

Лекція 3

ТЕМА: Віруси та бактерії як біологічні агенти регулювання чисельності шкідливих організмів в органічному виробництві

План

1. Віруси як біологічні агенти регулювання чисельності шкідливих організмів в органічному виробництві.
2. Бактерії як біологічні агенти регулювання чисельності шкідливих організмів в органічному виробництві.

1. Віруси як біологічні агенти регулювання чисельності шкідливих організмів в органічному виробництві

Існують різні шляхи первинного проникнення вірусів в організм господаря. Одним із них є допомога переносника, який може порушити зовнішні покриви господаря. Переносниками найчастіше є: фітогельмінти, кліщі та комахи.

Інший шлях — через слизові оболонки господаря. У комах це епітеліальні клітини середнього відділу кишечника.

При первинному проникненні вірусів в організм вони переважно саме в цьому місці й розмножуються, а в подальшому поширюються по всьому тілу залежно від особливостей тканинного тропізму.

Специфічна спорідненість вірусів з клітинами певних тканин пов'язана, як правило, з наявністю на їх поверхні особливих рецепторів та вмістом в клітинах певних ферментів. Основною ознакою вірулентності віруса є його здатність спричиняти порушення клітин тканин.

Взаємодія віруса з клітиною має наступні етапи:

- прикріплення до клітини,
- проникнення,
- кодування та організація вірусного генома,
- експресія і реплікація вірусного генома,
- збирання,
- дозрівання та вихід вірусів із заражених клітин.

Прикріплення віруса – це зв'язування білка віріона з рецепторами клітини. В подальшому в реплікації вірусів є використання для синтезу вірусних білків структур клітин господаря. Складні взаємовідносини віруса з клітиною завершуються скупченням і дозріванням вірусного потомства.

Основним проявом вірусних хвороб є руйнування клітин, тканин та органів. Пошкодження організму господаря вірусами пов'язане із зміною метаболізму клітини та механічною дією віріонів і вірусних включень.

Віруси пов'язані з усіма групами шкідливих фітофагів і бур'янів, але для біометоду інтерес становлять лише кілька родин, представники яких уражують членистоногих-фітофагів – це родини бакуловіруси (*Baculoviridae*), віруси віспи (*Poxviridae*), реовіруси (*Reoviridae*), іридовіруси (*Iridoviridae*), парвовіруси (*Parvoviridae*), пікорнавіруси (*Picornaviridae*) та інші.

Поширення вірусів серед фітофагів та бур'янів.

Віруси проти фітопатогенних вірусів. У даний час не відомі ультрамікроскопічні організми, що паразитують на вірусах. Але представники підцарства *Vira* мають розміри, мінімально можливі для збереження необхідної для існування виду генетичної інформації. У захисті рослин від патогенних вірусів використовують прийоми імунізації їх ослабленими формами вірусів. У захисті рослин від патогенної дії вірусів застосовується вакцинація. Практичні прийоми вакцинації розроблено для захисту від вірусної мозаїки рослин.

Віруси проти фітопатогенних бактерій. Віруси виявлено в організмах багатьох бактерій. Вони позначаються за видовою назвою бактеріальних господарів. У даний час ефективного захисту від бактеріозів рослин за допомогою вірусів досягнути не вдається.

Віруси проти бур'янів-водоростей. З культури зеленої водорості *Chlorella pirenoidosa* виділено вірус із назвою хлорелофаг. Вірус має високу специфічність, уражуючи лише представників роду *Chlorella*.

Вірусоподібні включення виявлено в зелених улот-риксівих водоростях, едогонієвих, мезотенієвих та деяких інших.

Виділено також віруси із синьо-зелених водоростей, які називаються ціанофагами. Вони мають високу активність і використовуються для захисту від масового цвітіння водойм.

Віруси проти фітопатогенних грибів. Віруси, пов'язані з фітопатогенними грибами насьогодні відомі серед усіх класів грибів. У біометоді важливе значення мають віруси, які виявлено у багатьох фітопатогенних грибах: *Ustilago maydis*, *Periconia circinata*, *Helminthosporium maydis*, *Sclerotium cepivorum*, *Ophiobolus graminis*, *Pericularia oryzae*.

Це переважно помірні форми інфекційних вірусів, які суттєво не впливають на фітопатогенів. У зв'язку з цим такі міковіруси не використовують у біологічному захисті від грибних хвороб рослин.

Віруси проти бур'янів. Віруси, що уражують рослини, згруповано МКТВ у 20 груп за морфологічними ознаками і видом господаря. Добре вивчені віруси і вірусні хвороби корисних рослин. Вірусну патологію бур'янів вивчено мало, крім тих, у яких господарями віруса є два види рослин – культурна і бур'ян. Наприклад, вірус, що викликає мозаїку пшениці, може заражати тонконогові бур'яни. Вузько-спеціалізовані форми рослинних вірусів зустрічаються рідко і на бур'янах зовсім не вивчені.

Віруси проти кліщів-фітофагів. Серед видів вірусів, пов'язаних з кліщами, для застосування в біологічному методі захисту рослин інтерес мають ті, які викликають хвороби у кліщів і не мають додаткових господарів серед корисних організмів. Такі віруси уражують кліщика червоного цитрусового — *Ranonicus citri* і кліщика червоного європейського — *P. ulmi*. Вірус кліщика червоного цитрусового овальної форми діаметром 35 нм, містить ДНК. Вірус має високу вірулентність і спричинює гострі епізоотії в популяціях кліща, що призводять до загибелі 90% шкідників.

Хворі кліщі втрачають рухомість внаслідок паралічу кінцівок. Захворювання супроводжується діареєю і кліщі, що гинуть, прикріплюються екскрементами до субстрату.

У кліщика червоного європейського відомо два віруси (сферичний та паличкоподібний).

Віруси проти шкідливих комах-фітофагів. Для біологічного регулювання шкідливих видів безхребетних необхідно використовувати ті форми вірусів, які не мають відношення до інфекційної патології сільськогосподарських рослин, теплокровних тварин і людини. Такі віруси належать до п'яти родин, які розглянуто при характеристиці основних груп вірусів.

Віруси проти шкідливих видів хребетних тварин. Відомий вірус фіброми ховрахів, активний у відношенні до різних видів гризунів. Летальні захворювання у гризунів спричиняє також вірус несправжнього сказу із роду *Herpesvirus* (родина *Parvo-viridae*), віруси лейкемії мишей, окремі форми якого інфікують пацюків та хом'яків.

Відомий штам віруса віспи активний до пацюків. В умовах епізоотій загибель пацюків становить до 50%. У хворих тварин відмічається пневмонія, кон'юнктивіт, метеоризм кишечника, віспини на шкірі черева, лапок, губів, вух, інколи з відпаданням кінчика хвоста.

Досвід використання віруса міксоматозу в боротьбі з дикими кролями поки що є єдиним прикладом вірусологічної боротьби з теплокровними тваринами, через відсутність патогенів, які б підходили для інших шкідливих об'єктів.

2. Бактерії як біологічні агенти регулювання чисельності шкідливих організмів в органічному виробництві.

Бактерії проти фітопатогенних організмів.

Існують такі форми пригнічення бактеріями патогенів:

- внутрішньоклітинний паразитизм і хижацтво;
- пригнічення за допомогою антибіотичних речовин (антибіотиками і бактеріо-зинами) міжклітинних стінок фітопатогенів ферментами.

Види роду *Cyclobacter* і *Teratobacter* за допомогою хижої сітчастої стадії ловлять жертв шляхом затягування. Інші види бактерій ведуть себе, як внутрішньоклітинні паразити фітопатогенів. Зокрема, бактерія *Erkinia uredovora* є внутрішньоклітинним паразитом грибів, яка здатна вести сапрофітний спосіб життя і активно розмножується в живих тканинах збудника стеблової іржі зернових культур — *Puccinia oraminis f. sp. fritici*.

Бактерії *Xanthomonas uredovorum* і *Bacillus pumillus* ведуть гіперпаразитний спосіб життя на збудниках іржі рослин.

Для використання у біометоді важливе значення має антагонізм, який супроводжується утворенням антибіотиків, бактеріоцинів і літичних екзоферментів.

Антибіотики можуть поглинатися рослинами і підвищувати їх імунітет до інфекційних хвороб.

Основними вимогами для антибіотиків, які застосовуються у захисті рослин від хвороб є:

- активність проти збудників хвороб і здатність накопичувати токсини, які формуються фітопатогенними мікроорганізмами;
- легко проникати в тканину рослин;
- мати антимікробну дію всередині тканини рослин і бути нешкідливими для самої рослини;
- не повинні швидко інактивуватися.

Бактеріоцини – це група антибіотичних речовин, які здійснюють внутрішньовидовий антагонізм бактерій. Наприклад, збудник бактеріального раку *Agrobacterium tumefaciens*, який уражує близько 140 видів сільськогосподарських і лісових культур, формує бактеріоцини, які називаються агроцинами. Було підібрано антивірусний штам, який продукує агроцин-84 і стійкий проти цього бактеріоцину. Такий штам здатний інфікувати рослини, не викликаючи раку.

Екзоферменти гідролізують біополімери клітинних стінок фітопатогенних мікроорганізмів. Ферменти, які уражують клітинні стінки грампозитивних бактерій виявлені у *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Ps. aeruginosa*, *Staphylococcus sp.*, а також у мікробактерій *Mycobacterium xanthus*, деяких видів родів *Sorangium* і *Mycobacter*.

Окремі бактерії формують літичні ферменти, які розчиняють міцелій грибів. Серед них це: *Bacillus subtilis*, *Bac. macerans*, *Bac. circulans* і представники роду *Pseudomonas*, зокрема *Ps. aeruginosa*, *Ps. aurantica* і *Ps. aureofaciens*, а також *Bac. megaterium*, *Micrococcus citrinus*, *Ps. putida*, *Agrobacter chroococcum*, що діють на фітопатогенні гриби *Verticillium dahliae*, *Fusarium vasinfectum*, *Alternaria spp.*

Ентомопатогенні бактерії і бактеріальні хвороби мишоподібних гризунів та комах.

Ентомопатогенні бактерії можуть утворювати спори, які є високостійкими до впливу факторів зовнішнього середовища. Спороутворення відбувається при нестачі поживних речовин, а також при утворенні в середовищі великої кількості продуктів обміну бактерій. Спори не є органами розмноження бактерій, вони витримують несприятливі умови (висушування, високі температури), які спричиняють загибель вегетативних клітин. Після дозрівання спори вегетативна клітина бактерії руйнується і спора виходить у навколишнє середовище та проростає.

Ентомопатогенні бактерії характеризуються високими темпами розмноження (безстатеве шляхом поділу), повний цикл якого за сприятливих умов становить 20-30 хв.

В організм комах бактерії проникають з кормом, через механічні пошкодження кутикули, заносяться яйцекладом паразита, нематодами та ін.

На розвиток ентомопатогенних бактерій впливають умови зовнішнього середовища, особливо температура, сприятливою вона є в межах $+18\pm 30^{\circ}\text{C}$. Температури нижче $+18^{\circ}\text{C}$ уповільнюють розвиток бактеріозів, а при $+30^{\circ}\text{C}$ і вище спостерігається термічна дезинфекція комах і вона видужує.

Ентомопатогенні бактерії належать до еубактерій (Eubacteria), мають щільну клітинну стінку і не утворюють плодових тіл. Ентомопатогенні

бактерії та збудники черевного тифу гризунів належать до родин Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae та Bacillaceae.

Родина псевдомонади (Pseudomonadaceae). До роду Pseudomonas належать види P. aeruginosa Migula T.S., P. carnea та ін. Усі вони є факультативними збудниками хвороб, що потрапляють в організм комах з ентомопатогенними нематодами роду Neoplectana або проникають у порожнину тіла через стінки кишечника після його інтоксикації.

Родина кишечні бактерії (Enterobacteriaceae). До них належать дрібні грамнегативні палички, спор не утворюють. Кислотонестійкі, аероби та факультативні анаероби. У біологічному захисті рослин має значення р. Salmonella, до якого належать облігатні патогени, що викликають черевний тиф у мишоподібних гризунів - Salmonella enteritidis Yaerth і S. typhimurium Loeffler.

Родина бацили або спороутворюючі бактерії (Bacillaceae). Паличкоподібні, джгутики розташовані латерально або перитрихіально, утворюють ендоспори, які зберігають життєздатність протягом багатьох років. Ентомопатогенні види належать до родів Bacillus та Clostridium.

Рід Bacillus об'єднує рухливі грампозитивні аеробні бактерії, які мають паличкоподібну або зігнуту форму. В окремих представників роду, крім ендоспор, у клітині формується білковий параспоральний кристал, який містить токсин, що спричинює параліч кишечника у гусениць лускокрилих.

При ураженні токсин вбиває сприйнятливих до нього комах або ослаблює їх, і тоді бактерії легко проникають з кишечника у порожнину тіла.

Рід Clostridium об'єднує анаеробних спороутворюючих бактерій. Бактерії Clostridium brevifaciens Bucher та C. malacosomae Bucher розмножуються у кишечнику комах і не проникають у порожнину тіла. Вони не утворюють токсинів.

Черевний тиф мишовидних гризунів. Збудник – бактерія Salmonella enteritidis Yaertner, має вигляд коротких і широких паличок із заокругленими кінцями. Бактерія патогенна для щурів, мишей, ховрахів.

Хвороби, викликані бактеріями групи Bacillus thuringiensis Berliner. До них належать бактерії, які під час споруляції утворюють ендоспори та білкові кристали. Типовий вид – Bacillus thuringiensis Berl.

У кишечнику живителя спори проростають і утворюють вегетативні бактеріальні клітини, які проникають у порожнину тіла, розмножуються та руйнують тканини. Ця стадія зараження зветься септицемією, або гнилокрів'ям. Уражені особини заповнюються бурюю рідиною з різким запахом.

Вірулентність бактерій групи B. thuringiensis Berliner визначається токсинами, які містяться у бактеріальній клітині. Вони виробляють ендотоксини та екзотоксини трьох типів.

Альфа-екзотоксин сприяє проникненню бактерій у порожнину тіла живителя.

Бета-екзотоксин в дуже малих дозах викликає загибель личинок комах з рядів лускокрилих, двокрилих, жуків і прямокрилих. Токсин може порушувати гормональні процеси, які регулюють метаморфоз та линяння.

Гамма-екзотоксин є ферментом, який належить до фосфоліпаз.

Заражені комахи перестають живитися внаслідок паралічу кишечника, що настає за декілька хвилин після надходження в організм ендотоксину.

Відомо чотири типи реакції комах на ендотоксин після проникнення його в кишечник:

1) швидкий параліч та руйнування епітелію середньої кишки, проникнення кишкового соку в гемолімфу, внаслідок чого підвищується рН гемолімфи та настає загибель комах;

2) одразу ж після проникнення ендотоксину настає параліч кишечника, але не порушується його цілісність, рН гемолімфи не змінюється і загальний параліч не проявляється. Гусениці після отруєння перестають живитися і гинуть від септицемії. Такий тип реакції характерний для більшості лускокрилих;

3) комахи реагують на спори та ендотоксин (малинова вогнівка та непарний шовкопряд);

4) комахи майже несприйнятливі до ендотоксину (як гусениці багатьох совок).

Найбільш сприйнятливі до ендотоксину гусениці молей, біланів, листовійок, коконопрядів, п'ядунів. Стійкі більшість совок, пильщиків, прямокрилих, твердокрилих і паразитичних перетинчастокрилих.

Бактеріоз личинок японського жука - збудник *Bacillus popilliae* Dutcy. Бактерія є облигатним паразитом, що утворює ендотоксин і відома як збудник молочної хвороби личинок японського жука. Перебіг хвороби повільний. Личинки стають в'ялими, набувають молочно-білого кольору внаслідок просвічування крізь покриви тіла каламутно-білої гемолімфи, яка містить багато спорангіїв.

Бактеріоз кільчастого шовкопряда - збудник *Clostridium malacosomae* Bucher. Це спороутворююча паличкоподібна бактерія, яка розвивається лише в анаеробних умовах, утворює токсин. Розмножується тільки в кишечнику, викликаючи його параліч. Після загибелі гусениці тіло її висихає і муміфікується.

Контрольні запитання

Яке значення мають віруси та бактерії у біологічному захисті рослин за органічного виробництва?

Які групи вірусів використовують для регулювання чисельності шкідливих фітофагів?

У чому полягає механізм дії ентомопатогенних вірусів на комах-фітофагів?

Які переваги та обмеження має застосування вірусних біопрепаратів в органічних агрофітоценозах?

Які види ентомопатогенних бактерій використовують у біологічному захисті рослин?

У чому полягає механізм дії *Bacillus thuringiensis* на шкідливих комах?

Які чинники впливають на ефективність вірусних і бактеріальних біопрепаратів в умовах органічного виробництва?

Рекомендована література

Основна література

1. Ключевич М. М., Данилко Р. С. Тропанові та піролізидинові алкалоїди у лікарській рослинній сировині. Таврійський науковий вісник. 2024. № 136, том 1. С. 172-177.
2. Вигера С., Ключевич М., Ковальчук Р. Методологія освітніх програм школи філософії їжі та природокористування: навч.-метод. посібник / за наук. редакцією С. Вигери. Київ: ЦП «Компринт», 2024. 137 с.
3. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур : навч. посібн. / С. В. Станкевич, І. В. Забродіна. – Х.: Вид. Іванченка І. С., 2021. 521 с.
4. Ключевич М. М., Вигера С. М., Ковальчук Р. Л. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку органічного виробництва фітопродукції в Україні. Moderní aspekty vědy: XLIX. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 147– 156. DOI – <https://doi.org/10.52058/49-2024>
5. Засоби захисту рослин від шкідливих організмів : навч. Посібник / С. В. Станкевич, В. М. Положенець, В. М. Кабанець та ін. – Житомир: Рута, 2023. 428 с.
6. Вигера С. М., Ключевич М. М., Мажарівська І. А. Інноваційна методологія покращення харчових фіторесурсів і продовольчої безпеки для мудрої їди. Moderní aspekty vědy: LI. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 143–152. DOI – <https://doi.org/10.52058/51-2024>
7. Інтегрований захист ріпака від хвороб, шкідників і бур'янів : навч. посібн. – Житомир : Видавництво «Рута», 2024. 388 с.
8. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л. В. Немерицька та ін. – Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 216 с.
9. Технічні засоби застосування пестицидів: навч. пос. Житомир: ПП Рута, 2023. 188 с.
10. Теорія і технологія прогнозування і прийняття рішень у захисті і карантині рослин: навч. посіб. / С. В. Станкевич, І. в. Забродіна, М. О. Білик та ін. – Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2021. 269 с.
11. Карантинні організми (з основами підкарантинних матеріалів): навч. посіб. / С. В. Станкевич, І. П. Леженіна, І. В. Забродіна, Л. В. Жукова; Харків. НАУ ім. В. В. Докучаєва. – Харків: ФОП Бровін О. В.. 2021. 460 с.
12. Вигера С., Ключевич М., Столяр С. Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.
13. Дідора В. Г., Ключевич М. М. Технічні культури : підручник. Вид. 2-е, доповнене. Житомир : Поліський нац. університет, 2024. 462 с.

14. 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.*

15. Каленська С.М., Дмитришак М.Я., Мокрієнко В.А. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології: підручник. Київ: Прінтеко, 2023. Ч. 1. 610 с.

16. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.

17. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України / К. А. Алексеева, В. П. Биховченко, Т. О. Власенко та ін.: монографія. Київ: НУБіП України, 2020. 307 с.

Допоміжна література

Вигера С.М. Природні і культурні фітоценози та принципи контролю їх біорізноманіття. Монографія. Київ: НУБіП України, 2013. 300 с.

Вигера С. М. Природоохоронний контроль культурних фітоценозів: монографія. Київ: НУБіП України, 2014. 380 с.

Клименко С. В. Нові види плодових рослин в інтродукційних дослідженнях Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Досягнення та концептуальні напрями вирощування малопоширених плодово-ягідних культур та переробки їх сировини: зб. матер. першої всеук. наук.-практ. конф. Київ: Інститут садівництва НААН, вид-во «Центр учбової літератури». 2019. С. 9-12.

Андрієнко М.В., Роман І.С. Малопоширені ягідні і плодові культури. К.: Урожай, 1991. 167 с. 17. Меженський В.М., Меженська Л.О., Якубенко Б.Є. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. К.: ЦП «Компринт», 2014. 119 с.

Меженський В.М. Нові сорти нішевих плодових культур української селекції. Досягнення та концептуальні напрями вирощування малопоширених плодово-ягідних культур та переробки їх сировини: зб. матер. першої всеук. наук.-практ. конф. Київ: Інститут садівництва НААН, «Центр учбової літератури». 2019. С. 12-15.

Журнали: Пропозиція, Агроном, Зерно, Цукрові буряки, Карантин і захист рослин, Новини захисту рослин, Вісник аграрної науки, Агрокомпас. 25.

Виробництво основних сільськогосподарських культур в Україні.

Сайт державного департаменту статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Виробництво основних сільськогосподарських культур усвіті. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#anco>