR- білки мають протеазну , рибонуклеазну, 1,3 - b - глюканазну , хітіназну активності або є інгібіторами протеаз.
- Вищі рослини не мають хітину і ймовірно , що ці білки беруть участь у захисті рослин від грибів.
- Хітинази можуть діяти також як лізоцими , гідролізуючи пептидоглюкани клітинних стінок бактерій.



До складу PR- білків входять також низькомолекулярні (5 кДа) білки - модифікатори клітинних мембран грибів і бактерій : тіоніни , дефенсини і ліпідопереносні білки.

- Тіоніни токсичні в умовах *in vitro* для фітопатогенних грибів і бактерій. Їх токсичність зумовлена руйнівним впливом на мембрани патогенів. Дефенсини володіють сильними антигрибними властивостями , але не діють на бактерії.



У заражених надчутливих рослинах накопичуються низькомолекулярні антибіотичні речовини , що одержали назву фітоалексинів

- . Вони мають антибактеріальну , фунгітоксичну і антинематодну дію .
- Фітоалексини синтезуються в живих клітинах , що межують з локальними некрозами . З гинучих клітин надходить сигнал про необхідність синтезу фітоалексинів , які потім переміщуються в некротизуючі клітини , де знаходиться паразит . Фітоалексини пригнічують ріст патогенів , дезактивують їх екзоферменти .
- Транспортуються вони по апопласту .
- Синтез їх можна викликати і хімічними речовинами. Багато високоспеціалізованих патогенів можуть долати фітоалексиновий бар'єр , розкладаючи фітоалексини або припиняючи їх синтез



Ще одна можливість підтримки стійкості рослин - регуляція рослиною - господарем утворення сполук , життєво важливих для паразита.

- Так, фітофтора не здатна продукувати β -ситостерин, необхідний грибу для утворення спор. Його джерелом для гриба служать клітини рослини.
- У стійких до фітофтори рослин в місці інфікування клітини різко скорочують синтез цієї речовини і паразит не може розмножуватися.
- Нестача β - ситостерину також призводить до пошкодження мембран патогена , що робить його клітини чутливішими до впливу фітоалексинів .
- Разом з тим попередники β - ситостерину використовуються на синтез фітоалексинів сесквітерпеноїдної природи.



Thank you for your attention

Success in the exam!

