

Лекция 5. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВРАГИ НАСЕКОМЫХ

Согласно определению словаря по биологической защите растений (1986) энтомофаг (*entomophagous, entomophage*) – употребляющий в пищу насекомых (паразиты, хищники).

Хищничество – форма отношений, при которой один организм (хищник) питается другим (жертвой), приводя последнего к гибели в течение короткого времени. Обычно (но не всегда) хищник крупнее жертвы. Примером таких взаимоотношений являются пищевые взаимоотношения пауков и мух или же некоторых видов жужелиц (имаго) и личинки шелкоу (проволочника).

Паразитизм – форма отношений, при которой один организм (паразит) живет и питается за счет другого (хозяина) длительное время, постепенно приводя его к гибели либо сильно истощая. Одним из примеров таких взаимоотношений между насекомыми является личинка трихограммы, поедающая яйца чешуекрылых.

Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, сезонная колонизация, интродукция и акклиматизация, охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов.

Внутриареальное расселение. Сущность данного способа состоит в массовом переселении эффективных, обычно относительно специализированных паразитов и хищников (олигофагов) из старых очагов размножения вредителей во вновь возникающие очаги в пределах зоны, где эти естественные враги отсутствуют или еще не накопились. Способ внутриареального расселения был в ряде случаев успешно применен против лесных вредителей. Примером эффективного применения энтомофагов таким способом в Беларуси является переселение в очаги соснового шелкопряда яйцеда теленомуса (*Telenomus verticillatus* Kieff), паразита непарного шелкопряда апантелеса — в очаги этого же вредителя на Украине. В США хорошо зарекомендовало себя переселение с усаями земляники хищников паутиных клещей тифлодромусов.

Интродукция и акклиматизация. Данный способ основан на изыскании эффективных естественных врагов на родине вредителя и переселении их в новые районы. Интродукция и акклиматизация, как правило, дают наилучшие результаты в случае использования узкоспециализированных энтомофагов, развитие которых хорошо приспособлено к существованию за счет определенного, обычно одного вида, вредителя.

В США, Канаде данный способ очень распространен. Наиболее известным примером данного метода является применение на островах Фиджи против кокосовой пестрянки мухи тахины, завезенной из Индонезии. В качестве наиболее успешных примеров на территории СНГ (бывшего СССР) можно отметить применение паразита афелинуса против кровяной тли, хищника родолии против червеца ицерии.

Сезонная колонизация заключается в разведении некоторых энтомофагов в лабораториях с последующим выпуском в среду обитания вредного объекта. Таким способом применяют зеленоглазку, трихограмму против чешуекрылых вредителей, хищного клеща фитосейулюса против паутинового клеща, алеохару двухполосую.

Трихограмма – это мелкое насекомое длиной 0,3 мм, живущее в природных условиях в среднем 8 дн, но не более 14. Она светолюбива, хотя избегает прямых солнечных лучей.

Существуют 4 вида трихограммы (с различными расами и экотипами), выделенные для практического использования из 25 выявленных на территории СНГ: трихограмма обыкновенная, трихограмма желтая самцовая, трихограмма желтая бессамцовая и трихограмма Эупрактидис.

У данного насекомого паразитирует отродившаяся личинка в яйцах чешуекрылых.

Трихограмма обыкновенная применяется против совок, желтая бессамцовая – против яблонной плодовой гни, некоторых видов листоверток, желтая самцовая – только против листоверток, трихограмма Эупрактидис – против комплекса совок на овощных, технических, овощных культурах, также против чешуекрылых вредителей на плодовых.

Желтая самцовая трихограмма (*Trichogramma embryophagum*) в природе обнаружена в Брестской и Гродненской областях, а также в южных районах Минской области. Севернее линии Минск – Борисов данный вид отсутствует (Безденко, 1968). Данный вид предпочитает влажность в пределах 40–50 % и повышенную температуру – до 26–28 °С. Активно перемещается и откладывает яйца уже при 14 °С.

Желтая бессамцовая трихограмма (*T. cacoecia*) в природе обнаружена только в северной зоне республики (Полоцк, Витебск, Орша) (Безденко, 1968). Данный вид предпочитает влажность в пределах 70–80 % и температуру – до 22–24 °С. В лабораторных условиях начинается заражение яиц ситотроги при температуре 15–16 °С, наибольшую активность развивает при 24–26 °С.

Трихограмма обыкновенная (*T. evanescens*) в природных условиях обнаружена в южной зоне нашей республики (Гомель, Брест, Малорита), а также на Полесье (Лельчицкий район). Оптимальными условиями для жизнедеятельности данного вида трихограммы являются влажность в пределах 60–80 % и температура 20–24 °С.

Основным фактором, сдерживающим большую численность паразита, является отсутствие синхронности в развитии с хозяином. Кроме того, данный объект не способен перелетать на большие расстояния из-за маленьких крыльев.

Трихограмму разводят в биологических лабораториях на яйцах зерновой моли или ситотроги.

Выпуск трихограммы осуществляют в предвечерние или же ранние утренние часы. За сутки до выпуска партию заселенных паразитом и уже черных яиц ситотроги из бумажных пакетов переносят в стеклянные банки из расчета 100 тысяч яиц на 1 л емкости. Предварительно в них помещают 100–150 кусочков мятой бумаги, привядшие листья растений или соцветия клевера, тмина, фенхеля. Банку закрывают тонкой тканью.

Листья, заселенные трихограммой, равномерно раскладывают по полю. Выпуская паразита в 50 точках на 1 га, рабочие передвигаются в 20 м друг от друга и кладут лист или соцветие с теневой стороны растения через каждые 10 м. При выпуске трихограммы в 100 точках расстояние между рабочими составляет 10 м, в 200 точках – 5 м.

Чаще всего объект применяется наводняющими выпусками. Первый – в начале откладки яиц вредным объектом, второй и последующие через каждые 4–5 дн с учетом плотности популяции вредного объекта.

В садах против яблонной плодовой гнили (на молодых растениях) применяют до 3 выпусков суммарно до 20 тыс. особей на одно дерево (в начале откладки яиц самками яблонной плодовой гнили, в начале массовой кладки яиц и следующий – через 6–7 дн).

На капусте против капустной совки объект применяется при численности яиц последней 0,4–0,6 шт/м². При наличии на одном растении до 5 яиц капустной совки выпускают 80 тыс. особей (1 г) на га, более 5 яиц – 240 тыс. особей (3 г) на га. Первый выпуск производят в начале кладки яиц вредителем, второй – в начале массовой кладки. По данным В. И. Сидляевич, В. В. Болотникова (1990), эффективность трихограммы в борьбе с этим вредителем составляет 74 %.

Против капустной белянки производится двукратный выпуск энтомофага: в начале откладки яиц и через 5–7 дн из расчета не менее 30 тыс/га, создавая соотношение 1 : 20.

Против лугового мотылька выпуск трихограммы осуществляют в 3 срока: в начале откладки яиц и затем 2 раза с интервалами 5–7 дн, добиваясь соотношения 1 : 10.

В борьбе с гороховой плодовой гнилью трихограмму применяют двукратно по 20 тыс. особей на 1 гектар.

В природных условиях объект зимует в виде предкуколки в яйцах различных видов совок (сумеречной, совки-гамма), репной белянки и других чешуекрылых. Самки отрождаются половозрелыми.

Данным методом используется также хищный клещ фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis* A-U), завезенный на территорию бывшего Советского Союза в 1963 г. В естественных условиях он обитает в Италии, Франции, Чили, Ливане. В бывшем Советском Союзе применялся на территории около 40 млн. га. Является хищником в отношении паутинного клеща.

Это мелкий хищник (0,3–0,5 мм) оранжево-красного цвета, который отличается быстротой развития, большой плодовитостью и прожорливостью. Для его жизнедеятельности наиболее благоприятна температура воздуха 25–30 °С, относительная влажность воздуха 70 % и выше. В этих условиях одно поколение развивается за 5,5–6 сут, что в 1,5–2 раза быстрее, чем у паутинных клещей. За весь период жизни фитосейулюса (18–24 сут) каждая самка откладывает в среднем 50–80 яиц и уничтожает ежедневно до 30 яиц вредителей или более 24 особей.

Фитосейулюса разводили в теплицах при повышенной (70–85 %) влажности воздуха и температуре 26–28 °С. В помещении, где размножают паутинных клещей, влажность воздуха должна быть 35–55 % и температура 25–30 °С (Г. А. Бегляров, 1968). Растения выращивают на стеллажах или делянках грунтовой теплицы. Площадь, отведенную под размножение хищника, делят на восемь участков, которые засевают с пяти-, семидневным интервалом соей или же огурцами. При появлении 3–5 настоящих листьев их заселяют паутинными клещами (из расчета 40–50 особей на одно растение). Размножать паутинного и хищного клещей лучше в разных теплицах, так как возможно преждевременное уничтожение вредного объекта.

Через 10–15 дн фитосейулюса выпускают из расчета 10 самок и нимф на одно растение. Еще через две недели (если достигнуто соотношение хищника и жертвы 1 : 1) собирают листья с накопившимся на них фитосейулюсом. При соблюдении режимов содержания для разведения объекта достаточно использовать 0,5 % площади, занятой защищаемой культурой.

Ежедневно в теплицах выявляют очаги паутинного клеща по повреждениям на листьях. Вначале эти повреждения имеют вид светлых точек-наколов, особенно заметных с верхней стороны листа. Позже возникают обесцвеченные участки («мраморность»). На зараженные растения кладут листья с фитосейулюсом. Норма выпуска – 10–60 особей на одно растение. В случае, когда подавление паутинного клеща идет медленно, выпуск фитосейулюса повторяют.

Эффективность применения фитосейулюса очень высока и позволяет получить урожай огурцов в теплицах на 2–3 кг/м² больше, чем в теплицах, где применяются ядохимикаты.

Методом сезонной колонизации применяется также златоглазка (*Chrysopa carnea* Steph.). Она является многоядным хищником. Наибольший интерес для применения в закрытом грунте или ежегодных массовых выпусков в очаги размножения вредителей, большой практический интерес представляет златоглазка обыкновенная. Это насекомое средних размеров, светло-зеленого цвета, с сетчатыми крыльями и золотистого цвета глазами. Усики щетинковидные, лоб плоский. Взрослое насекомое питается нектаром и цветочной пылью, а личинки уничтожают не только тлей, но и табачного трипса, оранжевой

белокрылку, паутинового клеща. Личинки златоглазки отличаются большой прожорливостью, поедая за сутки 50–70 особей тли.

Развитие личинок длится 3–4 нед.

В борьбе с тлями на зеленных (салат, петрушка, сельдерей) и декоративных культурах златоглазка находит наиболее широкое применение, так как по санитарно-гигиеническим нормам обработка этих культур ядохимикатами запрещена.

Существуют два способа применения златоглазки: выпуск личинок и раскладка яиц. При небольшой исходной численности тлей на низкорастущих зеленных и декоративных культурах с большой плотностью стояния достаточно выпускать периодически в среднем 10–30 личинок или 50 яиц на 1 м². Эффективность применения энтомофагов на зеленных культурах составляет 75–100 %.

По данным Е. Шувакина (1978), златоглазку можно использовать против колорадского жука при наличии до 2-х кладок яиц на куст картофеля в объеме 80–100 тыс. особей на 1 гектар. При этом эффективность составляет 85–90 %.

Разведение златоглазки в лабораторных условиях сопряжено с определенными трудностями, так как личинки златоглазки являются каннибалами и поэтому каждую из них необходимо содержать в отдельной ячейке.

В естественных условиях златоглазка зимует в укрытиях, на чердаках, в жилых помещениях и др.

Алеохара двухполосая (*Aleochara bilineata* Gyll.) – широко распространенный паразит и хищник многих видов мух (капустной, луковой, свекловичной, ростковой и др.). Взрослое насекомое ведет хищный образ жизни, а личинка – паразитирует в пупариях на куколках мух. Зимует личинка первого возраста внутри пупария. Взрослые насекомые появляются в период начала окукливания личинок капустной мухи. Одна особь способна уничтожить до 50 яиц вредителя. Развивается в 2–4 поколениях. Плодовитость самки 500–1000 яиц.

Используют алеохару двухполосую против капустных и луковой мух. Жуков выпускают в три срока – в начале откладки яиц весенней капустной мухи, в период массовой откладки и через 7 дн после этого в 20 точках на гектаре.

Охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов. Для этого необходимо выполнять следующие мероприятия:

1. Рационально применять пестициды. Все химические обработки должны проводиться только по мере необходимости с учетом экономических порогов вредоносности.

2. При проведении опрыскиваний следует использовать только избирательно действующие, безопасные для энтомофагов пестициды.

3. Следует создавать благоприятные условия для питания взрослых насекомых-энтомофагов. Вблизи посевов овощных культур, в междурядьях сада следует производить посев культурных нектароносцев.

4. Улучшать микроклиматические условия обитания энтомофагов с помощью агротехнических приемов.

Примером естественных энтомофагов являются жужелицы и журчалки.

Жужелицы (сем. *Carabidae*) – это жуки от небольших до крупных размеров, тело удлиненное с металлическим зеленоватым, синим или красноватым отливом. Жуки активны в сумерки и ночью. Пищей хищных жужелиц и их личинок являются различные насекомые. Они уничтожают гусениц непарного шелкопряда, лугового мотылька, надземных и подгрызающих совок, проволочников, личинок и куколок колорадского жука и др. Живут обычно в почве или подстилке.

Семейство сирфиды (*Syrphidae*) или мухи-журчалки ведут хищнический образ жизни в личиночной фазе. Это довольно крупные красивые насекомые, напоминают по окраске ос. Брюшко у мух желтое, с черными полосками. Мухи в большом количестве концентрируются на цветущих растениях, преимущественно на зонтичных, где питаются нектаром цветков. Яйца откладывают в колонии тлей. Отродившиеся личинки малоподвижны, зеленого, оранжевого или даже красноватого цвета, по внешнему виду и манере ползать напоминают маленьких пиявок. Личинка мухи-сирфиды уничтожает за свою жизнь 1,5–2 тыс. тлей.

Хищная галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimiza*). Имаго напоминает мелкого комарика с длинными четковидными усиками, каждый членик усиков самца с тремя мутовками петлевидных нитей. Первая или вторая мутовка имеют сильно удлиненные петли.

Личинка – оранжевого цвета, безголовка. Зимуют взрослые личинки в коконах в почве и под растительными остатками. Самка откладывает яйца в колонии тлей. Плодовитость – от 25-30 до 70 яиц. При оптимальных условиях (относительная влажность воздуха 80-90%, температура 25 °С) развитие одного поколения длится 17-20 дней.

Хищный образ жизни ведут личинки, которые могут питаться более чем 60 видами тлей. Одна личинка поедает 30-35 особей тли, предварительно парализовав вредителя и примерно столько же парализует, не используя их для питания. Афидимиза является естественным энтомофагом, также может использоваться методом сезонной колонизации для борьбы с тлей на огурцах в теплицах.

Семейство кокцинеллиды (божьи коровки) (*Coccinellidae*). Тело жуков округлой или же овальной формы, сверху выпуклое, снизу плоское.

Верх обычно с черными округлыми пятнами на светлом фоне или светлыми на темном фоне. Усики слабо булабовидные. Все лапки 4-члениковые, но кажутся 3-члениковыми, так как их третий членик очень маленький, скрыт между лопастями второго членика (рис. 2). Личинки подвижные, покрыты мохнатыми

бородавками, обычно с пятнистым рисунком, открыто-живущие (камподеовидные). Окукливание происходит на растениях, куколка покрытая, висит вниз головой. Яйца желтые, бутылковидные, кладка яиц групповая. Зимуют жуки под лесной подстилкой и в других укрытиях. Плодовитость – до 300 яиц. Хищный образ жизни ведут жуки и личинки, они многоядны, истребляют тлей, листоблошек, кокцид, клещей и других вредителей.

Являются естественными энтомофагами. Для борьбы с вредителями кокцинеллид используют также другими способами – интродукцией и акклиматизацией инородных видов и содействием местным энтомофагам. Из местных видов наиболее распространенными являются семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata*) и двухточечная (*Adalia bipunctata*), истребляющие тлей и в меньшей степени других вредителей.

Природный механизм регуляции численности популяций в условиях агроэкосистемы. Численность каждого отдельного вида организмов сохраняет равновесное положение в своей среде обитания. Одновременно в течение сезона численность популяции в разные годы колеблется в ту или иную сторону от этого равновесного, сравнительно неизменного среднего значения. Такое равновесие за какой-то период времени сохраняется из-за действия на популяцию всех факторов внешней среды (естественное регулирование).

Наблюдаемые в природе непрерывные изменения численности организмов являются результатом взаимодействия двух процессов: модификации и регуляции (Г. А. Викторов).

Модификация обусловлена действием на популяцию абиотических факторов среды (ветра, влажности воздуха и др.). Однако абиотические факторы не могут реагировать на изменение плотности популяции организмов в сторону усиления или ослабления своего стрессового воздействия, т. е. менять его по принципу обратной связи. Так, при низких зимних температурах может наблюдаться высокая смертность эмбрионов в яйцах яблонной медяницы, зимующих на ветвях яблони. Однако вне зависимости от смертности насекомого температура воздуха не повышается, и, если погодные условия не изменяются, они погибают.

Существуют 2 группы регулирующих механизмов: внутривидовые и биоценотические.

Среди внутривидовых регуляторных механизмов широко известно угнетающее влияние друг на друга особей одной популяции, использующих одни и те же ограниченные пищевые ресурсы. Иногда этот процесс осложняется каннибализмом и другими формами агрессивного поведения.

Более сложны внутривидовые регуляторные механизмы, основанные на сигнальном действии роста плотности популяции. Это происходит до истощения пищевых ресурсов, предотвращающих конкуренцию за них. При сигнале о растущей плотности популяции организмы мигрируют или же резко возрастает число самцов в популяции из-за откладки самками большого количества неоплодотворенных яиц.

Биоценотические регуляторные механизмы также довольно разнообразны. Особого внимания заслуживают паразиты и хищники, для которых известно 2 типа реакций на изменения плотности популяции хозяев и жертв – функциональная и численная реакции.

Функциональная реакция заключается в том, что с ростом популяции жертвы увеличивается (до определенного предела) число особей, уничтоженных или зараженных каждой особью энтомофага. Такая реакция отмечена у многих паразитов и хищников насекомых и других животных (позвоночных и беспозвоночных).

Регуляторное значение функциональной реакции наиболее существенно при минимальных уровнях плотности популяции жертвы, так как для регуляции важно не абсолютное число уничтожаемых особей, а процент их от общей численности популяции.

Численная реакция – это увеличение численности энтомофагов в ответ на увеличение плотности популяции жертвы. Такая реакция есть только у специализированных энтомофагов, которые живут за счет одного вида жертвы.

Специализированные энтомофаги, действующие в качестве регулирующего механизма при низкой плотности популяции, нередко в течение длительного времени удерживают численность вредителей-жертв на хозяйственно неощутимом уровне и поэтому представляют наибольший практический интерес.

Важное значение в регуляции численности насекомых имеют энтомопатогенные грибы, бактерии, вирусы. Однако вызываемые ими эпизоотии обычно существенно влияют на популяцию при высоком уровне численности (когда начинают сказываться неблагоприятные последствия скученности особей) и определенном сочетании погодных условий.

Среднее положение в регулировании численности популяции занимают многоядные хищники, более эффективные при сравнительно высокой численности своих хозяев.

У вредителей выделяется пять основных фаз динамики популяций.

Фаза депрессии наступает вследствие продолжительного экстремального состояния внешних факторов. Характеризуется низкой численностью популяции, которая сохраняется только в местах резервации – биотопах с относительно благоприятными в это время условиями для вредных видов.

Фаза расселения (подъема численности) наступает в результате улучшения или оптимизации факторов окружающей среды в местах резервации и за их пределами у популяций, находящихся в фазе депрессии. Для популяции характерно начало интенсивного размножения, расселения за пределы резерваций, увеличение численности, повышение устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов.

Фаза массового размножения сменяет предыдущую фазу при дальнейшем сохранении благоприятного сочетания внешних факторов за пределами мест резервации. Популяция характеризуется высокой плотностью, интенсивностью размножения, ростом численности и наибольшим запасом выносливости к временным воздействиям неблагоприятных факторов устойчивостью к неблагоприятным факторам.

Фаза пика численности наступает при ухудшении состояния внешних факторов среды обитания. Популяция характерна остановка распространения, прироста численности. У вредителей наблюдается рост смертности, постепенно понижается устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов.

Фаза спада численности наступает в процессе продолжающегося неблагоприятного состояния обстановки. Отмечается исчезновение вида за пределами мест резервации (во временных поселениях). Выносливость популяции к неблагоприятным факторам постепенно снижается до минимума. В итоге популяция переходит в фазу депрессии.

В развитии болезней растений, вызывающих эпифитотии, обычно выделяют 3 основные фазы: депрессию, умеренное развитие (соответствует фазе расселения вредителей) и эпифитотию (соответствует массовому размножению). Для хронических, медленно изменяющихся в своем распространении заболеваний, а также сорняков можно выделить те же пять основных фаз.

Таким образом, теоретически возможно динамическое развитие популяции по циклическому типу. В реальности полная смена фаз динамики популяций наблюдается только при возникновении массового размножения (эпифитотии). Чаще (по естественным, природным причинам, или из-за антропогенного вмешательства) начало нарастания численности обрывается на фазе расселения вредителя (для болезней это соответствует фазе умеренного развития), и снова наступает депрессия.

Темпы перехода популяции из одной фазы в другую зависят от биологических особенностей вида и состояния климатических и энергетических факторов. У большинства вредителей и сорняков переход от одной фазы к следующей часто занимает 1–2 года и более. Большой динамичностью характеризуются *поливольтинные* формы вредителей с несколькими циклами развития за один год (тли, клещи) и динамичные болезни, способные вызывать эпифитотии, у которых в течение одного сезона может отмечаться 1 или даже 2 полных цикла динамики популяций. Большой динамичностью фаз характеризуются также патогены, способные вызвать эпифитотии.

Наличие видовых особенностей в этом отношении обусловило необходимость классификации вредителей видов по типу динамики популяций. Среди вредителей выделяют пять групп (табл. 1).

Болезни по характеру динамики распространения и развития разделяют на *эпифитотические* и *энфитотические*. Для первых характерно быстрое изменение распространения и интенсивности развития в процессе вегетационного сезона (ржавчина и мучнистая роса зерновых культур, фитофтороз картофеля, парша яблони и груши, др.), а для вторых – слабое и медленное изменение в ходе вегетационного сезона этих показателей (корневые гнили, снежная плесень озимых зерновых, рак картофеля, кила капусты, усыхание плодовых культур и др.).