

## Лекция 7.1 СУЩНОСТЬ, ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

### ПЛАН:

1. Введение. Сущность и средства биологического метода борьбы.
2. История развития биологического метода в СНГ и за рубежом.
3. Современное состояние и перспективы развития биометода борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

### 1. Введение. Сущность и средства биологического метода борьбы

Вредные организмы по данным международной организации ФАО в среднем приводят к потере до 30% потенциального урожая сельскохозяйственных культур. То есть почти каждый пятый-четвертый гектар обрабатываемой земли не приносит урожая, а третий-четвертый человек в мире, занятый в сельскохозяйственном производстве работает для того, чтобы прокормить эти вредные организмы. Общие ежегодные потери урожая в США оцениваются по всем сельскохозяйственным культурам в 15 млрд. долларов. А в отдельные годы вредители могут уничтожать посевы сельскохозяйственных культур на значительных площадях, если не применять необходимых мер защиты. Перед человечеством стоят две задачи: обеспечение себя продовольствием и сохранение жизнепригодной окружающей среды и они часто входят в противоречия.

Дальнейший рост урожайности и валовых сборов от ряда взаимосвязанных факторов: наличия сортов с высокой потенциальной урожайностью, обеспеченности их удобрениями, техническими средствами по уходу за посевами и т.д.

При этом, чем выше предполагается урожай, тем больше средств надо затратить для его получения, в том числе защиты от вредных организмов. В настоящее время защита растений располагает комплексом методов и средств, прежде всего мощными химическими средствами для подавления численности различных групп вредных организмов.

Создание и применение в широких масштабах синтетических фосфор органических и пиретроидных препаратов сыграло выдающуюся роль в защите растений, дало огромный экономический выигрыш и привело к значительному росту мирового производства продовольствия и сырья для промышленности.

Однако очень скоро начали проявляться и отрицательные стороны и последствия широкого применения химических средств защиты растений:

- накопление их в почве, водоемах;
- возникновение устойчивых к пестицидам популяций вредных организмов;
- появление новых экономически значимых вредителей, прежде существовавших только как вид (нейтральных);

□ губительное действие на энтомофагов, опылителей и другие виды полезной фауны;

□ угроза здоровью человека и сельскохозяйственных животных,

□ нарушение естественных связей в биоценозах и другие явления.

Вместе с тем химический метод, бывший на протяжении пяти десятилетий ведущим, оказался не в состоянии предотвратить массовое размножение вредителей.

По мере того, как проявлялось отрицательное воздействие одностороннего использования синтетических пестицидов на биосферу, все более остро вставала проблема поиска новых путей борьбы с вредителями, болезнями и сорняками в дополнение к традиционным методам. Было очевидно, что поиск этот должен вестись не только с учетом экономических параметров, но и с учетом экологических, санитарно-гигиенических и социальных аспектов защиты растений в целом.

Последние годы знаменуются более взвешиваемым и осмотрительным отношением к химическому методу и все большим интересом к биологическим методам, стремлением переложить часть работы по защите растений на саму природу, в особенности на естественных врагов вредителей.

Развернулись интенсивные исследования по использованию биологических средств защиты растений на основе грибов, вирусов и бактерий, патогенных для вредителей, поиску новых, менее токсичных, безопасных пестицидов, использованию аттрактантов – привлекающих веществ и репеллентов – веществ отпугивающих вредителей, работы по изучению генетических методов борьбы, исследования по устойчивости растений к вредителям, болезням, сорнякам. При этом полностью отказываться от применения пестицидов невозможно – за этим последует катастрофическое снижение урожайности, однако требуется рациональное их применение с учетом вредоносности и численности вредителей.

Главная цель биологической защиты растений — получение высококачественной (экологически безопасной) продукции при сохранении биологического разнообразия биоценозов.

В России в настоящее время разработкой биологических методов занимается сеть научно-исследовательских институтов и их баз. Среди них Всероссийский НИИ биологических методов защиты растений (г. Краснодар), Всероссийский институт защиты растений (ВИЗР), (г. Пушкин Ленинградской области), ВНИИ микробиологии (там же).

Работают биологические лаборатории и биофабрики (в том числе Ставропольская, Ессентукская и др.).

В целях координации работ по биометоду в международном плане в 1971 году была создана Международная организация по биологической борьбе с вредными животными и растениями (МООББ).

Кратко суть биометода можно выразить словами: биологическая борьба или биологическое подавление вредных организмов – это использование человеком живых организмов или продуктов их жизнедеятельности для

уменьшения популяций вредных организмов и создание полезным организмам условий для их деятельности (Устав МООББ).

В качестве биологических средств защиты растений используют следующие группы организмов и продукты их жизнедеятельности:

**ЭНТОМОФАГИ** (разведение и интродукция). Это различные виды полезных насекомых, клещей, насекомоядных, земноводных, рукокрылых, грызунов, птиц, рыб уничтожающих вредных насекомых, клещей, насекомоядных и др. Их используют различными методами: содействия их деятельности в природе, сезонной колонизации, наводнения (путем искусственного размножения в лаборатории) расширения ареала путем интродукции (ввоза) и акклиматизации в районах, где они отсутствовали.

**ИНТРОДУКЦИЯ ФИТОФАГОВ.** Этот метод успешно применялся за рубежом, а у нас только разрабатывается: завезен амброзией листоед, муха фитомиза используется для борьбы с заразой.

**ПАТОГЕННЫЕ ДЛЯ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ ГРИБЫ, БАКТЕРИИ, ВИРУСЫ.** Это наиболее быстро и эффективно развивающееся направление, выделявшееся в раздел микробиологического метода. При этом используется не только сами бактерии, грибы, вирусы, но и токсины, вырабатываемые ими, убивающие вредителей, грызунов. Интересные перспективы открываются в связи с использованием природных грибов и бактерий-антагонистов.

**АНТИБИОТИКИ, ФИТОНЦИДЫ И ДРУГИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА.** Используются в борьбе с возбудителями болезней растений, причем в очень низких концентрациях, безопасны для человека и животных. У нас производят фитобактериомицин для борьбы с бактериозами бобовых, трихомицин против мучнисторосяных грибов, на пасленовых и тыквенных, аренорин, иманин, полимицин, леворин и др. Ввозятся также из-за рубежа. Однако, санэпиднадзор у нас относится к зарубежным антибиотикам с большой осторожностью, не всегда дает разрешение на применение.

**ГОРМОНАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ.** Это перспективный новый подход, основанный на синтезе гормонов насекомых, управляющих линькой, ростом, развитием, образованием хитина, плодовитостью.

**ПОЛОВЫЕ И ПИЩЕВЫЕ АТТРАКТАНТЫ (ФЕРОМОНЫ) И РЕПЕЛЛЕНТЫ (ОТПУГИВАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА).** Синтетические половые аттрактанты – феромоны используются для сигнализации о появлении вредителей, создании самцового вакуума или снижения расхода пестицидов путем обработки мест скопления самцов.

**ПРИМЕНЕНИЕ АНТИФИДАНТОВ.** Это вещества естественной растительной или химической природы игнорирующие питание насекомых.

**ЛУЧЕВАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ НАСЕКОМЫХ.** Пока стерилизация насекомых не распространена широко из-за высокой токсичности хемотриллянтов и опасности облучения для человека и животных.

**ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ, УСТОЙЧИВОСТЬ, АНТИБИОЗ.** Например, создание сортов зерновых с выполненной соломиной устойчивых к пилильщикам и использование гибридов картофеля с дикими его видами.

**ФИТОГОРМОНЫ.** Вещества, подавляющие насекомых, полученные из растений или синтетическим путем.

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ.** Также может быть отнесена к биологическим методам, так как предполагает сочетание химических, агротехнических и биологических способов подавление вредителей и болезней.

Биологическая защита — это в первую очередь не искоренение вредных видов, а регуляция их численности (биологический контроль численности), которая основывается на четырех основных стратегиях:

1) сохранение, активизация и учет деятельности полезных видов в природе различными способами.

2) интродукция в популяцию вредных видов биологического агента из удаленного ареала для его долговременного обоснования и постоянной регуляции численности фитофагов, фитопатогенов и сорняков. Эта стратегия была использована самой первой для успешного подавления австралийского желобчатого червеца жуком родолией, завезенным из Австралии в США (Калифорнию) в XIX в. Поэтому данную стратегию часто называют классической.

3) однократный выпуск (или внесение) биологического агента в агроценоз с целью его дальнейшего размножения и функционирования как регулятора численности вредных организмов в течение продолжительного срока (но не постоянно);

4) многократный (наводняющий) выпуск биологического агента для оперативного сдерживания вредных видов;

Это общие стратегии, присущие в той или иной степени биологической защите и от вредителей, и от болезней, и от сорняков. Особенности стратегий будут рассмотрены в специальных главах. Приведем примеры использования перечисленных стратегий биологической защиты растений в России.

**Интродукция биоагента.** Примером может служить выпуск в Краснодарском крае гербифагов для подавления амброзии полыннолистной — опасного сорного растения. Интродукция биоагентов осуществлена в 1978 г. из Канады. В результате искусственной колонизации на территории Краснодарского края акклиматизировались два вида фитофагов амброзии североамериканского происхождения: совка тарихидия (*Tarachidia candefacta* H.) и полосатый листоед (*Zigogramma suturalis* F.). При этом гораздо шире распространился листоед. Из двух поколений жука в подавлении амброзии активнее первое, когда растение находится в фазе 4...8 листьев. Из 15 обследованных в 1993... 1994 гг. районов жук обнаружен в 11, причем на некоторых участках его плотность достигала 400 имаго на 1 м<sup>2</sup>, что обеспечивало полное уничтожение сорняка.

**Однократный выпуск (использование) биоагента.** Для энтомофагов это соответствует сезонной колонизации, когда выпускают хищника или паразитоида в начале сезона в расчете на то, что этот агент будет регулировать численность фитофагов в течение всего сезона. В случае микроорганизмов примерами служат однократное внесение в популяцию гороховой тли энтомофторового гриба *Conidiobolus obscurus* Rem. et Kell. (Воронина, 1990) или вируса ядерного полиэдроза в популяцию непарного шелкопряда (Орловская, 1984) в расчете на последующее вовлечение в инфекционный процесс все большего количества особей для подавления их численности. Сюда же можно отнести обработку семян перед посевом препаратами на основе бактерий — антагонистов фитопатогенных грибов для дальнейшего подавления болезней в период вегетации.

**Множественное использование биоагента.** Эту стратегию наиболее часто используют в России. К ней относятся наводняющие выпуски энтомо- и акарифагов. Самый изученный и широко распространенный прием — выпуск трихограммы (яйцееда ряда чешуекрылых вредителей) для защиты зерновых, кормовых и плодовых культур. Учеными ВИЗР разработана технология массового разведения трихограммы для внесения в агроценозы. В бывшем СССР была создана сеть биолaborаторий и биофабрик по ее производству, что позволило охватить применением этого энтомофага большие площади разнообразных биоценозов.

Еще более широкое распространение получило использование биопрепаратов. Оперативное сдерживание вредителей и болезней осуществляется не менее чем двукратным применением биопрепаратов на основе энтомопатогенов, антагонистов или их метаболитов. Наиболее известны отечественные биопрепараты против насекомых на основе *Vt* (лепидоцид, битоксибациллин, бактокулицид), а также против болезней растений на основе *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, (бактофит) и *Pseudomonas fluorescens* Mig. (планриз).

#### ***Сохранение, активизация и учет деятельности полезных видов.***

Эта стратегия означает, что природные биологические агенты следует защищать и повышать их эффективность для естественной регуляции численности вредоносных видов в природе. Она отличается от предыдущих стратегий, где биологический агент специально выпускается в природу. Поэтому данную стратегию следует отнести к пассивной биологической защите в отличие от активной (выпусков биоагентов в популяции вредных видов). В понятие пассивной биологической защиты входит учет деятельности полезных видов, регулирующих численность фитофагов, возбудителей болезней растений и сорняков, что выражается в критериях эффективности полезных видов — энтомофагов, гербифагов или микроорганизмов. Критерий (уровень) эффективности естественных регуляторов численности вредных видов выражается в таком соотношении численности хищник — жертва (антагонист — фитопатоген) или степени паразитирования (проценте зараженности), при которых исчезает необходимость в каких-либо обработках защищаемого растения. Например, по многолетним данным сотрудников ВИЗР (Воронин и

др., 2000), в Краснодарском крае комплекс хищников сдерживал размножение тли на озимом ячмене при соотношении 1 : 20.

Существуют различные приемы, способствующие повышению активности энтомофагов в природе. Это использование устойчивых сортов, агротехнических приемов, ограничение химических обработок, посев нектароносов (Тряпицын и др., 1982). Так, отмечено повышение активности у паразитов капустной совки, белянки и моли при расположении полей капусты около семенников зонтичных, лилейных (лука) и т. д. На повышение активности энтомофагов гессенской мухи положительное влияние оказывает посев люцерны. Для накопления энтомофагов в природных комплексах создают специальные микрозаповедники — резерваторы биоагентов.

Способ обработки почвы оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на численность энтомофагов вредителей, обитающих в почве или связанных с ней во время зимовки. Обработка почвы может нарушить условия зимовки некоторых энтомофагов. В то же время рыхление почвы активизирует деятельность хищных жужелиц и некоторых других энтомофагов. Замечено, что численность жужелиц значительно увеличивается в севооборотах с орошением.

Отказ от обработок химическими пестицидами приводит к нарастанию численности как природных энтомофагов, так и энтомопатогенных микроорганизмов. При определенном сочетании экологических факторов наблюдаются вспышки массовых заболеваний насекомых-фитофагов — эпизоотии.

Что касается использования этой стратегии в биологической защите от болезней, то сюда относится подавление численности фитопатогенов супрессивными почвами. Чтобы повысить супрессивность почв, следует вносить в них органические вещества, способствующие увеличению микробиологической активности антагонистов ряда возбудителей болезней растений, в первую очередь корневых гнилей. Наиболее распространено внесение сидератов.

## 2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОМЕТОДА В СНГ И ЗА РУБЕЖОМ

История развития биометода в защите растений уходит своими корнями в далекое прошлое. С незапамятных времен люди наблюдали, как лисы уничтожали грызунов, птицы и летучие мыши, земноводные и рептилии, разнообразных насекомых, как муравьи носили в муравейники гусениц и взрослых насекомых, как размножившиеся гусеницы вдруг начинали гибнуть от эпизоотий каких-то болезней.

В 18-19 веках начинают формироваться идеи и делаются попытки хозяйственного использования полезных насекомых и возбудителей болезней. Неоценимый вклад в развитие биометода внесли исследования взаимоотношений между различными видами насекомых, проведенные русскими энтомологами Н.В. Курдюмовым, И.В. Васильевым, И.Я. Шевыревым и другими в начале текущего столетия.

Впервые идея использования патогенных микроорганизмов в борьбе с вредными насекомыми была предложена великим русским ученым И.И. Мечниковым. В 1879 году он открыл возбудителя «зеленой мюскардины» личинок хлебного жука кузьки – им оказался гриб метарризиум. Им же была впервые разработана методика искусственного разведения гриба и даже создан небольшой завод по выращиванию метарризиума.

Дальнейшее развитие биометода в России связано с именами М.И. Красильщика, А.Ф. Радецкого, С.А. Мокоржецкого, И.А. Порчинского и других. Именно в это время в России были выявлены яйцееды вредной черепашки (И.В. Васильев), яблонной плодовой гнили (Я.Ф. Шрейнер и И.В. Васильев).

В Европе в 1602 году описан паразит гусениц кап. Белянки Апанталес гломератус, в 1634 году Томас Муффе издал книгу «Театр насекомых», а в 1701 году Антон Левенгук описал и зарисовал паразита ивового пилильщика.

Реомюр в своих «Мемуарах к истории насекомых» в 1734 году описал паразитов насекомых – нематод, грибы и предложил вносить яйца мух, поедающих тлей, в оранжерею (журчалок).

Французский ученый Де Геер (1766 году) отмечал, что «мы никогда не сможем бороться с насекомыми без помощи самих насекомых». К. Линней предложил использовать хищную жужелицу *Calosoma sycophanta*.

Если в России и в Европе биометод развивался в основном с использованием местных энтомофагов и патогенов, то в Америке он начал свое развитие с интродукции хищного жука родолии – против австралийского желобчатого червеца в 1888 году. Этот ярко-красный хищник из сем. Кокцинеллид уничтожает на родине – в Австралии яйца и личинок ицирии. Акклиматизация произошла успешно.

Другие страны также провели акклиматизацию рода. В общей сложности в США завезено более 500 видов энтомофагов из 40 стран мира. Из них акклиматизировались 95 видов и эффективны 59 видов, в борьбе с 56-ю видами вредителей. Большинство этих энтомофагов применяется для защиты цитрусовых и других субтропических культур.

### 3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БИОМЕТОДА

В настоящее время биологические приемы защиты растений находят все более широкое применение, расширяется арсенал средств биометода.

В странах СНГ в более чем 500 республиканских и районных (краевых, областных) биолабораториях было налажено производство трихограммы, энкарзии (паразита белокрылки), хищной галлицы афидимизы, клеща фитосейулюса, а также биопрепаратов – боверина, БИП, битоксибациллин, дробацилина, бактороденцида и другие.

В СССР впервые в мировой практике были созданы крупные биофабрики по производству трихограммы, разработаны автоматизированные линии по разведению златоглазок, получению трихограммы в желатиновых капсулах с ИПС вместо яиц хозяина.

В страну было завезено более 25 видов энтомофагов и микроорганизмов для борьбы с вредителями.

В последние годы получили широкое развитие принципиально новые направления в защите растений: использование в борьбе с вредными насекомыми гормонов и их синтетических аналогов, половых аттрактантов, методов стерилизации насекомых, которые оцениваются как весьма перспективные и безопасные для человека, полезных животных и биосферы в целом.

Вещества, выделяемые железами внутренней секреции и регулирующие жизненные процессы живых организмов, называют гормонами. Этот термин впервые ввел английский физиолог Э. Старлинг в 1905г. Так, недостаток ювенального гормона развития насекомых вызывает появление особей с недоразвитыми крыльями, половой системой и другими изменениями, а его избыток замедляет развитие насекомых, вызывая появление добавочных возрастов личинок, задерживая окукливание.

Химическая стерилизация насекомых, например, выпуск стерильных самцов приводит также к отсутствию потомства вредителя. Этот метод предложил советский ученый А.С.Серебровский и успешно применял против комнатных мух, амбарного долгоносика и других. В дальнейшем метод успешно применен против мясной мухи на островах Тихого океана американскими энтомологами и против средиземноморской плодовой мухи в Греции. Метод успешнее применим на островных территориях из-за непоступления на территорию новых фертильных особей вредителей.

Использование синтетических (половых аттрактантов, феромонов) уже находит широкое применение для борьбы и сигнализации появления вредителей, например листоверток.

Идентифицированы и феромоны более чем 670 видов других вредителей. В США, Германии, Японии, Англии и других странах производством феромонных ловушек занято более 10 фирм, выпускающие ловушки для 30 и более видов вредителей сельского и лесного хозяйства.

Но каким бы эффективным ни был тот или иной метод борьбы с вредителями болезнями или сорняками, он не может решить проблему полностью. Поэтому будущее защиты растений за интеграцией, объединением всех методов в единую систему интегрированной защиты растений.

Идея интегрированной системы защиты растений зародилась еще в 30-е годы, когда видные ученые Н.В. Курдюмов, В.Н. Щеголев, Г.Я. Бей-Биенко, А.В. Знаменский и другие сформулировали ее основные принципы. В современном понимании интегрированная защита растений – это борьба с вредными организмами, учитывающая пороги их вредности и использующая в первую очередь природные ограничивающие факторы наряду с применением всех других методов, удовлетворяющих экономическим, экологическим и токсикологическим требованиям.

Интегрированная защита растений предусматривает выбор таких средств подавления вредных видов, которые не только сохраняли, но и активизировали бы деятельность полезных организмов.

Это идеальная комбинация биологических, агротехнических, химических, физических и других методов защиты растений против комплекса вредителей и болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре.

Активизация научных исследований по разработке принципов интегрированных систем защиты растений и конкурентных их схем в ряде стран мира позволила достичь определенных результатов на хлопчатнике, плодовых, сахарной свекле, сое, табаке, овощных и других культурах.

Основными элементами интегрированных систем защиты растений являются:

- достоверный централизованный и районный прогноз распространения, развития и численности вредных организмов;
- учеты численности вредителей и развития болезней на посевах в хозяйстве с опорой на экономические пороги вредности объектов;
- переход от сплошных химических обработок к выборочным, правильный выбор сроков и норм их применения;
- широкое применение биологических средств защиты растений от вредителей и болезней.
- правильная система агротехники и семеноводства, применение устойчивых сортов.