

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 Биологические методы борьбы с вредителями

Направление подготовки 35.04.01 Лесное дело

Профиль подготовки Ведение лесопаркового хозяйства, уход за деревьями в
урбанизированной среде

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций
 - 1.1. Лекция 1 (Л-1). Современные приемы лесоразведения и их взаимосвязь с биологическим методом лесозащиты.
 - 1.2. Лекция 2 (Л-2). Современные приемы лесоразведения и их взаимосвязь с биологическим методом лесозащиты.
 - 1.3. Лекция 3 (Л-3) Применение энтомофагов методом колонизации.
 - 1.4. Лекция 4(Л-4) Применение энтомофагов методом колонизации.
 - 1.5. Лекция 5 (Л-5). Использование птиц и других позвоночных животных.
 - 1.6. Лекция 6 (Л-6). Использование птиц и других позвоночных животных.
 - 1.7. Лекция 7 (Л-7). Использование биопрепаратов.
 - 1.8 Лекция 8 (Л-8). Использование биопрепаратов.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ
Не предусмотрено РУП.
3. Методические указания по проведению практических занятий
 - 3.1. Практическая работа 1 (ПР-1). Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей (хищные энтомофаги, паразитические энтомофаги).
 - 3.2. Практическая работа 2 (ПР-2). Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей (хищные энтомофаги, паразитические энтомофаги).
 - 3.3. Практическая работа 3 (ПР-3). Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей (хищные энтомофаги, паразитические энтомофаги).
 - 3.4. Практическая работа 4 (ПР-4). Способы и приемы привлечения энтомофагов в лесные биоценозы.
 - 3.5. Практическая работа 5 (ПР-5). Способы и приемы привлечения энтомофагов в лесные биоценозы
 - 3.6. Практическая работа 6 (ПР-6). Способы и приемы привлечения энтомофагов в лесные биоценозы
 - 3.7. Практическая работа 7 (ПР-7). Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах.
 - 3.8. Практическая работа 8 (ПР-8). Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах.
 - 3.9. Практическая работа 9 (ПР-9). Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах.
 - 3.10. Практическая работа 10 (ПР-10). Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых. Способы колонизации насаждений муравьями.
 - 3.11. Практическая работа 11 (ПР-11). Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых. Способы колонизации насаждений муравьями.
 - 3.12. Практическая работа 12 (ПР-12). Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых. Способы колонизации насаждений муравьями.
 - 3.13. Практическая работа 13 (ПР-13). Расчет проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области. Расчет экономической эффективности проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области.
 - 3.14. Практическая работа 14 (ПР-14). Расчет проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области. Расчет экономической эффективности проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области.

3.15 Практическая работа 15 (ПР-15). Расчет проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области. Расчет экономической эффективности проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области.

4. Методические указания по проведению семинарских занятий
Не предусмотрено РУП.

Конспекты лекций:

Лекция 1, 2 (Л-1, 2). Современные приемы лесоразведения и их взаимосвязь с биологическим методом лесозащиты.

Основу биологической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков составляет направленное использование эволюционно сложившихся в природе межвидовых взаимоотношений.

Ранее отмечалось, что в биологической защите растений используются термины макро- и микробиометод. К микробиометоду относится использование микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в защите растений, к макробиометоду — макроорганизмов (насекомых, птиц, рыб, позвоночных животных, растений). Эти биологические методы являются составной частью биологической защиты растений, сущность которой значительно шире.

Согласно определению М. С. Соколова (2000), биологическая защита растений — это фундаментально-прикладная область знаний, предметом исследования которой являются биоагенты и биорегуляторы — естественные и/или генетически измененные организмы и их генные продукты. Эта область объединяет представителей многих дисциплин — экологов, энтомологов, фитопатологов, микробиологов.

К агентам биологической защиты относятся:

- хищники, паразиты и энтомопатогены против вредителей;
- растительноядные животные и фитопатогены против сорных растений;
- антагонистические микроорганизмы, их метаболиты и индукторы устойчивости растений против болезней растений.

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

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

1) 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;

2) 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);

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

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

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 м², 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.

Многократное 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 *Bt* (лепидоцид, битоксибациллин, бактоку-лицид), 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 — энтомофашв, 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, подсев 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 жуужелиц и некоторых других энтомофагов. Замечено, что численность жуужелиц значительно увеличивается в севооборотах с орошением.

Отказ от обработок химическими пестицидами приводит к нарастанию численности как природных энтомофагов, так и энто-мопатогенных 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 су-прессивность 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.

Из рассмотрения этих стратегий следует, что биологическую защиту нельзя рассматривать только как использование биологических методов для оперативного сдерживания вредных видов. Такая подмена общего понятия более узким, несомненно, обедняет содержание биологической защиты растений, суть которой состоит прежде всего в биоценотической регуляции. Построение систем биологической защиты растений должно основываться на нескольких принципах (Павлюшин, 1995). В первую очередь это организация фитосанитарного мониторинга и прогноза динамики численности не только вредных видов, но и энтомофагов, энтомо-патогенов и микробов-антагонистов. Если численность полезных видов не достигает критериев эффективности, необходим выпуск энтомофагов или внесение биопрепаратов. Кроме того, важно, чтобы совпадали оптимумы проявления высокой биологической эффективности биологических агентов, с одной стороны, и роста и развития защищаемого растения, с другой. Использование устойчивых сортов, в том числе трансгенных, а также применение препаратов с фунгицидной (бактерицидной) или ростостимулирующей активностью по отношению к растению способствует достижению гарантированного защитного эффекта. При этом необходимо соблюдать принцип совместимости всех используемых биологических средств как между собой, так и с растением. Исходя из этих принципов, следует рассматривать систему биологической защиты растений как совокупность защитных мероприятий с использованием устойчивых сортов, выпуском энтомофагов-рифагов и применением биопрепаратов, которая реализуется на основе фитосанитарного мониторинга и учета деятельности полезных видов, что способствует достижению биоценотического равновесия.

Таким образом, биологические средства выполняют в экологической защите растений функцию пускового механизма. Благодаря биологическим методам возникает возможность сокращения числа химических обработок и восстановления численности природных популяций естественных врагов.

Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы

Неизбежным результатом химических обработок леса является значительное сокращение численности паразитических и хищных членистоногих. После прекращения обработок они далеко не сразу способны восстановить исходную свою плотность. Между тем, существуют способы, которыми можно существенно ускорить этот процесс. Речь идет о привлечении в защищаемые биоценозы хищников и паразитов из окружающих, не подвергавшихся обработкам стадий.

Привлечение в лесные массивы позвоночных энтомофагов (главным образом птиц) с тем, чтобы они уничтожали вредных насекомых — едва ли не самое древнее защитное мероприятие. Оно очень эффективно и жаль, что так мало сейчас на него обращается

внимания. Главная роль птиц заключается не в истреблении насекомых при вспышках их массового размножения, а в постоянном уничтожении отдельных особей или небольших скоплений, что препятствует возникновению таких вспышек. Еще в 1913 г крупнейший специалист в области защиты растений Н. М. Кулагин писал: «в видах собственной пользы человек должен искусственным образом вернуть птице то, что отнимается у нее современным хозяином, т.е. прежде всего доставить ей удобства для устройства гнезда». Развешивание скворечников, дуплянок и искусственных гнезд для мелких насекомоядных птиц вместе с другими нехимическими приемами во многих случаях дают прекрасные результаты и обеспечивают надежную защиту леса. При санитарных рубках следует оставлять для этого дуплистые деревья. А где это не возможно, вешивать искусственные гнездовья.

Привлекать в лесные культуры нужно и полезных членистоногих. Делается это различными способами.

Известно, что большинство энтомофагов в поисках своих жертв или хозяев ориентируются по запаху их кормовых растений или по запаху феромонов, с помощью которых фитофаги осуществляют внутривидовые половые связи. Для их энтомофагов такие вещества выступают в роли кайромонов. Это экзокринные секреты; химические вещества, служащее для передачи информации между разными видами животных и адаптивно полезные главным образом для воспринимающего – реципиента, а не для выделяющего его – донора. Ориентируясь на кайромоны, энтомофаги сужают круг поиска своих хозяев. Хищные и паразитические насекомые благодаря кайромонам, не только отыскивают своих жертв или хозяев, но и приспосабливаются к их жизненным циклам. Кайромоны видоспецифичны. При поиске хозяина для некоторых перепончатокрылых паразитов важную роль играют кайромоны, которые содержатся в медвяной росе, выделяемой насекомыми-хозяевами. Часто и хищные насекомые обнаруживают жертву путем восприятия ее феромонов. Чувствительность энтомофагов при этом поражает. Некоторые хищники способны различать даже различные популяции жертвы. Так, хищники короеда *Ips pini* в условиях Калифорнии были способны отличать его популяции, заселявшие «местные» бревна сосен, от популяций, заселявших завезенный лесоматериал. Подобную же удивительную чувствительность проявлял и паразит короедов *Tomicobia tibialis* (Raffa, Dahlsten, 1995).

Сравнительно недавно стали получать синтетические кайромоны; начаты исследования по их практическому использованию с целью привлечения полезных насекомых и клещей в защищаемым биотопы.

Пока более доступны для этих целей пищевые приманки. Опрыскивание насаждений водным раствором белкового гидролизата кормовых дрожжей и тростникового сахара привлекает к ним божьих коровок и сирфид. В результате обработок численность этих наиболее активных истребителей тлей достоверно возрастает. Такие обработки рекомендуется проводить несколько раз за сезон.

Сирфид, златоглазок и божьих коровок удастся привлекать не только дрожжевыми экстрактами. Они охотно слетаются на участки, которые опрыскивают искусственной падью (помимо сахарозы для этих целей подходят и водные растворы любых иных углеводов). Хищники при этом в массе слетаются на обработанные участки для откладки яиц. Численность их возрастает настолько, что на обработанных участках они полностью подавляют тлей и мелких чешуекрылых.

Высокая стоимость такого приема, к сожалению, не позволяет применять его на значительных площадях. Но в наиболее ценных насаждениях, культурах или питомниках он может оказаться вполне приемлемым и позволит отказываться от химических обработок против сосущих и ряда листогрызущих вредителей.

Привлекаемые нектаром и пыльцой, очень многие виды паразитов и хищников собираются на цветущих растениях и вблизи от них. Именно такая реакция полезных насекомых и заложена в основу наиболее популярного приема по их привлечению. С этой

цель искусственно создают целые участки или куртины медоносных растений, подсевая их в междурядья или оставляя на опушках и просеках. При этом стремятся, чтобы цветущие растения находились в биоценозе весь период, когда им угрожают вредители. Для этого создают так называемые нектароносные конвейеры. В отечественной и зарубежной литературе имеется множество рекомендаций по созданию таких «конвейеров». Единого рецепта для этого и не существует: в каждой зоне, для каждой конкретной цели следует избирать свой подход.

Привлечение энтомофагов таким методом давно и с успехом практикуется при защите сельскохозяйственных растений. Но все чаще его начинают применять и в лесном хозяйстве.

Лекция 3, 4 (Л-3, 4) Применение энтомофагов методом колонизации.

Метод колонизации (применение энтомофагов)

Методом колонизации называют выпуски в биоценоз, заселенный вредителем, предварительно накопленных тем или иным способом его энтомофагов. Метод подразделяют на сезонную колонизацию и «наводнение». При сезонной колонизации энтомофагов расчет делается на их самостоятельное расселение и на полезную деятельность как непосредственно выпущенных особей, так и особей дочерних поколений. Метод «наводнения» рассчитан на непосредственный эффект от выпускаемых энтомофагов (в последнем случае энтомофага принято называть «живым инсектицидом»).

Из-за высокой стоимости метод колонизации экономически целесообразен преимущественно при защите сельскохозяйственных культур и главным образом в теплицах. Хотя все чаще он находит применение и в наиболее ценных лесных насаждениях: питомниках, лесополосах, лесопарках, лесных культурах.

Методом сезонной колонизации или наводнения могут применяться как местные, так и интродуцированные энтомофаги. В обоих случаях возникает необходимость предварительного их массового разведения. Более других для этих целей подходят паразитические виды, разводить которых удастся на дешевом альтернативном корме. Одним из первых энтомофагов, для которого была разработана удачная методика разведения, явился яйцеед трихограмма. Трихограмму, которая способна заражать яйца многих вредных насекомых, разводят на яйцах зерновой моли-ситотроги в специально создаваемых для этих целей биофабриках. Полученных яйцеедов тем или иным способом вносят в защищаемый ценоз, где они поражают яйца вида-мишени.

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНТОМО-И АКАРИФАГОВ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Энтомофаги и акарифаги играют значительную роль в регуляции численности фитофагов в природе. Реальное снижение численности вредителей энтомофагами зависит от многих факторов, включающих климатические и погодные условия, физиологическое состояние популяций, многообразные биоценозические связи и т. д. Поэтому не всегда выявляется отрицательная зависимость между показателями общей численности популяций фитофага и энтомофага. Например, в условиях Западной Сибири выявлена положительная зависимость численности гороховой тли и ее хищников (Горбунов, Шадрин, 1995). Тем не менее природные популяции энтомофагов способны существенно снижать численность вредных насекомых, что позволяет в ряде случаев установить уровни (критерии) эффективности их естественных врагов.

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТОМОФАГОВ

Критерий, или уровень, эффективности энтомофагов находит выражение в уровне соотношения численности хищник — жертва или проценте паразитированных особей вредителя с учетом порога вредоносности (Воронин и др., 1988). При достижении этого критерия численность вредителя снижается до хозяйственно неощутимого уровня и любые обработки инсектицидами нецелесообразны. Отмена обработок против вредителей на основании расчета критерия эффективности символизирует пассивный путь биологической защиты растений (деятельность человека сводится к наблюдению).

Впервые этот критерий был рассчитан для энтомофагов вредной черепашки — яйцеедов (теленомины) и мух-тахин (фа-зии). В настоящее время разработаны критерии эффективности и для других энтомофагов.

Критерии эффективности энтомофагов вредной черепашки. Можно обойтись без применения истребительных мероприятий на посевах озимой пшеницы:

- если плотность перезимовавших клопов не более двух особей на 1 м²;
- заражение первых кладок яиц теленоминами составляет 40...50 % и
- степень паразитирования клопов фазиями приближается к 50 %.

Критерии эффективности энтомофагов тлей. Численность злаковых тлей эффективно снижают хищники из сем. Coccinellidae, Chrysopidae и Syrphidae, а также паразитические перепончатокрылые сем. Aphidiidae. По многолетним данным сотрудников ВИЗР, в Краснодарском крае комплекс хищников сдерживал численность тлей при соотношении хищник — жертва на пшенице и овсе — 1:30, озимом ячмене — 1:20. В Воронежской области соотношение личинок и жуков семиточечной коровки к численности большой злаковой тли, при котором сдерживается численность вредителя, составляет 1:50. По данным И. Кротовой (1992), в Западной Сибири численность злаковых тлей сдерживается на хозяйственно неощутимом уровне при соотношении хищник — жертва на озимой ржи — 1:20, яровой пшенице — 1:40, овсе — 1:55.

Критерии эффективности энтомофагов колорадского жука. Г.В. Гусев (1991) проанализировал влияние местных энтомофагов на колорадского жука. Наибольшую активность проявляют кокцинел-лиды, златоглазки и жужелицы. По приведенным данным, в зависимости от климатических условий критерий эффективности варьирует от 1:14 до 1:40. Как правило, истребительные мероприятия против колорадского жука следует отменять при соотношении комплекса энтомофагов и вредителя — 1:20... 1:30.

ОБОГАЩЕНИЕ БИОЦЕНОЗОВ ЭНТОМОФАГАМИ

Природные популяции энтомофагов не всегда могут сдерживать численность вредителей на достаточно низком уровне. Поэтому более важным способом регуляции численности фитофагов служит обогащение биоценозов новыми энтомофагами разными способами (интродукция, внутриареальное расселение, сезонная колонизация и др.), что относится к активной биологической защите растений.

Интродукция и акклиматизация. Интродукция заключается в ввозе из одной зоны в другую и расселении отсутствующих там видов для преодоления географической разобщенности с хозяевами — фитофагами (первая стратегия биозащиты). При этом предусматривается, что ввезенный энтомофаг интродуцируется в биоценоз и будет регулировать размножение того вредителя, против которого он применяется. Для акклиматизации выбираются виды, способные на своей родине самостоятельно подавлять вредителя. На всех континентах наибольший эффект достигнут при интродукции узкоспециализированных иноземных энтомофагов. В нашей стране успешной была интродукция монофага афелинуса — паразита кровяной тли. Введение в фауну биоценоза нового компонента предусматривает выживание, размножение, расселение интродуцированного энтомофага и последующих поколений (Ижевский, 1990).

Акклиматизация включает следующие этапы:

- интродукция отсутствующего объекта;
- собственно акклиматизация — приспособление энтомофага к новым условиям (пищевым факторам, гидротермическим и фотопериодическим режимам, воздействию аборигенов-конкурентов);
- натурализация (энтомофаг уже дает хозяйственный эффект).

Успех переселения зависит не только от сходства климатических условий старого и нового мест обитания ввозимого энтомофага, но и от пластичности последнего. Поэтому следует брать смешанные популяции — из разных стадий обитания хозяина. Кроме того, надо обращать внимание на совпадение кормового растения. Многолетний опыт показал,

что ввоз энтомофагов в новые для них географические зоны целесообразен лишь тогда, когда в биоценозе, включающем вредителя, имеется свободная экологическая ниша или когда ввозимый энтомофаг способен вытеснить менее эффективный местный вид.

Ввозимые виды энтомофагов должны обладать рядом преимуществ перед местными видами. Их характеризует:

- сопряженный с хозяином жизненный цикл и сходные с ним экологические требования;
- физиологическая приспособленность энтомофага к хозяину;
- хорошая поисковая и миграционная способность;
- высокий репродуктивный потенциал.

Внутриареальное расселение. Этот способ заключается в массовом расселении в пределах ареала специализированных энтомофагов из старых очагов размножения вредителя во вновь возникающие. Естественно, что этот способ имеет много общего с акклиматизацией и нередко происходит сочетание этих двух способов.

Сезонная колонизация. Более активный путь контроля вредителей относится ко второй стратегии биозащиты. Сезонная колонизация применяется, чтобы компенсировать отсутствие синхронности в развитии многоядных паразитов и их главных хозяев. Способ заключается в искусственном массовом разведении энтомофагов и их ежегодных выпусках в начале развития поколения хозяев в расчете на дальнейшее самостоятельное размножение в природе. Сезонной колонизацией поддерживается численность чужеземных (адвентивных) хищников, например криптолемуса и линдоруса, которые в холодные зимы гибнут в больших количествах. Однако чаще приходится использовать многократные выпуски — наводняющие, или массовые (массированные), что относится к третьей стратегии биозащиты.

Многократные выпуски. В открытом грунте наиболее распространен массированный выпуск трихограммы на разных культурах, в защищенном — фитосейулюса. В защищенном грунте успешно апробирован один из приемов биологического подавления фитофагов под названием «pest in first (сначала вредитель)», разработанный и впервые примененный в Англии. Суть приема заключается в заблаговременном создании искусственных очагов фитофагов как корма для энтомофага. Возможно использование не только целевого вида (вредителя), но и насекомых, невредоносных для защищаемой культуры. После этого осуществляют выпуск в такой очаг энтомофага с расчетом на его дальнейшее перераспределение и подавление вредителя на всей площади защищаемой культуры. Считают, что этот метод перспективен и для отдельных культур открытого грунта.

Примеры массированных выпусков энтомо- и акарифагов будут рассмотрены в последующих разделах этой главы.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТОМОФАГОВ В АГРОЦЕНОЗАХ

Разработка приемов сохранения и накопления численности энтомофагов для повышения их эффективности — одно из направлений биологической защиты растений, относящееся к четвертой стратегии.

У многих энтомофагов обнаружено сохранение естественных связей с биоценозами, с определенными растительными сообществами, где они приспособились к паразитированию на своем круге хозяев. Например, замечено, что деятельность паразитов на полях сельскохозяйственных культур существенно активизируется близостью к культурным нектароносам, которые, привлекая энтомофагов для питания, способствуют их концентрации в местах размножения вредителей-хозяев. Так, отмечено повышение активности у паразитов капустной совки, белянки и моли при расположении полей капусты около семенников представителей зонтичных, лука и т. д. На повышение активности энтомофагов гессенской мухи положительное влияние оказывает подсев люцерны.

Энтомофаг связан с растением через своего хозяина в системе триотрофа. Известно, что от особенностей кормового хозяина зависит поисковая способность энтомофагов. Например, от того, на каком кормовом растении питаются тли, зависит плодовитость их хищников — журчалок, развитие хищных клопов и степень размножения хризоп (Воронин и др., 1988).

Развитие сельскохозяйственного производства уменьшает флористическое биоразнообразие, что ведет к разрыву связей в системе триотрофа и часто губительно действует на энтомофагов. Поэтому наряду с подсевом нектароносных растений важно увеличивать набор выращиваемых культур в севообороте.

Один из приемов сохранения и размножения природных популяций полезных видов — создание маточников — резерваторов энтомофагов, представляющих собой конвейер вегетирующих овощных и кормовых культур различных ботанических семейств, сосредоточенных на ограниченной площади (3...5 га). Структура их складывается с учетом специализации хозяйства и видового состава экономически значимых вредителей. На примыкаемых к маточнику посевах овощных культур, хлопчатника, кукурузы энтомофаги сдерживают развитие вредителей на хозяйственно неощутимом уровне в радиусе до 5 км. Маточники, кроме того, позволяют оценить местный природный фонд полезных членистоногих, а также роль как отдельных видов, так и всего их комплекса (Коваленков, Тюрина, 1998).

Некоторые агротехнические приемы при выращивании культуры могут оказать благоприятное влияние на развитие энтомофагов. Так, разреживание кроны яблони способствует увеличению численности свето- и теплолюбивого паразита яблонной моли — агениасписа (Тряпицын и др., 1982). В то же время замечено, что побелка стволов в садах мешает хищникам кокцид добывать жертву из-под известковой корки (Ижевский, 1990).

Способы обработки почвы оказывают существенное влияние на численность энтомофагов, которые обитают в почве или связаны с ней в период зимовки. Это влияние может быть отрицательным в случае нарушения условий зимовки. По мнению С. С. Ижевского (1990), неоднократная перепашка картофельного поля не позволяет обосноваться на нем хищным клопам — периллюсу и подизусу. Это является одной из причин использования этих хищников только методом колонизации. В то же время рыхление почвы активизирует деятельность некоторых хищников и паразитов (хищных жужелиц, паразитов капустных и луковых мух и др.).

Определенную роль в повышении эффективности энтомофагов играют сроки посева культурных растений. Например, для паразита гессенской мухи — платигастера — более благоприятны для размножения поздние посевы озимой пшеницы, когда зараженность вредителя максимальна (92...98 %).

Для сохранения природных энтомофагов и акарифагов и усиления их деятельности нужно проявлять большую осторожность с использованием химических инсектицидов и акарицидов. Чтобы обеспечить выживание энтомофагов при химических обработках, необходимо:

- соблюдение оптимальных сроков и кратности обработок;
- использование селективных инсектицидов;
- проведение несплошных обработок площадей, в частности ленточных или краевых.

В то же время следует помнить о замене химических инсектицидов и акарицидов на биологические препараты, где это возможно. Так, показано, что если под действием сумицидина и рип-корда, использованных против колорадского жука, численность жужелиц снижается в 3,8...4,4 раза, то битоксибациллин совершенно не влияет на их численность. Однако даже сублетальные дозы химических инсектицидов, добавленные к биопрепаратам, отрицательно влияют на энтомофагов колорадского жука (Гусев, 1991).

В заключение отметим, что для использования энтомо- и акарифагов в защите растений необходимо изучение их места в биоценозе и взаимоотношений с другими организмами (Ижевский, 1990).

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭНТОМО- И АКАРИФАГОВ

Как отмечалось в главе 1, наибольший интерес для защиты растений представляют хищники и паразиты, уничтожающие вредные для растений виды фитофагов. К хищным животным можно отнести млекопитающих, птиц, земноводных, рыб, питающихся насекомыми и другими членистоногими, а также большое количество насекомых, клещей, пауков. Еще раз остановимся на особенностях хищных и паразитических насекомых.

При разделении животных (энтомо- и акарифагов) на паразитов и хищников критерием может служить число особей, потребляемых энтомофагом в течение его развития. Хищникам необходимо истребить более чем одну особь жертвы, чтобы пройти полный цикл своего развития. Паразиты характеризуются тем, что их личинки развиваются, как правило, за счет единственной особи, которая обозначается как хозяин. Паразитами являются некоторые насекомые (паразитоиды) и клещи. Они не вызывают немедленной гибели хозяина, находясь с ним в тесной связи.

Факт хищничества у насекомых известен с неопределенно давнего времени. Так, в старину китайские цитрусоводы помещали гнезда хищного муравья *Oecophylla smaragdina* F. на мандариновые деревья, чтобы уменьшить численность насекомых, питающихся листьями. Китайские крестьяне до сих пор соединяют деревья бамбуковыми палками, помогая таким образом муравьям переходить с одного дерева на другое.

Хищные насекомые издавна использовались в сельском хозяйстве Азии и Европы. Паразитизм у насекомых был открыт гораздо позже. Первый описанный в литературе случай паразитизма апан-телеса беляночного на гусеницах репной белянки относится к XVII в. (Коппел, Мертинс, 1968).

В начале XIX в. было установлено, что насекомые-энтомофаги способны сдерживать размножение сельскохозяйственных вредителей. Это и послужило началом развития биологического метода защиты от вредных насекомых. Однако целенаправленное практическое использование биометода началось в середине XX в. В настоящее время накоплен достаточно большой опыт применения энтомофагов в сельском хозяйстве.

Рассмотрим подробнее виды взаимоотношений животных, обращая внимание преимущественно на насекомых и клещей.

Хищничество. Оно характеризуется тем, что один организм {хищник} питается другим (жертвой) и обычно сразу убивает ее. За свою жизнь хищник поедает множество особей жертвы.

Хищные виды — энтомофаги встречаются в 16 отрядах, среди насекомых как с неполным превращением (стрекозы, богомолы, веснянки, прямокрылые, уховертки, трипсы), так и с полным (жуки, сетчатокрылые, большекрылые, скорпионовые мухи, ручейники, чешуекрылые, перепончатокрылые, двукрылые). Хищные насекомые часто представлены крупными систематическими группами на уровне отряда, например стрекозы (Odonata), богомолы (Mantodea), сетчатокрылые (Neuroptera) или семейства — клопы-антокориды (Antocoridae), мухи-ктыри (Asilidae), а также многими семействами отряда жуков, которые объединены в подотряд плотоядных (Adephaga). Наиболее важное значение для биологического метода имеют хищные клопы, трипсы, жуки, сетчатокрылые, двукрылые, перепончатокрылые. Многие из них часто многочисленны и постоянны в агробиоценозах. Жертвами для хищников служат представители почти всех отрядов насекомых и других членистоногих.

При питании одни хищники могут измельчать свою жертву с помощью грызущих ротовых органов, как это делают стрекозы, богомолы, муравьи, осы, большинство жужелиц, кокцинеллид ит. д., другие высасывают ее содержимое с помощью сосущего ротового аппарата (клопы, трипсы, ктыри) либо при участии сильно развитых полых

мандибул (некоторые виды жуужелиц и божьих коровок) или желобка, образующегося между жвалой и нижней челюстью (личинки златоглазок). Для видов, высасывающих пищу, типично внекишечное пищеварение, при котором хищник через нанесенную ранку вводит в жертву пищеварительный сок, а затем высасывает уже частично гидролизованную полостную жидкость.

Хищные насекомые и клещи очень прожорливы и могут оказывать существенное влияние на численность вредителей сельскохозяйственных культур.

Паразитизм. Это более специализированная форма отношений, при которой один организм {паразит} живет за счет другого {хозяина} и тесно связан с ним биологически и экологически на большем или меньшем протяжении своего жизненного цикла.

В классе насекомых паразитические формы встречаются в пяти отрядах: жесткокрылых, веерокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых, т. е. в отрядах насекомых с полным превращением. Наибольшее практическое значение имеют представители отрядов перепончатокрылых и двукрылых.

Паразитическим насекомым присущ личиночный паразитизм, во взрослом же состоянии они ведут свободный образ жизни. Имаго паразитических насекомых обычно восполняют потребность в белке, питаясь медвяной росой или нектаром растений, которые, как доказано, содержат свободные аминокислоты. Медвяная роса очень важна для долговечности и плодовитости насекомых. Для многих видов паразитических перепончатокрылых большое значение имеет влага. Например, большинство видов и особей наездников ихневмонид встречаются только там, где регулярно выпадают дожди или росы.

Хотя паразитизм — функция личиночной фазы паразитов, взрослые самки некоторых видов также питаются на хозяевах. Нападение на хозяина взрослых самок с целью питания — одна из форм хищничества. Точно установлено, что питание за счет жидкости тела хозяина необходимо для получения белка, требующегося для созревания яиц паразита. Так, самки перепончатокрылых насекомых питаются жидкостью тела хозяина, которая выделяется из ранки, нанесенной яйцекладом. При этом одни виды питаются и откладывают яйца на одной и той же особи хозяина (птеромалида *Nasonia*), другие — на разных, поскольку питание на хозяине делает его непригодным для откладки яиц (эн-циртид *Metaphycus helvolus* Comp, на щитовках), что повышает ценность энтомофага как агента биологического контроля вредных видов.

Как отмечалось в главе 1, паразиты насекомых могут быть разделены на ряд более мелких категорий в зависимости от способа нападения и типа хозяина. Так, при развитии внутри тела хозяина паразит является внутренним, или эндопаразитом. Обычно он откладывает яйцо в любую часть полости тела хозяина, где оно часто свободно плавает в гемолимфе. Личинка питается внутренним содержимым хозяина. К внутренним паразитам относятся, например, паразит кровяной тли — афелинус (*Aphelinus mali* Hald); паразит личинок и молодых самок червеца комстока — псевдафикус (*Pseudaphycus malinus* Gah.); паразит многих чешуекрылых — три-хограмма (разные виды семейства трихограмматид — *Tricho-grammatidae*). При развитии личинки внутреннего паразита в теле хозяина последний не погибает до завершения развития энтомофага. Для внутреннего паразита хозяин — не только источник пищи, но и среда обитания.

Если паразит развивается, располагаясь на теле хозяина снаружи, то он называется наружным, или эктопаразитом. Для получения пищи личинка наружного паразита прокалывает покровы хозяина и высасывает его содержимое. Хозяевами обычно являются личинки насекомых с полным превращением. Личинки паразита, как правило, защищены от вредного воздействия внешней среды щитками хозяина (афитисы паразитируют на щитовках, самки откладывают яйца под щиток жертвы) либо ложным коконом (личинки алеохары, например *Aleochara bilineata* Gyll. — эктопаразиты личинок и куколок капустной и других мух). К наружным паразитам относятся представители семейств — *Pteromalidae*, *Callimomidae*, *Eulophidae*, *Elasmidae*, *Eurytomidae*.

В случае развития на каждом хозяине по одной особи паразита последний называется одиночным (например, энтомофаг тлей — афидиус).

У многих видов происходит заражение одного хозяина несколькими особями паразита, в таких случаях говорят о групповом паразитизме (энтомофаг гусениц капустной белянки — апантелес беляночный).

Множественный, или мультипаразитизм, наблюдается, когда одного хозяина одновременно или последовательно заражают один или несколько видов паразитов, потомство которых развивается одновременно. Такое заражение одной особи хозяина двумя и большим числом видов паразитов ведет к прямой конкуренции личинок паразитов за пищу. В результате часть личинок не может достичь зрелости. Обычно (но не всегда) особи одного вида уничтожают особей менее агрессивного вида.

Поскольку нападению паразитов подвергаются все фазы насекомых хозяев, можно выделить паразитов яиц (трихограмма), паразитов личинок (апантелес, тахины), паразитов куколок (птеро-малюс куколочный).

Некоторые, хотя и немногие, виды паразитируют на взрослых насекомых. Паразиты имагинальной фазы насекомых обычно не затрагивают жизненно важные органы хозяина. Их личинки питаются преимущественно гемолимфой, потери которой восполняются в процессе дополнительного питания хозяина, который в таких случаях обычно ослабляется или вовсе утрачивает способность к размножению (откладке яиц).

Могут быть и промежуточные категории, например, в тех случаях, когда нападению подвергается фаза яйца, но паразит продолжает развиваться и в личинке хозяина. Такие виды паразита называются соответственно яйцеличиночными, так как их развитие происходит на протяжении двух фаз развития хозяина. Такой тип развития присущ, например, аскогастеру четырехзубчатому (*Askogaster quadridentatus* Wesm.), который заселяет яйца яблонной плодовой гусеницы, а заканчивает развитие в коконирующей гусенице; агениаспису (*Ageniaspis fuscicollis* Dalm.) — паразиту молей, в частности яблонной (Тряпицын и др., 1982).

По степени специализации к хозяевам паразитические и хищные насекомые (и другие членистоногие) делятся на три основные биологические группы: монофаги, олигофаги, полифаги.

Монофаги — узкоспециализированные энтомофаги, приспособленные к одному виду хозяина или жертвы (афелинус, псевдафикус, родолия). Монофагия сравнительно редко встречается у энтомофагов.

Олигофаги — относительно специализированные, питаются насекомыми, принадлежащими к разным родам одного семейства. Многочисленная группа, среди них много эффективных энтомофагов вредителей сельскохозяйственных культур.

Полифаги — многоядные, способны жить за счет широкого круга фитофагов, даже представителей разных отрядов. Полифаги характеризуются широкой экологической пластичностью и отсутствием синхронности в развитии с хозяевами или жертвами.

Основные признаки эффективности энтомофагов. Энтомофаги, используемые в биологической защите растений, должны обладать определенными признаками.

Первый из них — высокая поисковая способность. Естественный враг лишь тогда становится эффективным, когда он способен находить хозяев даже при малой плотности его популяции, что и выражается поисковой способностью энтомофагов. Эта способность, по-видимому, играет даже более важную роль, чем высокая плодовитость энтомофага.

Другой важный признак — высокая степень пищевой специализации энтомофага. Специфические по отношению к хозяевам энтомофаги (моно- и олигофаги), как правило, более предпочтительны, чем многоядные. Высокая степень специфичности по отношению к хозяевам свидетельствует о хорошей биофизиологической приспособленности к хозяину. Однако многоядные виды могут иметь и определенные преимущества. Так, при неблагоприятных условиях среды (состоянии популяции хозяина) многоядные

энтомофаги лучше выживают благодаря возможности питания на других хозяевах, в то время как специфические сильно страдают.

Третий признак — высокая потенциальная скорость роста популяции энтомофага. Он характеризуется кратким периодом развития и относительно высокой плодовитостью. Благодаря этому естественный враг развивается в нескольких поколениях в течение жизни одного поколения хозяина и может быстро подавить его.

Четвертый признак — способность энтомофага занимать все ниши, в которых обитает хозяин, и благополучно выживать в этих условиях. В идеальном случае ареалы хозяина и паразита должны полностью совпадать. Это также означает, что естественный враг должен быть хорошо приспособлен к широкому диапазону климатических условий.

Как отмечалось в главе 1, в формировании взаимоотношений между паразитами и их хозяевами большую роль играют кормовые

растения хозяев и в процессе коэволюции у фитофагов и энтомофагов складывались трофические связи с определенными видами растений. Так, триссолькус (*Trissolcus viktorovi* Kozl.) — паразит капустного клопа — заражает своего хозяина только на растениях рода капуста. В результате на разных сельскохозяйственных или лесных культурах формировались характерные для них комплексы — системы триотрофа. Поэтому углубленное изучение трофических связей в системе растение — фитофаг — энтомофаг способствует нахождению путей управления деятельностью энтомофагов в природе, а также играет важную роль при массовом разведении энтомофагов.

В процессе эволюции паразитизма его развитие достигло наибольшего совершенства в отрядах перепончатокрылых и двукрылых. Личинка должна была приспособиться к развитию за счет живого хозяина внутри его полости (эндопаразиты) или на поверхности тела (эктопаразиты). При преодолении защитных реакций фитофага личинка должна была приобрести способность сохранять его полноценность как пищевого субстрата.

Защитные реакции хозяев могут быть механическими и физиологическими. К механическим относятся свойства внешних покровов противостоять внедрению, а также стремление уйти от паразита. Последнее преодолевается самкой паразита, которая перед откладкой яиц парализует заражаемую особь фитофага. Защитные механизмы физиологического характера связаны с фагоцитозом, меланизацией и другими реакциями. Фагоцитарный иммунитет заключается в способности особи инкапсулировать проникшие в организм яйца или молодые личинки. Адаптация паразитов связана с преодолением этого механизма путем введения особого секрета, ингибирующего развитие хозяина, при этом инкапсуляция исключается.

ХИЩНЫЕ И ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ НАСЕКОМЫЕ

В этом разделе приведено описание основных отрядов и семейств насекомых, представители которых имеют наибольшее значение для биологической защиты растений.

Полужесткокрылые, или клопы (отр. Hemiptera). Среди представителей отряда встречается немало хищников, регулирующих численность вредных насекомых и клещей. Они относятся к семействам хищников-крошек, слепняков, клопов-охотников и щитников.

Хищники-крошки, или антокориды (сем. Anthocoridae). Мелкие виды (длиной 1,5...4,5 мм) с уплощенным телом. Голова вытянута вперед и обрублена на вершине. Хоботок и усики 3-члениковые. Питаются тлями, кокцидами, трипсами, личинками жуков, мелкими гусеницами, клещами. Живут на деревьях и кустарниках, на цветках, в подстилке, в свернутых листьях. Зимуют обычно взрос-

лые клопы под опавшими листьями, в трещинах коры. На плодовых культурах для ограничения численности паутинных клещей, медяниц и тлей имеют значение антокорис обыкновенный (*Anthocoris nemorum* L.), антокорис лесной (*A. nemoralis* F.). Представители рода *Onus* (*Onus niger* Wolff и *O. albidipennis* Reut.) — эффективные

хищники паутинного клеща на хлопчатнике в Таджикистане, Узбекистане и Азербайджане.

Клопы-охотники (сем. Nabidae). Крупные или средних размеров насекомые (длиной 3,6...12 мм) с продолговатым, реже продолговато-овальным телом. Хоботок 4-члениковый сильно изогнут, надкрылья часто несколько укорочены. Питаются тлями, цикад-ками, клопами, мухами. Некоторые виды активны в сумерках или ночью. Обитают больше на травянистых растениях, но встречаются также на деревьях и кустарниках. Широко распространен, особенно на полевых культурах, охотник серый (*Nabis fers L.*), который питается тлями, трипсами, яйцами и мелкими личинками чешуекрылых, жуков, клопов. На хлопчатнике основным хищником тлей является охотник бледный (*N. pallifer Seid.*).

Слепняки (сем. Miridae). Мелкие или средней величины насекомые (длиной 2... 11 мм) с нежными, слабосклеротизированными покровами, удлинено-овальной формы, зеленовато-желтого или бурого цвета. Усики 4-члениковые, глазки не развиты, глаза большие, обычно расположены у заднего края головы. Многоядны: в садах питаются паутинными клещами, тлями, яйцами листоверток, яблонной плодожорки.

Виды рода *Deraeocoris* Kbm. хищничают за счет тлей, мелких гусениц, паутинных клещей, причем для *D. ruber* L. отмечено питание яйцами и гусеницами американской белой бабочки, *D. trifasciatus* L. — гусеницами яблонной моли, *D. zarudni* Kir. — преимущественно паутинным клещом на хлопчатнике, *Stetho-conus cyrtopeltis* Fl. — специализированный хищник грушевого клопа.

Щитники (сем. Pentatomidae). Крупные или средних размеров насекомые (длиной 4,5... 17 мм) с плотными кожистыми покровами. Голова сверху имеет форму плоского или выпуклого щитка. Усики 5-члениковые, их основания сверху не видны. Большинство видов — фитофаги, хищники встречаются лишь в подсемействе Asopinae. В садах на различных гусеницах, ложногусеницах и представителях отряда равнокрылых питаются пикромерус двузубый (*Picromerus bidens* L.) и арма хищная (ольховая) (*Arma custos* F.). Американские виды — периллюс (*Perillus bioculatus* F.) и поди-зус (*Podisus maculiventris* Say.) — питаются листоедами, в том числе колорадским жуком.

Бахромчатокрылые, или трипеы (отр. Thysanoptera). Мелкие (длиной 0,5... 2 мм) насекомые с узким длинным телом. Типичные места обитания трипсов — цветки, листья и плодовые органы растений, а также грибы, мхи, лишайники, трещины коры деревьев. Большинство видов — фитофаги, встречаются и хищники. В нашей стране известно около 20 хищных видов, относящиеся к двум семействам подотряда яйцекладных трипсов (Terebrantia) — эолотрипиды (*Aeolothipidae*) и трипиды (*Thripidae*). Полосатый (*Aeolothips fasciatus* L.) и хищный (*A. intermedius* Bagn.) трипсы питаются клещами, тлями, трипсами.

Жесткокрылые, или жуки (отр. Coleoptera). Наиболее перспективные для биологической защиты растений эн-томофаги представлены в семействах жужелиц, стафилинов, кок-цинеллид, нарывников. Кроме того, много энтомофагов, питающихся насекомыми — вредителями лесных культур, встречается среди семейств карапузиков, малашек, пестряков, блестянок, плоскотелок и узкотелок.

Жужелицы (сем. Carabidae). Подвижные жуки темной, реже яркой окраски. Взрослые жуки большинства видов живут на почве или в ее верхних слоях и ведут ночной образ жизни. Днем они прячутся под камнями, мхом, опавшей листвой. Личинки, как правило, живут в почве или под растительными остатками. Хищнический образ жизни ведут жуки и личинки, питаются насекомыми, слизнями, улитками, дождевыми червями. Широко распространены сравнительно крупные, часто ярко окрашенные хищные жужелицы из рода карабус. На полях часто встречаются полевая (*Carabus campestris* F.-W.), зернистая (*C. granulatus* L.), красноногая (*C. cancellatus* Ill.) жужелицы, уничтожающие гусениц подгрызающих совок, проволочников, личинок колорадского жука и других вредных насекомых. Крымская жужелица (*C. scabrosus tauricus* Bon.) уничтожает вредных моллюсков в садах и лесах Крыма. Жужелицы из рода красотелов

активно уничтожают гусениц чешуекрылых и других вредителей на деревьях. Так, красотелы пахучий (*Calosoma sycophanta* L.) и бронзовый (*C. inquisitor* L.) питаются гусеницами непарного шелкопряда, монашенки, пядениц и др. Красотелы степной (*C. denticolle* Gebl.) и золототочечный (*C. auripunctatum* Hbst.) — обитатели открытых пространств и лесозащитных полос и уничтожают гусениц лугового мотылька, совок и других вредителей.

Кроме перечисленных видов к хищникам относятся представители родов бегунчиков (*Bembidion*), скакунов (*Cicindela*), бегунов (*Pterostichus*), бомбардиров (*Brachinus*) и др.

Стафилиниды, или коротконадкрылые жуки (сем. Staphylinidae). Жуки отличаются длинным и узким телом и сильно укороченными надкрыльями. Имаго и личинки живут под опавшей листвой, под камнями, во мху, под корой деревьев, в грибах, в прибрежном песке, в муравейниках. Многие виды — хищники, некоторые — паразиты. Из хищников известны алеохары — двуполосая (*Aleochara bilineata* Gyll.) и двуточечная (*A. bipustulata* L.). Взрослые насекомые питаются личинками капустных и луковых мух, а личинки являются наружными паразитами их личинок старшего

возраста и куколок. Виды рода *Oligota* уничтожают растительноядных клещей, например, *O. oviformis* Cas. — естественный враг тет-раниховых клещей. Некоторые представители рода *Staphylinus* уничтожают щелкунов, *Paederus* — яйца и гусениц бабочек, *Nudobius* — личинок короедов.

Кокцинеллиды, или божьи коровки (сем. Coccinellidae). Мелкие и средней величины жуки (длиной 1...9 мм) обычно с выпуклым сверху округлым телом. Многие виды ярко окрашены, с пятнами на надкрыльях. Большинство кокцинеллид — хищники. Жуки и личинки истребляют тлей, листоблошек, кокцид, белокрылок, паутиных клещей. Взрослые жуки могут встречаться в различных местах, но их подвижные, с хорошо развитыми ногами личинки обязательно находятся там, где имеются насекомые, которые служат основной пищей для данного вида.

К наиболее распространенным видам относятся 7-точечная (*Coccinella septempunctata* L.), 5-точечная (*C. quiquepunctata* L.), 14-точечная (*C. quatuordecimpunctata* L.) коровки, пропилья 14-точечная (*Propylaea quatuordecimpunctata* L.), питающиеся тлями; кальвия 14-пятнистая (*Calvia quatuordecimguttata* L.) и др., уничтожающие тлей и листоблошек; хилокорус почковидный (*Chilocorus renipustulatus* Scr.), сцимнус широколобый (*Scymnus frontalis* F.) и 2-точечный (*S. bipunctulatus* Kug.), питающиеся кокцидами; крип-толемус (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) — мучнистыми червецами, стеторус точечный (*Stethorus punctillum* Ws.) — специализированный хищник паутиных клещей и др.

Нарывники (сем. Meloidae). Жуки средней и крупной величины, чаще яркой и пестрой окраски. Надкрылья мягкие, не прилегающие к бокам брюшка или укороченные. Превращение усложненное, полное (гиперметаморфоз), личинки первого возраста (три-унгулины) камподеовидные, второго и последующих — червеобразные. Имаго живут на растениях, питаются листьями и цветками, иногда вредят. Личинки уничтожают яйца саранчовых и запасы пищи пчел.

Представители двух родов — нарывников (*Mylabris*) и шпанок (*Epicauta*) — питаются яйцами в кубышках стадных саранчовых (преимущественно итальянского пруса и мароккской саранчи), а также одиночных (крестовой, сибирской и др.). К наиболее эффективным из них относят: нарывников — пятнистых (*Mylabris crocata* Pall. и *M. calida* Pall.), 14-точечного (*M. quatuordecimpunctata* Pall.), сибирского (*M. sibirica* F.-W.); шпанок — красноголовую (*Epicauta erythrocephala* Pall.), черноголовую (*E. megalosephala* Gebl.) и другие виды.

Сетчатокрылые (отр. Neuroptera). Насекомые средней величины или крупные с большими сетчатыми крыльями и тонким телом. Большинство видов сетчатокрылых — хищники, причем часто личинки и взрослые насекомые питаются одинаковой пищей.

Наиболее важное практическое значение имеют представители семейств златоглазок, пыльниковых, гемеробиид и некоторых других.

Златоглазки (сем. Chrysopidae). Имаго обычно средней величины с довольно широкими перламутрово или радужно переливающимися крыльями (19...50 мм в размахе). Личинка камподеовидная с хорошо развитыми грудными ногами. Личинки исключительно хищники, истребляют тлей, медяниц, мелких гусениц, тет-раниховых клещей. Они активны в сумерках, взрослые особи летят на свет. У златоглазок семиточечной (*Chrysopa septempunctata* Wesm.), красивой (*Ch. formosa* Br.), жемчужной, или прозрачной (*Ch. perla* L.) и некоторых других видов хищничают и личинки, и взрослые насекомые; у златоглазки обыкновенной (*C/g. сагпеа* Steph) только личинки.

Чаще всего взрослых златоглазок можно встретить в лесу или вблизи кустарниковой и древесной растительности, а также в полях во время цветения культур. Личинки живут в колониях своих хозяев — тлей, медяниц и др.

Гемеробииды (сем. Hemerobiidae). Мелкие или средних размеров насекомые, обычно с закругленными крыльями, иногда задние крылья редуцированы. Личинки и некоторые виды имаго — хищники, питающиеся тлями, хермесами, мучнистыми червецами, паутиными клещами. Ряд видов во взрослой фазе питается нектаром и пыльцой растений. К наиболее распространенным видам относятся гемеробиусы: серпокрылый (*Drepanopteryxphalaenoides* L.), желтоватый (*Hemerobius lutescens* Fabr.), окаймленный (*H. margi-natus* Steph.) и др. Микромус угольчатый (*Micromus angulatus* Steph.) используется в защищенном грунте для снижения численности тлей.

Пыльниковые (сем. Coniopterygidae). Наиболее мелкие виды отряда сетчатокрылых. Тело и крылья часто покрыты белой или серой восковой пылью, что придает им сходство с белокрылками. Хищничают как личинки, так и взрослые насекомые. Чаще всего они встречаются на деревьях и кустарниках, питаются мелкими насекомыми, клещами, их яйцами, падью. Самцы летят на свет. Наиболее обычны конвенция (*Conwentzia psociformis* Curt.), кони-оптериксы (*Coniopteryx pygmaea* End., *C. esbenpeterseni* Tjed.), истребляющие тетраниховых клещей.

Верблюды (отр. Raphidioptera). Насекомые средней величины с крупной прогнатической, суженной кзади головой и длинной подвижной переднегрудью. Брюшко самки с явно выраженным яйцекладом. Хищники, обитатели лесных и степных биоценозов, довольно обычны в плодовых садах. Взрослые насекомые живут открыто на деревьях, нападая на тлей, щитовок, гусениц бабочек, личинок пилильщиков и мух. Личинки живут под чешуйками коры деревьев или в подстилке, в первом возрасте питаются тлями, позднее нападают на личинок короедов, усачей и других стволовых вредителей.

Небольшой отряд, представленный в нашей стране несколькими видами. Среди них верблюдка обыкновенная, или тонкоусая (*Raphidia ophiopsis* Schum.), и безглазка толстоусая (*Inocellia crassicomis* Schum.).

Скорпионовые мухи (отр. Mecoptera). Известно более 300 видов представителей этого отряда. Это насекомые мелких и крупных размеров с двумя парами перепончатых крыльев. Голова вытянута вниз в виде клюва, на вершине которого находятся ротовые органы грызущего типа. На голове имеются длинные усики и большие глаза. У самцов некоторых видов последние сегменты брюшка сильно изменены, загибаются вверх и напоминают заднюю часть тела скорпиона.

Скорпионницы признаны полезными насекомыми, так как часть их видов являются хищниками: уничтожают тлей и других мелких вредителей сельскохозяйственных растений. Другие виды питаются гниющими растительными остатками или мертвыми беспозвоночными.

Представители отряда распространены повсюду, живут преимущественно во влажных местах и около воды, тенелюбивы. Например, во влажных лесах и на лугах

южных районов европейской части страны обитает *Bittacus tipularius* L. Наиболее распространенным видом считается скорпионница обыкновенная (*Рапогра communis* L.).

Перепончатокрылые (отр. Hymenoptera). Разнообразные по величине (0,2...60 мм) и образу жизни насекомые с двумя парами перепончатых крыльев, иногда крылья отсутствуют. Усики чаще нитевидные или коленчатые. Ротовые органы грызущие, грызуще-лижущие, иногда редуцированы. Виды, являющиеся активными энтомофагами, относятся к подотряду стебельчатых (Apoecrita). Наиболее важное значение для биологической защиты растений имеют представители семейств ихневмо-нид, браконид, афидиид, афелинид, трихограмматид, сцелионид и др.

Ихневмонида, или настоящие наездники (сем. Ichneumonidae).

Наездники средней величины, реже мелкие или очень крупные (длиной 2...40 мм). Усики длинные нитевидные, почти всегда более чем 16-члениковые. Крыльев две пары, иногда они укорочены; встречаются и бескрылые формы, особенно у самок. Сочленение между 2-м и 3-м сегментами брюшка подвижное. У самок развит длинный яйцеклад, состоящий из суженной части — стебелька и расширения на конце — раструба.

Крупное семейство, включающее внутренних и наружных паразитов многих вредных насекомых. Взрослые ихневмонида питаются пыльцой и нектаром цветков, падью тлей и кокцид, некоторые виды — гемолимфой насекомых. Личинки паразитируют в яйцах, личинках и куколках насекомых, а также в пауках. Наиболее распространены и эффективны против вредителей полевых, технических, овощных и плодовых культур представители родов *Banchus*, *Exetastes*, *Diadegma*, *Lissonota*, *Pimpla*, *Ichneumon* и др.

Бракониды (сем. Braconidae). Более мелкие наездники (длиной

2... 15 мм), чем ихневмонида, от которых отличаются также отсутствием 2-й возвратной жилки на крыльях и неподвижным сочленением 2-го и 3-го сегментов брюшка. Имаго питаются нектаром цветков, падью, гемолимфой хозяев. Личинки ведут паразитический образ жизни. Их хозяевами являются личинки, иногда яйца чешуекрылых, двукрылых, жесткокрылых, реже клопов и перепончатокрылых. В качестве паразитов вредных видов чешуекрылых наибольшее значение имеют представители родов *Apanteles*, *Rogas*, *Habrobracon*, *Macrocentrus*, *Ascogaster*, на личинках мух паразитируют представители рода *Opius*.

Афидииды (сем. Aphidiidae). Близки к браконидам; отличаются от них более мелкими размерами (длина не более 5 мм), удлинёнными первыми тремя сегментами брюшка и подвижностью сочленения между 2-м и 3-м его сегментами. Жилкование крыльев сильно редуцировано. Взрослые особи питаются падью, личинки — внутренние одиночные паразиты тлей. Тело заселенной тли вздувается, приобретает сферическую форму, меняет окраску и мумифицируется. Вылет имаго происходит через круглое летное отверстие в мумии хозяина. Наиболее распространены на овощных, плодовых и злаковых тлях диэртиелла репная (*Diaeretiella rapae* Me Int.), лизифлебус бобовый (*Lysiphlebus fabarum* Marsh., *Aphidius ervi* Hal., *Ephedrus plagiator* Ness.) и др.

Афелиниды (сем. Aphelinidae). Мелкие виды (длина менее 1 мм), желтой, бурой, реже черной окраски. Взрослые особи нуждаются в дополнительном питании на цветущих растениях или выделениях тлей. Личинки в основном внутренние, реже наружные паразиты насекомых, специализирующиеся на отдельных видах или семействах. К этому семейству относятся виды, интродуцированные в нашу страну для подавления особо опасных вредителей: афелинус (*Aphelinus mali* Hald.) — против кровяной тли, проспальтелла полезная (*Prospaltella pemiciosi* Town.) — против калифорнийской щитовки, коккофагус желтый (*Coccophagus gumegi* Comst.) — против мучнистого червеца, энкарзия (*Encarsia formosa* Gahan.) — против тепличной белокрылки.

Сцелиониды (сем. Scelionidae). Мелкие паразитические насекомые (длиной 0,6...6 мм), обычно черного цвета. Личинки — эндопаразиты яиц насекомых и пауков, преимущественно в групповых кладках яиц. Представители подсемейства *Telenominae* (*Trissolcus grandis* Ashm., *T. victorovi* Kozl., *Telenomus chloropus* Thoms., *T.*

lymantriae Kozl.) паразитируют в яйцах клопов и чешуекрылых, виды рода *Scelio* — в яйцах саранчовых.

Птеромалиды (сем. *Pteromalidae*). Широко распространенные мелкие виды, тело длиной 2...6 мм, блестящей металлической окраски. Имаго питаются сладкими выделениями сосущих насекомых и растений, а также гемолимфой хозяина. Личинки большинства представителей птеромалид относятся к наружным групповым паразитам личинок и куколок жуков и бабочек, перепончатокрылых, мух и других насекомых. Так, на куколках белянок и нимфалид паразитирует птеромалюс куколочный (*Pteromalus puparum* L.). Представители рода *Eupteromalus* паразитируют на личинках и куколках двукрылых и чешуекрылых (гессенская муха, златогузка).

Трихограмматиды (сем. *Trichogrammatidae*). Очень мелкие насекомые (длиной не более 1,2 мм) желтого, бурого или черного цвета. Ноги всегда с 3-члениковыми лапками. Брюшко обычно с широким основанием. Передние крылья часто с рядами дискальных волосков, нередко с длинной краевой бахромой. Личинки — внутренние паразиты яиц различных насекомых, чаще всего чешуекрылых. Взрослые особи питаются нектаром.

Из представителей рода трихограмма (*Trichogramma*) наибольшее значение имеют *T. evanescens* Westw., *T. pintoi* Vog., *T. embryophagum* Htg., *T. cacoeciae pallida* Meyer. Эти виды трихограмм искусственно разводят на биофабриках и в биолaborаториях, применяют методом сезонной колонизации на различных сельскохозяйственных культурах.

Муравьи (сем. *Formicidae*). Наиболее массовые энтомофаги леса. Это общественные полиморфные насекомые, обычно разделяющиеся на касты бескрылых рабочих, крылатых самцов и самок. Они распространены повсеместно, строят гнезда-муравейники в земле, трухлявой древесине и других органических субстратах. Кроме различных мелких животных муравьи используют для питания растительные остатки.

Для биологической защиты в качестве регуляторов численности вредных насекомых интересны представители группы рыжих лесных муравьев. Это прежде всего рыжий лесной (*Formica rufa* L.), малый лесной (*F. polystena* Foerst.), северный лесной (*F. lugubris* Zett.), красноголовый (*F. truncatula* Retz.), луговой (*F. pratensis* F.) и тонкоголовый (*F. exsecta* Nub.) муравьи.

Рыжие лесные муравьи, в отличие от других хищных насекомых, являются активными многоядными хищниками. Они уничтожают вредителей на разных стадиях развития. Из стволовых вредителей это короеды, долгоносики, из корневых — чернотелки, хрущи, из хвое- и листогрызущих — совки, пяденицы, шелкопряды, пилильщики. Насекомые уничтожаются муравьями как на поверхности почвы, так и на деревьях, кустарниках и в травяном покрове. Площадь, контролируемая одним муравейником, достигает 0,25 га. Считается, что для защиты хвойного леса достаточно четырех муравейников на 1 га насаждений, а лиственного — шести муравейников на 1 га.

Осы-сколии (сем. *Scoliidae*). Крупные и средних размеров насекомые, отдельные виды достигают 45 мм в длину и 100 мм в размахе крыльев. Окраска тела черная с желтыми или оранжевыми пятнами или полосами. Крылья часто затемненные, с фиолетовым отливом. Глаза большие почковидные. Тело и ноги в редких, но длинных волосках.

Имаго питаются нектаром цветков, личинки — одиночные наружные паразиты личинок пластинчатоусых и некоторых других жуков. Самка сколии после спаривания находит личинку жука, парализует ее, делает в почве на глубине 0,25...1 м колыбельку, затем откладывает на личинку одно яйцо и закапывает ход. Личинка сколии развивается на теле парализованного хозяина, затем там же окукливается. На следующий год выходит имаго.

Сколии — теплолюбивые насекомые, поэтому зона их местообитания ограничивается степными и лесостепными районами на юге нашей страны. К наиболее известным видам относятся сколия 4-точечная (*Scolia quadripunctata* F.) — паразит оленки,

хлебного жука, зеленого хрущика; сколия мохнатая, или степная (*S. hirta* Schr.) — паразит бронзовок и хрущей; сколия желтолобая (*S. dejeani* Lind.) — паразит майских жуков и мраморного хруща. Сколия гигантская (*S. maculata* Drury), как и многие другие виды, занесена в Красную книгу и нуждается в охране.

Осы-тифии (сем. *Tiphiidae*). Очень близки по внешнему строению и поведению к сколиям. Отличаются менее яркой окраской тела, преимущественно черной или черной с красным, меньшими размерами (длина 5... 15 мм). Глаза непчовидные. Самки иногда бескрылые.

Личинки тифий, как и сколии, — одиночные наружные паразиты пластинчатоусых жуков. Кроме того, они живут за счет личинок жуков скакунов (семейство жужелиц) и жалящих перепончатокрылых. На личинках июньского хруща, жука-кузьки паразитируют *Tiphia femorata* F., *T. morio* F. и другие виды.

Двукрылые, или мухи (о т р. *D i p t e g a*). По образу жизни и пищевой специализации весьма разнообразны. Многие двукрылые являются паразитами и хищниками. Виды, представляющие интерес для биологической защиты растений, встречаются в семействах галлиц, ктырей, жужжал, журчалок, тахин, сарко-фагид, серебрянок и др.

Галлицы (сем. *Cecidomyiidae*). Мелкие (длиной 1...5мм) комарики с узким стройным телом. Личинка длиной до 4 мм, без обособленной головы и ног, тело заострено к обоим концам. Взрослые галлицы не питаются или пьют нектар цветков. Личинки некоторых видов галлиц — хищники и уничтожают тлей, медяниц, хермесов, кокцид, алейродид, трипсов, паутинных клещей. Типичный представитель этого семейства — галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimiza* Rond.), личинки которой хищничают за счет 61 вида тлей, используется в биологической борьбе с этими вредителями.

Ктыри (сем. *Asilidae*). Мухи средней или крупной величины (длиной 4...40 мм) с подвижной головой, торчащим сильно склеротизованным хоботком и удлинненным брюшком. Крылья в покое складываются на спину (рис. 1). Взрослые ктыри и их личинки — хищники. Имаго нападают на клопов, прямокрылых, перепончатокрылых, двукрылых и некоторых жуков. Взрослые ктыри — обитатели открытых пространств, их можно встретить на полях, полянах. Они ловят добычу на лету. Личинки многих видов живут в почве и питаются личинками щелкунов, чернотелок, хрущей, хлебных жуков и других обитающих в почве насекомых.

Представители: ктырь беловатый (*Asilus albiceps* Mg.), желтокрылый (*A. rufinervis* Mg.), кольчатый (*Machimus cingulatus* Fll.), яст-ребница рыженогая (*Dioctria rufipes* Dey) и др. Личинки ляфрии горбатой (*Laphria gibbosa* L.) и окаймленной (*L. marginata* L.) живут в ходах усачей, питаются их личинками.

Жужжала (сем. *Bombyliidae*). Представители семейства могут вести как хищный, так и паразитический образ жизни.

Мухи разной величины (длиной 1...30мм) с прозрачными пестрыми или полностью окрашенными крыльями. Тело короткое и широкое, обычно покрыто густыми волосками. Взрослые мухи питаются нектаром и пылью цветков. Личинки — паразиты сетчатокрылых, бабочек, мух. Личинки жужжал из рода *Systoechus* также хищники и развиваются в кубышках саранчовых. Например, *S. stenopterus* Mik. питается яйцами в кубышках ма-роккской, итальянской саранчи, сибирской кобылки. Личинки *Anastoechus nitidulus* F., *Callistoma fascipennis* Mcq. живут в кубышках азиатской и мароккской саранчи, итальянского пруса, темнокрылой и крестовой кобылок. Личинки рода *Villa* — паразиты совок.

Журчалки (сем. *Syrphidae*). Мухи средней и крупной величины, разнообразной окраски, одноцветно черные или яркие, похожие на ос. Взрослые мухи питаются нектаром или пылью и участвуют в перекрестном опылении растений. Они быстро летают и в то же время могут парить в воздухе почти неподвижно. Пищевая специализация и образ жизни личинок разнообразны. Отдельные виды — хищники. Хищные личинки сирфид

питаются тлями, хер-месаами, некоторыми видами кокцид и цикадок, трипсами и мелкими гусеницами бабочек. К наиболее обычным видам относятся сирф полулунный (*Syrphus corollae* F.), перевязанный (*S. ribesii* L.), окаймленный (*S. balteatus* = *Episyrphus balteatus* Deg.), сферофория украшенная (*Sphaerophoria scripta* L.) и др.

Тахины (сем. Tachinidae). Мухи различной величины (длиной 3...20 мм), чаще среднего или крупного размера. Тело в большинстве случаев покрыто длинными жесткими щетинками. Хетотак-сия сложна и служит диагностическим признаком при определении видов. Личинки червеобразные, безногие, бледноокрашенные, суженные к головному и расширенные к заднему концу. Куколки скрытые, в ложном коконе.

Имаго питаются нектаром цветков, медвяной росой, иногда гемолимфой хозяина. Особенно сильно привлекают мух цветущие зонтичные растения. Самки откладывают яйца на тело хозяина или на растение (в этом случае попадают в хозяина с пищей), некоторые виды живородящие. Личинки обычно внутренние, редко наружные, паразиты насекомых из отрядов клопов, жесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых.

Важную роль в ограничении численности вредителей на посевах зерновых и крестоцветных культур играют мухи фазии: серая (*Alophora subcoleopterata* L.), пестрая (*Phasia crassipennis* = *Ectophasia crassipennis* F.), золотистая (*Clytiomyia helluo* F.), паразитирующие на клопах-черепашках, а также тахины, паразитирующие на гусеницах чешуекрылых. Например, эрнестия (*Ernestia consobrina* Mg.) — паразит гусениц капустной совки, изомера (*Isomera cineracens* Rd.) заражает гусениц серой зерновой, озимой и других видов совок. Тахина большая (*Tachina grossa* L.) и эрнестия грубая (*Ernestia rudis* Fll.) — эффективные энтомофаги чешуекрылых в лесных биоценозах.

Саркофагиды (сем. Sarcophagidae). Мухи длиной 3...14 мм, серого или темного цвета, без металлического блеска. Часто с продольными полосами на среднеспинке и мозаичным рисунком на брюшке. Большинство видов свойственно живорождение. Личинки червеобразные, безногие, в многочисленных шипиках и бугорках на кутикуле.

Пищевая специализация личинок саркофагид разнообразна: они живут в различных гниющих веществах, экскрементах позвоночных, ранах млекопитающих. Многие виды этого семейства — хищники и паразиты членистоногих. Так, личинки *BlaesoxipHELLa brevicomis* Vill. паразитируют в полости тела одиночных саранчовых — сибирской и темнокрылой кобылок. Личинки *Pseudo-sarcophaga mamillata* Pan. уничтожают гусениц и куколок яблонной моли и соснового шелкопряда.

Серебрянки (сем. Chamaemyiidae). Своё название мухи получили за серебристую окраску тела. Длина тела 1,5...2,5 мм. Брюшко овальное с темными пятнами и полосками. Личинки червеобразные, безногие, белого или желтоватого цвета.

Имаго питаются сладкими выделениями тлей и кокцид. Личинки — хищники, уничтожают тлей, хермесов, червецов. Наиболее хорошо изучены представители рода *Leucoris*. Например, *L. glyphinivora* Tanas, питается более чем 30 видами тлей, а *L. alticeps* Cz. развивается на червце Комстока в Закавказье и Средней Азии.

ХИЩНЫЕ И ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ПАУКООБРАЗНЫЕ

Клещи. Представители подкласса клещей (Acari) класса паукообразных (Arachnida). Обычно мелкие, часто микроскопические виды, разнообразные по внешнему строению и образу жизни. Тело клещей, как правило, лишено первичной сегментации и условно делится на два крупных отдела: гнатосому — ротовой аппарат и идиосому — отдел, несущий ходильные конечности. Большинство видов обладает тремя парами ног в фазе личинки и четырьмя — на всех последующих фазах развития.

Клещи широко распространены в природе. Они встречаются среди мхов и лишайников, на растениях, в почве и на ее поверхности, составляют 70...80 % популяции членистоногих лесной подстилки.

Практическое значение клещей многообразно. Значительное число видов относится к хищникам и паразитам насекомых и других членистоногих, поэтому представляют интерес для биологической защиты растений.

Наиболее эффективная группа хищников растительноядных клещей и некоторых насекомых — клещи семейства фитосейид (*Phytoseiidae*), относящегося к отряду паразитоидных (*Parasiti-formes*). Они широко представлены в агробиоценозах различных зон, где встречаются их жертвы. Представители семейств анистид (*Anystidae*), хейлетид (*Cheyletidae*), входящих в состав отряда ака-риформных (*Acariformes*), активно уничтожают мелких насекомых — равнокрылых, мелких гусениц, яйца насекомых. Ряд видов семейства краснотелковых (*Trombidiidae*) в фазе личинки паразитирует на насекомых, а нимфы и взрослые клещи питаются их яйцами и личинками.

Фитосейиды (сем. *Phytoseiidae*, отр. *Parasitiformes*). Наиболее эффективные хищники среди растительноядных клещей. Это мелкие клещи (длиной 0,2...0,6 мм), овальной или удлинённой формы, бесцветные, желтоватые или коричневые. Хелицеры (ротовые придатки для схватывания и удерживания жертвы) парные, клешневидные. На спинной поверхности от 15 до 21 пары щетинок (рис. 2).

Хищные клещи зимуют в фазе оплодотворённой самки под корой веточек деревьев, в трещинах и складках коры, а также в других укромных местах. Весной они активизируются уже при температуре 2...3 °С, начинают питаться растительноядными клещами в местах зимовки, яйцами и мелкими насекомыми.

Взрослые клещи фитосейиды и их личинки очень подвижны, держатся обычно на нижней стороне листьев. Здесь же самки откладывают яйца, размещая их вдоль центральной и крупных боковых жилок. Плодовитость хищных клещей в среднем около 30 яиц на одну самку. Развитие в летний период идет очень быстро: полный цикл одного поколения — 6... 10 дней.

Требования фитосейид к количеству и качеству пищи весьма разнообразны. В среднем за период развития хищник съедает

20...30 личинок паутинного клеща; взрослая самка за 25...30 дней жизни высасывает 100... 120 особей.

На территории России зарегистрировано около 190 видов фитосейид. Наибольшим разнообразием видов отличаются многолетние агроценозы (сады, леса), где складываются благоприятные условия для их жизни и размножения. В плодовых садах наиболее широко распространены *Anthoseius caudiglans* Schust., *Metaseiulus occidentalis* Nesb., *Amblyseius fallacis* Garm., *A. fmlandicus* Oud., *A. similis* Koch, и др. На травянистой растительности (землянике лесной, бахчевых, томате) чаще встречаются *Amblyseius graminis* Chant, *A. tauricus* Livsch. et Kuzn. и др.

В условиях защищённого грунта успешно используют хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. для регуляции численности паутинного клеща, *Amblyseius mackenziei* Sch. et Pг. против табачного трипса и т. д.

Анистиды (сем. *Anystidae*, отр. *Acariformes*). Хищные клещи средних размеров (длиной 0,5...2,5 мм), красной, желтой или фиолетовой окраски, с двумя парами глаз, со слабосклеротизованными покровами в линейных складках и радиально расходящимися ногами. В передней части проподосомы заметен шишкообразный выступ с парой сенсорных щетинок (трихоботрий). Тазики ног несколько сближены между собой. В нашей стране широко распространен анистис ягодный (*AnysP's baccarum* L.), в Великобритании — *A. agilis* Banks, обладающие широкой пищевой специализацией. Кроме растительноядных клещей эти хищники поедают некоторых равнокрылых насекомых, а *A. agilis* Banks — также мелких гусениц и ложногусениц пилильщиков младших возрастов.

Краснотелки (сем. *Trombidiidae*, отр. *Acariformes*). Крупные и средней величины клещи (длиной 1,5...4 мм) обычно красного цвета, с широкоовальным телом, густо покрытым перистыми или разветвленными щетинками, придающими ему бархатистый вид. Спинной щиток небольшой, расположен в средней части проподосомы, с парой сенсорных щетинок (трихоботрий) на заднем конце, спереди заканчивается расширенной пластинкой. Некоторые виды краснотелок питаются кровью позвоночных и нападают на

животных и человека, другие живут за счет членистоногих, причем личинки многих видов паразитируют на насекомых, а нимфы и взрослые клещи питаются их яйцами и личинками. Так, *Eutrombidium trigonum* Непп. является врагом саранчовых, *Allotrombium fuliginosum* Непп. в США уничтожает яйца стеблевого мотылька и наряду с *A. pulvinus* Ew. питается тлями, медяницами и другими мелкими насекомыми.

Пауки. В регулировании численности вредных фитофагов существенную роль играют пауки — активные хищники. Они относятся к типу членистоногих (Arthropoda), классу паукообразных (Arachnida), подклассу Aranei (Aranea). У пауков членистые конечности и жесткий наружный скелет. Их тело разделено на два отдела — головогрудь и брюшко. На головогрудь располагаются хе-лицеры, восемь глаз (у большинства пауков), четыре пары ног и пара педипальп (рис. 3). Брюшко имеет мягкие покровы, на его конце расположено несколько пар паутинных бородавок. Использование паутины для постройки ловчих сетей, жилых трубок, гнезд, яйцевых коконов — характерная особенность поведения пауков, направленного на обеспечение основных жизненных функций особи и вида — ловлю добычи, заботу о потомстве, спаривание и расселение.

Большинство видов пауков, обитающих в нашей стране, развивается в одной генерации в год, т. е. успевают завершить весь цикл развития в течение лета. Самки после спаривания и оплодотворения помещают яйца в паутинистый кокон. При этом самки одних видов носят коконы с собой, прикрепляя их к паутинным бородавкам на конце брюшка или держа хелицерами, а другие — охраняют коконы, располагая их на постоянном месте. В процесс постэмбрионального развития пауки претерпевают от четырех до 13 линек. Первые стадии развития (пренимфы и нимфы) проходят внутри кокона. Пренимфа не способна к движению и не питается, так как ее тело покрыто эмбриональной кутикулой. Нимфы, хотя и подвижны, также не способны к самостоятельному питанию, поскольку у них редуцированы глаза, ядовитые и паутинные железы, а также ротовой аппарат. Пауки последующих стадий развития ведут самостоятельный образ жизни, активно питаются и отличаются от взрослых особей лишь тем, что у них недоразвиты половые органы.

Места обитания пауков в природных условиях весьма разнообразны. Одни виды поселяются на открытых местах среди травянистой растительности, другие обитают в лесах, раскидывая ловчие сети на деревьях, кустарниках, живут в лесной подстилке. Многие виды обитают на поверхности или в полостях почвы, под камнями и другими укрытиями, некоторые — в хозяйственных постройках и жилищах человека.

Все пауки — хищники, в питании которых немалую долю составляют насекомые. Значение пауков наиболее изучено в лесных биоценозах, где они обычно составляют 50...80 % представителей всей фауны крон деревьев и кустарников. Их добычей становятся такие вредители, как сосновая пяденица, монашенка, непарный шелкопряд, сосновая совка, сосновый бражник, сосновые пилильщики, пилильщики-ткачи, орехотворки, тли, хермесы, двукрылые, долгоносики, хрущики и другие насекомые. В частности, есть данные об истреблении пауками до 25 % популяции сосновой пяденицы в очаге массового размножения вредителя.

Тенетники (сем. Theridiidae). Представители этого семейства живут на неправильных широкоячеистых ловчих тенетах. Это относительно мелкие пауки (длиной 2... 10 мм), на нижней стороне задних лапок которых имеется ряд изогнутых щетинок, служащих для забрасывания добычи клейкими нитями. Свое логово они чаще всего сооружают в виде колпачка полушаровидной формы, обращенного отверстием вниз и замаскированного сверху останками насекомых и частичками растений.

Линифиды (сем. Linyphiidae). Пауки мелкие и средней величины, изготавливают своеобразные ловчие сети в виде балдахина. Эти пауки обычно обильно заселяют нижние части крон деревьев, кустарники и высокотравье. Их своеобразная сеть-ловушка состоит из двух элементов: плоского навеса и отходящих от него вверх и вниз паутинных нитей.

Паук располагается под навесом, касаясь его ногами, а жертва, запутавшись в верхних нитях ловчих сетей, падает на навес, где ее схватывает подросший паук.

Кругопряды (сем. *Araneidae*). К этому семейству относятся одни из самых крупных пауков — крестовики (р. *Araneus*). Длина их тела достигает 15...20 мм, ноги сравнительно длинные. Как и другие представители семейства, крестовики сооружают колесовидные тенета. Это самые обычные и многочисленные пауки на кустарниках, высоких травянистых растениях, в кронах деревьев.

Агелениды (сем. *Agelenidae*). Представители этого семейства характеризуются телом, покрытым перистыми волосками, и хелидерами с многочисленными зубцами по краю желобка. Широкие тенета эти пауки строят с трубковидным логовищем в виде воронки.

Нижние части кустарников на открытых лесных полянах часто опутаны плотными ловчими сетями с воронками агеленид. Много пауков живет в парках, где они густо оплетают своими тенетами верхнюю подрезанную часть крон декоративных кустарников. Паук всегда находится в нижней трубчатой части воронки и при попадании на тенета добычи быстро выскакивает из укрытия, схватывает жертву и снова скрывается в трубке.

Представители рода *Agelene* очень прожорливы. В старых тенетах трубки почти всегда забиты многочисленными останками насекомых, как правило, вредных видов. Пауки этого рода — перспективные агенты для биологической борьбы, особенно в очагах массового размножения вредных насекомых.

Пауки-волки (сем. *Lycosidae*). К этому семейству относятся бродячие хищники, живущие в норках на поверхности почвы. Например, представители рода *Trochosa* обычны в густом травостое на лугах и лесных полянах. В южной части лесной зоны на открытых площадках лесных луговин часто встречаются колонии наиболее крупного паука нашей фауны — тарантула русского (*Lycosa singorensis* Laxm.), длина тела самки тарантула достигает 40 мм. Тарантулы живут в глубоких вертикальных норках в почве, на насекомых (преимущественно жесткокрылых) охотятся ночью.

Пауки-бокоходы (сем. *Thomisidae*). Представители семейства живут на траве, кустарниках, стволах деревьев, иногда под камнями. У этих пауков две задние пары ног обычно гораздо короче и слабее передних. Кроме того, представители родов *Misutepa* и *Thomisus* способны менять окраску, маскируясь под фон растений, на которых они охотятся. Многие пауки обладают защитной, криптической окраской, благодаря которой они становятся незаметными для врагов в травостое и среди густого кустарника.

Наибольшее разнообразие пауков (более 100 различных видов) характерно для садов. По данным Д. А. Селиванова (1991), в садах Подмосковья чаще всего встречаются представители семейств *Linyphiidae* (до 60,5 %), *Theridiidae* (до 23,5 %), *Dictynidae*, *Araneidae*, *Tetragnathidae*, *Tomisidae*, *Clubionidae*, *Salticidae*, которые составляют около 90 % всей фауны пауков. Спектр жертв пауков формируется, прежде всего, за счет летающих насекомых — яблонной медяницы, тлей, двукрылых, перепончатокрылых, реже клопов, долгоносиков и других членистоногих. Значение их возрастает в весенний период (пауки устойчивы к низким температурам), когда другие хищники немногочисленны или отсутствуют в кроне деревьев.

Изучается значение пауков для полевых культур. Посевы сельскохозяйственных культур характеризуются сравнительно бедной аранеофауной. Однако установлено, что на картофельных полях может обитать до 30 видов пауков и более из 12 семейств, на пшеничных полях — до 25 видов. Наибольшей численностью здесь отличаются пауки из семейств *Salticidae*, *Agelenidae*, *Lycosidae* и *Thomisidae*. Большую часть добычи пауков составляют вредители, такие, как вредная черепашка, колорадский жук, луговой мотылек, различные виды тлей, молей, лис-тоблошек, листоверток, растительноядных клещей, множество двукрылых (Харченко, 1997).

Установлена роль отдельных видов пауков в регуляции численности вредителей. Так, пауки тенетник овальный (*Theridion ovatum* Cl.) и 77г. *linatus* Cl. зарегистрированы

как энтомофаги колорадского жука. *Araneus cornutus* Cl. отмечен на посевах пшеницы как многоядный хищник (поедает кузнечиков, мягкотелок, пиявиц, слоников, мух, пилильщиков). *Salticus zebraneus* Koch, питается имаго яблонной плодовой. Однако в настоящее время при организации комплекса мероприятий по защите растений значение пауков как хищников практически не учитывается, а возможности их использования остаются нереализованными.

В природных условиях насекомыми и другими членистоногими питаются многие позвоночные животные подтипа *Vertebrata*: земноводные, пресмыкающиеся, птицы и некоторые млекопитающие.

Земноводные, или амфибии (к л. *Amphibia*). Самый малочисленный класс позвоночных животных. Температура тела зависит от температуры окружающей среды. Во взрослом состоянии дышат легкими, но тесно связаны с водоемами, куда откладывают свою икру. Личинки (головастики) дышат жабрами, питаются наилком или соскребом водорослей. Взрослые особи — активные хищники.

Бесхвостые амфибии (отр. Апига, или *Scaudata*). Для регуляции вредных видов насекомых имеют значение представители этого отряда лягушки и жабы.

Настоящие, или обыкновенные, лягушки (сем. *Ranidae*). Обыкновенные лягушки широко распространены: среди них есть обитающие как постоянно в водоемах, так и вдали от них. Из морфологических особенностей, характеризующих семейство, отмечают наличие зубов на верхней челюсти. Представителей данного семейства делят на две группы — зеленые и бурые лягушки. Из зеленых лягушек наиболее известны и широко распространены озерная (*Rana ridibundae* Pall.) и прудовая (*J. esculenta* L.), из бурых — травяная (*J. temporaria* L.) и остромордая (*J. terrestris* Andr.).

Бурые лягушки представлены наземными формами, связанными с водой лишь в период размножения и развития головастиков. По окончании размножения они, как правило, перебираются в леса, сады, огороды, где проводят все лето. Предпочитают влажные места. Активны ночью. Пищей служат различные беспозвоночные животные — насекомые, голые слизни, дождевые черви, пауки. В желудках бурых лягушек часто обнаруживают вредных видов насекомых — листоедов, долгоносиков, саранчовых, тлей, клопов, щелкунов, гусениц совок и пядениц.

Жабы. Жабы составляют довольно большую группу, которая представлена на всех континентах земного шара.

Настоящие, или земляные, жабы (сем. *Bufo* *nidae*). В это семейство входят наиболее распространенные виды. В отличие от лягушек на верхней челюсти у жаб отсутствуют зубы. Жабы могут обитать в более сухих местах, чем лягушки, однако в период размножения они также держатся вблизи водоемов, в которые откладывают икру в виде студенистых нитей. Стадия головастика сравнительно короткая, молодые жабы быстро переходят к наземному образу жизни, питаясь любыми движущимися организмами, которые они только могут проглотить.

Представители семейства — зеленая (*Bufo viridis* Laur.) и серая, или обыкновенная (*B. bufo* L.), жабы, обитающие в теплых и умеренных широтах. Жабы питаются преимущественно ночью. Основная пища (85...90 %) — насекомые, из них 70 % — вредные. Так, в желудке зеленой жабы находили жуков, медведок, совок и других насекомых. Интересен вид, обитающий в Америке, — жаба ага (*B. marinus* L.). Ее акклиматизировали во многих странах, где выращивают сахарный тростник, для подавления фитофагов. Она уничтожает таких вредителей, как хрущи, жуки-носороги, гусеницы совок, слизни, и других мелких животных, однако может употреблять в пищу и полезных насекомых.

Поскольку жабы и многие виды лягушек активны в сумерках и ночью, они имеют преимущество перед другими позвоночными животными, которое состоит в том, что они истребляют вредных ночных вредителей, недоступных, например, птицам, а также насекомых с неприятным запахом и вкусом и с защитной окраской. Однако большинство

видов земноводных не заселяют распаханнные земли; их значение в уничтожении вредителей проявляется обычно в естественных угодьях (сенокосах, пастбищах, садах, лесополосах, лесах).

Пресмыкающиеся, или рептилии (кл. Reptilia).

Из пресмыкающихся, обитающих в нашей стране, питаются насекомыми представители отряда чешуйчатых (Squamata).

Настоящие ящерицы (сем. Lacertidae). Эти типично насекомоядные животные представляют наибольший интерес. По активности и прожорливости они близки к птицам. Широко распространены следующие виды ящериц: обыкновенная, или прыткая (*Lacerta agilis* L.), живородящая (*L. vivipara* Jacq.), желтопузик (*Ophisaurus apodus* Pall.). Прыткая ящерица предпочитает сухие и солнечные места, встречается в садах, на склонах холмов, по обочинам дорог и т. д. Живородящая ящерица придерживается влажных местообитаний, чаще встречается на зарастающих вырубках, торфяниках, опушках лесов. Основная пища — жуки, саранчовые, медведки, мухи, бабочки, пауки, часто уничтожают насекомых с защитной окраской, а также с неприятным запахом и вкусом. Желтопузик обитает в садах и на виноградниках горной части Крыма, где поедает слизней, прямокрылых, чернотелок, мелких грызунов.

Птицы (к л. A v e s). Они занимают первое место среди позвоночных животных по количеству истребляемых насекомых и грызунов, что связано с большим видовым разнообразием и высокой мобильностью птиц, способных быстро слетаться в места массового размножения вредителей. Класс разделен на отряды, среди которых практическое значение имеют воробьиные, соколообразные, совы, дятлы, кукушки, чайки и др.

Из дневных хищников представляют интерес канюк, полевой, болотный и луговой луны (сем. Ястребиных — Accipitridae), пустельга (сем. Соколиных — Falconidae), основной пищей которых являются мышевидные грызуны.

Ночные хищники, истребляющие крупных насекомых и мышевидных грызунов, объединены в отряд своеобразных (Strigiformes). Особенную пользу приносят болотная и ушастая совы, сова-сипуха. Подсчитано, что одна ушастая сова может съесть за 1 сут до 12 мышей или полевков (Хлебович, 1991).

Воробьиные (отр. Passeriformes). Занимает среди птиц такое же положение, как насекомые среди членистоногих: это самый многочисленный отряд птиц, в состав которого входит 50 семейств. К ним относятся такие типично насекомоядные птицы, как трясогузки, синицы, мухоловки, ласточки, славковые, иволговые, которые потребляют насекомых и других членистоногих круглогодично. Например, синица большая питается гусеницами и бабочками чешуекрылых, жуками, мухами и другими насекомыми, съедая их за день столько, сколько весит сама. Зимой синицы расклеивают зимние гнезда боярышницы, питаются ягодами.

Скворцовые (сем. Sturnidae). Из этого семейства как важнейший природный фактор сдерживания размножения саранчи на юге нашей страны известен розовый скворец, который ежедневно съедает около 200 г этих вредных насекомых.

Вьюрковые (сем. Tringilidae), овсянковые (сем. Emberizidae), тка-чиковые (сем. Ploceidae). Преимущественно зерноядные птицы, но в период выкармливания птенцов также питаются насекомыми и кормят ими свое потомство. К их числу относятся зяблики и щеглы, домовый и полевой воробьи, садовая и обыкновенная овсянки, полевой и лесной жаворонки, коноплянка и др. Так, полевой жаворонок истребляет большое количество щелкунов, долгоносиков, листоедов, имаго и личинок клопов, гусениц бабочек и других вредных насекомых. Кроме насекомых многие зерноядные птицы уничтожают семена сорняков, принося таким образом большую пользу человеку.

Млекопитающие (кл. Mammalia). Покрытые шерстью теплокровные животные, вскармливающие детенышей молоком. С практической точки зрения важную роль как

истребители вредных насекомых играют представители отрядов рукокрылых и насекомоядных.

Рукокрылые, или летучие мыши (отр. Chiroptera). Зверьки мелких размеров. Передние конечности видоизменены в настоящие, но своеобразные крылья. Широко распространены по всем странам земного шара. Ведут ночной образ жизни и руководствуются в полете отраженными ультразвуками. Рукокрылые приносят большую пользу как хищники сумеречных и ночных летающих насекомых. На территории нашей страны водятся различные виды летучих мышей (ночницы, нетопыри, ушаны, подковоносы, кожаны), многие из которых находятся под охраной закона.

Насекомоядные (отр. Insectivora). Небольшие зверьки с относительно примитивными признаками. Зубы слабо дифференцированы. Внешний вид насекомоядных разнообразен, но для всех характерен вытянутый подвижный хоботок на конце морды. К ним относятся семейства ежей, кротов, землероек.

Землеройки (сем. Soricidae). Ведут очень подвижный образ жизни, обитают преимущественно в сырых и влажных местах. Основную пищу для них составляют насекомые, черви, слизи. Добывают корм в верхнем слое почвы, подстилке и на поверхности грунта, потребляя за сутки большое количество пищи, масса которого превышает массу их тела в 1,5...4 раза. Наиболее распространены бурозубки, на юге страны водятся землеройки — белозубки.

Ежи (сем. Erinaceidae) и кротовые (сем. Talpidae). Представители этих семейств также могут уничтожать вредных насекомых, однако в их рацион попадают и полезные виды животных, что затрудняет оценку их роли как агентов биологического контроля.

ЭНТОМОФАГИ И АКАРИФАГИ ВРЕДИТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ

ЭНТОМОФАГИ И АКАРИФАГИ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ЧИСЛЕННОСТЬ ФИТОФАГОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В последнее время во всем мире отмечено расширение ассортимента растений, выращиваемых в теплицах. Кроме традиционных овощных культур (огурца, томата, сладкого перца) возделывают ранние картофель и капусту, баклажаны, зеленные культуры, землянику, бахчевые, а также многие виды цветочных и декоративных растений. Оптимальные условия для возделывания растений в защищенном грунте благоприятны и для размножения вредителей. Комплекс фитофагов, повреждающих овощные и декоративные культуры, включает в основном многоядные виды, однако есть и специализированные вредители.

К особо вредоносным в условиях теплиц относятся паутинный клещ, тепличная белокрылка, табачный и другие виды трипсов, различные виды тлей — бахчевая, персиковая, картофельные и др. Важное хозяйственное значение недавно приобрел пасленовый минер, повреждающий преимущественно томаты.

Для регуляции численности вредных фитофагов в теплицах эффективно использование энтомо- и акарифагов, видовой состав которых достаточно широк. Для многих видов разработаны регламенты их наработки и применения на различных культурах, выращиваемых в условиях закрытого грунта.

АКАРИФАГИ ПАУТИННОГО КЛЕЩА

Фитосейулюс — *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. (сем. Phytoseiidae, отр. Parasitiformes). Это узкоспециализированный хищник, питающийся паутинными клещами. По происхождению фитосейулюс — тропический вид, поэтому в цикле его развития отсутствует диапауза. В нашу страну клещ был завезен в 1963 г. из Нидерландов профессором Г. А. Бегляровым. В настоящее время этого акарифага широко используют в защищенном грунте.

Оптимальные условия для развития акарифага — температура 25...26 °С, относительная влажность воздуха не ниже 70 %. Цикл развития хищника включает фазы яйца, личинки, нимф 1-го и 2-го возрастов и взрослого клеща.

Яйцо овальное (0,21 x 0,18 мм), с розоватым оттенком, почти в два раза крупнее яйца паутинного клеща. Личинка длиной 0,17...0,2 мм шестиногая, желтовато-оранжевой окраски. Нимфы 1-го, 2-го возрастов и взрослые клещи с четырьмя парами ног. Взрослая самка фитосейулюса длиной до 0,5 мм, грушевидной формы, с тонкими эластичными покровами тела. Окраска варьирует от оранжево-красной до вишневой (цв. вклейка, рис. 1). Самец несколько меньше самки.

Отличительная особенность фитосейулюса — высокая прожорливость. При оптимальных условиях в течение суток одна самка может уничтожить до 24 подвижных особей паутинного клеща или 30 яиц. Взрослые особи хищника питаются преимущественно имаго или нимфами паутинного клеща. Личинки и нимфы акарифага уничтожают яйца и личинки вредителя. Покончив с вредителем на одних листьях, взрослые особи фитосейулюса мигрируют на другие листья растений, зараженные паутинным клещом.

Плодовитость самок акарифага за весь период жизни (18...24 дня) составляет в среднем 50...80 яиц, максимум 100... 110. При оптимальных условиях развитие одного поколения хищника (от фазы яйца до имаго) завершается за 5...6 сут, что в 1,5...2 раза быстрее, чем у вредителя,

Фитосейулюс — узкоспециализированный акарифаг, поэтому не может длительно сохраняться на растениях, свободных от паутинных клещей, и погибает при их отсутствии через 3...4 сут. Это обстоятельство требует постоянно поддерживать популяцию фитосейулюса для выпуска во вновь возникающие очаги вредителя.

Применение фитосейулюса. В защищенном грунте фитосейулюса применяют различными способами: локальный и массированный выпуски, метод «pest in first». Норма выпуска фитосейулюса в значительной степени зависит от плотности заселения растений паутинным клещом, вида растения и гигротермических условий. В среднем годовая норма колонизации фитосейулюса в теплицах на огурце составляет 0,5... 1 млн особей на 1 га.

При появлении первых очагов вредителя раскладывают листья сои или другой культуры, на которой был накоплен хищник, в очаги клеща из расчета 10...60 особей хищника на одно зараженное растение. В запущенных очагах вредителя при выпуске необходимо соблюдать соотношение хищник: жертва — 1 : 20... 1 : 50 в зависимости от защищаемой культуры.

Помимо фитосейулюса паутинных клещей могут уничтожать и другие виды хищных клещей — амблисейусы (*Amblyseius cucumeris* Oud., *A. californicus* McGregor, *A. mckenziei* Sch. et Pr.), метасейулюс западный (*Metaseiulus occidentalis* Nes.) (Ижевский и др., 1999).

Для подавления очагов тепличной белокрылки используют специализированного энтомофага — энкарзию, а также хищного многоядного клопа — макролофуса.

Энкарзия — *Encarsia formosa* Gahan. (сем. Aphelinidae, надсем. Chalcidoidea, отр. Hymenoptera). Эндопаразит личинок белокрылки.

Длина тела самки 0,6 мм, ширина 0,3 мм. Самцы встречаются в популяции паразита очень редко, они несколько крупнее самок и отличаются от них темно-коричневым цветом брюшка (у самок оно желтое) (цв. вклейка, рис. 2, а).

Размножается энкарзия партеногенетически. Самка откладывает по одному яйцу в личинку хозяина, из каждой зараженной нимфы белокрылки вылетает один паразит. В оптимальных условиях (температура 30°C, влажность 70 %) при высокой плотности популяции белокрылки одна самка энкарзии может отложить до 115 яиц. Зараженные паразитом личинки белокрылки через определенное время погибают, мумифицируются и приобретают черный цвет. Их часто называют «мумиями» (цв. вклейка рис. 2, б).

Применение энкарзии. Существует множество методик применения энкарзии в закрытом грунте. Специфика их зависит от защищаемой культуры, агротехники ее выращивания, температуры и т. д.

При обнаружении тепличной белокрылки в рассадной теплице первый выпуск энкарзии необходимо проводить здесь же за 5...7 дней до посадки растений на постоянное место. Выпуск проводят путем раскладки листьев с мумифицированными нимфами с интервалом 2...3 м из расчета 3...5 особей на 1 м².

При обнаружении вредителя в производственных теплицах после высадки рассады в очаги выпускают паразита в соотношении энтомофаг: вредитель — 1: 10 (по личинкам 2-го возраста), 1 : 5...1 : 10...25 (по имаго) в зависимости от культуры и плотности популяции фитофага. Например, из-за опушенности листьев огурца численность выпускаемого паразита на единицу площади должна быть больше, чем на других культурах. Повторные выпуски энкарзии рекомендуют проводить по тем же нормам с 2-недельным интервалом: при этом на огурце в случае необходимости — вплоть до конца вегетации, на томате — обычно 4-кратно.

ЭНТОМОФАГИ ТАБАЧНОГО ТРИПСА

Амблисейус маккензи — *Amblyseius mckenziei* Sch. et. Pr. (сем. Phytoseiidae, отр. Parasitiformes). Хищный клещ, питается яйцами и личинками различных видов трипсов, в том числе табачного и цветочного, поедает также паутиных и акаровых (мучных) клещей.

Цикл развития включает фазы яйца, личинки, нимфы 1-го возраста (протонимфа), нимфы 2-го возраста (дейтонимфа) и имаго.

Самки откладывают матово-белые, овальные яйца (длиной 0,14...0,19 мм) по 2...3 шт., прикрепляя их к волоскам с нижней стороны листьев растений. При оптимальных условиях эмбриональное развитие длится около двух дней. Затем из яиц выходит шестиногая полупрозрачная личинка длиной 0,17...0,19 мм, которая не питается и через 1 сут превращается в полупрозрачную, беловатого цвета протонимфу. Нимфы, как и взрослые клещи, имеют четыре пары ног и ведут активный хищнический образ жизни. Протонимфа питается яйцами и личинками трипсов 1-го возраста. Закончив питание, протонимфа приобретает розовую, а затем оранжево-красную окраску. После линьки она превращается в дейтонимфу, которая активно питается личинками трипса.

Цвет тела взрослых клещей варьирует от светло-коричневого до вишнево-красного. Длина самцов 0,27...0,29 мм, самок — 0,39... 0,4 мм.

Продолжительность жизни имаго составляет 25...30 дней. Амб-лисейус отличается высокой прожорливостью, уничтожает до 5...8 личинок трипса за 1 сут, что превышает плодовитость вредителя.

Оптимальные условия для развития амблисейуса — высокие температуры (25...30 °С) и влажность воздуха 80...95 %. По данным Ф. А. Сучалкина (1987), развитие хищника от яйца до имаго при температуре 25 °С продолжается около 6 сут, а выживаемость составляет 90,9 %.

Применение амблисейуса. Клещ наиболее эффективен для применения на огурце и сладком перце, так как условия их возделывания приближаются к требованиям хищника. Оптимальное соотношение хищник: жертва при выпусках 1 : 1...Л : 2. При плотности трипса пять взрослых особей на один лист хищника выпускают в количестве 150...200 шт. на одно растение. При более высокой плотности вредителя соотношение (по самкам) хищник : жертва может составлять 1 : 5. При понижении температуры в теплице необходимы повторные выпуски энтомофага.

В Московской области в агрофирме «Белая дача» применяют амблисейуса по новой технологии. При обнаружении очага трипсов в нем развешивают бумажные конверты с хищником на каждое растение, а дальше по теплице — на каждое второе растение. Так, на огурце с февраля по май проводят 6...8 выпусков с расходом 1000... 1500 особей хищника на 1 м², что обеспечивает полный и постоянный контроль численности трипсов (Гуменная, 2002).

Изучены возможности использования в защищенном грунте против трипсов и других видов амблисейусов: (*A. cucumeris* ОшТ, *A. californicus* McGregor и др.).

Опиус — *Opius pallipes* Wesm. (сем. Braconidae, отр. Hymenoptera).

Распространен практически повсеместно. Внутренний одиночный специализированный паразит пасленового минера. Предпочитает заражать личинок 2-го возраста. Самка опиуса обследует лист растения и, обнаружив мину, двигается по ее извилинам, совершая частые уколы яйцекладом. Обнаружив личинку вредителя, паразит откладывает в нее яйцо. Развитие яйца, личинки и куколки опиуса происходит в пупарии минера.

Для развития энтомофага благоприятны температура воздуха 25..30 °С, влажность воздуха 60 %, длина светового дня 16 ч. В этих условиях развитие генерации заканчивается за 10... 14 дней, плодовитость самок достигает 70...80 яиц. Соотношение полов 1:1. В природных условиях паразит зимует в фазе куколки в пупарии минера.

Применение опиуса. Разводят энтомофага на томате и других растениях, заселенных пасленовым минером. Для биологической защиты используют имаго опиуса. При появлении мин с личинками 2...3-го возрастов энтомофага выпускают из расчета одна пара на одно растение. Колонизацию проводят 2...3 раза. Биологическая эффективность паразита оптимальна при соотношении паразит : хозяин — 1 : 30.

Дакнуза — *Dacnusa sibirica* Tel. (сем. Braconidae, подсем. Alysiinae, отр. Hymenoptera). В России распространена в европейской части, на Кавказе, Среднем Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Внутренний паразит пасленового минера и других минирующих мух. Тело имаго длиной 3...4 мм, темной окраски. Ноги желтые, усики 22...24-члениковые (цв. вклейка рис. 3).

Самка предпочитает откладывать яйца внутрь тела личинок 1..2-го возрастов. С помощью обоняния она обнаруживает хозяина, прокалывает яйцекладом мину и откладывает в личинку минера яйцо. Личинка фитофага продолжает нормальное развитие и, закончив питание, окукливается. Внутри пупария начинает развиваться личинка паразита, где после завершения развития она и окукливается.

Преимагинальный период при оптимальных температурах 22..24 °С длится около 16 сут. Взрослые особи живут около 1 нед. Соотношение полов в популяции близко к 1:1. В сутки одна самка откладывает до 12 яиц, общая плодовитость достигает 93 яиц.

Применение дакнузы. Норма выпуска дакнузы зависит от заселенности листьев личинками минера, эффективность паразита увеличивается при более высокой плотности личинок вредителя.

При высокой численности минера рекомендуется выпускать паразита в теплицу в соотношении одна самка на 10... 15 личинок вредителя или 2...30 особей на Юм², что соответствует расходу 2...3 тыс. особей на 1 га. При появлении в теплицах имаго минера рекомендуется проводить еженедельные выпуски паразита (не менее трех раз). При низкой плотности фитофага и для получения гарантированного высокого эффекта паразита выпускают в повышенной норме — 20 тыс. особей на 1 га. Практикуются также профилактические выпуски дакнузы — 0,1 особи на 1 м² (Ущеков, 2003).

Диглифус — *Diglyphus isaea* Walker (сем. Eulophidae, отр. Hymenoptera). Эктопаразит минирующих мух и некоторых видов чешуекрылых. Мелкое насекомое (длина тела самки 1,2...2,8 мм, самца — 0,8...1,3 мм), черное, блестящее, с узкими крыльями (цв. вклейка, рис. 4, а).

После спаривания самки диглифуса, передвигаясь по извилинам листа, ритмично пронзают яйцекладом его эпидермис. Обнаружив личинку минера (преимущественно старших возрастов), самка наносит жертве несколько укусов. Личинка при этом прекращает питание, парализуется (консервируется на довольно продолжительный период — 8... 10 дней, приобретая сначала матовый, а затем коричневый цвет тела). После поражения жертвы самка диглифуса откладывает яйца в мину группами (по 2...5). Яйцо цилиндрическое, прозрачное, размером 0,1 x 0,3 мм. Отродившиеся из яиц личинки диглифуса продвигаются к жертве и приступают к питанию (цв. вклейка, рис. 4, б).

Завершив питание, личинки окукливаются прямо в мине. В природе диглифус зимует на стадии предкуколки в состоянии диапаузы, не выходя из мины. Куколки светло-зеленые, с красными глазами. Имаго выходят из куколок на поверхность листа.

Оптимальные условия развития диглифуса — 25 °С и влажность воздуха 40...60 % при 16-часовом фотопериоде. Разводят диглифуса на пасленовом минере на растениях томатов и бобов. При 5 °С и высокой влажности имаго диглифуса сохраняется до 6 мес.

При применении диглифуса. Колонизацию диглифуса проводят в фазе имаго. Норма выпуска — одна самка на 10... 15 личинок минера или 2...30 особей паразита на Юм² (2...30 тыс. особей на 1 га). Высокий эффект достигается при трехкратной колонизации с интервалом 5...7 дней.

При совместном применении возможны различные сочетания видов. Так, фирма Koppert поставляет паразитов листовых минеров по одному виду; либо в смеси. В 100 мл нейтрального субстрата, например, может содержаться 225 имаго опиуса и 25 имаго диглифуса; 225 взрослых особей дакнуги и 25 особей диглифуса.

При определении сроков колонизации следует учитывать, что дакнуга предпочитает откладывать яйца в личинки младших возрастов, а диглифус — старших. При поражении свыше 50 % пупариев минера или при соотношении имаго минеров и паразитов 1 : 1 выпуски прекращают. В дальнейшем паразиты самостоятельно размножаются и регулируют численность вредителя (Ущеков, 2003).

В защищенном грунте зарегистрировано более 30 видов тлей. Большинство из них — полифаги. Видовой состав тлей в конкретных теплицах в значительной мере определяется видом возделываемой культуры. Из естественных врагов тлей в качестве пригодных для применения в защищенном грунте отобраны эффективные хищники и паразиты: галлица афидимиза, златоглазки, афи-диус, циклонед, пропилея, лизифлебус, микромус угольчатый, макролофус и др.

Галлица афидимиза — *Aphidoletes aphidimiza* Rond. (сем. Cecidomyiidae, отр. Diptera). Взрослые особи хищной галлицы внешне напоминают небольших комариков с длинными стройными ногами. Тело длиной 1,8...2,2 мм, бурого цвета. Крылья с упрощенным жилкованием. Самцы и самки хищной галлицы легко различимы: у самцов усики примерно равны длине тела, своеобразно закручены назад, — у самок в два раза короче и только немного изогнуты (рис. 4).

Галлицы отличаются высокой степенью избирательности при откладке яиц. С помощью обоняния самки отыскивают колонии тлей, в которые откладывают группами яйца длиной 0,3 мм желтого или оранжевого цвета. Число отложенных яиц зависит от размера колонии. Хорошо выраженная количественная реакция хищника на плотность популяции жертвы позволяет отнести галлицу афидимизу к наиболее эффективным афидофагам.

Плодовитость галлицы зависит от температуры и влажности среды, а также от наличия медвяной росы — источника питания имаго. Большую часть яиц самки откладывают в первые 2...4 дня жизни. Общая плодовитость может достигать 150 яиц (в среднем — 30...70). Соотношение полов обычно 1:1. Длительность жизни имаго — 1... 10 дней.

Личинки галлицы червеобразные, веретеновидные, безногие, желтой, светло-коричневой или оранжевой окраски, с заметно обособленной головной капсулой, окрашенной более интенсивно, чем тело (цв. вклейка, рис. 5). Личинки афидимизы имеют три возраста. Это олигофаги, они могут питаться более чем 60 видами тлей.

Личинки окукливаются в овальных шелковистых коконах коричневого цвета в верхнем слое почвы (глубиной до 1 см).

В природных условиях зимует взрослая диапаузирующая личинка в коконе в поверхностном слое почвы и под растительными остатками.

Оптимальные условия развития - умеренные температуры — 24...25 °С днем (направо) галлицы афидимизы и 16...18 °С ночью, относительная влажность воздуха —

80...90 %. При таких условиях развитие одной генерации завершается в течение 17...20 дней.

В период высоких дневных температур имаго галлиц концентрируются в затемненных прохладных местах, активность их возрастает в вечерние и ночные часы при понижении температуры.

Применение галлиц ы. Колонизацию афидофага в теплицу осуществляют на стадиях кокона, имаго или личинки 2-го возраста. Нормы выпуска зависят от численности вредителя, защищаемой культуры и других факторов. Рекомендуются придерживаться следующих соотношений хищник: жертва: при выпуске имаго: 1: 2; при раскладке коконов — из расчета 1...2 шт. на 3 тли (на 1 га—100...500 тыс. коконов) за период вегетации; при колонизации личинок — 1: 2...1: 5.

Разработан способ предварительного накапливания афидими-зы непосредственно в производственных теплицах. Вскоре после высадки рассады на постоянное место в теплицах размещают ящики с почвой, засевают их бобовыми или злаковыми растениями, затем всходы заселяют тлей. Используют виковую, черемухово-злаковую или злаковую тлей, которые не вредят выращиваемым культурам. Через 5... 10 дней, когда тля размножится, ящики заселяют галлицами, раскладывая 10... 15 коконов в один ящик. Ящики расставляют по теплицам из расчета один на 100 м² площади. Растения в ящиках сохраняются до 70 дней. За это время на них 1...2 раза восстанавливают колонии тлей, уничтожаемых галлицами. За сезон в ящики дважды высевают кормовые культуры. Галлица, быстро размножаясь, формирует разновозрастную популяцию, адаптированную к условиям конкретной теплицы. При появлении на выращиваемых растениях очагов тлей галлицы заселяют колонии вредителя и уничтожают их. Если хищника оказывается недостаточно, необходимо дополнительно внести коконы, размноженные в лаборатории (Ижевский и др., 1999).

Златоглазки (сем. Chrysopidae, отр. Neuroptera). В защищенном грунте против тлей используются следующие виды златоглазок: *Chrysopa catea*, *Ch. septempunctata*, *Ch. perla*, *Ch. formosa* и др.

Златоглазка обыкновенная — *Chrysopa сагпеа* Steph. (цв. вклейка, рис. 6). Широко распространена в открытом грунте. В разных географических зонах она развивается в 1...5 поколениях. У златоглазки обыкновенной хищничают только личинки. Взрослые насекомые питаются нектаром и пылью, водой и сладкими выделениями тлей. Зимуют во взрослом состоянии в различных постройках. Зимующие особи осенью накапливают жировые резервы, меняют ярко-зеленую окраску тела на коричневую с красными пятнами. В местах зимовки насекомые собираются группами от 2 до 60 особей. Зимуют неполовозрелые самки последнего поколения и предшествующего, которые в данном году уже откладывали яйца.

В конце апреля — начале мая при температурах 12...13 °С златоглазки появляются на цветущей растительности. Для созревания яиц самкам необходимо белково-углеводное питание. Яйца созревают на 4...6-й день после начала питания.

У других видов златоглазок хищничают личинки и имаго; зимует предкуполка в коконе в почве или среди опавших листьев и других растительных остатков. Златоглазки активны в сумерках и летят на свет. Яйца златоглазок зеленого цвета, на длинных стебельках. Самки помещают их на растениях в местах, защищенных от прямого солнечного света, а также на почве и других субстратах. Средняя плодовитость самок составляет 370 яиц, максимальная — более 700.

Отродившиеся личинки через 1...2ч приступают к поиску добычи. Личинки камподеовидные, имеют хорошо развитые грудные ноги и серповидно-изогнутые челюсти. Личинка 1-го возраста развивается 3...4 дня, 2-го — 5...7 и 3-го — лишь три дня. Развитие куколки длится 8... 17 дней, одного поколения — в среднем 52 дня. Более успешно личинки развиваются при смешанном питании тлями и клещами.

Пищевые потребности личинок зависят от возраста: личинка 1-го возраста съедает за 1 ч 25...30 особей жертвы, прожорливость личинок 2-го и 3-го возрастов увеличивается соответственно в

2...4 и 6... 10 раз. За период развития личинка в среднем уничтожает 390...1020 тлей или 1600...2800 клещей.

Окукливается личинка в белом с кремовым оттенком рыхлом коконе. Куколка — открытого типа, располагается внутри скрученных листьев или с нижней их стороны либо под корой деревьев.

Применение златоглазки в теплицах. Высокая прожорливость и плодовитость, короткие сроки развития, широкая экологическая пластичность златоглазки обыкновенной послужили основанием для использования ее в защищенном грунте для борьбы с тлями способом сезонной колонизации. Применяют златоглазку на стадии яйца или личинки 2-го возраста. Яйца энто-мофага рассеивают на листья среднего яруса растений в соотношении хищник : жертва — 1:1. При этом способе выживает лишь 40 % отродившихся из яиц личинок.

Норма выпуска личинок варьирует в зависимости от вида растений и численности тлей и составляет в среднем 100... 150 личинок на 1 м². При расчете на плотность тли придерживаются соотношения хищник: жертва 1: 5...1 : 10. Интервалы между выпусками — семь дней.

Златоглазка семиточечная — *Chrysopa septempunctata* Wesm. Массовое разведение этого вида сложнее и дороже, чем златоглазки обыкновенной. Однако данный вид имеет следующие преимущества: большая эффективность при меньших нормах выпуска, хорошая удерживаемость личинок на растениях (в частности, огурца) и их равномерное распределение по всем ярусам листьев. Личинки не покидают растения до полного уничтожения тлей. Оптимальные условия развития: температура около 30 °С и влажность воздуха 50...70 %.

Для борьбы с бахчевой и другими видами тлей личинок златоглазки 7-точечной выпускают в соотношении хищник: жертва 1:50. Выпуски имаго проводят при численности тлей 200... 1000 особей на одно растение в соотношении 1 : 20... 1 : 100, или в среднем 20 особей на одно заселенное вредителем растение.

Златоглазка жемчужная — *Chrysopa perla* L. Многоядный вид с низкой миграционной способностью личинок. В теплицах колонизируют на стадиях личинок или яиц. Личинок 2-го возраста на огурце выпускают в соотношении хищник : жертва — 1:5; яйца (3...4-дневные) вносят в теплицы в соотношении 1:1. На листовой салатной капусте против персиковой тли афидофаг эффективен при соотношении хищник: жертва — 1:25 (по личинкам).

Златоглазка красивая — *Chrysopa formosa* Вг. Перспективный вид, возможность применения которого изучается. Развитие афи-дофага проходит в диапазоне температур 14...40 °С (оптимум —

20.. .30°С). Для подавления тлей либо выпускают личинок в соотношении 1:10, либо складывают яйца — 1:1.

Златоглазка китайская — *Chrysopa sinica* Т. Интродуцирована из тропических районов Китая. Влаголюбивый вид, хорошо переносящий повышенные температуры. Личинки не покидают растения даже при 40 °С. Эти свойства позволяют эффективно применять хищника в более низком, чем у других видов златоглазок, соотношении хищник : жертва — 1 : 20.

Микромус угольчатый — *Micromus angulatus* Steph. (сем. Neme-robiidae, отр. Neuroptera). Перспективный афидофаг. Взрослые особи светло-коричневой окраски, крылья до 20 мм в размахе, в покое складываются кровлеобразно (цв. вклейка, рис. 7). Самки откладывают яйца без стебелька. Потенциальная плодовитость — до 2000 яиц на одну самку. Личинки при отрождении светло-желтые, затем темнеют.

Хищничают как личинки, так и имаго. Личинка за период развития уничтожает 80... 100 тлей. Имаго кроме животной пищи питаются пыльцой и нектаром растений. Микромус способен развиваться в широком диапазоне температур 15...35°C (оптимум — 18...25°C) и относительной влажности воздуха 70...90 %.

К преимуществам микромуса относятся способность самостоятельно развиваться в теплицах, практически полное отсутствие каннибализма (по сравнению со златоглазками). Личинки хищника могут активно мигрировать в радиусе 10...15 м.

Применение микромуса. Для борьбы с тлей используют выпуск личинок 1-го и 2-го возрастов и рассев яиц. Соотношение с жертвой при выпуске личинок 1-го возраста — 1:5, личинок 2-го возраста — 1 : 10...1 : 20, яиц — 1:3. Рекомендуют несколько повторных выпусков с интервалом 5...7 дней.

Божьи коровки (сем. Coccinellidae, отр. Coleoptera). Среди огромного количества хищных коровок, уничтожающих разнообразных растительноядных насекомых и клещей, в условиях защищенного грунта используется несколько видов. Наиболее эффективны в теплицах иноземные виды: циклонед, леис и др.

Циклонед — *Cycloneda limbifer* Casey. Тропический бездиапауз-ный вид, интродуцированный в нашу страну с Кубы.

Имаго длиной 3...4мм, ярко-красного или вишневого цвета с черной переднеспинкой. Плодовитость самок — 900 яиц. Средняя продолжительность жизни имаго — 56 дней. Оптимальные условия развития: температура 24...28 °C, влажность воздуха 70...80 % и 18-часовой световой день.

Хищничают жуки и личинки. В теплицах циклонеду применяют для подавления бахчевой, персиковой, бобовой тлей. Личинок 2...3-го возрастов выпускают на растения в соотношении хищник : жертва — 1 : 5...1 : 25 в зависимости от культуры и численности вредителя. Если защищаемая культура — огурец, то выпуск необходимо повторить. На перце и баклажане достаточен однократный выпуск циклонеды при соотношении хищник: жертва — 1 : 5.

Леис димидиата — *Leis dimidiata* Fabr. Крупный вид коровок, интродуцированный в Россию из Юго-Восточной Азии (цв. вклейка, рис. 8). Оптимальная температура для развития — 20...25 °C. Плодовитость — до 2000 яиц на одну самку. Леис рекомендуют применять против персиковой тли путем выпуска личинок 1...2-го возрастов: на перце в соотношении 1:40, на цветочных культурах — 1:200.

Из местных видов против тлей в теплицах можно использовать 7-точечную и изменчивую коровок, пропилю 14-точечную (см. раздел 3.2.1). Технологии разведения для этих видов не разработаны. Но для малых площадей защищенного грунта можно собирать их в природе и выпускать личинок 2-го возраста в соотношении 1 : 10...1 : 15.

Пропиля 14-точечная — *Propylaea quatuordecimpunctata* L. Вид широко распространен в лесной, лесостепной и степной зонах. Наряду с тлями может уничтожать и трипсов. Взрослые жуки способны длительное время размножаться в теплицах. Оптимальные условия развития: температура 24...25 °C, относительная влажность воздуха 70...85 %.

В защищенном грунте против бахчевой и оранжевой тлей выпускают личинок 1...2-го возрастов в соотношении хищник: жертва — 1:10. Лучший результат достигается при 2...3-кратных выпусках с недельными интервалами.

Паразиты тлей. На различных видах тлей паразитируют представители сем. Aphididae, отр. Hymenoptera.

Афидииды — мелкие насекомые (длиной не более 5 мм). Взрослые особи питаются падью, личинки — внутренние одиночные паразиты тлей. Тело заселенной тли вздувается, приобретает сферическую форму, меняет окраску и мумифицируется, оставаясь в большинстве случаев прикрепленным к листу коконом паразита.

Преимагинальный период, проходящий в теле хозяина, включает яйцо, личинок четырех возрастов, предкуколку и куколку. Вылет имаго происходит через круглое летное отверстие в мумии хозяина.

В биологической защите тепличных растений от тлей используют представителей родов: *Aphidius*, *Lysiphlebus*, *Praon*.

Афидиус — *Aphidius matricariae* Hal. Паразитирует более чем на 40 видах тлей. Наиболее предпочитаемый вид — персиковая тля.

Тело имаго афидиуса длиной 1,5...2,2 мм, грудь короткая, брюшко удлинненное стебельчатое, крылья дымчатые (цв. вклейка, рис. 9). Хорошо летает, самка способна обнаружить тлю на расстоянии до 80 см. Плодовитость — до 300 яиц. Паразит наиболее активен в утренние и послеполуденные часы. Афидиус откладывает яйца в тело тлей, предпочитая личинок 2...4-го возрастов.

Оптимальные условия развития паразита: температура 25 °С, относительная влажность воздуха 70...80 %.

Применение афидиуса. Часто в теплицах заражение тлей происходит самостоятельно при проникновении паразита из природных условий, но процент паразитированных тлей при этом невысокий. Целесообразны профилактические выпуски афидофа-га: на молодые растения в 50...60 точках теплицы раскладывают по 20...40 мумий паразита. При выпусках паразита в обнаруженные очаги вредителя необходимо придерживаться соотношения паразит: хозяин — 1: 10...1: 15. Рекомендуется 3...5-кратный выпуск афидиуса. Годовая норма колонизации на томате, перце и баклажане против персиковой тли — не выше 100 тыс. особей на 1 га.

Лизифлебус бобовидный — *Lysiphlebus fabarum* Marsh. Широко распространенный палеарктический вид. Паразит многих видов тлей. Предпочитает заражать свободноживущих тлей в плотных колониях. В закрытом грунте используют против обыкновенной картофельной и бахчевой тлей.

Тело имаго длиной 1,2...2 мм. Тело, усики и ноги черного или коричневого цвета. Усики длинные. Самки обладают хорошей поисковой способностью. Максимальная плодовитость — 150 яиц.

Оптимальные температуры для развития лизифлебуса 22... 24 °С, относительная влажность воздуха 65...70 % и 16-часовой световой день. Развитие генерации длится 8...9 дней. При развитии без диапаузы паразиты дают за год до 20 поколений.

Применение лизифлебуса. В теплицы неоднократно колонизируют мумии лизифлебуса в соотношении паразит:

хозяин — 1: 5...1 : 20 с интервалом 5...7 дней. Для повышения эффективности паразита целесообразно использовать его в сочетании с другими афидофагами.

МНОГОЯДНЫЕ ЭНТОМОФАГИ В ТЕПЛИЦАХ

К многоядным энтомофагам в закрытом грунте относятся представители отряда клопов (Hemiptera).

Макролофус — *Macrolophus nubilis* H.S. (сем. Miridae, отр. Hemiptera). Хищный клоп, уничтожает все виды сосущих вредителей в закрытом грунте (белокрылок, тлей, трипсов, паутинных клещей). Рекомендован для подавления белокрылки и тлей.

Тело взрослого клопа длиной 2,7...4,5 мм, продолговатое, опушенное, светло-зеленого цвета. Самки с хорошо заметным яйцекладом, расположенным вдоль брюшка. Яйцо немного изогнутой кубышковидной формы, окраска от желтовато-зеленой до серовато-желтой. Плодовитость — 70...80 яиц. Личинки имеют пять или шесть возрастов. В природе макролофус зимует на стадии личинки 3-го возраста под розетками листьев. Продолжительность жизни имаго в среднем 30 дней. Развитие одной генерации длится 37...43 дня.

Клоп способен развиваться в широких диапазонах температур —

13...40°С и относительной влажности воздуха 65...95 % (оптимум соответственно — 25...27 °С и 75...85 %).

Хищничают имаго и личинки. Наиболее активны в питании личинки 4...5-го возрастов. За сутки одна особь может уничтожить до 30...40 тлей. Однако при отсутствии животной пищи клопы переходят на растительную (питаются соком растений).

Применение макролофус а. Макролофуса можно применять двумя способами: во-первых, выпускать в порядке профилактики до появления вредителей из расчета пять взрослых особей на 1 м² и 10...15 личинок на одно растение; во-вторых, при появлении вредителей — против тлей норма выпуска должна соответствовать соотношению хищник : жертва — 1:5, против белокрылки — 1:10 (Твердюков и др., 1993). На растениях огурца против белокрылки и тлей хищника выпускают из расчета 400...500 тыс. особей на 1 га.

При одновременном развитии на тепличных растениях белокрылки, тлей и паутинного клеща макролофуса целесообразно использовать в сочетании с фитосейулюсом, а при появлении табачного трипса — дополнять выпусками амблисейуса маккензи. Не рекомендуется применять макролофуса с энкарзией.

Лекция 5, 6 (Л-5, 6). Использование птиц и других позвоночных животных.

Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве

Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах

Наибольшую роль в лесу, прежде всего как хищные насекомые, выполняют лесные муравьи, их образ жизни и огромная биоценотическая роль рассматриваются более подробно.

Муравьи (надсемейство Formicidae, семейство Formicidae) относятся к отряду перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera). На настоящее время описано около 10000 видов муравьев, относящихся к 296 родам 15 подсемейств. Муравьи заселяют все континенты Земли, кроме Антарктиды. Наибольшее число видов муравьев обитает в Южной Америке — почти 2500. В Африке прописано около 2000, в Северной Америке — 1200 видов. В Азии обитают 2400, в Европе — 600, в Австралии и Океании — около 1300 видов муравьев. Представители четырех подсемейств — Formicinae, Myrmicinae, Dolichoderinae, Ponerinae — встречаются на территории России.

Муравьи — эусоциальные (истинно социальные) насекомые. Одиночных муравьев нет. Все они живут многолетними общинами — семьями. Семья муравьев — многолетнее, жестко организованное сообщество, состоящее из репродуктивных (самцов, самок) и рабочих особей. Кроме муравьев, к эусоциальным насекомым относятся термиты (Isoptera), а также часть родственных муравьям по отряду перепончатокрылых пчел (например, медоносная пчела *Apis mellifera*) и ос (например, бумажная оса *Paravespula germanica*).

Муравьи как группа — исконно лесные жители. И именно лес, наиболее мощная растительная формация суши, представляет муравьям несравнимые с другими природными сообществами условия для благополучного существования. Все виды муравьев с наиболее многочисленными семьями связаны с древесной растительностью. С лесом связано также и наибольшее разнообразие муравьев — размерное и разнообразие жизненных форм.

Семья муравьев состоит из особей трех основных каст — самцов, самок и рабочих.

Самцы муравьев развиваются из неоплодотворенных яиц. Они появляются в муравейнике обычно незадолго до брачного лета и после спаривания с самками погибают.

Самки и рабочие развиваются только из оплодотворенных яиц. Во время единственного в своей жизни брачного лета самка может спариваться с несколькими самцами, получая при этом огромный запас спермы, который хранится у нее в спермотеке и постепенно расходуется в течение всей последующей жизни. Продолжительность жизни муравьиной самки максимальна для мира насекомых — до 20 лет. После спаривания самка сбрасывает крылья и либо ее принимают в уже существующий муравейник, либо она основывает новую семью. В семье может быть различное число яйцекладущих самок — от одной до нескольких сотен..

Рабочие особи или просто рабочие – у муравьев это физиологически недоразвитые, бескрылые самки. Рабочие составляют подавляющее большинство населения муравейника и выполняют разнообразные функции, связанные с обеспечением жизни семьи. Они строят и охраняют гнездо, обеспечивают муравейник пищей, чистят и кормят самок и расплод, охраняют кормовой участок, обеспечивают вылет крылатых и т.д. Численность рабочих в семье муравьев различна – от нескольких десятков до сотен тысяч и даже 10-15 миллионов. Продолжительность жизни рабочих муравьев до 4-7 лет.

Молодые особи сначала функционируют как внутригнездовые рабочие: ухаживают за самкой (свита самки), расплодом (няньки) и другими рабочими (грумы), чистят и ремонтируют камеры и ходы. Затем они переходят в резервную группу, а оттуда – во внегнездовые рабочие, – строители, санитары или фуражиры. Выделяют два типа фуражиров – активные и пассивные. Активные фуражиры могут действовать на территории поодиночке, ведут разведку и охотятся на определенных участках. Пассивные фуражиры поиска не ведут и либо участвуют в различных работах по мобилизации активными фуражирами, либо выполняют однообразную задачу в определенном месте. У большинства наших лесных муравьев активные фуражиры являются охотниками, а пассивные – сборщиками пади. Охотники-ветераны переходят в группу муравьев-наблюдателей, находящихся на куполе гнезда и мобилизующих других рабочих при возникновении угрозы гнезду. Сборщики пади собирают падь тлей и приносят ее в гнездо. Они, как правило, привязаны к дороге, ведущей от гнезда к колонии тлей. В муравейнике поддерживается определенное соотношение рабочих разных функциональных групп. Летом около 13% рабочих являются фуражирами, 30% состоят в резервной группе, до 8% занято в обычных условиях строительством и внешним ремонтом гнезда. Остальные выполняют внутригнездовые функции.

Муравьи как энтомофаги. Для обеспечения своего многочисленного потомства белковой пищей муравьи ведут весь период выращивания расплода активную охоту. В число их жертв попадают самые различные беспозвоночные. Важным свойством муравьев как энтомофагов оказалась их «реактивность на пищу» (Длусский, 1967), – способность переключаться на массовые в конкретное время виды добычи. Во многом благодаря именно этому свойству муравьи стали эффективными защитниками леса от многих опасных хвое- и листогрызущих вредителей. При массовом размножении вредителя муравьи почти полностью переключаются на питание им, сохраняя древостои от потери прироста и усыхания. Для защиты леса от вредителей нужна высокая плотность поселения самих муравьев. Поэтому основной эффект как энтомофаги дают группа *F. rufa* и красногрудый песчаный муравей *F. imitans*, поселения которых могут включать миллионы и десятки миллионов особей.

Трофобиоз с тлями. Подавляющую часть углеводной пищи муравьи получают от выделяющих сладкую падь сосущих насекомых – тлей, червецов, цикадок и др. Для лесных муравьев умеренной зоны эти насекомые являются единственным стабильным источником, обеспечивающим потребности всего взрослого населения муравейника в углеводах. Муравьи фактически разводят целый ряд насекомых трофобионтов, строя для них специальные убежища, защищая от врагов, переселяя с одного растения на другое, пряча на зиму в своих гнездах,

Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых в лесном хозяйстве

Они заключаются в их охране и расселении в потенциальные очаги хвое- и листогрызущих насекомых путем переноса отводков из маточных муравейников, выявленных в насаждениях во время инвентаризации.

Искусственные переселения муравьев могут проводиться с разными целями:

а) вывоз муравейников со сплошных лесосек, из зон затопления и т.п., чтобы спасти их от последующей гибели;

б) стимулирующее донорство перенаселенных комплексов для активизации их роста и предотвращения стагнации;

в) содействие реколонизации муравьями ранее утраченных ими территорий после прекращения действия там губительных для муравьев средовых (в том числе антропогенных) факторов;

г) переселение в действующие очаги и резерваты листо- и хвоегрызущих вредителей леса;

д) заселение насаждений с целью повышения их биологической устойчивости и улучшения условий произрастания. Муравьи могут использоваться как самостоятельный фактор или как компонент ремиз в комплексно-очаговом методе защиты леса.

Комплекс мероприятий по искусственному переселению состоит из нескольких этапов: подбор и оценка маточного комплекса, подбор насаждения для переселения и мест размещения в нем отводков, собственно переселение, контроль за переселенными отводками и оценка результатов переселения. Все эти работы должны проводиться только под руководством специалистов, имеющих необходимую подготовку.

Подбор и оценка маточных муравейников. Маточный муравейник – это гнездо, из которого берется искусственный отводок. Базой расселения муравьев служат комплексы муравейников. Комплекс маточных муравейников должен быть достаточно большим, чтобы из него можно было взять количество отводков, необходимое для формирования, как минимум, одного полного поселения на новом месте.

Необходимо, чтобы условия обитания на новом месте соответствовали условиям обитания в маточных муравейниках. Это требование обеспечивается подбором комплексов маточных муравейников, из которых намечают взять отводки для колонизации _ени_я_го участка леса. Лесозащитное значение видов группы *Formica rufa* примерно одинаково, поэтому в конкретном месте следует использовать отводки наиболее распространенного в данном районе вида, взяв их в отвечающем условиям нового места маточном комплексе.

Для использования в качестве маточных пригодны только активные, находящиеся в хорошем состоянии муравейники. Это гнезда с куполами конической формы и покровным слоем из свежей хвои, имеющие стойкий запах муравьиной кислоты. Заращение купола травой не должно превышать 0,2 его высоты. Предпочтительны гнезда со злаковой растительностью на гнездовом валу. Между гнездами поддерживается оживленная связь, проложены широкие дороги, производится регулярный обмен молодью, рабочими муравьями, оплодотворенными самками.

Выявление комплексов маточных муравейников может быть произведено лесной охраной и дополнительно специальными обследованиями. Комплексы со значительным количеством гнезд (40—50 и более) подлежат детальному обследованию, которое необходимо проводить лесопатологам и инженерам по охране и защите леса. Во время детального обследования выявляют количество взрослых муравейников и отводков, общие размеры используемого муравьями участка, вид муравьев, размеры гнезд, площадь основания и объем купола, плотность поселения, качественное состояние муравейников и число возможных искусственных отводков. Измерения размеров гнезд проводится по 5-сантиметровой шкале.

Из муравейника допустимо изъятие не более $\frac{1}{4}$ объема его купола. Соответственно, из муравейника с куполом объемом $0,4 \text{ м}^3$ можно взять один 100-литровый отводок, при объеме купола не менее $0,8 \text{ м}^3$ – два, более $1,2 \text{ м}^3$ – три отводка.

Инвентаризацию маточных муравейников проводят в конце августа – сентябре, когда муравейники уже закончили свой рост, но еще активны. В это время гнезда уже не растут, но муравьи активны на территории, их кормовые и обменные дороги полностью функционируют. Результаты измерения отдельных гнезд в комплексах и сводные данные по инвентаризации маточных муравейников заносят в соответствующие ведомости.

Способы переселения. Можно выделить два принципиально отличающихся способа переселения муравьев: переселение муравейника целиком и взятие в отводок определенной части семьи. Первый способ означает ликвидацию гнезда на прежнем месте и перенесение его в новый участок леса, что производится весной в период появления в гнезде теплового ядра. Второй способ имеет несколько адаптированных к разным фенологическим срокам вариантов донорства: а) на стадии теплового ядра; б) в период нахождения в гнезде куколок крылатых особей; в) после вылета крылатых из муравейника.

Ранневесеннее переселение. Переселение проводят в апреле – начале мая. В отводок забирают верхнюю часть купола вместе с образующими здесь «тепловое ядро» муравьями, в числе которых находятся и оплодотворенные самки. В отводок попадают оплодотворенные самки и рабочие муравьи, возможно, яйца или личинки первых возрастов крылатых особей. В это время наблюдается наибольшая концентрация особей в гнезде, поэтому возможны отводки относительно небольшого объема (50 л).

Переселение с куколками крылатых особей. Переселение проводят в первой половине мая, концентрация особей в гнезде ниже. В отводок попадают рабочие муравьи-имаго, куколки половых особей, молодежь рабочих. В отводке могут оказаться поднявшиеся в купол самки, присутствие которых при данном способе необязательно. Отводки берут большего объема (100 л) как из покровного слоя, так и из внутреннего конуса муравейника. Одно из условий успешного применения данного метода – присутствие в расположенных поблизости отводках куколок как самок, так и самцов. Пол крылатых определяют, вскрывая оболочку кокона тонким пинцетом.

Летнее переселение осуществляют после вылета крылатых особей. В отводки попадают только рабочие особи (молодь и имаго), которых и переносят на новое место. Крылатых самок и самцов собирают отдельно и помещают в садки, где они спариваются. В каждый отводок выпускают по 30-50 оплодотворенных, сбросивших крылья самок. Это делает возможным искусственное переселение рыжих лесных муравьев в июне-июле. В данный период жизнь семьи сосредоточена во внутреннем конусе гнезда, поэтому в отводок берут в основном внутренний конус. Это не отражается на размерах самого отводка (100 л), но уменьшает число отводков, которое можно взять из гнезда определенных размеров. Кроме того, летние повреждения муравейников восстанавливаются значительно труднее.

Техника взятия отводка. Муравейник условно делят на 4 сектора так, чтобы поверхность купола, обращенная к солнцу (южный сектор гнезда) не попадала бы целиком в один сектор. После взятия отводка одна из частей (половина) этой поверхности должна обязательно сохраниться. Это облегчит муравьям восстановление маточного гнезда и сохранение в нем температурного режима, требуемого для развития молодежи. Часть купола маточного муравейника, ограниченного одним сектором, вместе с рабочими муравьями и расплодом накладывают лопатами в тару. В отводок обязательно должен войти материал и покровного слоя, и внутреннего конуса гнезда. При этом нельзя разрушать оставшийся купол. В отводок не следует брать материал из гнездового вала, землю и материал, проросший корнями растений.

После взятия отводка следует присыпать открытый внутренний конус гнезда материалом поверхностного слоя, придав гнезду округлую форму и выровняв поверхность. Это поможет муравьям быстрее нормализовать внутреннюю жизнь семьи и восстановить структуру гнезда.

Отводки лучше перевозить в жесткой таре – фанерных, пластиковых бочках или контейнерах с плотными крышками, но не герметичных. На расстояния до 3 км допускается транспортировка в мешках. При транспортировке, длящейся менее 1-2 суток, подкормки муравьев не требуется.

Способы колонизации насаждений муравьями могут быть различными.

А) Равномерное распределение отводков по территории. Гнезда располагаются в шахматном порядке через 50 м. Таким образом, на одном гектаре размещаются четыре муравейника, которых, после того, как они подрастут, будет достаточно, чтобы защитить от вредителей 1 га хвойного леса. В дубравах, где плотность гнезд должна быть выше, используются 200-литровые отводки. Предусматривается обязательное усиление отводков в последующие 1-2 года куколками рабочих.

В) Способ колонизационных центров. Вокруг взрослого одиночного муравейника, за пределами его охраняемой территории, размещаются искусственные отводки того же вида. Вторичные гнезда обеспечиваются оплодотворенными самками из взрослого муравейника во время лета крылатых. Отводки усиливаются коконами рабочих с целью обеспечения их непрерывного роста. Отводки могут расти как одиночные или же образовать с взрослыми муравейниками колонии.

Г) Групповой способ размещения отводков. Отводки размещаются компактными группами по 4-7 в группе с расстоянием между отводками 10-15 м и межгрупповыми интервалами 80-100 м. Благодаря близкому размещению отводков, между семьями одной группы устанавливаются обменные отношения, формируется колония. Один из отводков делают двойным, чтобы помочь выделению гнезда-доминанта. Метод рассчитан на развитие искусственных муравейников без последующих усиливаний. При этом способе теряет свою значимость объем отдельного отводка, поселяемого в группу. Мы можем переселить отводки разного объема, имея в виду лишь суммарный объем группы отводков. Здесь равноценно поселение семи 100-литровых и четырнадцати 50-литровых отводков.

Все способы рассчитаны на то, что, укрепившись на территории, муравьи в дальнейшем в процессе саморазвития далее будут расселяться естественным путем.

Выбор мест и поселение отводков. Места для поселения искусственных отводков в запланированном для колонизации насаждении подбирают заранее, в соответствии с применяемым способом колонизации. Каждое такое место маркируют. При выборе места для поселения отводка необходимо учитывать ряд существенных для муравьев моментов по освещенности места, водному режиму, наличию кормовой базы, присутствия видов-конкурентов.

Освещенность. Муравейник должен в течение нескольких часов в день освещаться солнцем. Это надо учитывать при размещении отводков, поселяя их на северных опушках или окраинах лесных полян и прогалин, вдоль просек, лесных дорог, тропинок и визиров, идущих с севера на юг, в разреженных группах деревьев. При обилии затеняющего место поселения подлеска (жимолость, лещина и др.) необходимо произвести его частичное изреживание в южном от гнезда секторе. Не следует поселять отводки на склонах северной экспозиции более 10°.

Водный режим. В сырых насаждениях отводки размещают только по буграм и микроповышениям. Нельзя помещать гнезда в пони_ени_я, затапливаемые весенними водами.

Кормовая база. Поселение отводков лучше приурочивать к группам деревьев, состоящих из разных пород, что особенно важно в чистых культурах. Это позволит муравьям использовать большее число видов тлей и стабилизирует их кормовую базу. Разновозрастные и разнополнотные участки леса также благоприятны для муравьев.

Присутствие конкурирующих видов муравьев. Нежелательно присутствие поблизости от отводков гнезд видов, конкурирующих с рыжими лесными муравьями: кроваво-красного муравья *Formica sanguinea*, муравьев-древоточцев *Camponotus*, эфирного муравья *Lasius fuliginosus*. Эти муравьи активно конкурируют с рыжими лесными муравьями и при посе_ени небольших отводков на своем кормовом участке нападают на переселенцев и вынуждают их менять место гнездования. При этом много муравьев гибнет, отводки оказываются ослабленными, что серьезно отражается на их дальнейшей жизнеспособности.

Размещение у дерева. Гнездо помещают с южной стороны от ствола взрослого дерева, комель которого освещается солнцем. Хорошо, если с северной стороны этого дерева имеется группа подроста или кустарник. У елей с густыми, опускающимися до земли ветвями, отводки можно размещать на южной границе крон – на пне или бугорке.

Использование пней и древесных остатков. Нередко основой естественного муравейника является старый сухой, источенный кодами усачей пенёк. Поэтому при наличии в насаждении таких пней можно высыпать отводок на пенёк. Такой пенёк должен быть сухим и сильно испещренным ходами, не быть слишком большим. Отводок должен целиком накрыть весь пенёк так, чтобы сверху оказался слой строительного материала не тоньше 10 см. Иначе муравьи покинут место поселения. Отводок можно поселить на край сухой колоды, не пораженной белой гнилью, или же на небольшие плоские кучи мелких сухих веток хвойных пород. Не следует помещать отводки на заплесневевшие и мокрые древесные остатки, ветви лиственных пород и на кучи гниющих листьев.

Подготовка мест для отводков. Специальной подготовки места поселения отводка (вкапывание пней, выкапывание ямы, рыхление почвы, проделывание в ней вертикальных ходов и т.п.), как правило, не требуется. При наличии на подходящем по остальным характеристикам месте нежелательных, перечисленных выше растительных остатков, их следует удалить.

Поселение отводка. Гнездовой материал с муравьями аккуратно высыпает на выбранном месте так, чтобы получился компактный купол высотой около 50 см. Случайно попавшие в материал отводка комья земли и корни растений при этом удаляют. После этого нужно придать отводку округло-коническую форму и легкими поглаживаниями выровнять поверхность гнезда. Прикрывать отводки мелким лапником имеет смысл только в участках с высокой численностью дятлов и лесных куриных. Укрывать переселенные отводки сухой лесной подстилкой не надо. Производить подкормку сахарным сиропом в день переселения нецелесообразно. Кормушки с сахарным сиропом можно выставить рядом с отводками через 3-5 дней, обязательно проконтролировав отсутствие на кормушках муравьев других видов.

При формировании отводка можно объединять в одном гнезде муравьев из нескольких соседних гнезд одного комплекса. Такая необходимость может возникнуть при колонизации насаждения крупными отводками (200 л и более) или же при использовании тары объемом менее 100 л. Во время переселения взаимная агрессивность муравьев из разных гнезд одного вида исчезает, и в дальнейшем они благополучно уживаются в общем муравейнике. Отводки более крупные (150- и 200-литровые) по своему дальнейшему развитию не имеют преимуществ перед 100-литровыми, поэтому 100-литровый отводок оптимален для искусственного переселения. Время переселения и погодные условия. Переселение проводится в утренние часы при $t \leq 20^{\circ}\text{C}$. Нельзя брать отводки или же поселять их на новом месте в дождь или накануне его.

Минимальные размеры жизнеспособного муравейника составляют 60-65 см в диаметре купола и 40 см по высоте гнезда. Такой муравейник образуется при правильном взятии 100-литрового отводка.

Использование птиц и других позвоночных животных в лесном хозяйстве

Охрана и привлечение птиц - эффективное лесозащитное мероприятие. Оно направлено главным образом на повышение биологической устойчивости насаждений и носит профилактический характер. Для ликвидации уже возникших очагов вредителей леса использование птиц вряд ли может изменить положение, так как при высоком уровне численности насекомых рост численности птиц проходит несравненно медленнее.

Идея привлечения использования полезных птиц первоначально возникла из чисто практических соображений земледельцев в связи со способностью ряда видов истреблять вредителей огородов и садов. В России крестьяне издавна устраивали всевозможные скворечники. Совершенствование лесохозяйственной практики подвело к идее привлечения насекомоядных птиц с помощью искусственных гнездовий для истребления

вредителей леса. Птицы-дуплогнездники привлекались в степные леса еще в конце XIX в., скворцов, синиц и других насекомоядных птиц охраняли в парках и садах и создавали для них условия для гнездования. Известные отечественные орнитологи (Н.И. Дергунов, Н.И. Кортнев, С.А. Бутурлин, Д.М. Россинский, К.Н. Благосклонов и др.) разрабатывали теоретические основы прикладной орнитологии и принципы биологического контроля численности насекомых-фитофагов с помощью насекомоядных птиц как наиболее экологически безопасного метода защиты леса [Беднова, 2006].

Жизнеобеспечение птичьего населения леса прежде всего зависит от степени сохранности естественной среды обитания птиц. Поэтому проводимые в лесу хозяйственные мероприятия должны опираться на знания биологических и экологических особенностей птиц. Для создания удобных мест гнездования при уходе за лесом и санитарных рубках оставляют дуплистые деревья, сохраняют подлесок, развешивают искусственные гнездовья; для открыто гнездящихся на земле птиц подрезают ветви, чтобы они больше кустились, высаживают живые изгороди, кустарниковые опушки и густые группы кустарников. Зимой и ранней весной, когда птицам не хватает корма, можно организовать их подкормку для предохранения от гибели и привлечения в определенные участки леса с повышенной плотностью вредителей.

Наиболее уязвимы для вредителей однопородные искусственно созданные насаждения. Формирование настоящей лесной среды с ярусной растительностью и становление богатого видами биоценоза в таких условиях процесс длительный. Привлечь полезную орнитофауну в таких случаях можно путем посадки биогрупп подлесочных пород и кустарников, пригодных для гнездования открытогнездящихся видов. Наиболее эффективны при этом колючие формы (шиповник, лох, боярышник, терн, белая акация), а также жимолость татарская, бузина красная и черная. Этот же прием целесообразен и для привлечения птиц в осветленные, нарушенные рекреацией леса, где пострадал подлесок и нарушены условия для возобновления леса [Беднова, 2006].

В настоящее время интерес к привлечению насекомоядных и хищных птиц для защиты леса переживает большой подъем. Для привлечения мелких насекомоядных птиц предложено много разных типов гнездовий, соответствующих биологическим особенностям заселяющих их птиц. Для определения плотности размещения искусственных гнездовий используют знания о размерах гнездовой территории привлекаемых видов. Хорошим результатом лесозащитных мероприятий по привлечению птиц считается заселяемость не менее 85 % искусственных гнездовий.

Очень важно проводить разъяснительную работу среди населения о полезной деятельности птиц, не допускать их истребления и разорения гнезд; соблюдать предосторожности при проведении любых лесохозяйственных мероприятий в лесу для максимальной сохранности удобных мест гнездования и самих гнезд птиц.

Млекопитающие также приносят большую пользу, уничтожая вредителей леса. Поэтому охрана их и создание условий для обитания необходимы. Охрана зверей включает ограничение охоты на наиболее полезных хищников и покровительство насекомоядным зверям - ежам, кротам, землеройкам, барсукам и особенно летучим мышам, гнездящимся часто большими колониями в старых дуплистых деревьях. Для привлечения летучих мышей устраивают искусственные гнездовья (дуплянки), изготовленные из однометровых осиновых отрубков, или дощатые домики. Методы использования птиц и зверей нуждаются в совершенствовании.

Большую пользу приносят некоторые рептилии (например, ящерицы) и почти все земноводные (амфибии), которые истребляют огромное количество разнообразных лесных насекомых. Жабы, квакши, лягушки настоящие приносят большую пользу и также нуждаются в охране.

Лекция 7, 8 (Л-7, 8). Использование биопрепаратов.

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ЭНТОМОПАТОГЕНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ Vt НА НАСЕКОМЫХ

Основной вклад в развитие инфекционного процесса при заражении Vt вносит белковый кристаллический S-эндотоксин. Наличие параспорального кристаллического включения в вегетативной клетке обнаружил еще в 1915 г. Берлинер, однако серьезные исследования его природы и механизма действия начались со второй половины XX в. При этом основополагающие знания были получены при изучении 8-эндотоксина, патогенного для насекомых отряда чешуекрылых.

Большинство генов 8-эндотоксинов Vt принадлежит плазмидам бактериальной клетки. После первого клонирования генов эндотоксина в клетках *Escherichia coli* получено большое количество данных по выделению разных генов токсинов Vt, что привело к необходимости их систематизации. Гены, кодирующие кристаллические инсектицидные белки, обозначили как cry (от английского *crystall* — кристалл), а сами токсины — Cry. Присвоенные генам и белкам буквы и цифры отражают степень сходства аминокислотной последовательности белка, например Cry 1Ав или Cry 3Са. Помимо Cry-белков, у подвида *Zfrsubsp. israelensis* известны Cyt-белки, обладающие гемолитическим действием.

По новой номенклатуре предлагаются следующие определения Cry- и Cyt-белков. Cry — белок кристалла, который оказывает экспериментально доказуемое токсическое влияние на целевой организм, или любой белок, аминокислотная последовательность которого имеет очевидное сходство с известным Cry-белком. Cyt означает белок кристалла Vt, который проявляет гемолитическую активность, или любой белок, проявляющий очевидное сходство по аминокислотной последовательности с известным Cyt-белком.

Рентгеноструктурный анализ Cry-белков обнаружил наличие трех составляющих их доменов (рис. 23). Домен I представляет пучок из семи альфа-спиралей. Домен II состоит из антипараллельных бета-структур, которые заканчиваются выступающими петлями. Домен III представляет собой сэндвич из двух бета-структур.

Значительный интерес представляет вопрос о природе рецепторов, с которыми связывается домен II. Обнаружено, что для нескольких видов насекомых рецептором Cry 1Ас служит аминопептидаза N (A11N) с молекулярной массой (м. м.) 120 кДа, включающая N-ацетилглюкозамин как молекулу непосредственного связывания. Выявлены и другие рецепторы разных токсинов, имеющие м. м., отличную от 120 кДа, а именно рецепторы с м. м. 40, 170 и 210 кДа. Обнаружен также рецептор с м. м. 120 кДа, значительно отличающийся от АШЧ. Им оказался биотинсодержащий белок с биотином как молекулой связывания.

Связывание с рецептором предшествует внедрению токсина в клеточную мембрану. Структура домена I определяет механизм внедрения токсина в мембрану. Предложено две модели этого процесса.

Согласно первой модели «перочинного ножа» спирали альфа-5 и альфа-6 домена I раскрываются, как нож, и внедряются в мембрану с одновременной олигомеризацией нескольких молекул токсина для образования поры.

Согласно второй модели «зонтика» пара спиралей альфа- и альфа-5 внедряются в мембрану, как шпилька, тогда как остальные спирали располагаются по поверхности мембран, как спицы зонтика. Спиральная шпилька формирует пору в мембране.

Токсин, внедрившийся в мембрану эпителиальных клеток кишечника насекомых, становится неуязвимым для протеаз и создает поры или ионные каналы. Это ведет к притоку воды и ионов, набуханию и лизису клетки.

Таким образом, схему действия Cry-токсинов можно представить следующим образом:

- связывание с рецептором клеточных мембран;
- внедрение токсина в мембрану клеток с образованием в ней пор или ионных каналов;
- осмотический дисбаланс и гибель клетки.

При этом функция домена I заключается в увеличении проницаемости клеточных мембран, а домена II — в связывании с рецепторами. Домен III проявляет многофункциональность: защищает токсин от чрезмерного протеолиза, связывается с рецепторами и участвует в образовании ионных каналов.

Механизм действия Cyt-токсинов на насекомых отличается от такового Cgt-токсинов. Первоначальное связывание происходит с ненасыщенными фосфолипидами клеточных мембран. Сначала токсин связывается как мономер, затем образует агрегаты, формируя поры в мембране, что приводит к цитолизу.

Большинство штаммов Vt содержит комбинации разных Cgt-токсинов. Эти комбинации, как правило, проявляют синергический эффект. Синергизм может наблюдаться между кристаллами и спорами Vt. Хотя действие кристалла — ключевой момент в проявлении токсичности Vt, иногда необходимо присутствие и спор, и кристаллов.

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ВИРУСОВ НА НАСЕКОМЫХ

Белок вирусов ядерного полиэдроза, заключающий в себе ви-рионы, в пищеварительном тракте разрушается под действием щелочной среды и протеазы кишечника. Вирионы высвобождаются и начинают воздействовать на мембраны клеток насекомых. На самых ранних этапах инфекционного процесса, примерно через 2 ч после поглощения полиэдров насекомыми, высвобожденные вирионы взаимодействуют с микроворсинками цилиндрических клеток эпителия среднего отдела кишечника. Происходит адсорбция вирионов на мембране микроворсинок. Внешняя мембрана вириона после лектин-углеводного узнавания сливается с мембраной микроворсинок, и вирионы с внутренней оболочкой (нуклео-капсиды) проскальзывают внутрь микроворсинок, а затем проникают в клетки кишечника и других тканей и органов. Из нуклео-капсида высвобождается ДНК, которая затем использует генетический аппарат хозяина для воспроизводства вируса.

Репродукция ВЯП обычно происходит в ядрах клеток тканей экто- и мезодермального происхождения. Полиэдры образуются в ядрах клеток жирового тела, гиподермы, эпителия трахей, гемолимфы. Ранние изменения в тканях происходят на биохимическом уровне. Уже через 3 ч после заражения содержание ДНК в кишечнике гусениц превышает норму в четыре раза, а через 12 ч возвращается к исходному уровню. В жировом теле гусениц всплеск увеличения содержания ДНК происходит через 12 ч после заражения. При заражении ВЯП изменяется и количество продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях насекомых. Количество их в кишечнике возрастает примерно вдвое уже через 24 ч, в жировом теле гусениц через 3 сут. Формирование новых полиэдров в ядрах клеток происходит через 2...3 сут. Этому предшествует проникновение через ядерные поры в ядро вирусной ДНК, ее репликация, образование вирионов. При этом вирионы располагаются как частокол из палочек, плотно прилегающих друг к другу. Отдельно формируется полиэдренный белок. В целом этот хроматогенный и белковый материал создает так называемую виrogen-ную строму. При созревании вирионы обволакиваются полиэдренным белком, происходит окончательная сборка полиэдров. Естественно, что при этом нарушается функциональная деятельность ДНК клетки насекомого-хозяина.

Угнетение передачи информации с матрицы ДНК клетки в рибосомы нарушает синтез ферментов, необходимых для энергетических и биосинтетических процессов в клетке. Инфицированные клетки перестают делиться, их ядра переполняются полиэдрами, клетки гибнут, полиэдры выходят из них.

При кишечном ядерном полиэдросе в эпителиальных клетках среднего отдела кишечника происходят изменения, специфические для бакуловирусной инфекции. Через 24 ч после заражения личинок пилильщиков происходит нарушение структуры ядер клеток, формирование виrogenной стромы. Через 70 ч формируются полноценные полиэдры. Развитие вируса завершается разрывом ядерной оболочки и выходом созревших полиэдров в цитоплазму.

Следует отметить определенное сходство в первых этапах механизма действия бакуловирусов и Vt. Энтомопатогенные вирусы и бактерии попадают в организм насекомого перорально с кормом и в том и в другом случае в щелочной среде ($\text{pH} > 9$), и под действием щелочной протеазы происходит растворение белкового матрикса бакуловирусов или дельта-эндотоксина в кишечнике. Общим этапом воздействия энтомопатогенных вирусов и бактерий на организм насекомого может быть усиление перекисного окисления липидов мембран. Известно, что в процессе гибели клеток, вызванной инфекционными заболеваниями, у позвоночных животных и растений усиливается перекисное окисление липидов мембран. Этот процесс осуществляется и в здоровом организме, но с малой интенсивностью.

Перекисное окисление липидов представляет собой цепную свободно-радикальную реакцию, которая развивается очень быстро. Запускает этот механизм так называемый свободный радикал — осколок молекулы, который чрезвычайно активен. Он сталкивается с другими интактными молекулами, превращая их в осколки-радикалы. Происходит цепная реакция. Зарождению первичного свободного радикала способствуют ряд факторов, в том числе инфекция. Усиление процесса ПОЛ ведет к увеличению количества продуктов этого процесса, в частности диеновых конъюгатов и малонового диальдегида. Под действием энтомопатогенных вирусов и бактерий в кишечнике и жировом теле гусениц количество продуктов ПОЛ увеличивается в 1,5...2 раза. Помимо научного интереса эти данные имеют важное практическое значение для разработки препаративных форм биопрепаратов, содержащих компоненты, усугубляющие патологический процесс.

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА НАСЕКОМЫХ

Грибы способны проникать в организм насекомых-хозяев различными путями, что значительно расширяет спектр их действия. Основной путь заражения — проникновение через кожные покровы хозяина. Такой способ свойствен большинству энтомопатогенных грибов. Этот способ позволяет грибам в отличие от патогенов вирусной, бактериальной и другой природы заражать насекомых в непитающиеся фазы развития — яйца, куколки, имаго.

Грибная инфекция может проникать в тело насекомых и через ротовое отверстие (перорально). Таким путем в пищеварительный тракт попадают главным образом споры водных грибов, например *Coelomycidium* sp., *Coelomomyces* sp. и др. Споры грибов из отдела *Deuteromycota*, класса *Hyphomycetes* также могут проникать в кишечник с пищей и там развиваться. Таким образом насекомые заражаются на стадии личинки, иногда имаго.

Известны и такие пути заражения насекомых грибами, как проникновение патогена через дыхальца и отверстие полового аппарата. Например, меланоз яичников пчелиных маток вызывает гриб *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud, споры которого после выхода из пищеварительного тракта проникают в организм хозяина через половое отверстие (Лихотин, 1974).

Заражению микозами насекомых способствуют некоторые элементы их морфологического строения, а также образование у грибов специальных приспособлений. Как известно, подавляющее большинство грибов — паразитические организмы, живущие в растениях и животных за счет готовых органических веществ. Поэтому для проникновения, в частности, через хитиновый покров насекомых грибы образуют аппрессории — вздутия на концах ростковых гиф, служащие для прикрепления к кутикуле и проникновения в хозяина посредством мицелиального ростка. Кроме аппрессорий грибы могут образовывать ризоиды, это обычно деформированные гифы, с

помощью которых гриб закрепляется на субстрате либо прикрепляет к нему хозяина после его гибели.

Иногда ризоиды имеют отростки, которые проникают в живую ткань хозяина и в результате осмоса обеспечивают патогена питательными веществами. Такие отростки называют гаусториями, они могут быть нитевидными, булавовидными или членистыми. Гаустории образуются и на других частях мицелия — всюду, где грибница соприкасается с поверхностью хозяина.

В некоторых частях мицелия грибные нити сплетаются в густую массу, мицелий уплотняется, образуются твердые части гриба — стромы или склероции. Строма — масса грибницы, служащая основой для образования половых органов гриба, что хорошо прослеживается на плодовых телах грибов рода *Cordyceps*. Склероции — обезвоженная и уплотненная форма мицелия, устойчивая к неблагоприятным условиям среды. В виде склероциев гриб сохраняется в жизнеспособном состоянии в течение неблагоприятного для него периода.

Другая стадия гриба, служащая для переживания неблагоприятных условий, — покоящиеся споры (хламидоспоры). Это толстостенные образования, часто с двойной оболочкой, как, например, у энтомофторовых грибов или гриба *Sorospora uvula* (Krass.) Ld. Представители других родов могут сохраняться в природе в виде спорангиев — особых клеток, в которых заключены спорангиспо-

ры (сем. *Coelomomycetaceae*), псевдосклероциев (грибы родов *Beauveria*, *Metarhizium*, *Hirsutiella*). Кроме того, они могут существовать в сапрофитном состоянии (некоторые гифомицеты порядка *Moniliales*).

Большое значение имеет способность грибов к широкому распространению в природе. Они переносятся воздушными течениями, каплями дождя, насекомыми и другими представителями животного мира. Более того, отдельные виды грибов могут активно разбрасывать споры с помощью специальных механизмов. Например, энтомофторовые грибы отстреливают конидии на расстояния, в 1000 раз превышающие размеры самих конидий.

Еще Э. Штейнхаус (1952) отмечал, что грибы в природе и без помощи человека вызывают гибель многих видов вредных насекомых и действительно представляют эффективный естественный контролирующий фактор. В настоящее время известны многие эпизоотии, вызываемые энтомофторовыми грибами (например, энтомофторозы тлей), грибами из родов *Beauveria*, *Lecanicillium* (например, микозы белокрылок, огневков) и др.

На развитие грибных эпизоотий среди насекомых влияют различные факторы, из которых особое значение имеют условия окружающей среды — температура, влажность и свет. Температурные границы роста и развития грибов — 5...35 °C, оптимум —

20...30 °C, но есть и исключения. Влажность может быть лимитирующим фактором в течение двух периодов эпизоотии. Во-первых, большинство грибов нуждается в высокой влажности для прорастания спор и развития болезни. Во-вторых, новые споры образуются на трупах обычно лишь в условиях очень высокой влажности. Однако в одних случаях для заражения достаточно сильной росы, в других — необходим дождь.

Свет влияет на долговечность спор (солнечный свет, особенно его ультрафиолетовый компонент, убивает споры) и споруляцию гриба на хозяине после его гибели. Так, свет необходим для образования спор у *Paecilomyces farinosus* и *Cordyceps militaris*, а у некоторых видов энтомофторовых грибов отстреливание конидий, способствующее распространению инфекции, происходит только на свету. Таковы условия, необходимые для развития грибных заболеваний насекомых.

При заражении микозом в организме насекомого происходят глубокие внутренние изменения. На первом этапе (проникновение) споры грибов прилипают к наружному покрову насекомых благодаря своей несмачивающейся маслянистой поверхности. В месте соприкосновения с покровом спора прорастает, и ростковая трубка (гифа) проникает через

хитиновую кутикулу в тело насекомого. Этому способствуют ферменты, выделяемые грибом (липазы, протеазы, хитиназы), которые размягчают хитиновый покров и образуют в нем отверстие, через которое гриб и проникает внутрь тела насекомого.

На втором этапе, именуемом паразитической фазой, происходит развитие грибов внутри тела насекомого вплоть до его гибели. Различными путями проникнув в полость тела хозяина, патогенные грибы сравнительно быстро (через 32...48 ч) заполняют ее одноклеточными фрагментами мицелия — гифальными телами, или бластоспорами, похожими на дрожжевые клетки. Гифальные тела свободно плавают в гемолимфе, размножаясь делением и почкованием. Считается, что губительное действие грибов на насекомых в основном заключается в блокировании циркуляции гемолимфы, что ведет к последующему разрушению тканей. Кроме того, к летальному исходу могут приводить и выделяемые грибами токсины.

На третьем этапе развития микозов (сапротрофная фаза) рост и развитие грибов происходит после гибели насекомого. При этом в одних случаях внутри тела хозяина происходит созревание покоящихся, устойчивых спор (обычно при неблагоприятных условиях), в других — гифы гриба после гибели хозяина прорастают наружу и на поверхности тела разрастаются в густой мицелий, из которого образуются спороносные гифы с конидиями или покоящимися спорами. Энтомопатогенные грибы проходят в организме хозяина только один цикл развития: от прорастания спор до образования новых.

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХИЩНЫХ ГРИБОВ С НЕМАТОДАМИ

Разными исследователями проведен детальный анализ захвата и последующего проникновения гриба в нематоду (Veenhuis, Nordbring-Hertz, Harder, 1985; 1989; Теплякова, Рябчикова, 1991). Встретившись с нематодами, хищные грибы образуют специальные морфологические структуры — ловушки, служащие для их захвата (липкие гифы, мицелиальную сеть или ловчие кольца).

Липкий слой на клетках ловчей структуры обеспечивает захват нематоды грибом. Проникновение в нематоду осуществляется в тех местах, где ловушки прикрепляются к кутикуле. Выделяемый ловушками «клей» или его компоненты обладают парализующим действием на нематоду. После проникновения гриба через кутикулу нематоды происходит переваривание ее внутренних тканей и использование полученной питательной среды для роста грибного мицелия (Теплякова, Рябчикова, 1991; Tunlid, Jansson, Nordbring-Hertz., 1992).

Основную роль в механизме хищничества грибов рода *Arthrobotrys* играют токсические соединения сесквитерпеновой природы, растворенные в клейком веществе, выделяемом на поверхность ловушек (Беккер, Раджабова, 1973). В экстрактах мице-

лия нескольких видов грибов этого рода обнаружено такое нема-тицидное вещество, как линолевая кислота. В глубинных культурах *A. conoides* Drechsler и *A. oligospora* Fres. число образуемых ими ловушек прямо зависело от концентрации линолевой кислоты (Stadle, Anke, Sterner, 1993).

На молекулярном уровне у *A. oligospora* Fres. идентифицированы два фактора вирулентности: белок, способный связывать углеводы (лектин AOL) и благодаря этому участвующий в процессе узнавания нематоды, и протеаза, которая обеспечивает проникновение гриба через кутикулу, разрушая ее компоненты (Mankau, 1981; Rosen., Kata, Persson. et al., 1996; Rosen, Bergstrom, Karlsson., Tunlid, 1996). Показано, что лектин AOL принадлежит к новому семейству лектинов, сходных по первичной структуре и способности к связыванию. Оказалось, что эти лектины присутствуют как в паразитических, так и в сапрофитных грибах. Это означает, что AOL участвуют не только в захвате и инфицировании нематод, но и в других, более общих клеточных процессах. Более того, эти лектины связывают те участки сахаров, которые обычны в гликопротеидах животных, но не обнаружены в грибах. По мнению авторов, AOL представляет собой

мультифункциональный белок, участвующий в ассимиляции и хранении питательных веществ, узнавании углеводов и образовании внутриклеточного матрикса.

Роль второго фактора вирулентности — протеазы — заключается в облегчении проникновения нематоды через кутикулу и переваривании внутренних тканей. Кутикула нематод состоит из белков, включающих коллаген, подверженных разрушению протеолитическими ферментами. На примере *A. oligospora* Fres. показано, что нематофаговый грибок продуцирует сериновую протеазу (РП), которая приводит к распаду белков кутикулы нематоды (Ahman, Ek., Rask., Tunlid, 1996).

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕНОВ

В последние годы деятельность природных популяций энтомо-патогенных микроорганизмов стали рассматривать и учитывать как одно из направлений биологической борьбы с вредителями (пассивный биометод). Определяющий момент в использовании природных популяций энтомопатогенов — уровень их эффективности, который находит свое выражение в проценте зараженных патогенами особей вредителя при учете порога его вредоносности. Уровень зараженности, при котором не нужны никакие защитные мероприятия, называют критерием эффективности биологического агента (см. гл. 1).

Экономический эффект от отмены химических обработок вследствие учета деятельности природных популяций энтомопатогенов значителен. На основании известных критериев эффективности энтомопатогенов и энтомофагов в нашей стране ежегодно отменяют химические обработки на площади 5 млн га, что позволяет сэкономить около 10 тыс. т пестицидов. Так, применение прогноза и учета эпизоотии вируса гранулеза серой зерновой совки в Северном Казахстане и Западной Сибири позволило в конце XX в. ежегодно сокращать химические обработки против этого вредителя на площади 300 тыс. га. Отмена защитных мероприятий против листогрызущих вредителей капусты на основе оценки зараженности их популяций патогенами позволяет сэкономить около 20 т биопрепаратов в год.

Для вредителей зерновых и зернобобовых культур критерии эффективности разработаны сотрудниками ВИЗР в отношении гранулеза серой зерновой совки и энтомофтороза гороховой тли.

Гранулез серой зерновой совки. Установлено, что вирусная болезнь гранулез — один из основных факторов в подавлении вспышек массового размножения серой зерновой совки. В пораженных клетках насекомых образуются гранулы. На ранних стадиях заболевания гранулезом больные гусеницы почти не отличаются от здоровых. Через 5...6 дней после заражения они менее активно двигаются и питаются. Большая часть больных гусениц прекращает питание за 2...3 дня до гибели. Внешние симптомы заболевания таковы: тело вытягивается, вздувается и приобретает светлую окраску, особенно на брюшке. Серая зерновая совка заболевает гранулезом в фазе гусеницы, редко — куколки. Гусеницы гибнут от гранулеза в 3-м-4-м возрастах. Смертность гусениц старших возрастов осенью незначительна, так как развитие заболевания прекращается из-за низких температур. Больные гусеницы перезимовывают и весной следующего года погибают. Массовая гибель вредителя от этого заболевания происходит перед окукливанием гусениц (конец мая — начало июня), когда среднесуточная температура воздуха достигает 20 °С. Для возникновения вирусной эпизоотии требуется высокая плотность популяции насекомых.

Методы учета степени зараженности гранулезом. Зараженность популяции серой зерновой совки гранулезом определяют осенью путем отбора живых гусениц во время обследования посевов, наблюдения за развитием болезни в условиях лаборатории и микроскопического анализа погибших особей. В конце сентября — начале октября после уборки урожая и обработки почвы обследуют поля, чтобы установить численность и физиологическое состояние гусениц, уходящих на зимовку. Пробы берут в каждом районе в двух-трех хозяйствах, отличающихся по экологическим условиям. Собранных гусениц

(не менее 100...200 шт. в пробе) переносят в лабораторию, взвешивают на торсионных или других весах и размещают поодиночке в пробирках с почвой.

Наблюдения за развитием гранулеза проводят в течение 45 дней. Гусениц содержат при температуре 20...23 °С. Почву в пробирках по мере подсыхания заменяют влажной. Смену корма (размоченное зерно пшеницы) и учет смертности гусениц проводят через день. При этом учитывают также число гусениц, погибших от паразитов. Каждую погибшую гусеницу помещают в отдельный пакет с порядковым номером и одновременно в специальную форму записывают номер погибшей гусеницы, место сбора и дату гибели. Всех погибших гусениц подвергают микроскопическому анализу. Пакеты с погибшими гусеницами до проведения анализа желательно хранить в прохладном месте.

Полученные осенью данные по пораженности популяций совки гранулезом могут быть уточнены в конце апреля — начале мая. Весеннее обследование посевов с целью выяснения смертности гусениц за зиму целесообразно проводить в конце мая, именно в это время наблюдается гибель от гранулеза. По результатам обследования определяют критерии эффективности. Так, пораженность до 25 % гусениц зимующей популяции гранулезом свидетельствует о возможном увеличении численности зерновой совки в следующем году в случае совпадения сроков колошения пшеницы с массовым лётом бабочек. На следующий год после максимума размножения совки численность вредителя на посевах снижается в результате эпизоотии до уровня, при котором не требуются химические обработки. Показатели пораженности гранулезом популяций зерновой совки позволяют прогнозировать изменения ее численности. При поражении от 25 до 50 % выживаемость и плодовитость будет в 1,5...2 раза ниже, чем в предыдущем году. Совершенно нецелесообразно использование химических средств защиты при пораженности гранулезом более 80 % популяции зимующих гусениц.

Энтомофтороз гороховой тли. Заболевание гороховой тли вызывают следующие виды энтомофторных грибов: *Pandora neoaphidis* (Rem. et Henn.) Humb., *Conidiobolus obscurus* Rem. et Kell, *Zoo-phthora radicans* (Brefeld) Batko, *Conidiobolus thromboides* Drechler. Больные особи питаются, активно передвигаются по растениям, а крылатые тли переселяются на соседние участки, распространяя инфекцию. На более поздних стадиях развития гриба больные особи отличаются молочно-белой окраской, при надавливании из них вытекает белая вязкая жидкость. Поведение тлей нарушается незадолго перед их гибелью. Они становятся вялыми, не совершают активных движений, реакции на внешние раздражения ослабевают. На брюшной стороне ризоиды прорывают наружные покровы и прикрепляют хозяина к растению. Некоторые виды грибов прикрепляют тлю к растению хоботком, после чего насекомое гибнет. Сразу после гибели у тли быстро буреет голова или задний конец тела. Тли мумифицируются, при высокой влажности они сильно увеличиваются в размерах, а при пониженной быстро подсыхают, прилипая к листьям. Если только что погибших тлей положить на предметное стекло или в чашку Петри со смоченной фильтровальной бумагой, то через 10...12ч вокруг них образуется хорошо видимый ореол из конидий гриба. Если его нет, препарат нужно микроскопировать. Микроскопическая картина очень характерна: вся полость тела заполнена толстым мицелием или ги-фальными телами с мелкозернистой протоплазмой и множеством мелких или крупных включений, а иногда и с покоящимися спорами.

Степень развития эпизоотии энтомофтороза гороховой тли во многом определяется особенностями природно-климатических, погодных и других условий. У энтомофторовых грибов четко выражена гигрофильность. Конидии этих грибов прорастают только при наличии капельной влаги. При 100%-ной относительной влажности конидии отбрасываются от зараженных грибом тлей в течение 2...3 сут, причем основная масса конидий — на свету. В естественных условиях в сухую и жаркую погоду заражение тлей происходит только в утренние и вечерние часы (при наличии света и росы). Зараженность энтомофторозом резко возрастает в период морозящих дождей. При наличии более 50 дождливых дней всегда обнаруживается заболевание. В отсутствие дождей заболеванию

благоприятствуют продолжительные росы и туманы, поддерживающие мелкокапельное увлажнение на растениях.

Чем выше численность тли, тем больше возможность контакта возбудителя с хозяином. При 25...30%-ной зараженности достигается предел, при котором воспроизводительная способность популяции тлей не может компенсировать ее смертность. Численность вредителя в течение нескольких дней либо остается на экономически безвредном уровне, либо резко снижается (в живых остаются единичные особи). После массовых эпизоотий, снижающих численность вредителя до незначительного уровня, затухает и болезнь. На основе данных учета численности тлей и зараженности их энтомофторовыми грибами можно предсказать вероятный ход размножения вредителя в следующем году.

Для подсчета тли в весенний период необходимо делать 100 взмахов сачком, а при проведении регулярных учетов численности гороховой тли за единицу учета принимают 10 одинарных взмахов через каждый шаг. После первых 10 пробных взмахов подсчитывают число особей тли, попавших в сачок. Если оно не превышает 500 особей, то за единицу учета принимают 10 взмахов, с 500 до 1000 — достаточно пяти, а более 1000 — одного взмаха.

Для определения уровня зараженности популяций гороховой тли энтомофторозом используют лабораторный метод учета. Для этого живых тлей собирают сачком, подсчитывают их общее число в сборе и помещают в стеклянные 0,5-литровые банки на растения. Банки накрывают бязью и содержат при температуре 20.. 22 °С. Учет гибели гороховой тли от энтомофтороза необходимо проводить один раз в сутки в первые два дня. Во избежание перезаражения здоровых особей от больных при каждом учете необходимо удалять погибших насекомых. Для определения зараженности популяции энтомофторозом число тлей, погибших от этой болезни за 2 сут, умножают на 100 и делят на общее число особей, помещенных в банки. Однако нужно помнить, что разовый учет не отражает истинной картины заболевания на участке. Поэтому в сухую погоду необходимо проводить систематические учеты в течение всего сезона с интервалом 7... 10 дней, а при наличии обильных рос и дождей — через каждые три дня, начиная с фазы цветения.

Критерии эффективности следующие. В тех случаях, когда численность тлей в августе и сентябре в местах резерваций не превышает 10 особей на 10 взмахов сачком или составляет более 100 особей, но они заражены энтомофторозом на 30...40 %, гороховая тля не будет иметь хозяйственного значения для посевов бобовых культур в первые месяцы их вегетации. Интенсивность последующего размножения тли летом будет зависеть от погодных условий: при влажной погоде, благодаря деятельности энтомофторовых грибов, ее численность останется на низком уровне; при сухой погоде в конце лета и начале осени ее численность может повыситься на поздних посевах однолетних, а также многолетних бобовых, что может отразиться на урожае гороха поздних сроков сева, а также численности тли в следующем году. Для гороховой тли с 1.. .2-годовой цикличностью развития энтомофтороза большое значение имеют сезонные прогнозы заболевания, позволяющие снизить объем химических обработок. Для составления сезонных прогнозов развития энтомофтороза и отмены химических обработок следует учитывать то, что высокая численность вредителя наиболее опасна для урожая в фазе от начала бутонизации до полного формирования урожая.

Продолжительность этой фазы составляет 15...20 дней, что зависит от местных или погодных условий. В этот период экономический порог вредоносности (ЭПВ) составляет 400...500 особей на 10 взмахов сачком, что приблизительно соответствует 50...60%-ной заселенности растений в слабой степени (от 1 до 20 тлей на одно растение) и 2...5% -ной — в средней (25...50). После формирования полного урожая численность тли может составлять 1000 и более особей на 10 взмахов сачком. На урожай такая численность не отразится вследствие концентрации тлей на оставшихся зеленых верхушках растений, что

будет способствовать ускоренному и равномерному созреванию бобов. В этом случае защита гороха обеспечивается без применения истребительных мероприятий, даже если популяция не заражена энтомофторозом.

Если в уязвимую фазу развития растений численность тли выше пороговой, но популяция заражена энтомофторозом на 25...30 % и погодные условия способствуют развитию заболевания, то необходимость истребительных мероприятий также отпадает, поскольку численность тли резко снизится либо будет на экономически безопасном уровне.

Развитию эпизоотии благоприятствуют следующие среднедекадные показатели погодных условий: температура 17...24°C, оптимальная влажность воздуха 70...80 % и более, число дождливых дней 5...8, число дней с относительной влажностью менее 30 % — 0, значение гидротермического коэффициента 2...3 и более.

Высокая численность тли может нанести существенный вред урожаю, если эпизоотия разовьется после критической фазы. Но в следующем году она будет низкой, по крайней мере в весенне-летний период, так как отодвигаются сроки ее массового появления. В годы, когда эффект от энтомофтороза невысок, целесообразность химических обработок возникает в том случае, если устанавливается сухая погода со средней температурой 18...24°C, горох находится в фазе бутонизации или начала цветения, численность тли составляет 400...500 особей на 10 взмахов сачком, энтомофтороз в популяции либо отсутствует, либо проявляется очень слабо, а встречаемость энтомофагов единична. Таким образом, в ареале гороховой тли во влажные годы можно выделить районы, где с учетом деятельности энтомофторовых грибов можно уменьшить объемы химических обработок, а на некоторых площадях не проводить их вообще или проводить локально.

Микроспоририоз капустной белянки. В результате многолетних исследований, проводимых сотрудниками ВИЗР под руководством И. В. Исси, у капустной белянки обнаружено заражение четырьмя видами микроспориридий: *Nose ta mesnili* Paillot, *N. brassicae* Paillot, *Thelochania mesnili* Paillot и *Pleistophora schubergi* Zwolf. Наиболее распространен первый вид. Обе ноземы имеют удлиненоовальные споры размером 3,6...4,8 x 4,2...2 и 4...5 x 2 мкм соответственно, которые лежат на мазках поодиночке. Отличаются они друг от друга тем, что у *N. mesnili* Paillot один полюс споры заужен, а у *N. brassicae* Paillot они одинаково закруглены. *Thelochania mesnili* Paillot образует овальные споры, лежащие на мазках по 8 шт., *N. mesnili* Paillot вызывает генерализованную инвазию насекомых на всех фазах развития, быстро распространяется в популяции алиментарным путем (с пищей), трансовариально и паразитами. Заражение этой микроспориридией оказывает сильное воздействие на физиологические функции насекомых и вызывает их гибель на любой фазе развития. Особенно уязвимы больные насекомые во время метаморфоза и зимовки. В это время наблюдается их массовая гибель. Эпизоотия микроспориридоза, происходящая в период массового размножения капустной белянки, распространяется и на сопутствующие ей виды — репную, брюквенную и люцерновую белянки.

Эпизоотии микроспориридоза капустной белянки происходят с той же частотой, что и массовое размножение вредителей, т. е. в среднем один раз в четыре года и всегда сопровождаются резким спадом численности. Погодные условия эпизоотийных лет четко отличаются от условий других лет температурой и числом солнечных часов за вегетационный сезон, а также температурой и высотой снежного покрова в зимний период.

Вегетационный сезон в годы с кульминацией эпизоотии отличается ранней весной, значительным числом солнечных дней в мае — июле и суммой эффективных температур до июля более 600 °C. В этих условиях численность вредителя нарастает чрезвычайно быстро, первое поколение белянки успевает завершить развитие на 1... 10 дней раньше, чем в другие годы. Кроме того, в такие годы капустная белянка развивается не в двух, а в

двух с половиной (иногда почти в полных трех) поколениях. При этом зараженность вредителя быстро возрастает до 70...99 %, сопровождаясь массовой гибелью и резким спадом численности. После эпизоотии белянка в течение 1...3 лет встречается на полях одиночно или в очень небольшом числе.

Учет численности белянок на капусте следует вести путем подсчета всех насекомых на 100 растениях (20 проб по пять растений, расположенных в шахматном порядке). В зависимости от величины поля число учетов изменяется, составляя в среднем один учет на 1...3 га. Для определения зимующего запаса капустной белянки собирают гусениц 5-го возраста 2-го поколения и получают из них куколок. Насекомые, уходящие в этом поколении в диапаузу, и будут составлять основной зимующий запас вредителя. Наиболее массовой гибель от болезней и паразитов бывает в начале и конце развития вредителей. Анализ причин гибели следует вести на всем протяжении их развития. Целесообразно собирать насекомых в поле (15...20 кладок яиц, 50...100 гусениц) и определять их зараженность в ближайшие 1...2 дня. Кладки помещают в чашки Петри и следят за выходом гусениц из яиц. В годы массовых эпизоотий погибает до 50 % кладок. Мазки гусениц, куколок и бабочек микрокопируют для выявления спор. Зараженность популяции выражается процентом зараженных особей.

Наблюдения за состоянием насекомых во время эпизоотии при нарастании и спаде их численности позволили выявить признаки ослабленного физиологического состояния гусениц. В популяции, сильно зараженной микроспоридиями, насекомые откладывают яйца не плотными рядами, а на некотором расстоянии друг от друга и обычно не на нижней, а на верхней стороне листьев. Часто яйца вместо ярко-желтой окраски, свойственной откладываемым здоровыми особями, имеют необычную темно-оранжевую окраску, из таких яиц гусеницы либо не выходят, либо погибают в первых возрастах. Процент кладок на верхней стороне листа близок к проценту заражения популяции и может быть использован при ее характеристике. Из-за того что микроспоридиоз нарушает нормальную фотопериодическую реакцию белянки, многие больные гусеницы, собранные в августе — сентябре, превращаются в активных куколок, из которых вскоре вылетают бабочки. Во время зимовки большинство больных куколок погибает. Исчезновение этих признаков свидетельствуют о переходе популяции в фазу нарастания численности.

В качестве критериев, использующихся для прогнозирования численности белянки, берутся показатели следующих четырех групп факторов:

- погодные условия, определяющие фенологию белянки;
- численность популяции вредителя, определяющая порог вредоносности;
- заражение белянки микроспоридиями и другими организмами;
- физиологическое состояние вредителя.

Если условия характеризуются большим числом солнечных часов в первой половине вегетационного периода и суммой эффективных температур, достигающей 600...700 °С до конца июня, то начало откладки яиц совпадает с высадкой рассады в грунт, лёт бабочек первого поколения происходит в конце июня — первых числах июля. Если таких условий нет, начало откладки яиц совпадает с фазой розетки, развитие первого поколения завершается в середине — конце июля, и вредитель уже не наносит существенного вреда растениям, находящимся в фазе формирования кочана.

Показатели ЭПВ различаются в течение вегетационного сезона.

Начало проявления вреда при достижении растениями фазы розетки наблюдается с заселения растения 10 гусеницами капустной белянки. Для позднеспелых сортов в фазе рыхлого кочана заметной потери урожая не отмечено при заселении растений сорта Подарок 20...25 гусеницами, сорта Амагер 40...50, сорта Московская поздняя 60...70 гусеницами капустной белянки. В условиях засухи пороги вредоносности следует снизить вдвое.

Процент зараженных особей популяции определяют по любой фазе развития насекомых: по яйцам, гусеницам, куколкам, бабочкам. Если численность вредителя

невысока, достаточно определять зараженность в начале или в конце развития каждого поколения. Прогноз в отношении поколения составляют на основании учета отрождения гусениц из яиц и смертности гусениц 1...2-го возрастов, а также по характеру откладки яиц.

Численность следующего поколения прогнозируют по состоянию гусениц старших возрастов и куколок данного поколения с учетом того, что в период активного развития от микроспориоза погибает около 50 % куколок, а в период зимовки — до 90 %. Показатели зараженности от начала до конца развития каждой фазы насекомых увеличиваются примерно вдвое, что следует учитывать при проведении анализа. Так, если в начале лета бабочки заражены на 15 %, то в конце зараженность достигает 30 %.

При заражении микроспоридиями более 50 % особей и одновременном наличии признаков физиологического ослабления увеличение численности вредителя в этом и следующем поколениях не произойдет. Нарастания численности белянки в следующем поколении следует ожидать при падении зараженности до 50 % и ниже и одновременном исчезновении показателей физиологического ослабления.

В связи с тем, что критерии эффективности энтомопатогенов тесно связаны с понятиями эпизоотии, рассмотрим этот процесс более подробно.

Главное отличие инфекционных болезней от неинфекционных — в возникновении и развитии эпизоотического процесса, т. е. массового заболевания животных (в общем виде) и насекомых в частности. Эпизоотология изучает развитие эпизоотического процесса, его закономерности.

Различают три типа развития болезни насекомых. Если мониторинг (слежение) и анализ отобранных в природе образцов показывает, что болезнь встречается в очень редких случаях (0,03... 1 %) и распространена без связи с местными условиями, то это спорадическое распространение и развитие болезни. Если же болезнь распространена относительно слабо (около 5 %), но ее наличие в данной популяции постоянно и степень развития не изменяется, то это эпизоотический процесс. Наконец, при быстром массовом распространении болезни в популяции — вспышке — говорят об эпизоотологическом процессе. Эпизоотия затухает, когда почти все особи популяции будут заражены и погибнут.

Эти три типа развития болезни различаются по степеням распространения и развития болезни, а также смертности насекомых.

Степень распространения — это пространственно-временная характеристика. Степень развития болезни определяется процентом заболевших насекомых, т. е. отношением числа больных насекомых к общему их числу. Ее определяют для какой-либо стадии развития насекомого (личинки, куколки, имаго). Показатель (степень) смертности выражают отношением погибших особей к их общему числу (процент погибших насекомых).

Для изучения эпизоотического процесса нужно исследовать всю популяцию. Это делают путем анализа серии образцов. В данном случае под образцом понимают определенное число особей, достаточное для получения достоверных сведений о развитии болезни. Считается, что если образец состоит из 20 особей, то точность показателя не превышает 5 %. Наиболее точный показатель развития болезни получают, когда образец состоит из 100 особей.

Насекомым присуща многочисленность популяции, и это позволяет отбирать образцы без опасения нарушить ее состояние. Тем не менее следует руководствоваться правилом, которое гласит: общая численность особей в образцах, отбираемых для исследования, не должна превышать 10 % численности всей изучаемой популяции. В противном случае состояние популяции может быть нарушено и ее дальнейшее изучение не даст точных и достоверных результатов. Это произойдет потому, что развитие инфекционных болезней насекомых зависит от плотности популяции, частоты контактов больных и здоровых особей и т. д. Поэтому изъятие большей части популяции (для

образцов) изменит ее плотность и другие условия, что может привести к искаженным результатам исследования.

Чтобы оценить роль определенной болезни в развитии популяции, необходимо следить за развитием болезни в каждом возрасте и в каждой фазе развития данного вида, а в двух последних возрастах личинок развитие болезни следует определять дважды — после предпоследней линьки и перед окукливанием.

Развитие всякой эпизоотии зависит от трех основных факторов: возбудителя болезни, насекомого-хозяина и путей передачи инфекции.

Возбудитель болезни. Значение этого фактора проявляется в целом ряде свойств, которые уже упоминались. Это вирулентность, изменчивость и приспособляемость к данному хозяину. Большое значение имеет устойчивость покоящихся стадий возбудителя к неблагоприятным воздействиям внешней среды. Например, свободные вирионы погибают в течение нескольких минут, а заключенные в полиэдры или гранулы могут сохраняться в течение нескольких лет. Споры грибов-дейтеромицетов могут сохраняться в течение нескольких месяцев, споры простейших — более года, а споры бактерий — более 10 лет. К факторам, влияющим на патогенные свойства возбудителя, относятся его устойчивость к ультрафиолетовым лучам, высокой температуре, влажности, длительность развития болезни и период от заражения до образования покоящейся стадии. Специфичность болезни может играть двоякую роль. С одной стороны, чем обширнее круг видов — хозяев возбудителя, тем больше вероятность его переноса и сохранения в биотопе. С другой стороны, неспецифичность возбудителя приводит к большей распыленности инфекции, рассредоточению инфекционного начала, что снижает вероятность встречи с основным хозяином.

Хозяин. Устойчивость организма хозяина противостоит вирулентности паразита. Устойчивость также может быть ослаблена физическими и химическими факторами. Обычно насекомое-хозяин концентрируется в определенных местах, где складываются наиболее благоприятные для него жизненные условия. В первую очередь это наличие корма. В таких нишах отдельные особи насекомых выживают только тогда, когда в целом в биотопе происходит массовая гибель насекомых. Гибнут насекомые, которые из-за перенаселенности не смогли занять благоприятные ниши, где можно было укрыться от естественных врагов или неблагоприятной погоды. Но и в таких нишах возникают очаги болезней в связи с тем, что оптимальные условия привлекают сюда все новых и новых особей. Даже при наличии одной зараженной особи при увеличивающейся плотности популяции возникнет очаг болезни.

Помимо основных, первичных хозяев в биоценозе присутствуют и случайные, вторичные хозяева, на которых также может паразитировать данный возбудитель болезни. Однако в популяциях таких случайных хозяев болезнь долго не удерживается, потому что погибшие особи случайных хозяев оказываются удаленными от яруса растительности, на которых обитает основной хозяин, и источник инфекции удаляется от него. При сравнении вирулентности возбудителя на разных хозяевах оказывалось, что инфекции, вызывающие массовую гибель одного хозяина, вызывают хроническое заболевание у другого и совсем не заражают третьего. Это означает, что у каждого возбудителя болезни есть хозяин, у которого он вызывает болезнь с высокой смертностью. Такая болезнь могла бы быстро исчезнуть, если бы за короткое время погибали все восприимчивые особи, но в таком случае погибнет и сам возбудитель, оставшись без пищи. Болезнь будет развиваться медленнее и процент смертности будет ниже, если хозяин менее пригоден для развития возбудителя. Если же болезнь хозяина носит хронический характер, то он является постоянным носителем инфекции. Поскольку в биотопе могут быть представлены разные хозяева, то в зависимости от их соотношения образуются разные очаги инфекции — временные, постоянные, расширяющиеся по площади.

В ряде случаев при интродукции новых видов насекомых в определенные биоценозы происходит перенос местных инфекций на нового хозяина, который ранее

никогда не соприкасался с подобной инфекцией. Примером служит такой вредитель, как американская белая бабочка, завезенная в Европу. Здесь она стала постепенно заражаться микроспоридиями (от кольчатого шелкопряда), вирусами (от боярышницы, яблонной плодовой гнили), бактериальными и грибными инфекциями.

Пути передачи инфекции. Основной путь передачи инфекции — от больных насекомых — здоровым при непосредственном контакте или с зараженной пищей (перорально). Такой способ пере-заражения установлен для всех типов болезней насекомых.

Существуют и другие, специфические, пути передачи инфекции: трансвариальный, с помощью паразитических насекомых, птиц, ветра.

Трансвариальный путь — это передача инфекции через яйцо, в основном он характерен для вирусов и микроспоридий. У некоторых групп насекомых инфекция часто переносится при уколе яйцекладом паразитических насекомых. Такие примеры известны для бактерий, риккетсий, вирусов и микроспоридий. Грибные болезни легко передаются при обычном соприкосновении насекомых, что невозможно для вирусов и бактерий. Паразитические нематоды сами активно мигрируют и внедряются в тело хозяина, часто перенося в насекомого симбиотических бактерий, которые губительны для насекомых.

Расширение очагов болезней в природе зависит от способа передачи инфекции от больных насекомых здоровым.

Распространение болезни из очагов происходит волнами, центром которых является центр первичного очага инфекции. Волна болезни возникает следующим образом. Особи, находящиеся в центре очага, погибают и заражают насекомых, находящихся вокруг него. В процессе последующего заражения область соприкосновения больных насекомых со здоровыми неуклонно возрастает, т. е. зона болезни расширяется. Отдельные очаги болезни сливаются, образуя общий фронт.

В первичном центре очага некоторые уцелевшие особи дают начало здоровой популяции, свободной от инфекции. С течением времени в результате миграции насекомых возрастает вероятность контакта здоровых насекомых с зараженными, и вновь возникает волна инфекции, идущая от центра к периферии.

Кривая, изображающая волну эпизоотии, отражает изменение числа погибших (зараженных) насекомых во времени и состоит из двух частей: восходящей и нисходящей. Можно представить три типа кривых:

- с более длинной нисходящей частью;
- симметричную;
- с более длинной восходящей частью.

При распространении ветром грибных возбудителей болезней образуются очаги инфекции удлиненной формы, длинная ось которых совпадает с направлением преобладающих ветров. Ветер может переносить насекомых, сильно опущенных длинными волосками, создавая очаги заражения. Такое явление описано в Крыму при наблюдении за очагами ядерного полиэдроза непарного шелкопряда. Очаги полиэдроза совпадали с волнами массового размножения вредителя, идущими по направлению господствующих ветров. Очаги аналогичной формы образуются вдоль водных потоков, если инфекции распространяются с водой. Например, микроспоридии, паразитирующие на водных насекомых, снабжены специальными приспособлениями, позволяющими им всплывать и удерживаться на поверхности воды. Наличие подобных приспособлений позволяет возбудителям долгое время удерживаться на поверхности воды, что повышает вероятность их захвата фильтрационными органами насекомых-хозяев.

Некоторые возбудители болезней, например энтомофторовые грибы, приспособлены для периодического отдыха в виде покоящихся стадий. Другие, например неспорулирующие бактерии, риккетсии, требуют постоянного переноса от одного организма -хозяина к другому с использованием таких переносчиков, как жуки, муравьи, птицы, рыбы.

Область, прилегающую к пику кривой, называют периодом эпизоотии, находящуюся слева от него — фазой, предшествующей эпизоотии, справа — фазой, следующей за эпизоотией.

В период, предшествующий эпизоотии, можно наблюдать ряд явлений, характеризующих взаимоотношения между патогеном и хозяином. Передача инфекции происходит быстрее при высокой плотности популяций, кроме того, при пассажах через насекомых возрастает вирулентность патогена, поэтому процесс, по-видимому, проходит по симметричной кривой. В фазе, следующей за эпизоотией, всегда остается какое-то число выживших особей. Очевидно, чем выше резистентность насекомых, тем более пологой будет нисходящая часть кривой.

Естественно, что массовые эпизоотии данного вида связаны с вспышками массового размножения насекомых. В природе вспышки массового размножения насекомых имеют определенную последовательность и повторяются через определенные периоды времени. Нарастание численности популяции вида начинается в том случае, если вследствие благоприятных погодных условий (отсутствие морозов, засухи и т. д.) не произошло ее сокращения. В этом случае наблюдается интенсивное размножение вида, обусловленное повышенной плодовитостью самок, высокой выживаемостью личинок и повышенной жизнеспособностью всей популяции. Это приводит к быстрому расселению вида на больших площадях. Для таких видов, как непарный шелкопряд, рыжий сосновый пилильщик и др., рост массового размножения продолжается в течение нескольких лет (обычно пяти). В течение первых 2...3 лет поражение болезнями вообще не обнаруживается, поэтому размножившиеся гусеницы полностью объедают растения. На 3-й год болезнь начинает проявляться, но процент гибели популяции от нее невысок. На 4-й и 5-й годы обычно достигается максимум и массового размножения, и массовой гибели насекомых. Последняя практически достигает 100 %. Происходит затухание эпизоотии, и в последующие 2...3 года развития насекомых в данной местности не отмечается.

Эпизоотия чаще всего возникает в популяциях насекомых, размножающихся на культурах многолетних биоценозов (в лесу, в садах). Для защиты растений она представляет интерес по трем причинам. Во-первых, ее изучение дает возможность прогнозировать время массового заболевания, что позволяет отменять какие-либо

обработки против вредителей. Во-вторых, во время пика эпизоотии погибает до 100 % вредных насекомых, и в последующие 1...2 года растения вообще не повреждаются вредителем. Наконец, в-третьих, можно легко выделить возбудителя заболевания и использовать его в дальнейшем как основу биологического препарата.

Таким образом, эпизоотический процесс развивается при сочетании источника возбудителя, механизма его передачи и наличия восприимчивых насекомых. При исключении любого из этих звеньев эпизоотический процесс затухает. Функционирование механизма передачи инфекции в значительной степени зависит от устойчивости энтомопатогенов во внешней среде (некоторые микробы погибают через несколько минут от солнечного света).

Обратимся к примерам эпизоотий, возникающих в популяциях насекомых. Как уже отмечалось, массовые эпизоотии многих видов насекомых могут вызвать энтомофторовые грибы. При этом важную роль играют факторы окружающей среды: влажность и температура. Причем развитие энтомофторозов зависит не столько от количества осадков за вегетационный период, сколько от их распределения по дням, поскольку только при наличии капельной влаги прорастают конидии и происходит заражение насекомых. Температура воздуха не играет столь же важной роли, так как патоген способен заражать популяции вредителей в ее широком диапазоне (9...30°C). Оптимальные температуры для интенсивного распространения инфекции 17...24°C. Энтомофторозы вредных насекомых неоднократно наблюдали в Ленинградской области, Сибири и на Дальнем Востоке. В частности, в Новосибирской области в 1978...1981 гг. отмечены эпизоотии гороховой тли на кормовом горохе, оранжерейной тли — на перце, капустной тли — на капусте. В 1978

г. острая эпизоотия была вызвана грибом *E. aphidis*. В результате нее численность гороховой тли за короткий период снизилась до единичных особей. Наблюдения за динамикой численности гороховой тли и развитием эпизоотии выявили следующую картину ее протекания. Высокая численность популяции (более 1000 особей на единицу учета) отмечалась в середине июля. В это время количество осадков и относительная влажность воздуха были минимальными (соответственно 10... 15 мм и 65 %). В конце июля обильные осадки и высокая относительная влажность воздуха (более 80 %) способствовали острому развитию эпизоотии. В результате численность вредителя сократилась почти в 10 раз. Затем эпизоотический процесс достиг максимума (остались лишь единичные особи) и начал затухать. Хозяйству был дан сигнал не проводить химических обработок.

Эпизоотии, вызванные энтомофторовыми грибами, неоднократно отмечали на Южном Сахалине. При этом наблюдали заражение и массовую гибель подгрызающих совок, капустной моли, различных видов тлей. Преобладание грибных эпизоотий объясняется климатическими особенностями региона. В летние месяцы частые затяжные дожди и морозящие туманы обуславливают длительное сохранение на растениях капельной влаги, что способствует заражению вредителей грибами. Эпизоотические и спорадические заболевания на Южном Сахалине выявлены на капусте, моркови, свекле у капустной совки, капустной тли, летней капустной мухи, репной белянки, боярышницы. Однако следует отметить, что подавляющая роль грибных энтомопатогенов снижалась при многократных обработках растений химическими пестицидами.

В 70-е годы прошлого века в Хабаровском крае наблюдалась эпизоотия у гусениц непарного шелкопряда, вызванная вирусом ядерного полиэдроза. Эпизоотия началась в период массового размножения вредителя и в короткий срок захватила южную часть региона. На следующий год она распространилась по всему краю, что сопровождалось резким спадом численности насекомых. Эпизоотия почти полностью уничтожила популяцию непарного шелкопряда, и в последующие четыре года на территории края не было зарегистрировано очагов его массового размножения.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ

В этой и последующих главах описаны не только биопрепараты, вошедшие в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» на 2004 г. (время написания данного учебника)¹, но и имеющие историческое значение, а также зарегистрированные в последнее время. Это связано с тем, что ужесточение требований по перерегистрации биопрепаратов в плане увеличения финансирования этой процедуры не всегда позволяет авторам своевременно оформить необходимые документы. Поэтому в последние 10 лет ряд биопрепаратов периодически исчезает из Госкаталога и появляется в нем вновь. Следует подчеркнуть, что если химические пестициды удаляют из Госкаталога окончательно в связи с высокой токсичностью или развитием у насекомых устойчивости к ним, то биопрепараты могут по той или иной причине отсутствовать лишь временно. Отметим также, что все разработанные отечественные биологические препараты составляют национальную гордость российской школы биологических методов защиты растений.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ИНСЕКТИЦИДЫ И РОДЕНТИЦИДЫ

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ПРОТИВ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ И КЛЕЩЕЙ

Наибольшее распространение получили препараты на основе бактерии *Bt*. По составу они делятся на три группы. К первой, наиболее многочисленной группе относятся препараты, содержащие в качестве действующего начала споры и кристаллы эндотоксина бактерий; ко второй — препараты, содержащие кроме спор и кристаллов термостабильный р-экзотоксин; к третьей — бактериальные препараты, содержащие только очищенные токсины, вырабатываемые бактерией *Bt*.

Препараты, вошедшие в Госкаталог 2004г., отмечены звездочкой (*).— Прим. ред.

Дендробациллин. Препарат на основе спор и кристаллов *Bt subsp. dendrolimus* (патовариант А). В 1949 г. профессор Иркутского государственного университета Е. В. Талалаев во время эпизоотии сибирского шелкопряда в таежных лесах выделил из погибших гусениц возбудителя болезни — бациллу, получившую впоследствии наименование *Bacillus thuringiensis subsp. dendrolimus* (sotto). На одну споры бактерии приходится один бипирамидальный кристалл, некоторые штаммы продуцируют также (3-экзотоксин. Первая партия препарата дендробациллина в количестве 3 т была наработана в 1958 г. на Московском заводе бактериальных препаратов и успешно прошла испытания против сибирского шелкопряда. Позднее дендробациллин начали использовать в сельском хозяйстве против чешуекрылых вредителей: капустной моли, капустной белянки, лугового мотылька и др.

Разработаны две препаративные формы: сухой и смачивающийся порошки с титром 100 и 60 млрд спор в 1 г соответственно.

Энтобактерин. Препарат на основе спор и кристаллов *Bt subsp. galleriae* (патовариант А). В 50-е годы XX в. в ВИЗР во время эпизоотии гусениц большой пчелиной огневки был выделен возбудитель болезни — *Bacillus thuringiensis subsp. galleriae*. В 1963 г. на Бердском заводе биопрепаратов Новосибирской области был произведен первый промышленный выпуск энтобактерина. Препарат предназначен для защиты овощных и плодово-ягодных культур от комплекса листогрызущих чешуекрылых насекомых. Впоследствии заводской выпуск энтобактерина был прекращен из-за высокой фагочувствительности этой бактериальной культуры. В настоящее время энтобактерин в жидкой или пастообразной форме нарабатывается в условиях мелкотоннажных региональных производств.

Лепидоцид, П*(БА — 3000 ЕА/мг). Препарат на основе спор и кристаллов *Bt subsp. kurstaki* (патовариант А). В 80-е годы XX в. во время эпизоотии мельничной огневки в лабораторных условиях Э. Р. Зурабовой был выделен возбудитель болезни гусениц — *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki*, штамм Z-52. После 1970 г. большинство энтомопатогенных бактериальных препаратов в мире производится на основе данного подвида, впервые выделенного в 1962 г. В отличие от других подвидов патоварианта А *Bt subsp. kurstaki* продуцирует на одну споры 2...5 кристаллов эндотоксина. Поэтому инсектицидная активность лепидоцида против чешуекрылых насекомых, как правило, выше, чем у дендробациллина и энтобактерина. На примере лепидоцида была показана зависимость эффективности бактериальных инсектицидов от препаративной формы.

Первая препаративная форма, предложенная Э. Р. Зурабовой, называлась лепидоцид концентрированный с титром 100 млрд спор в 1 г. В его состав помимо спорово-кристаллического комплекса входили остатки питательной среды и наполнитель — каолин. Такая препаративная форма не обеспечивала реализации потенциальной активности исходного штамма, так как отсутствовали ингредиенты, защищающие действующее начало биопрепарата от неблагоприятных факторов внешней среды или усиливающие его инсектицидную активность. Наполнитель — каолин — препятствовал созданию стабильной рабочей суспензии, что приводило к забиванию опрыскивателей при применении препарата. В связи с этим М. В. Штерншис совместно с Э. Р. Зурабовой и представителями Бердского завода биопрепаратов провели исследования по разработке новой препаративной формы лепидоцида — стабилизированного порошка. В 1990 г. ими был получен патент на бактериальный препарат ЛЕСТ (лепидоцид, стабилизированный порошок). Новая препаративная форма отличалась тем, что каолин был полностью заменен на водорастворимый ингредиент, который одновременно усиливал инсектицидное действие эндотоксина *Bt*. Кроме того, в качестве протекторов от ультрафиолетового излучения и кислородных радикалов в нее были введены антиоксиданты, а в качестве прилипателя и стабилизатора рабочей суспензии —

концентрат сульфитно-спиртовой барды (ССБ). Препарат ЛЕСТ с титром 70 млрд спор в 1 г обладал более высокой биологической эффективностью, чем лепидоцид концентрированный (100 млрд спор в 1 г). Например, согласно Каталогу (1986... 1997 гг.) для использования против непарного шелкопряда требовалось в два раза меньше ЛЕСТ, чем лепидоцида концентрированного. Срок хранения ЛЕСТ также был более продолжительным, чем у лепидоцида концентрированного.

Лепидоцид, П* (БА — 3000 ЕА/мг) рекомендован против комплекса чешуекрылых насекомых на различных сельскохозяйственных, цветочных, лекарственных и лесных культурах.

Лепидоцид, СК* (БА — 2000 ЕА/мг). В Госкаталог 1999 г. была впервые включена новая жидкая препаративная форма лепидоцида — суспензионный концентрат, разработанная сотрудниками Бердского завода биопрепаратов. Жидкая форма имеет свои преимущества, главное из которых — возможность опрыскивания рабочей суспензией с помощью более совершенных технических средств (УМО, аэрозольный генератор). Препарат предназначен для защиты капусты, яблони, винограда и других культур от чешуекрылых насекомых.

Лепидобактерицид, Ж*. Основа препарата — спорово-кристаллический комплекс *Bt subsp. kurstaki* с биологической активностью 2000 ЕА/мг. Рекомендован для применения на лиственных и хвойных породах против чешуекрылых вредителей. Производитель — НПП «Экосервис С».

Дипел, СП (БА — 16 000 ЕА/мг). Препарат на основе спорово-кристаллического комплекса *Bt subsp. kurstaki*, разработан фирмой «АББОТ» (США). Предназначен для защиты капусты от совки и белянки.

Дипел, СК (БА—16 000 ЕА/мг). Отличается от предыдущего препарата жидкой формой. Предназначен для защиты хвойных растений от чешуекрылых насекомых.

Бактокулицид (бактерицид). Препарат на основе спорово-кристаллического комплекса *Bt subsp. israelensis* (патовариант В). Впервые бактерия была выделена в 1976 г. израильскими учеными Л. Гольдбергом и И. Маргалитом из личинок кровососущих комаров. Первый отечественный препарат на основе этого подвида бактокулицид был создан сотрудниками ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и Киевского университета и первоначально предназначался для подавления численности кровососущих комаров и мошек. Впоследствии Бердский завод биопрепаратов начал выпускать его под торговой маркой «бактерицид». Препарат выпускается в виде порошка, содержит 100 млрд спор в 1 г. Кристаллы эндотоксина неопределенно-округлой формы, вызывают деструктивные изменения клеток кишечника личинок двукрылых. В последние годы показана возможность его применения против рисового и шампиньонного комариков, а также против пасленового минера (Ущеков, 1994) и малинной побеговой галлицы (Shternshis et al., 2002).

Новодор. Впервые бактерия *Bt subsp. tenebrionis* (morrisoni), относящаяся к патоварианту С, была выделена немецким ученым А. Кригом (Krieg, 1982). На ее основе был разработан зарубежный препарат Новодор, предназначенный для подавления колорадского жука. Данный подвид *Bt* характеризуется пластинчатой формой кристаллов эндотоксина в виде квадратов, прямоугольников и ромбов. В 1986 г. появилось сообщение о выделении на американском континенте *Bt subsp. san-diego*, обладающего выраженной инсектицидной активностью против жесткокрылых насекомых. Однако последующая экспертиза установила идентичность подвидов *san-diego* и *tenebrionis*.

Децимид. Первый отечественный аналог препарата на основе спор и кристаллов *Bt subsp. tenebrionis* (morrisoni), разработанный во ВНИИ «Биохиммашпроект» против колорадского жука.

Колорадо, СК. Титр не менее 20 млрд спор в 1 г. Препарат на основе спор и кристаллов оригинального штамма *Bt subsp. tenebrionis* № 16-8116. Штамм-продуцент выделен в ГосНИИ генетики из хрущаков, обитающих в муке. Форма кристаллов

эндотоксина плоская, прямоугольная, (3-экзотоксин не продуцируется. Колорадо представляет собой однородную массу темно-серого цвета, рекомендован против колорадского жука на картофеле и баклажанах. Гарантийный срок хранения 1 год при температуре —20...20 °С.

Битоксибациллин, П* (БТБ) (БА — 1500 ЕА/мг). Препарат на основе *Bt subsp. thuringiensis* (патовариант А). Относится ко второй группе биопрепаратов — содержит помимо спор и эндотоксина водорастворимый (3-экзотоксин. Разработан во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Первый отечественный препарат, содержащий Р-экзотоксин. Рекомендован для применения на многих сельскохозяйственных культурах против чешуекрылых насекомых, колорадского жука и паутинного клеща.

Бикол, СП* (БА — 2000 ЕА/мг, титр не менее 45 млрд спор в 1 г). Препарат на основе *Bt subsp. thuringiensis*, содержит споровокристаллический комплекс и Р-экзотоксин. Разработан НПО «Экотокс» (Москва), отличается от БТБ улучшенной препаративной формой. Рекомендован для защиты капусты и яблони от чешуекрылых насекомых, картофеля и томатов от колорадского жука, огурцов защищенного грунта от паутинного клеща.

Содержание р-экзотоксина расширяет сферу применения препаратов за счет иного механизма действия экзотоксина по сравнению с эндотоксином. Экзотоксин может действовать не только через кишечник, но и через покровы насекомых, а в комбинации со спорово-кристаллическим комплексом проявляет синергизм. Поэтому экзотоксинсодержащие препараты рекомендованы не только против гусениц, но также против колорадского жука и паутинного клеща.

Турингин и астур. Представители третьей группы препаратов на основе токсинов без спор. Турингин — жидкий препарат, содержащий в растворенном виде р-экзотоксин, выделяемый *Bt subsp. thuringiensis*. Первоначально предназначался для лечения животных от паразитов, впоследствии — для защиты растений аналогично БТБ. Астур, СП и СК созданы на основе кристаллов эндотоксина аспорогенного штамма *Bt subsp. kurstaki*. В Госкаталоге 1997 г. рекомендован против чешуекрылых насекомых на капусте, плодовых, ягодных и лекарственных культурах.

Препараты на основе генно-инженерных (трансгенных, рекомбинантных) штаммов бактерий. Эти препараты еще не вошли в Госкаталог, однако попытки их создания предпринимаются в последние годы и в нашей стране, и за рубежом. В качестве примера можно привести разработки ГНЦ прикладной микробиологии, где сконструирован рекомбинантный штамм путем переноса плазмиды из *Bt subsp. kurstaki*, детерминирующей синтез Cgy1Ав, в клетки *Bt subsp. tenebrionis*. Этот штамм по сравнению с природными способен к синтезу токсинов, специфичных и для чешуекрылых, и для жесткокрылых насекомых. Ранее аналогичная разработка ГосНИИ генетики и селекции микроорганизмов была реализована в создании препарата куртен.

Перенос генов *Bt* возможен в другие микроорганизмы для улучшения важных для использования в биоконтроле характеристик. Как уже отмечалось, в бактерию *Pseudomonas fluorescens* Mig. вводят ген *Bt* для увеличения персистентности кристаллов эндотоксина в окружающей среде.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ПРОТИВ ГРЫЗУНОВ

Среди естественных регуляторов численности мышевидных грызунов встречаются возбудители бактериальных болезней. Некоторые из возбудителей инфекционных заболеваний грызунов патогенны только для этих теплокровных и не действуют на полезную фауну. Так, еще в 1893 г. С. С. Мережковский выделил из больных сусликов бактерию, которая оказалась патогенной для мышей, полевок и серого хомячка. В 1897 г. Б. Л. Исаченко обнаружил сходную бактерию в трупах крыс. В 60-е годы XX в. такие бактерии были выделены в Сибири из погибших водяных полевок (Полтев, Гриценко, 1961). Эти бактерии относятся к энтеробактериям, видам рода *Salmonella*.

Salmonella enteritidis subsp. *issatschenko* или subsp. *mereschkovski* представляют собой короткие (1...2 мкм) грамотрицательные палочки с закругленными краями, неспорообразующие.

Бактерии являются факультативными аэробами, с оптимальной температурой роста 37 °С. По данным Н. В. Кандыбина (1989), из 33 видов грызунов 14 высоковосприимчивы к *S. enteritidis*. В их число входят домовая мышь, серая и водяная полевки.

Во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии разработаны две формы препарата бактороденцида на основе *S. enteritidis*.

Бактороденцид аминокостный. Сухая аминокостная форма представляет бактерии, размноженные на костной муке с добавлением аминокислот. В 1 г содержится не менее 0,1 млрд жизнеспособных бактерий, располагающихся внутри и на поверхности каждой гранулы. Нормы расхода аминокостной формы бактороденцида: на 1 га — 200...300 г; на 1 м³ стогов и скирд — 0,5... 1 г; на 100 м² площади построек — 5... 10 г для мышей и полевок, 20...50 г для крыс.

Для борьбы с полевыми, домовыми и лесными мышами, черной и серой крысами раскладывают приманки, содержащие 20 % препарата. Приманку готовят из доброкачественного зерна пшеницы. Для борьбы с водяной крысой используют приманки из мелко нарезанного картофеля, на 100 г которого берут 36 г взвеси препарата.

Бактороденцид зерновой. Действующее начало то же, титр — 1 млрд спор в 1 г. Препарат готовят путем размножения бактерий в зерне. В результате каждое зерно представляет собой гранулу, содержащую внутри бактерии. Поэтому само зерно является и защитной средой для бактерий, и приманкой. Применяется без дополнительного приманочного продукта против мышей и полевок на полях, лугах, пастбищах, в лесополосах, стогах и скирдах. Нормы расхода: на 1 га — 1...2 кг; на 1 м³ стогов и скирд — 5...30 г; на 100 м² площади теплиц, парников, складов — 100 г. В полях, лугах и садах разрешена однократная обработка бактороденцидом, на остальных объектах — двукратная. Для летального эффекта грызуну достаточно съесть 1...2 зерна.

Как зерновую, так и аминокостную форму бактороденцида можно использовать в любое время года (до температуры —25 °С). Чаще всего препарат раскладывают в норы грызунов по их тропам. На территории теплиц и парников норы грызунов выявляют ранней весной, особое внимание обращают на срубы парниковых рам и места хранения соломенных матов, где грызуны могут скапливаться зимой.

Родентопатогенные бактерии могут вызвать эпизоотию среди высоковосприимчивых видов грызунов. Инфекция может передаваться от больных особей здоровым несколькими путями, наиболее распространенный из которых — каннибализм. Погибшие грызуны являются резервуаром массы бактерий Исаченко, поэтому, поедая их, здоровые особи заражаются. Так происходит горизонтальная передача инфекции. Для создания острой эпизоотии необходимо наличие высоковирулентного возбудителя, высокая плотность хозяина и сохранение жизнеспособности бактерий в среде.

После поедания препарата бактерии попадают в желудок, кишечник, затем проникают в кровь, вызывая септицемию. Патологическая картина аналогична наблюдаемой при других брюшнотифозных инфекциях теплокровных. Сначала активность грызунов повышается, но на 3...5-е сутки они становятся вялыми, мало едят, шерсть взъерошена, глаза слезятся. Обычно болезнь длится до 1 нед. При производстве бактороденцида особое внимание следует уделять контролю качества препарата. Недооценка этого требования может привести к непредвиденным последствиям вплоть до замены родентопатогенных бактерий другими видами. Используемые штаммы бактерий должны строго соответствовать характеристикам, указанным в паспорте. Штамм следует получать из коллекции ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Коллекционные штаммы используют не более 3 мес.

Результаты исследований последних лет на культурах клеток и тканей животных и человека позволили заключить, что бактерии Исаченко не опасны для человека.

Патогенность этих бактерий, несмотря на принадлежность к группе сальмонелл, строго селективна. Они не только непатогенны для человека и домашних животных, но и избирательно патогенны для грызунов. Такая избирательность позволяет использовать их достаточно широко. Но для соблюдения высокой степени осторожности не рекомендуется применять их в детских и лечебных учреждениях, на предприятиях общественного питания, птицефабриках.

ГРИБНЫЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Биопрепараты на основе грибов обладают довольно широким спектром действия. Они действуют на вредителей контактно, поэтому могут поражать сосущих вредителей и вредных насекомых в непитающихся фазах. Грибные препараты используют против насекомых, клещей и фитопатогенных нематод.

Ассортимент энтомопатогенных грибных препаратов в нашей стране ограничен. В Госкаталог были включены вертициллин и боверин, а также нематофагин, предназначенный для борьбы с нематодами. Производятся опытные партии препаратов: мико-афидин, энтомофторин, пириформин, метаризин, однако промышленное производство их пока не налажено. За рубежом также выпускают ряд энтомопатогенных препаратов на основе энтомо-фторовых грибов и грибов-дейтеромицетов.

Боверин. Выпускается ТОО НВЦ «Биодрон» в двух препаративных формах.

Боверин, Ж*. Жидкая препаративная форма на основе бластоспор *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., штамм ТС 92. Титр не менее 2 млрд бластоспор в 1 мл. Используют против табачного трипса на огурцах и томатах защищенного грунта путем опрыскивания растений 1%-ным рабочим раствором с интервалом 10... 15 дней. Расход препарата 10...30 л/га при расходе рабочей жидкости от 1000 до 3000 л/га в зависимости от возраста растений.

Боверин, СХП, Г*. Сухой гранулированный порошок, титр 2 млрд бластоспор *B. bassiana* (Bals.) Vuil. в 1 г. Для опрыскивания растений используют 2,5%-ный рабочий раствор.

В теплицах боверин эффективен также против тепличной бело-крылки и некоторых видов тлей. В открытом грунте возможно использование препарата против колорадского жука. Боверин обладает контактным и кишечным действием. Оптимальные условия применения боверина: температура 20...25°C и относительная влажность воздуха более 85 %. Препарат нетоксичен для теплостроительных.

Вертициллин. Выпускается ТОО НВЦ «Биодрон» в двух препаративных формах на основе бластоспор гриба *Verticillium lecanii* [*Lecanicillium muscarium* (Zare et W. Gams)].

Вертициллин, Ж. Титр не менее 2 млрд бластоспор в 1 мл.

Вертициллин, СХП, Г. Сухой порошок, гранулированный, титр не менее 2 млрд спор в 1 г.

Препараты рекомендованы для борьбы с тепличной белокрылкой на огурцах и томатах в защищенном грунте способом опрыскивания. В период вегетации растений проводят опрыскивание 0,1%-ным рабочим раствором препарата с интервалом 7... 10 дней. Условия эффективного применения вертициллина — температура 24...28 °C и относительная влажность воздуха выше 80 % в первые двое суток после обработки. Опрыскивание проводят в вечерние часы с предварительным обильным поливом грунта и дорожек. Сухой порошок рекомендуют до применения замачивать на 12... 244 для активации спор. Препарат безопасен для теплостроительных.

L. lecanii (Zimm) Zare et W. Gams представляет также интерес в качестве биологического средства борьбы с тлями и трипсами. В Великобритании против этих вредителей на основе бластоспор гриба производят препараты верталек и триптал, а против бело-крылок — микотал.

Нематофагин БЛ, ВСХ, Г*. Мицелий и споры гриба *Arthrobotrys oligospora* Fresenius. Титр препарата 2...3 млн спор в 1 г. Рекомендован для борьбы с галловыми нематодами в условиях защищенного грунта. Препарат вносят в почву до

высадки растений томата, огурца, салата из расчета 100...150 г/м², либо в момент посадки по 5... 10 г в каждую лунку, либо в бороздки под вегетирующие растения в дозе 20...30 г на одно растение.

При выращивании шампиньонов против вредоносных нематод, микогельминтов нематофагин вносят в почву в дозе

250... 300 г/м² под мицелий гриба. Срок хранения препарата в сухом помещении при температуре не выше 15 °С — 1 год.

Микоафидин. Препарат на основе покоящихся спор, мицелия и токсинов гриба *Conidiobolus obscurus* Rem. et Kell, разработан в ВИЗР. Порошок желтого или бежевого цвета. Титр — 3 ■ 10⁷ спор в 1 г. Препарат эпизоотийного действия, применяется против тлей. Срок хранения 1 год.

Пириформин. Биопрепарат на основе гриба *Conidiobolus thromboides* Drechler. Разработан в СибНИИЗХиме СО РАСХН в жидкой и сухой формах. Основное действующее начало — конидии и покоящиеся споры гриба.

Препарат эффективен против сосущих вредителей закрытого грунта — тепличной белокрылки и различных видов тлей.

Метаризин. Препарат на основе гриба *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. Разработан в Белоруссии. Действующим началом биопрепарата являются конидии гриба и экзогенные токсины, продуцируемые им при заражении хозяина. Титр препарата

50... 70 млрд конидий в 1 г. При внесении в почву эффективен против имаго и личинок шелкоунов.

ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ВИРУСОВ И ДРУГИХ АГЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НАСЕКОМЫХ

ВИРУСНЫЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ

В нашей стране производят вирусные препараты (вирины) на основе бакуловирусов. Высокая специфичность этой группы энто-мопатогенных вирусов обуславливает их действие преимущественно на одного вредителя, что обычно отражено в названии вирусного препарата.

Вирин-ЭНШ. Первый отечественный вирусный препарат, создан Е. В. Орловской на основе вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда во ВНИИбакпрепарат совместно с ВИЗР. Используют для борьбы с гусеницами непарного шелкопряда в жидкой препаративной форме, представляющей собой светло-коричневую концентрированную суспензию вирусных включений в 50%-ном глицерине. Титр препарата не менее 4 млрд полиэдров на 1 мл. Срок хранения при температуре от 0 до 15 °С — 1 год, при температуре выше 26 °С — 2 нед.

Рекомендован для обработки деревьев в садах и лесополосах по очагам размножения непарного шелкопряда при численности 0,5...2 кладки на дерево. Норма расхода 0,2 л/га.

Вирин-ЭКС. Создан Е. В. Орловской на основе экспериментального штамма вируса ядерного полиэдроза против капустной совки во ВНИИбакпрепарат. Разработан в жидкой форме и в виде сухого порошка. Титр препарата 1 млрд полиэдров в 1 мл (г). Срок хранения при температуре от 0 до 15 °С — 1 год, при температуре выше 26 °С — 2 нед.

Рекомендован для опрыскивания посадок капусты и других овощных культур против гусениц капустной совки 1...2-го возрастов. Норма расхода — 0,1...0,15 л (кг)/га.

Вирин-ГЯП. Используют для борьбы с гусеницами яблонной плодовой. Разработан на основе вируса гранулеза яблонной плодовой в жидкой препаративной форме Белорусским НИИ защиты растений совместно с ВИЗР. Титр препарата не менее 3 млрд гранул в 1 мл.

Рекомендован для опрыскивания яблонь 2...3 раза в период вегетации во время массового отрождения вредителя с интервалом 5...6 дней. Норма расхода — 0,3 л/га.

Вирин-КШ. Препарат на основе вируса ядерного полиэдроза кольчатого шелкопряда. Разработан в жидкой форме совместно БелНИИЗР и Латвийской СХА. Титр

препарата не менее 1 млрд полиэдров в 1 мл. Срок хранения при температуре 15 °С — 1 год, при 5 °С — 3...4 года.

Рекомендован для опрыскивания плодовых культур и лесополос против гусениц кольчатого шелкопряда 1...3-го возрастов. Норма расхода 0,2 л/га, совместно с ОП-7.

Вирин-ОС. Препарат на основе вируса гранулеза озимой совки. Разработан в виде сухого порошка НИИ микробиологии АН Узбекистана и ВНИИБМЗР. Титр препарата не менее 3 млрд гранул в 1 г.

Рекомендован для опрыскивания овощных и бахчевых культур, а также для хлопчатника против гусениц озимой совки 1...2-го возрастов. Норма расхода 0,3 л/га, с добавлением ОП-7.

Вирин-ХС. Разработан в ВИЗР на основе вируса ядерного поли-эдроза хлопковой совки. Титр не менее 7 млрд полиэдров в 1 мл. Рекомендован для опрыскивания хлопчатника против каждого поколения гусениц хлопковой совки 1...2-го возрастов. Проводят 1...2 опрыскивания с интервалом 5...7 дней. Норма расхода 0,3 кг/га, с добавлением ОП-7.

Вирин-ГСШ, Ж*. Разработан в Институте систематики и экологии животных (ИСиЭЖ СО РАН) на основе вируса гранулеза сибирского шелкопряда. Титр не менее 50 млрд гранул в 1 мл. Рекомендован для обработки лесных массивов против гусениц сибирского шелкопряда 1...3-го возрастов. Норма расхода 0,1 л/га.

Вирин-ПШМ, Ж*. Разработан в ИСиЭЖ СО РАН на основе вируса ядерного полиэдроза шелкопряда монашенки, выпускается в жидком виде. Титр 1 млрд полиэдров в 1 мл. Рекомендован для авиационных обработок лесных массивов против гусениц шелкопряда монашенки 1...2-го возрастов. Норма расхода 0,5 л/га.

Вирин-Диприон, Ж*. Создан на основе вируса полиэдроза рыжего соснового пилильщика в ИСиЭЖ СО РАН. Выпускается в жидкой форме. Титр 1 млрд полиэдров в 1 мл. Рекомендован для авиационных обработок лесных массивов против личинок рыжего соснового пилильщика 1...2-го возрастов. Норма расхода 0,01... 0,04 л/га.

Вирин-ГЛМ. Разработан сотрудниками СО РАСХН на основе вируса гранулеза лугового мотылька. Были предложены две препаративные формы: жидкая с глицерином и сухая на основе цеолита. Препарат эффективен против гусениц лугового мотылька 1...3-го возрастов. Норма расхода 100 г (мл)/га.

Вирин-АББ. Препарат создан на основе вирусов полиэдроза и гранулеза американской белой бабочки. Предназначен для защиты лесных и плодовых насаждений.

Несмотря на очевидные достоинства вирусных препаратов, они обладают и некоторыми недостатками, что ограничивает их применение, поэтому недостатки необходимо устранить. В частности, нужно сократить достаточно длительный инкубационный период, а также повысить эффективность и стабильность вирусных препаратов. Этого можно добиться путем использования активирующих добавок. Вирусные инсектициды с активирующими компонентами получили название неовиринов (Дужак и др., 1995). В настоящее время отечественные вирусные инсектициды используют против разных видов чешуекрылых вредителей и рыжего соснового пилильщика в основном для защиты леса.

Несмотря на то что микроспоридии часто встречаются в природе в качестве возбудителей заболеваний насекомых и других членистоногих, производство биопрепаратов на их основе в настоящее время практически не развито, поскольку оно очень трудоемко и дорогостояще. Это в основном объясняется тем, что микроспоридии могут развиваться только в живых организмах.

Примером служит препарат против совок (озимой, капустной, хлопковой), разработанный в ВИЗР на основе микроспоридий *Vairimorpha antheraea*. Он имеет жидкую препаративную форму, содержит 10 млрд спор в 1 мл. Носитель — глицерин, разбавленный водой. Накопление проводят на гусеницах озимой и других видов совок лабораторной популяции путем заражения особей 3-го возраста. Препарат нетоксичен для

теплокровных и имаги-нальных фаз полезных насекомых, нефитотоксичен. Срок хранения жидкой формы препарата при температуре 4 °С — 1 год.

Препарат обладает кишечным действием, инкубационный период болезни длится 10... 15 дней. Предложен для использования методом опрыскивания растений. По типу микробного инсектицида препарат лучше применять против гусениц младших возрастов (1...3-го). В случае интродукции для возникновения искусственной эпизоотии среди насекомых его следует применять против личинок последней генерации, чтобы снизить зимующий запас и ослабить популяцию вредителя.

Перспективно использование микроспоридий в борьбе с саранчовыми. Впервые микроспоридии были обнаружены у азиатской саранчи в лабораторных условиях в Англии. В настоящее время у саранчовых выявлено несколько видов микроспоридий, наиболее перспективный среди них — *Nosema locustae* Canning. Этот вид образует большое количество спор на единицу массы хозяина и имеет широкий круг хозяев в семействе саранчовых. Симптомы при поражении саранчовых *N. locustae* Canning — покраснение брюшка и потеря способности к полету. На первых этапах болезни поражается жировое тело, затем происходит общая инвазия без поражения нервной системы и перикарда.

Применение микроспоридий целесообразно в естественных биоценозах — местах*выплода саранчовых. Здесь нет необходимости резкого снижения численности вредителя, а долговременный эффект, вызванный снижением жизнеспособности насекомых, может быть более актуален, чем быстрые гибель вредителей и восстановление их численности (Исси, 2002).

Опыт применения *N. locustae* Canning накоплен в США. При внесении в биоценоз микроспоридий в дозе $2,5 \times 10^9$ спор с приманкой в виде отрубей (1,7 кг/га) против личинок 3-го возраста ранневесенних видов прямокрылых снижение численности через

4нед достигало 50...60 %. Для оставшихся в живых 40...50 % особей было характерно сильное снижение плодовитости. Создан промышленный препарат на основе *N. locustae* Canning — нолок. При обработке пастбищ этим препаратом наблюдается долгосрочное воздействие микроспоридий на численность прямокрылых.

ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД

В ВИЗР разработан препарат немабакт, ВС* на основе нематодно-бактериального комплекса *Steinemema* (=Neoplectana) *carpo-capsae* Weis, штамм *agriotes* и бактерии *Xenorhabdus* (=Achromobacter) *nematophilis* Thomas et Poinar. Препаративная форма — водная суспензия на пористом носителе (поролоновая губка). Титр — 5 млн нематод в 1 г. Перед употреблением губку опускают в воду и несколько раз отжимают, в результате чего нематоды попадают в воду. Полученной суспензией обрабатывают почву или растения. Препарат рекомендован для борьбы с долгоносиками на декоративных культурах, смородинной стеклянницей и капустными мухами.

Против капустных мух немабакт вносят с поливной водой одновременно с высадкой рассады в грунт из расчета 125...250 тыс. нематод на одно растение. Против долгоносиков препарат вносят в почвенную смесь при ее приготовлении и проводят полив вегетирующих растений в дозе 10 тыс. нематод на одно растение. В борьбе со смородинной стеклянницей проводят обеззараживание черенков перед высадкой в грунт путем погружения их на 1 ч в водную суспензию нематод (2...3тыс. нематод на 1 мл воды) или помещения черенков на четыре дня во влажный песок с нематодами (200...300 нематод на 1 см³).

Нематод этого вида можно использовать и против других вредителей. Так, против подгрызающих совок проводят опрыскивание почвы в местах скопления вредителя в дозе 10^5 нематод на 1 м². Против щелкунов осуществляют опрыскивание жуков в приманках и создание длительных очагов инфекции (доза — 10^6 нематод на одну приманку массой 1 кг). Против яблонной плодовой жорки (во влажную погоду) проводят обработку ловчих

поясов водной суспензией препарата (расход — 10 млрд нематод на 1 га). Затем ловчими поясами плотно обвязывают стволы плодовых деревьев на высоте 1 м от почвы.

Наиболее важный фактор, определяющий эффективность препаратов на основе нематод, — влажность окружающей среды. В отсутствие влаги нематоды не способны передвигаться по субстрату в поисках хозяина и погибают в течение нескольких часов. Почва, в которую вносят инвазионных личинок, должна быть сильно увлажнена.

Для предотвращения быстрого пересыхания личинок при опрыскивании растений против открыто питающихся насекомых в качестве добавок к водным суспензиям нематод используют различные антидесиканты. Например, применение в качестве добавок к водным суспензиям нематод *S. carpocapsae* Weis против личинок колорадского жука антидесикантов-наполнителей — мето-цела (1 %), норбака (0,1 %) и налкотрола (0,06 %) — задерживало высыхание суспензии и увеличивало продолжительность существования нематод на поверхности листьев.

Сотрудники Грузинского НИИ защиты растений в борьбе с гусеницами зимней пяденицы и зеленой листовёртки добавляли к водной суспензии нематод глицерин (2 %). В результате было отмечено повышение эффективности заражения вредителей до 80...86 %.

Проведены испытания нового препарата на основе *S. feltiae* Filipjev. — энтонема-*F*, ВС* (5 млн нематод в 1 г порошкообразной губки) (ВИЗР). Препарат эффективен против проволочника, капустных и грибных мух, долгоносиков, западного цветочного трипса, смородинной стеклянницы, облепиховой мухи, колорадского жука.

ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ

Биологический препарат для защиты растений (биопестицид) — это биологическое средство борьбы (контроля) с вредными организмами, активным ингредиентом которого служат агенты биологической природы, в качестве которых используют микроорганизмы или их метаболиты. Так, основой биопрепаратов против вредителей являются возбудители болезней насекомых, клещей, нематод или грызунов.

Источником получения исходных штаммов микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности служит, как правило, природная среда: активное начало биопрепаратов выделяют из почвы, с поверхности растений, из больных и погибших насекомых. Природные штаммы селекционируют для отбора наиболее активных. Кроме того, используя достижения генной инженерии и биотехнологии, создают рекомбинантные штаммы. Под термином «штамм» понимается генетически однородная культура микроорганизма.

При применении биопрепаратов следует обращать внимание на природу действующего начала. Действие препарата, в состав которого входит микробный метаболит (токсин, антибиотик), меньше зависит от экологических факторов внешней среды, чем препарата на основе спор или клеток микроорганизма. Эффективность грибных препаратов в большей степени зависит от влажности, чем бактериальных или вирусных.

Бактериальные препараты не приводят к моментальной гибели насекомых, это происходит через 1...3 дня после их внесения. Однако личинки вскоре теряют подвижность и уже через несколько часов прекращают питание.

Патогенные свойства вирусных препаратов в зависимости от климатических условий проявляются в течение 5...20 дней (длительный инкубационный период). Рекомендуют применять препараты против гусениц младших (1...2-го) возрастов. Важный момент — сроки и кратность проведения обработок. При невысокой численности вредителя и оптимальной температуре (выше 21 °С) достаточно провести однократную обработку растений. При высокой численности вредителя, растянутом периоде отрождения гусениц и температуре ниже 21 °С (18...20 °С) необходима двукратная обработка с интервалом 5...7 дней (понижение температуры удлиняет инкубационный

период). Эпизоотологический эффект в популяциях вредителей иногда проявляется после однократного применения вирусных препаратов. Кроме того, наблюдается долговременное регулирование численности вредителя, которое наблюдают и в последующих поколениях насекомых. Вирусным препаратам свойственны эффекты последствия — снижение плодовитости самок и проявление тератогенеза в последующих фазах развития насекомых.

Различают два пути микробиологического контроля вредителей сельскохозяйственных культур: активный и пассивный.

Пассивный путь — это учет деятельности природных популяций энтомопатогенных микроорганизмов (подробно рассмотрен в гл. 4).

Активный путь подавления численности популяции вредных видов — внесение биопрепаратов в агробиоценоз. Его осуществляют двумя способами:

- однократное внесение препарата в биоценоз в расчете на быстрое размножение энтомопатогена (что соответствует второй стратегии биозащиты);
- не менее чем двукратное применение биопрепарата по типу инсектицида (что соответствует третьей стратегии биозащиты) (см. гл. 1).

Рассмотрим эти два способа на примере препаратов, действующим началом которых служат энтомопатогенные микроорганизмы.

Первый способ относится к эпизоотийному направлению. На важную роль этого направления указывали И. И. Мечников (1879) и Э. Штейнхауз (1952). После разработки отечественных биопрепаратов сторонниками создания искусственных эпизоотий стали Е. В. Талалаев, В. С. Кулагин, Н. В. Кандыбин, Е. В. Орловская, М. А. Голосова и др. Однако не всегда удается вызвать искусственную эпизоотию при однократном внесении энтомопатогена. С большей вероятностью это происходит в лесных биоценозах, а наибольшую отдачу можно ожидать от вирусных энтомопатогенов. Однако результаты многочисленных исследований школы профессора Е. В. Талалаева свидетельствуют о возможности создания искусственных эпизоотий при однократном внесении бактериальных препаратов в лесной биоценоз. Так, В. С. Кулагин (1987) отмечает, что вероятность защиты растений в результате возникшего эпизоотического процесса определяется численностью энтомопатогенных микроорганизмов и вредных насекомых в биоценозе, а также экологическими условиями. Эпизоотийное направление в вирусологическом подавлении лесных фитофагов реализовано Е. В. Орловской. Методика заключается во внесении вирусного препарата в очаги массового размножения вредителя. Например, в Савальском лесничестве Воронежской области в 60-е годы прошлого века в каждом очаге соснового шелкопряда на 15...20 деревьях размещали по 3000 яиц фитофага, обработанных суспензией вируса гранулеза сибирского шелкопряда, и отмечали массовую гибель куколок соснового шелкопряда от гранулеза в сочетании с бактериозами. Это привело к длительному подавлению численности вредителя. Н. Н. Воробьева (1976) приводит примеры как успешных, так и неудачных попыток создания искусственных вирусных эпизоотий в России и за рубежом. Так, неудачными оказались попытки инициации вирусных эпизоотий в очагах массового размножения шелкопряда-монашенки (Бахвалов, 1995). Массовая гибель наблюдалась лишь на тех участках, на которые вносили энтомопатогена.

Примеры эпизоотийного направления в использовании грибных препаратов описаны А. А. Евлаховой (1974) и Э. Г. Ворониной (1990). Особенно ярко это продемонстрировано при внесении препарата энтомофторовых грибов в агроценоз горохового поля для регуляции численности гороховой тли. При реализации эпизоотийного направления количество внесенного энтомопатогена в расчете на вспышку заболевания может быть достаточно малым. Возможно даже внесение зараженных насекомых.

Более надежен при сохранении той же степени экологической безопасности второй способ регуляции численности насекомых — по типу биологического инсектицида. Он

закljučается в 2—3-кратной обработке препаратом с определенной инфекционной нагрузкой. В этом случае получают относительно быстрый эффект сдерживания численности объекта, не дожидаясь развития эпизоотии.

Важную роль играет технология применения биопрепарата. При равномерном нанесении препарата на поверхность листа, которым питается насекомое, эффективность действия выше. В этом плане перспективно использование аэрозольных генераторов с регулируемой дисперсностью (ГРД). Помимо равномерного распределения ГРД обеспечивают оперативность обработки и снижение норм расхода. Из препаративных форм для этих целей наиболее пригодна жидкая.

Для приготовления рабочей суспензии сухие биопрепараты заливают небольшим количеством холодной воды, тщательно перемешивают, затем доводят добавлением воды до нужной концентрации. Обработку проводят в сухую погоду, выдерживая без полива несколько часов. Если сразу после обработки пойдет дождь, ее следует повторить. Целесообразно опрыскивать растения в вечерние часы, когда нет прямых солнечных лучей. В пасмурную погоду можно проводить обработки и днем. При температурах ниже 13...14°C эффективность биопрепаратов резко снижается. Оптимальная температура применения биопрепаратов 24...28 °C. При этой температуре нормы расхода препаратов — минимальные из указанного в Госкаталоге интервала. Как правило, использование биопрепаратов наиболее эффективно при низком уровне заселения вредителем. Энтомопатогенные препараты следует применять против личинок младших возрастов, поскольку они более восприимчивы к инфекциям.

Рабочую суспензию биопрепарата лучше готовить непосредственно перед обработкой, поскольку она быстро теряет активность, особенно при высокой температуре окружающей среды и прямых солнечных лучах. Рецептuru препаративной формы следует модифицировать в соответствии с экологическими условиями произрастания защищаемой культуры. Так, в условиях сильного ультрафиолетового облучения (УФО) обязательно внесение протекторов от УФО, при частых осадках — прилипателя и т. д.

Помимо веществ, стабилизирующих действующее начало во внешней среде, современные биоинсектициды содержат также ингредиенты, усиливающие патологический эффект. При использовании энтомопатогенов для защиты растений от вредных насекомых следует добавлять инициаторы свободных радикалов. Простейшие из таких соединений — соли двухвалентного железа (FeC_2 или FeSO_4). При использовании против капустной совки или непарного шелкопряда наряду с вирусными препаратами небольшого количества FeSCl_3 их эффективность увеличивалась в два раза благодаря тому, что в 1,5...2 раза сокращался латентный период заболевания и возрастало число погибших вредителей.

Ведутся работы по созданию комбинированных препаратов, включающих инфекционные агенты различной природы, что позволяет повысить эффективность биопрепаратов и расширить спектр их действия.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено РУП.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическая работа 1, 2, 3 (ПР-1, 2, 3). Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей (хищные энтомофаги, паразитические энтомофаги). Биометод включает следующие направления.

1. Сохранение энтомофагов (хищных и паразитических членистоногих), обитающих в лесных ценозах.
2. Привлечение энтомофагов в лесные ценозы.
3. Внутриауральные переселения энтомофагов.

4. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов).
5. Применение энтомофагов методом колонизации или наводнения.
6. Использование муравьев.
7. Использование позвоночных животных.
8. Использование энтомопатогенов (вирусов, грибов, бактерий, простейших, нематод).

В большинстве сбалансированных (стабильных) экосистем биологический контроль (регуляция) численности населяющих его видов является нормой, а не исключением. В не нарушенных лесных экосистемах большая часть популяций беспозвоночных ее обитателей пребывают на низком, безвредном для человека уровне именно в силу деятельности своих многочисленных природных врагов. Но, как показывает тысячелетний опыт, такое равновесное состояние может быть легко нарушено. Многолетняя засуха или, напротив, длительные подтопления, пожары или массовый вывал деревьев в результате ураганов нарушают установившийся баланс. Дестабилизирует лесные экосистемы и сам человек. Этому способствует интенсивное сельскохозяйственное производство на землях, прилегающих к лесным массивам, непосредственные антропогенные воздействия: неупорядоченные широкомасштабные рубки леса, промышленные выбросы, мелиорация, замена устойчивых сложных природных сообществ монокультурами. Все это нарушает естественную среду обитания энтомофагов растительноядных насекомых. Они получают преимущества, плотность их популяций быстро возрастает, возникают вспышки массового размножения.

Подобная тенденция при одновременном сокращении видового состава и плотности популяций энтомофагов как раз и служит предпосылкой для применения биометода.

В странах с развитым лесным хозяйством давно разработаны интегрированные системы защиты естественных лесов и лесных насаждений от разнообразных вредных компонентов. По мере появления новых средств биологической защиты и разработки новых приемов их использования они включаются в такие системы.

Многообразие лесных сообществ, постоянно меняющаяся в них ситуация не позволяет рекомендовать единую для всех территорий и на все времена систему защиты. Концепция защиты леса, в том и биологической, всегда имеет региональный характер, разрабатываются применительно к конкретной климатогеографической зоне, к определенному типу ведения хозяйства.

Подобный региональный подход может быть проиллюстрирован на примере Канады. Здесь совместными усилиями Федерального Лесного Агентства, различных служб, представляющих интересы лесной индустрии, специализированных научно-исследовательских учреждений постоянно определяются приоритеты для научных исследований, имеющих отношение к охране и защите леса. Совместно разрабатываются региональные программы и принимаются решения по материально-техническому их обеспечению. Так, для провинции Британская Колумбия разработано 42 программы. В каждой из них обозначены приоритетные объекты и направления исследований (в данном проекте: реакция вредителей на различные лесохозяйственные мероприятия, учет потерь от вредителей и болезней, стандартизация лесохозяйственных и лесозащитных мероприятий, совершенствование биологического метода защиты). Все найденные решения закладываются в системы защиты леса (Nevill et al., 1995).

2 Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей

Общая характеристика энтомофагов

Энтомофаги это насекомые, питающиеся насекомыми. По способу питания и образу жизни их разделяют на хищников и паразитов. Личинки хищников истребляют за свою жизнь больше одной особи насекомых, у многих видов и систематических групп насекомых активно хищничают и взрослые особи. Личинки паразита, как правило, развиваются за счет единственной особи насекомого-хозяина.

Хищные насекомые зарегистрированы в 16 отрядах и в 167 семействах с огромным числом видов.

Большую группу хищников составляют ксилофильные насекомые, которых по степени их связи с жертвой можно разделить на облигатных и факультативных хищников. Большая их часть относится к жесткокрылым.

К подгруппе облигатных, постоянных по способу питания хищников могут быть отнесены многие представители семейства жуков пестряков (Cleridae), часть из которых (например, виды рода *Thanasimus*) связаны в своем развитии преимущественно с жуками короедами (Scolytidae), развивающимися в основном на хвойных породах деревьев; другие, личинки которых развиваются, как правило, под корой лиственных деревьев, например, *Clerus mutillarius*, - преимущественно связаны трофически в личиночной стадии с преимагинальными стадиями жуков дровосеков и капошонников; виды рода *Tillus*, и особенно *T. elongatus*, развиваются обычно в подсохшей древесине, питаются преимущественно жуками-точильщиками (Anobiidae), они также указаны, как энтомофаги капошонников (Bostrichidae). К числу облигатных хищников, можно отнести также некоторых жуков стафилинов, или коротконадкрылых, в частности обитателя ходов короедов *Zeteotomus scripticollis*; представителей жуков щитовидок (Trogossitidae) из родов *Nemozoma* и *Temnochila*, а также жуков карапузиков (Histeridae) из рода *Niponius*. К числу облигатных хищников могут быть отнесены и личинки некоторых шелкоунов (Elateridae), например, из родов *Lacon*, *Denticollis* и *Harminius*.

К факультативным хищникам относятся виды, которые, ведя хищный образ жизни, могут одновременно питаться различными органическими остатками в ходах ксилобионтов и (или) грибами, подгнившей корой или (и) древесиной, остатками мертвых насекомых, но для прохождения цикла развития им необходимо, как правило, питание животной пищей. К факультативным хищникам могут быть отнесены некоторые жуки стафилины (Staphylinidae), например, личинки *Placusa depressa* и *P. complanata*, по крайней мере, некоторые виды рода *Phloeopora*, личинки части жуков карапузиков (Histeridae) из родов *Platysoma* и *Paromalus*, часть видов рода *Rhizophagus*, особенно, *Rh. depressus* и *Rh. grandis*, из семейства монотомид (Monotomidae); некоторые виды жуков блестянок (Nitidulidae), например, из рода *Eपुरaea* (*E. marseuli*, *E. pygmaea* и некоторые др.), а также *Pityophagus ferrugineus*; к этой же категории хищников можно отнести и личинок многих видов рода *Corticеus* из семейства жуков чернотелок (Tenebrionidae); виды рода *Aulonіum* из семейства жуков узкотелок (Colydiidae).

Обитателями подкорового пространства и гнилой древесины являются также хищные личинки мух древесинниц (сем. Xylophagidae) и бекасниц (сем. Rhagionidae). Живут под корой деревьев и поедают личинок короедов личинки некоторых видов мух копьеухосток (сем. Lonchaeidae), мух зеленушек из рода *Medetera* (сем. Dolichopodidae).

Широко представлены жесткокрылые и среди открыто живущих хищников, среди них особенно известны хищные жужелицы и кокцинеллиды.

Хищные жужелицы (сем. Carabidae) питаются преимущественно гусеницами и куколками бабочек. Прожорливые, подвижные жужелицы-красотелы (род *Calosoma*) широко известны как истребители хвое- и листогрызущих насекомых. Так большой и красивый жук зеленый красотел (*Calosoma sycophanta*), распространенный в широколиственных лесах лесостепной и степной зон, и его личинки поедают гусениц и куколок непарного шелкопряда, златогузки и других чешуекрылых. Сходный образ жизни имеет малый лесной красотел (*C. inquisitor*). Он заходит значительно дальше на север и истребляет преимущественно гусениц листоверток, и пядениц. В лесах встречаются также крупные жужелицы рода *Carabus*, питающиеся многими насекомыми. Некоторые из них (например, кавказская жужелица - *Carabus caucasicus*) редки и занесены в Красную книгу.

Кокцинеллиды или тлевые коровки (сем. Coccinellidae) очень прожорливые хищники, они питаются тлями, кокцидами и другими насекомыми из отряда равнокрылых. Надкрылья жуков-кокцинелл ярко окрашены и обычно покрыты разным числом пятен. Наиболее

широко распространена кокцинелла семиточечная (*Coccinella septempunctata*). Часто встречается в лесах европейской части России кокцинелла еловая (*Pullus abietis.*), сосновая (*Harmonia quadripunctata*), сингармония древесная (*Synharmonia conglobata*).

Хищники широко представлены и в других отрядах насекомых

Личинки златоглазок (сем. *Chrysopidae*) из отряда Сетчатокрылые (*Neuroptera*) истребляют самых разнообразных вредителей, особенно тлей, червецов, паутинного клеща и других сосущих насекомых, а также яйца и молодых гусениц молей, листоверток и огневков. Их используют для подавления численности вредителей при выращивании растений в теплицах.

Большую группу составляют хищные Двукрылые (отряд *Diptera*), все они относятся к подотряду Короткоусые (*Brachycera*). Среди них известны довольно крупные мухи с массивным грудным отделом и длинным телом из сем. Ктыри (*Asilidae*), активно нападающие на летающих насекомых. Их личинки живут в земле и также являются хищниками, поедающими почвообитающих насекомых.

Поедают тлей и червецов личинки некоторых видов мух серебрянок (сем *Chamaemiidae*) и журчалок (сем. *Syrphidae*).

Лесными хищниками являются верблюдки (отряд *Raphidioptera*). В хвойных лесах на стволах деревьев часто встречается тонкоусая верблюдка (*Raphidia ophiopsis*). Её личинки заползают в ходы короедов, особенно охотно уничтожают сосновых лубоедов, а также яйца подкорного соснового клопа, монашенки и др.

Наибольшую роль в лесу как хищные насекомые выполняют лесные муравьи.

Практическая работа 4, 5, 6 (ПР-4, 5, 6). Способы и приемы привлечения энтомофагов в лесные биоценозы.

Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы

Неизбежным результатом химических обработок леса является значительное сокращение численности паразитических и хищных членистоногих. После прекращения обработок они далеко не сразу способны восстановить исходную свою плотность. Между тем, существуют способы, которыми можно существенно ускорить этот процесс. Речь идет о привлечении в защищаемые биоценозы хищников и паразитов из окружающих, не подвергавшихся обработкам стадий.

Привлечение в лесные массивы позвоночных энтомофагов (главным образом птиц) с тем, чтобы они уничтожали вредных насекомых – едва ли не самое древнее защитное мероприятие. Оно очень эффективно и жаль, что так мало сейчас на него обращается внимания. Главная роль птиц заключается не в истреблении насекомых при вспышках их массового размножения, а в постоянном уничтожении отдельных особей или небольших скоплений, что препятствует возникновению таких вспышек. Еще в 1913 г крупнейший специалист в области защиты растений Н. М. Кулагин писал: «в видах собственной пользы человек должен искусственным образом вернуть птице то, что отнимается у нее современным хозяином, т.е. прежде всего доставить ей удобства для устройства гнезда». Развешивание скворечников, дуплянок и искусственных гнезд для мелких насекомоядных птиц вместе с другими нехимическими приемами во многих случаях дают прекрасные результаты и обеспечивают надежную защиту леса. При санитарных рубках следует оставлять для этого дуплистые деревья. А где это не возможно, вывешивать искусственные гнездовья.

Привлекать в лесные культуры нужно и полезных членистоногих. Делается это различными способами.

Известно, что большинство энтомофагов в поисках своих жертв или хозяев ориентируются по запаху их кормовых растений или по запаху феромонов, с помощью которых фитофаги осуществляют внутривидовые половые связи. Для их энтомофагов такие вещества выступают в роли кайромонов. Это экзокринные секреты; химические вещества, служащее для передачи информации между разными видами животных и адаптивно полезные главным образом для воспринимающего – реципиента, а не для

выделяющего его – донора. Ориентируясь на кайромоны, энтомофаги сужают круг поиска своих хозяев. Хищные и паразитические насекомые благодаря кайромонам, не только отыскивают своих жертв или хозяев, но и приспосабливаются к их жизненным циклам. Кайромоны видоспецифичны. При поиске хозяина для некоторых перепончатокрылых паразитов важную роль играют кайромоны, которые содержатся в медвяной росе, выделяемой насекомыми-хозяевами. Часто и хищные насекомые обнаруживают жертву путем восприятия ее феромонов. Чувствительность энтомофагов при этом поражает. Некоторые хищники способны различать даже различные популяции жертвы. Так, хищники короеда *Ips pini* в условиях Калифорнии были способны отличать его популяции, заселявшие «местные» бревна сосен, от популяций, заселявших завезенный лесоматериал. Подобную же удивительную чувствительность проявлял и паразит короедов *Tomicobia tibialis* (Raffa, Dahlen, 1995).

Сравнительно недавно стали получать синтетические кайромоны; начаты исследования по их практическому использованию с целью привлечения полезных насекомых и клещей в защищаемый биотоп.

Пока более доступны для этих целей пищевые приманки. Опрыскивание насаждений водным раствором белкового гидролизата кормовых дрожжей и тростникового сахара привлекает к ним божьих коровок и сирфид. В результате обработок численность этих наиболее активных истребителей тлей достоверно возрастает. Такие обработки рекомендуются проводить несколько раз за сезон.

Сирфид, златоглазок и божьих коровок удастся привлечь не только дрожжевыми экстрактами. Они охотно слетаются на участки, которые опрыскивают искусственной пастью (помимо сахарозы для этих целей подходят и водные растворы любых иных углеводов). Хищники при этом в массе слетаются на обработанные участки для откладки яиц. Численность их возрастает настолько, что на обработанных участках они полностью подавляют тлей и мелких чешуекрылых.

Высокая стоимость такого приема, к сожалению, не позволяет применять его на значительных площадях. Но в наиболее ценных насаждениях, культурах или питомниках он может оказаться вполне приемлемым и позволит отказываться от химических обработок против сосущих и ряда листогрызущих вредителей.

Привлекаемые нектаром и пыльцой, очень многие виды паразитов и хищников собираются на цветущих растениях и вблизи от них. Именно такая реакция полезных насекомых и заложена в основу наиболее популярного приема по их привлечению. С этой целью искусственно создают целые участки или куртины медоносных растений, подсеяв их в междурядья или оставляя на опушках и просеках. При этом стремятся, чтобы цветущие растения находились в биоценозе весь период, когда им угрожают вредители. Для этого создают так называемые нектароносные конвейеры. В отечественной и зарубежной литературе имеется множество рекомендаций по созданию таких «конвейеров». Единого рецепта для этого и не существует: в каждой зоне, для каждой конкретной цели следует избирать свой подход.

Привлечение энтомофагов таким методом давно и с успехом практикуется при защите сельскохозяйственных растений. Но все чаще его начинают применять и в лесном хозяйстве.

Внутриареальные переселения энтомофагов (защита леса)

Под внутриареальным переселением энтомофагов понимают массовые их переносы из мест, где они преобладают, в места, где они отсутствуют или редко встречаются. Бывает, что в пределах ареала вредителя имеются отдельные его популяции, в которых отсутствует тот или иной энтомофаг. В подобных случаях для восполнения энтомокомплекса сюда переселяют полезных членистоногих из региона, где они обильны. Сравнительное изучение паразитов ряда лесных вредных насекомых в Великобритании и Центральной Европе показало, что на континенте их паразитокомплексы были в 2-3 раза богаче. Обогащение «британской энтомофауны» за счет переселения отсутствовавших

здесь энтомофагов одних и тех же вредителей (в пределах их единого ареала) дало ощутимый результат и было признано перспективным направлением лесозащиты.

У нас в стране известны популяции непарного шелкопряда, в которых отсутствует единственный в европейской части его ареала эффективный яйцеед-анастатус. В других же популяциях анастатус поражает значительную долю яиц вредителя, чем, несомненно, снижает численность последнего. Мера по внутриареальному переселению анастатуса может оказаться весьма эффективной и оказать существенное воздействие на уровень численности вредителя.

Во Франции был испытан прием защиты леса, основанный на перенесении пораженных паразитами особей вредителя из затухающих очагов в места, где численность его, напротив, возрастала. Энтомологи при этом не ограничивались лишь сбором в очаге зараженных особей вредителя, а также разводили энтомофагов искусственно и затем выпускали там, где их плотность была еще низка.

Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов)

Все чаще против лесных вредителей применяют интродуцированных их энтомофагов. Это мероприятие используется главным образом против адвентивных (чужеземных) вредителей леса и носит название классического биометода. Типичная программа применения этого метода включает следующие этапы:

- идентификацию вида-мишени и места его происхождения,
- рассмотрение всей информации о вредителе и его природных врагах,
- поиск природных врагов,
- оценку их эффективности как регуляторов численности вредителя в месте происхождения,
- изучение биологии наиболее эффективных природных врагов,
- интродукцию природных врагов и при необходимости их массовое разведение,
- карантинную обработку интродуцента, изучение пищевой специфичности в месте предполагаемого выпуска,
- выпуск природных врагов в новые условия обитания,
- мониторинг формирования и распространения популяции интродуцента,
- оценку успешности интродукции.

Классический биометод применяют чаще против адвентивных видов, которые в пределах своего нового ареала достигают высокой численности в силу отсутствия здесь специализированных врагов. Имеются примеры успешного использования метода и против аборигенных в данной местности видов (например, интродукция и акклиматизация в европейской части России из Северной Кореи паразита яиц непарного шелкопряда - *Ooencyrtus kuvanae*) (Ижевский, Волков, 1995).

уничтожается интродуцированным ризофагусом (Gregoire, 1988; Averbek, Gregoire, 1995; Fielding, 1992).

Единственный в России случай применения классического биометода против лесного вредителя был связан с интродукцией и широким расселением северо-корейского яйцеда непарного шелкопряда - *Ooencyrtus kuvanae* (Ижевский, Волков, 1995). Спустя несколько лет после выпусков яйцеда находили в очагах вредителя.

Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы

Неизбежным результатом химических обработок леса является значительное сокращение численности паразитических и хищных членистоногих. После прекращения обработок они далеко не сразу способны восстановить исходную свою плотность. Между тем, существуют способы, которыми можно существенно ускорить этот процесс. Речь идет о привлечении в защищаемые биоценозы хищников и паразитов из окружающих, не подвергавшихся обработкам стадий.

Привлечение в лесные массивы позвоночных энтомофагов (главным образом птиц) с тем, чтобы они уничтожали вредных насекомых едва ли не самое древнее защитное мероприятие. Оно очень эффективно и жаль, что так мало сейчас на него обращается

внимания. Главная роль птиц заключается не в истреблении насекомых при вспышках их массового размножения, а в постоянном уничтожении отдельных особей или небольших скоплений, что препятствует возникновению таких вспышек. Еще в 1913 г крупнейший специалист в области защиты растений Н. М. Кулагин писал: в видах собственной пользы человек должен искусственным образом вернуть птице то, что отнимается у нее современным хозяином, т.е. прежде всего доставить ей удобства для устройства гнезда. Развешивание скворечников, дуплянок и искусственных гнезд для мелких насекомоядных птиц вместе с другими нехимическими приемами во многих случаях дают прекрасные результаты и обеспечивают надежную защиту леса. При санитарных рубках следует оставлять для этого дуплистые деревья. А где это не возможно, вешивать искусственные гнездовья.

Привлекать в лесные культуры нужно и полезных членистоногих. Делается это различными способами.

Известно, что большинство энтомофагов в поисках своих жертв или хозяев ориентируются по запаху их кормовых растений или по запаху феромонов, с помощью которых фитофаги осуществляют внутривидовые половые связи. Для их энтомофагов такие вещества выступают в роли кайромонов. Это экзокринные секреты; химические вещества, служащее для передачи информации между разными видами животных и адаптивно полезные главным образом для воспринимающего реципиента, а не для выделяющего его донора. Ориентируясь на кайромоны, энтомофаги сужают круг поиска своих хозяев. Хищные и паразитические насекомые благодаря кайромонам, не только отыскивают своих жертв или хозяев, но и приспосабливаются к их жизненным циклам. Кайромоны видоспецифичны. При поиске хозяина для некоторых перепончатокрылых паразитов важную роль играют кайромоны, которые содержатся в медвяной росе, выделяемой насекомыми-хозяевами. Часто и хищные насекомые обнаруживают жертву путем восприятия ее феромонов. Чувствительность энтомофагов при этом поражает. Некоторые хищники способны различать даже различные популяции жертвы. Так, хищники короеда *Ips pini* в условиях Калифорнии были способны отличать его популяции, заселявшие местные бревна сосен, от популяций, заселявших завезенный лесоматериал. Подобную же удивительную чувствительность проявлял и паразит короедов *Tomicobia tibialis* (Raffa, Dahlsten, 1995).

Сравнительно недавно стали получать синтетические кайромоны; начаты исследования по их практическому использованию с целью привлечения полезных насекомых и клещей в защищаемый биотопы.

Пока более доступны для этих целей пищевые приманки. Опрыскивание насаждений водным раствором белкового гидролизата кормовых дрожжей и тростникового сахара привлекает к ним божьих коровок и сирфид. В результате обработок численность этих наиболее активных истребителей тлей достоверно возрастает. Такие обработки рекомендуется проводить несколько раз за сезон.

Сирфид, златоглазок и божьих коровок удастся привлечь не только дрожжевыми экстрактами. Они охотно слетаются на участки, которые опрыскивают искусственной падью (помимо сахарозы для этих целей подходят и водные растворы любых иных углеводов). Хищники при этом в массе слетаются на обработанные участки для откладки яиц. Численность их возрастает настолько, что на обработанных участках они полностью подавляют тлей и мелких чешуекрылых.

Высокая стоимость такого приема, к сожалению, не позволяет применять его на значительных площадях. Но в наиболее ценных насаждениях, культурах или питомниках он может оказаться вполне приемлемым и позволит отказываться от химических обработок против сосущих и ряда листогрызущих вредителей.

Привлекаемые нектаром и пыльцой, очень многие виды паразитов и хищников собираются на цветущих растениях и вблизи от них. Именно такая реакция полезных насекомых и заложена в основу наиболее популярного приема по их привлечению. С этой

цель искусственно создают целые участки или куртины медоносных растений, подсевая их в междурядья или оставляя на опушках и просеках. При этом стремятся, чтобы цветущие растения находились в биоценозе весь период, когда им угрожают вредители. Для этого создают так называемые нектароносные конвейеры. В отечественной и зарубежной литературе имеется множество рекомендаций по созданию таких конвейеров. Единого рецепта для этого и не существует: в каждой зоне, для каждой конкретной цели следует избирать свой подход.

Привлечение энтомофагов таким методом давно и с успехом практикуется при защите сельскохозяйственных растений. Но все чаще его начинают применять и в лесном хозяйстве.

Внутриареальные переселения энтомофагов

Под внутриареальным переселением энтомофагов понимают массовые их переносы из мест, где они преобладают, в места, где они отсутствуют или редко встречаются. Бывает, что в пределах ареала вредителя имеются отдельные его популяции, в которых отсутствует тот или иной энтомофаг. В подобных случаях для восполнения энтомокомплекса сюда переселяют полезных членистоногих из региона, где они обильны. Сравнительное изучение паразитов ряда лесных вредных насекомых в Великобритании и Центральной Европе показало, что на континенте их паразитокомплексы были в 2-3 раза богаче. Обогащение британской энтомофауны за счет переселения отсутствовавших здесь энтомофагов одних и тех же вредителей (в пределах их единого ареала) дало ощутимый результат и было признано перспективным направлением лесозащиты.

У нас в стране известны популяции непарного шелкопряда, в которых отсутствует единственный в европейской части его ареала эф

ективный яйцеед-анагист. В других же популяциях анагист поражает значительную долю яиц вредителя, чем, несомненно, снижает численность последнего. Мера по внутриареальному переселению анагиста может оказаться весьма эффективной и оказать существенное воздействие на уровень численности вредителя.

Во Франции был испытан прием защиты леса, основанный на перенесении пораженных паразитами особей вредителя из затухающих очагов в места, где численность его, напротив, возрастала. Энтомологи при этом не ограничивались лишь сбором в очаге зараженных особей вредителя, а также разводили энтомофагов искусственно и затем выпускали там, где их плотность была еще низка.

Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов)

Все чаще против лесных вредителей применяют интродуцированных их энтомофагов. Это мероприятие используется главным образом против адвентивных (чужеземных) вредителей леса и носит название классического биометода. Типичная программа применения этого метода включает следующие этапы:

- идентификацию вида-мишени и места его происхождения,
- рассмотрение всей информации о вредителе и его природных врагах,
- поиск природных врагов,
- оценку их эффективности как регуляторов численности вредителя в месте происхождения,
- изучение биологии наиболее эффективных природных врагов,
- интродукцию природных врагов и при необходимости их массовое разведение,
- карантинную обработку интродуцента, изучение пищевой специфичности в месте предполагаемого выпуска,
- выпуск природных врагов в новые условия обитания,
- мониторинг формирования и распространения популяции интродуцента,
- оценку успешности интродукции.

Классический биометод применяют чаще против адвентивных видов, которые в пределах своего нового ареала достигают высокой численности в силу отсутствия здесь специализированных врагов. Имеются примеры успешного использования метода и

против аборигенных в данной местности видов (например, интродукция и акклиматизация в европейской части России из Северной Кореи паразита яиц непарного шелкопряда - *Ooencyrtus kuvanae*) (Ижевский, Волков, 1995).

уничтожается интродуцированным ризофагусом (Gregoire, 1988; Averbek, Gregoire, 1995; Fielding, 1992).

Единственный в России случай применения классического биометода против лесного вредителя был связан с интродукцией и широким расселением северокорейского яйцееда непарного шелкопряда - *Ooencyrtus kuvanae* (Ижевский, Волков, 1995). Спустя несколько лет после выпусков яйцееда находили в очагах вредителя.

Применение энтомофагов методом колонизации

Методом колонизации называют выпуски в биоценоз, заселенный вредителем, предварительно накопленных тем или иным способом его энтомофагов. Метод подразделяют на сезонную колонизацию и наводнение. При сезонной колонизации энтомофагов расчет делается на их самостоятельное расселение и на полезную деятельность как непосредственно выпущенных особей, так и особей дочерних поколений. Метод наводнения рассчитан на непосредственный эффект от выпускаемых энтомофагов (в последнем случае энтомофага принято называть живым инсектицидом).

Из-за высокой стоимости метод колонизации экономически целесообразен преимущественно при защите сельскохозяйственных культур и главным образом в теплицах. Хотя все чаще он находит применение и в наиболее ценных лесных насаждениях: питомниках, лесополосах, лесопарках, лесных культурах.

Методом сезонной колонизации или наводнения могут применяться как местные, так и интродуцированные энтомофаги. В обоих случаях возникает необходимость предварительного их массового разведения. Более других для этих целей подходят паразитические виды, разводить которых удастся на дешевом альтернативном корме. Одним из первых энтомофагов, для которого была разработана удачная методика разведения, явился яйцеед трихограмма. Трихограмму, которая способна заражать яйца многих вредных насекомых, разводят на яйцах зерновой моли-ситотроги в специально создаваемых для этих целей биофабриках. Полученных яйцеедов тем или иным способом вносят в защищаемый ценоз, где они поражают яйца вида-мишени.

Практическая работа 7, 8, 9 (ПР-7, 8, 9). Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах.

Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве

Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах

Наибольшую роль в лесу, прежде всего как хищные насекомые, выполняют лесные муравьи, их образ жизни и огромная биоценотическая роль рассматриваются более подробно.

Муравьи (надсемейство Formicidae, семейство Formicidae) относятся к отряду перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera). На настоящее время описано около 10000 видов муравьев, относящихся к 296 родам 15 подсемейств. Муравьи заселяют все континенты Земли, кроме Антарктиды. Наибольшее число видов муравьев обитает в Южной Америке – почти 2500. В Африке прописано около 2000, в Северной Америке – 1200 видов. В Азии обитают 2400, в Европе - 600, в Австралии и Океании – около 1300 видов муравьев. Представители четырех подсемейств - Formicinae, Myrmicinae, Dolichoderinae, Ponerinae - встречаются на территории России.

Муравьи – эусоциальные (истинно социальные) насекомые. Одиночных муравьев нет. Все они живут многолетними общинами – семьями. Семья муравьев – многолетнее, жестко организованное сообщество, состоящее из репродуктивных (самцов, самок) и рабочих особей. Кроме муравьев, к эусоциальным насекомым относятся термиты (Isoptera), а также часть родственных муравьям по отряду перепончатокрылых пчел (например, медоносная пчела *Apis mellifera*) и ос (например, бумажная оса *Paravespula germanica*).

Муравьи как группа – исконно лесные жители. И именно лес, наиболее мощная растительная формация суши, представляет муравьям несравнимые с другими природными сообществами условия для благополучного существования. Все виды муравьев с наиболее многочисленными семьями связаны с древесной растительностью. С лесом связано также и наибольшее разнообразие муравьев – размерное и разнообразие жизненных форм.

Семья муравьев состоит из особей трех основных каст – самцов, самок и рабочих.

Самцы муравьев развиваются из неоплодотворенных яиц. Они появляются в муравейнике обычно незадолго до брачного лета и после спаривания с самками погибают.

Самки и рабочие развиваются только из оплодотворенных яиц. Во время единственного в своей жизни брачного лета самка может спариваться с несколькими самцами, получая при этом огромный запас спермы, который хранится у нее в спермотеке и постепенно расходуется в течение всей последующей жизни. Продолжительность жизни муравьиной самки максимальна для мира насекомых – до 20 лет. После спаривания самка сбрасывает крылья и либо ее принимают в уже существующий муравейник, либо она основывает новую семью. В семье может быть различное число яйцекладущих самок - от одной до нескольких сотен..

Рабочие особи или просто рабочие – у муравьев это физиологически недоразвитые, бескрылые самки. Рабочие составляют подавляющее большинство населения муравейника и выполняют разнообразные функции, связанные с обеспечением жизни семьи. Они строят и охраняют гнездо, обеспечивают муравейник пищей, чистят и кормят самок и расплод, охраняют кормовой участок, обеспечивают вылет крылатых и т.д. Численность рабочих в семье муравьев различна – от нескольких десятков до сотен тысяч и даже 10-15 миллионов. Продолжительность жизни рабочих муравьев до 4-7 лет.

Молодые особи сначала функционируют как внутригнездовые рабочие: ухаживают за самкой (свита самки), расплодом (няньки) и другими рабочими (грумы), чистят и ремонтируют камеры и ходы. Затем они переходят в резервную группу, а оттуда – во внегнездовые рабочие, – строители, санитары или фуражиры. Выделяют два типа фуражиров – активные и пассивные. Активные фуражиры могут действовать на территории поодиночке, ведут разведку и охотятся на определенных участках. Пассивные фуражиры поиска не ведут и либо участвуют в различных работах по мобилизации активными фуражирами, либо выполняют однообразную задачу в определенном месте. У большинства наших лесных муравьев активные фуражиры являются охотниками, а пассивные - сборщиками пади. Охотники-ветераны переходят в группу муравьев-наблюдателей, находящихся на куполе гнезда и мобилизующих других рабочих при возникновении угрозы гнезду. Сборщики пади собирают падь тлей и приносят ее в гнездо. Они, как правило, привязаны к дороге, ведущей от гнезда к колонии тлей. В муравейнике поддерживается определенное соотношение рабочих разных функциональных групп. Летом около 13% рабочих являются фуражирами, 30% состоят в резервной группе, до 8% занято в обычных условиях строительством и внешним ремонтом гнезда. Остальные выполняют внутригнездовые функции.

Муравьи как энтомофаги. Для обеспечения своего многочисленного потомства белковой пищей муравьи ведут весь период выращивания расплода активную охоту. В число их жертв попадают самые различные беспозвоночные. Важным свойством муравьев как энтомофагов оказалась их «реактивность на пищу» (Длусский, 1967), – способность переключаться на массовые в конкретное время виды добычи. Во многом благодаря именно этому свойству муравьи стали эффективными защитниками леса от многих опасных хвое- и листогрызущих вредителей. При массовом размножении вредителя муравьи почти полностью переключаются на питание им, сохраняя древостои от потери прироста и усыхания. Для защиты леса от вредителей нужна высокая плотность поселения самих муравьев. Поэтому основной эффект как энтомофаги дают группа *F.rufa* и

красногрудый песчаный муравей *F. imitans*, поселения которых могут включать миллионы и десятки миллионов особей.

Трофобиоз с тлями. Подавляющую часть углеводной пищи муравьи получают от выделяющих сладкую падь сосущих насекомых – тлей, червецов, цикадок и др. Для лесных муравьев умеренной зоны эти насекомые являются единственным стабильным источником, обеспечивающим потребности всего взрослого населения муравейника в углеводах. Муравьи фактически разводят целый ряд насекомых трофобионтов, строя для них специальные убежища, защищая от врагов, переселяя с одного растения на другое, пряча на зиму в своих гнездах,

Практическая работа 10, 11, 12 (ПР-10, 11, 12). Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых. Способы колонизации насаждений муравьями.

Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых в лесном хозяйстве

Они заключаются в их охране и расселении в потенциальные очаги хвое- и листогрызущих насекомых путем переноса отводков из маточных муравейников, выявленных в насаждениях во время инвентаризации.

Искусственные переселения муравьев могут проводиться с разными целями:

- а) вывоз муравейников со сплошных лесосек, из зон затопления и т.п., чтобы спасти их от последующей гибели;
- б) стимулирующее донорство перенаселенных комплексов для активизации их роста и предотвращения стагнации;
- в) содействие реколонизации муравьями ранее утраченных ими территорий после прекращения действия там губительных для муравьев средовых (в том числе антропогенных) факторов;
- г) переселение в действующие очаги и резерваты листо- и хвоегрызущих вредителей леса;
- д) заселение насаждений с целью повышения их биологической устойчивости и улучшения условий произрастания. Муравьи могут использоваться как самостоятельный фактор или как компонент ремиз в комплексно-очаговом методе защиты леса.

Комплекс мероприятий по искусственному переселению состоит из нескольких этапов: подбор и оценка маточного комплекса, подбор насаждения для переселения и мест размещения в нем отводков, собственно переселение, контроль за переселенными отводками и оценка результатов переселения. Все эти работы должны проводиться только под руководством специалистов, имеющих необходимую подготовку.

Подбор и оценка маточных муравейников. Маточный муравейник – это гнездо, из которого берется искусственный отводок. Базой расселения муравьев служат комплексы муравейников. Комплекс маточных муравейников должен быть достаточно большим, чтобы из него можно было взять количество отводков, необходимое для формирования, как минимум, одного полного поселения на новом месте.

Необходимо, чтобы условия обитания на новом месте соответствовали условиям обитания в маточных муравейниках. Это требование обеспечивается подбором комплексов маточных муравейников, из которых намечают взять отводки для колонизации _ени_я_го участка леса. Лесозащитное значение видов группы *Formica rufa* примерно одинаково, поэтому в конкретном месте следует использовать отводки наиболее распространенного в данном районе вида, взяв их в отвечающем условиям нового места маточном комплексе.

Для использования в качестве маточных пригодны только активные, находящиеся в хорошем состоянии муравейники. Это гнезда с куполами конической формы и покровным слоем из свежей хвои, имеющие стойкий запах муравьиной кислоты. Заращение купола травой не должно превышать 0,2 его высоты. Предпочтительны гнезда со злаковой растительностью на гнездовом валу. Между гнездами поддерживается оживленная связь, проложены широкие дороги, производится регулярный обмен молодью, рабочими муравьями, оплодотворенными самками.

Выявление комплексов маточных муравейников может быть произведено лесной охраной и дополнительно специальными обследованиями. Комплексы со значительным количеством гнезд (40—50 и более) подлежат детальному обследованию, которое необходимо проводить лесопатологам и инженерам по охране и защите леса. Во время детального обследования выявляют количество взрослых муравейников и отводков, общие размеры используемого муравьями участка, вид муравьев, размеры гнезд, площадь основания и объем купола, плотность поселения, качественное состояние муравейников и число возможных искусственных отводков. Измерения размеров гнезд проводится по 5-сантиметровой шкале.

Из муравейника допустимо изъятие не более $\frac{1}{4}$ объема его купола. Соответственно, из муравейника с куполом объемом $0,4 \text{ м}^3$ можно взять один 100-литровый отводок, при объеме купола не менее $0,8 \text{ м}^3$ – два, более $1,2 \text{ м}^3$ – три отводка.

Инвентаризацию маточных муравейников проводят в конце августа – сентябре, когда муравейники уже закончили свой рост, но еще активны. В это время гнезда уже не растут, но муравьи активны на территории, их кормовые и обменные дороги полностью функционируют. Результаты измерения отдельных гнезд в комплексах и сводные данные по инвентаризации маточных муравейников заносят в соответствующие ведомости.

Способы переселения. Можно выделить два принципиально отличающихся способа переселения муравьев: переселение муравейника целиком и взятие в отводок определенной части семьи. Первый способ означает ликвидацию гнезда на прежнем месте и перенесение его в новый участок леса, что производится весной в период появления в гнезде теплового ядра. Второй способ имеет несколько адаптированных к разным фенологическим срокам вариантов донорства: а) на стадии теплового ядра; б) в период нахождения в гнезде куколок крылатых особей; в) после вылета крылатых из муравейника.

Ранневесеннее переселение. Переселение проводят в апреле – начале мая. В отводок забирают верхнюю часть купола вместе с образующими здесь «тепловое ядро» муравьями, в числе которых находятся и оплодотворенные самки. В отводок попадают оплодотворенные самки и рабочие муравьи, возможно, яйца или личинки первых возрастов крылатых особей. В это время наблюдается наибольшая концентрация особей в гнезде, поэтому возможны отводки относительно небольшого объема (50 л).

Переселение с куколками крылатых особей. Переселение проводят в первой половине мая, концентрация особей в гнезде ниже. В отводок попадают рабочие муравьи-имаго, куколки половых особей, молодь рабочих. В отводке могут оказаться поднявшиеся в купол самки, присутствие которых при данном способе необязательно. Отводки берут большего объема (100 л) как из покровного слоя, так и из внутреннего конуса муравейника. Одно из условий успешного применения данного метода – присутствие в расположенных поблизости отводках куколок как самок, так и самцов. Пол крылатых определяют, вскрывая оболочку кокона тонким пинцетом.

Летнее переселение осуществляют после вылета крылатых особей. В отводки попадают только рабочие особи (молодь и имаго), которых и переносят на новое место. Крылатых самок и самцов собирают отдельно и помещают в садки, где они спариваются. В каждый отводок выпускают по 30-50 оплодотворенных, сбросивших крылья самок. Это делает возможным искусственное переселение рыжих лесных муравьев в июне-июле. В данный период жизнь семьи сосредоточена во внутреннем конусе гнезда, поэтому в отводок берут в основном внутренний конус. Это не отражается на размерах самого отводка (100 л), но уменьшает число отводков, которое можно взять из гнезда определенных размеров. Кроме того, летние повреждения муравейников восстанавливаются значительно труднее.

Техника взятия отводка. Муравейник условно делят на 4 сектора так, чтобы поверхность купола, обращенная к солнцу (южный сектор гнезда) не попадала бы целиком в один сектор. После взятия отводка одна из частей (половина) этой поверхности должна обязательно сохраниться. Это облегчит муравьям восстановление маточного гнезда и

сохранение в нем температурного режима, требуемого для развития молоди. Часть купола маточного муравейника, ограниченного одним сектором, вместе с рабочими муравьями и расплодом накладывают лопатами в тару. В отводок обязательно должен войти материал и покровного слоя, и внутреннего конуса гнезда. При этом нельзя разрушать оставшийся купол. В отводок не следует брать материал из гнездового вала, землю и материал, проросший корнями растений.

После взятия отводка следует присыпать открытый внутренний конус гнезда материалом поверхностного слоя, придав гнезду округлую форму и выровняв поверхность. Это поможет муравьям быстрее нормализовать внутреннюю жизнь семьи и восстановить структуру гнезда.

Отводки лучше перевозить в жесткой таре – фанерных, пластиковых бочках или контейнерах с плотными крышками, но не герметичных. На расстояния до 3 км допускается транспортировка в мешках. При транспортировке, длящейся менее 1-2 суток, подкормки муравьев не требуется.

Способы колонизации насаждений муравьями могут быть различными.

А) Равномерное распределение отводков по территории. Гнезда располагаются в шахматном порядке через 50 м. Таким образом, на одном гектаре размещаются четыре муравейника, которых, после того, как они подрастут, будет достаточно, чтобы защитить от вредителей 1 га хвойного леса. В дубравах, где плотность гнезд должна быть выше, используются 200-литровые отводки. Предусматривается обязательное усиление отводков в последующие 1-2 года куколками рабочих.

В) Способ колонизационных центров. Вокруг взрослого одиночного муравейника, за пределами его охраняемой территории, размещаются искусственные отводки того же вида. Вторичные гнезда обеспечиваются оплодотворенными самками из взрослого муравейника во время лета крылатых. Отводки усиливаются коконами рабочих с целью обеспечения их непрерывного роста. Отводки могут расти как одиночные или же образовать с взрослыми муравейниками колонии.

Г) Групповой способ размещения отводков. Отводки размещаются компактными группами по 4-7 в группе с расстоянием между отводками 10-15 м и межгрупповыми интервалами 80-100 м. Благодаря близкому размещению отводков, между семьями одной группы устанавливаются обменные отношения, формируется колония. Один из отводков делают двойным, чтобы помочь выделению гнезда-доминанта. Метод рассчитан на развитие искусственных муравейников без последующих усиливаний. При этом способе теряет свою значимость объем отдельного отводка, поселяемого в группу. Мы можем переселить отводки разного объема, имея в виду лишь суммарный объем группы отводков. Здесь равноценно поселение семи 100-литровых и четырнадцати 50-литровых отводков.

Все способы рассчитаны на то, что, укрепившись на территории, муравьи в дальнейшем в процессе саморазвития далее будут расселяться естественным путем.

Выбор мест и поселение отводков. Места для поселения искусственных отводков в запланированном для колонизации насаждении подбирают заранее, в соответствии с применяемым способом колонизации. Каждое такое место маркируют. При выборе места для поселения отводка необходимо учитывать ряд существенных для муравьев моментов по освещенности места, водному режиму, наличию кормовой базы, присутствия видов-конкурентов.

Освещенность. Муравейник должен в течение нескольких часов в день освещаться солнцем. Это надо учитывать при размещении отводков, поселяя их на северных опушках или окраинах лесных полей и прогалин, вдоль просек, лесных дорог, тропинок и визиров, идущих с севера на юг, в разреженных группах деревьев. При обилии затеняющего место поселения подлеска (жимолость, лещина и др.) необходимо произвести его частичное изреживание в южном от гнезда секторе. Не следует поселять отводки на склонах северной экспозиции более 10°.

Водный режим. В сырых насаждениях отводки размещают только по буграм и микроповышениям. Нельзя помещать гнезда в пони_ения, затапливаемые весенними водами.

Кормовая база. Поселение отводков лучше приурочивать к группам деревьев, состоящих из разных пород, что особенно важно в чистых культурах. Это позволит муравьям использовать большее число видов тлей и стабилизирует их кормовую базу. Разновозрастные и разнополнотные участки леса также благоприятны для муравьев.

Присутствие конкурирующих видов муравьев. Нежелательно присутствие поблизости от отводков гнезд видов, конкурирующих с рыжими лесными муравьями: кроваво-красного муравья *Formica sanguinea*, муравьев-древоточцев *Camponotus*, эфирного муравья *Lasius fuliginosus*. Эти муравьи активно конкурируют с рыжими лесными муравьями и при посе_ении небольших отводков на своем кормовом участке нападают на переселенцев и вынуждают их менять место гнездования. При этом много муравьев гибнет, отводки оказываются ослабленными, что серьезно отражается на их дальнейшей жизнеспособности.

Размещение у дерева. Гнездо помещают с южной стороны от ствола взрослого дерева, комель которого освещается солнцем. Хорошо, если с северной стороны этого дерева имеется группа подроста или кустарник. У елей с густыми, опускающимися до земли ветвями, отводки можно размещать на южной границе крон – на пне или бугорке.

Использование пней и древесных остатков. Нередко основой естественного муравейника является старый сухой, источенный кодами усачей пенек. Поэтому при наличии в насаждении таких пней можно высыпать отводок на пенек. Такой пенек должен быть сухим и сильно испещренным ходами, не быть слишком большим. Отводок должен целиком накрыть весь пенек так, чтобы сверху оказался слой строительного материала не тоньше 10 см. Иначе муравьи покинут место поселения. Отводок можно поселить на край сухой колоды, не пораженной белой гнилью, или же на небольшие плоские кучи мелких сухих веток хвойных пород. Не следует помещать отводки на заплесневевшие и мокрые древесные остатки, ветви лиственных пород и на кучи гниющих листьев.

Подготовка мест для отводков. Специальной подготовки места поселения отводка (вкапывание пней, выкапывание ямы, рыхление почвы, проделывание в ней вертикальных ходов и т.п.), как правило, не требуется. При наличии на подходящем по остальным характеристикам месте нежелательных, перечисленных выше растительных остатков, их следует удалить.

Поселение отводка. Гнездовой материал с муравьями аккуратно высыпает на выбранном месте так, чтобы получился компактный купол высотой около 50 см. Случайно попавшие в материал отводка комья земли и корни растений при этом удаляют. После этого нужно придать отводку округло-коническую форму и легкими поглаживаниями выровнять поверхность гнезда. Прикрывать отводки мелким лапником имеет смысл только в участках с высокой численностью дятлов и лесных куриных. Укрывать переселенные отводки сухой лесной подстилкой не надо. Производить подкормку сахарным сиропом в день переселения нецелесообразно. Кормушки с сахарным сиропом можно выставить рядом с отводками через 3-5 дней, обязательно проконтролировав отсутствие на кормушках муравьев других видов.

При формировании отводка можно объединять в одном гнезде муравьев из нескольких соседних гнезд одного комплекса. Такая необходимость может возникнуть при колонизации насаждения крупными отводками (200 л и более) или же при использовании тары объемом менее 100 л. Во время переселения взаимная агрессивность муравьев из разных гнезд одного вида исчезает, и в дальнейшем они благополучно уживаются в общем муравейнике. Отводки более крупные (150- и 200-литровые) по своему дальнейшему развитию не имеют преимуществ перед 100-литровыми, поэтому 100-литровый отводок оптимален для искусственного переселения. Время переселения и

погодные условия. Переселение проводится в утренние часы при $t \leq 20^{\circ} \text{C}$. Нельзя брать отводки или же поселять их на новом месте в дождь или накануне его. Минимальные размеры жизнеспособного муравейника составляют 60-65 см в диаметре купола и 40 см по высоте гнезда. Такой муравейник образуется при правильном взятии 100-литрового отводка.

Практическая работа 13, 14, 15 (ПР-13, 14, 15). Расчет проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области. Расчет экономической эффективности проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области.

1. Истребительные мероприятия во взаимодействии всех методов и средств защиты растений в системах интегрированной лесозащиты.

2. Составление расчетов, выбор препаратов для борьбы.

Методические указания

Пользуясь образцом, представленным ниже, рассчитать проект биологической борьбы с _____ вредителем, используя препарат_____.

На основании результатов лесопатологического мониторинга, Министерством лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области принято решение о целесообразности проведения в 2014 году наземных мер по локализации и ликвидации очага шелкопряда непарного *Lymantia dispar* на площади 1085,0 га, в лесном фонде Кошкинского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества».

1. Характеристика объекта и объем работ

1.1. Месторасположение

Лесной фонд Кошкинского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества» Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области расположен в северной части Самарской области на территории двух административных районов: Красноярского и Елховского.

Лесистость административных районов, на территории которых расположен лесной фонд лесничества составляет: Елховский район - 6,2%, Красноярский район (часть) - 22,2%.

Почтовый адрес: 446870, Самарская область, Елховский район с. Елховка ул. Красноармейская, д. 13.

Контора (центральная усадьба) лесничества находится в с. Елховка в 90 километрах от областного центра – г. Самары.

Протяженность территории лесничества с севера на юг - 47км, с запада на восток - 37 км.

Общая площадь лесничества по состоянию на 01.01.2013 г. составляет 24,5тыс. га, покрытая лесом – 23,0 тыс.га.

Объектом проведения лесозащитных мероприятий является очаг шелкопряда непарного *Lymantia dispar*. действующий на территории лесного фонда Елховского участкового лесничества, на площади 1554,8 га, в том числе требующий мер по его локализации и ликвидации в 2014 году на площади – 1085,0 га (ф. 2-ОЛПМ).

Очаг шелкопряда непарного распространен равномерно по площади лесного фонда лесничества. Протяженность очага с севера на юг – 45 км, с востока на запад – 9 км.

Минимальная площадь рабочего участка – 86,7 га, максимальная – 438,0 га.

Номер очага в базе данных АРМ – «Лесопатологический мониторинг» - 0912.

Деление площади обрабатываемых насаждений

в Кошкинском лесничестве на рабочие участки

№ рабоч его участ ка	Участковое лесничеств о	Уча сток	Квартал / выдел	Площ адь, га	Площ адь, аренд ы	Расстояние до объекта	
						объект	км
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Елховское		7 /2,4-6-10,14-19-21;	438,0	9,8	с.Борма	1,0

			8/1-3,5,7-12,14,16,20; 9/1,2,5,7-11,13,16- 18,20,21,23,24,26,27, 29,31,32; 10/3,4,5,8,9,11,12,14, 17-24; 11/1-21,22-26			р. Кондурча	2,0
2	Елховское		34/1-4-15,18,19; 37/1,2,4,6,7,10-12,15- 19,22,24-26,28,29,31- 33,35,36.	136,3	8,0	с. Пролейка	2,0
						р. Кондурча	1,0
3	Елховское		62/1,3,5- 8,10,13,14,15,17,18,2 0-28,30; 63/1,3- 6,8,10,14,15,18-20.	161	-	с. Березовка	1,0
						ис. водоем (пруд)	0,5
4	Елховское		95/1,3,4,6- 11,14,15,17,19,21,22, 27,29,31-37; 97/1,2,6,7,12-16-17; 98/1,3,4,6-10,12- 15,19,22- 26,28,29,33,35,37,40.	263	-	с.Калиновка	0,7
						ис. водоем (пруд)	1,2
5	Елховское		109/1,4	86,7	-	с. Украинка	0,3
						р. Кондурча	1,0
Итого:				1085, 0	17,8		

В вышеописанных участках в аренде находятся квартала №8 выд. 23 - 0,6 га, кв.10 выд.6,8,13,14,15 площадь - 6,8 га, цель аренды рекреация - договор аренды №94/07 от 21.11.2008г, арендатор - Автоваз; кв.9 выд.4, площадь 2,4 га, цель аренды рекреация - договор аренды №250/07 от 17.05.2010 г. – арендатор - Модерн; кв. №34 - 8,0 га - долгосрочное пользование - воинская часть №89519.

Санитарно-защитные зоны соответствуют требованиям «САНПиНа» 1.2.2584-10 «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов», ведённого в действие с 25 мая 2010 г.

1.2. Районирование

В соответствии с Приказом Рослесхоза от 09.03.2011 г. № 61 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации», зарегистрированного в Минюсте РФ 28.04.2011 г. №20617, Кошкинское лесничество отнесено к лесостепному району европейской части Российской Федерации.

По лесорастительному районированию территория, на которой расположен лесной фонд Кошкинского лесничества, относится к лесостепной зоне.

В соответствии с лесным планом утвержденным постановлением губернатора Самарской области № 36 от 09.04.2012 г. Кошкинское лесничество относится к зоне сильной лесопатологической угрозы. Лесной фонд Кошкинского лесничества относится к лесостепному лесозащитному району.

1.3. Целевое назначение лесов, категории защитных лесов

Насаждения Кошкинского лесничества являются защитными лесами.

На территории очага отсутствуют особо охраняемые природные территории и территории с особым режимом пользования.

Распределение площади лесных участков, намеченных под обработку, по целевому назначению и категориям

Лесничество	Участковое лесничество	Целевое назначение лесов	Распределение площади по категориям, га	
			ООПТ	Леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах.
1	2	3	4	5
Кошкинское	Елховское	защитные	-	1085,0

Все запланированные под обработку насаждений относятся к категории защитности - Леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах.

1.4. Характеристика насаждений

Средняя таксационная характеристика обрабатываемых насаждений

Елховского участкового лесничества

Рабочий участок	Средний состав	Возраст, лет	Полнота	Бонитет
1	2	3	4	5
1	6Дн2Ос1Лп1Б	60	0,6	2
2	8Дн2Ос	67	0,7	2
3	5Дн3Ос1Лп1Б	71	0,6	3
4	6Дн2Лп2Ос	57	0,6	2
5	9Дн1Лп	61	0,6	2
Средние показатели:		63	0,6	2

Средние таксационные показатели запланированных к обработке насаждений представлены, смешанными по составу насаждениями с преобладанием дуба. Средний таксационный возраст насаждений – 63 года, средняя полнота – 0,6, средний бонитет – 2.

Распределение площади обрабатываемых насаждений

Кошкинского лесничества по породам и группам возраста (га)

Рабочий участок	Средний состав	Порода	Возраст насаждений					Итого
			менее 20	20-40	41-60	61-80	более 80	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6Дн2Ос1Лп1Б	Дн	-	-	155,6	282,4	-	438,0
2	8Дн2Ос	Дн	-	-	76,6	59,7	-	136,3
3	5Дн3Ос1Лп1Б	Дн	-	-	86,6	74,4	-	161,0
4	6Дн2Лп2Ос	Дн	-	-	123,6	139,4	-	263,0
5	9Дн1Лп	Дн	-	-	-	86,7	-	86,7
Всего:			-	-	442,4	642,6	-	1085,0

Запланированные к обработке насаждения по своему возрасту распределились следующим образом: на площади 442,4 га произрастают насаждения с возрастом 41-60 лет (41%) и на площади 642,6 га произрастают насаждения с возрастом 61-80 лет (59%).

Санитарное состояние насаждений

Кошкинского лесничества, намеченных под обработку, по данным лесопатологического мониторинга

Год	Участковое л-во	Кв.	Выд.	Средний состав	Порода	Возраст, лет	Полнота	Бонитет	Распределение деревьев по категориям состояния, % по запасу					
									1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2009	Елховское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	Елховское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	Елховское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	Елховское	7	6	7Дн	Дн	68	0,7	2	10	50	20	10	5	5
				2Лп	Лп				70	10	15	5		
				1Б	Б									100
		34	1	10Дн	Дн	92	0,6	3	50	10	5	5	5	25
		37	4	10Дн	Дн	62	0,5	2	20	40	20	10	5	5
		37	7	10Дн	Дн	62	0,7	3	20	40	20	10	5	5
		37	28	8Ос	Ос	57	0,9	2	10	15	45	20	5	5
				2Дн	Дн				70	15	5	5	5	
		95	11	6Ос	Ос	42	0,6	2	25	10	20	30	5	10
				2Дн	Дн				80	5	5	5	5	
				2С	С				75	10	5	5	5	
		95	35	6Дн	Дн	61	0,7	2	70	15	10	5		
				4С	С				15	20	20	20	15	10
		98	37	10Дн	Дн	62	0,6	2	5	50	30	5	5	5
		98	40	7Дн	Дн	62	0,6	2	5	60	20	10	5	
				3С	С				15	45	20	10	5	5
2013	Елховское	7	6	7Дн	Дн	69	0,7	2	55	20	5	5	10	5
				2Лп	Лп				70	10	15	3	2	
				1Б	Б									100
		7	15	4Дн	Дн	68	0,6	2	60	12	10	10	6	2
				3Ос	Ос				70	14	8	4	2	2
				3Б	Б				74	14	10		2	
		8	7	7Дн	Дн	68	0,7	2	30	35	10	15	5	5
				1Б	Б				70	20	8	2		
				1Лп	Лп				5	80	10			5
				1Ос	Ос				10	50	20	10	5	5
		9	9	10Д	Д	63	0,7	2	84	10	6			
		10	14	6Дн	Дн	68	0,5	2	75	10	5	5	3	2
				4Б	Б				75	15	5	3	2	
		11	11	8Ос	Ос	38	0,9	1	75	15	7		1	2
				2Дн	Дн				80	2	10	6	2	
		34	1	10Дн	Дн	93	0,6	3	50	20	15	5	5	5
		34	10	10Дн	Дн	63	0,7	2	74	12	10	4		
		37	4	10Дн	Дн	63	0,5	2	20	40	20	10	5	5
		37	7	10Дн	Дн	62	0,7	3	20	40	20	10	5	5
		37	24	10Дн	Дн	57	0,9	2	76	12	10			2
		31	28	8Ос	Ос	58	0,9	2	5	25	35	10	15	10
				2Дн	Дн				65	15	10	5	5	

		62	6	6ДН	6ДН	63	0,4	2	78	12	8	2				
				4ОС	4ОС				60	28	12					
		62	30	8ДН	ДН	88	0,5	3	10	40	20	15	5	10		
				2ОС	ОС				30	46	10	9		5		
		95	11	6Ос	ОС	43	0,6	2	25	10	20	26	4	15		
				2Дн	ДН				80	5	5	5		5		
				2С	С				75	10	5	5		5		
		Продолжение таблицы 1.5.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		95	8	4ДН	ДН	61	0,7	2	70	12	10	4	2	2		
				6КЛ	КЛ				82	10	8					
		95	35	6ДН	ДН	62	0,7	2	65	15	10	5	5			
				4С	С				10	20	25	20	15	10		
		98	15	8ДН	ДН	48	0,6	2	70	15	5	5	3	2		
				2С	С				10	30	30	10	10	10		
		98	26	10ДН	ДН	62	0,6	2	70	10	10	5	3	2		
		98	28	8ОС	ОС	58	0,6	2	76	12	10	1	1			
				2Д	Д				82	10	8					
		98	37	10ДН	ДН	63	0,6	2	5	50	30	5	5	5		
		98	40	7ДН	ДН	63	0,6	2	5	60	20	10	5			
				3С	С				10	40	15	15	10	10		
		109	1	9ДН	ДН	63	0,6	2	30	30	20	10		10		
				1ЛП	ЛП				90	5				5		
		109	4	9ЛП	ЛП	63	0,6	2	80	10	5	5				
				1ОС	ОС				70	10	10	5	5			

Для характеристики санитарного состояния насаждений за основу взяты материалы лесопатологической таксации участков, входящих в очаг. В 2009-2011 годах лесопатологическая таксация в данных насаждениях не проводилась. Данные представленные в таблице соответствуют ф. 1-ОЛПМ.

В 2012-2013 годах насаждения ослаблены вследствие сильных засух прошлых лет, воздействия сильных ветров прошлых лет, наиболее подверженной влиянию негативных факторов породой, является дуб.

В 2012г минимальные значения средневзвешенных категорий состояния насаждений -2,18 (ослабленные), максимальные значения средневзвешенных категорий состояния насаждений- 2,76 (сильно ослабленные); значения средневзвешенных категорий состояния по породам: ДН- минимальные значения 2,18 (ослабленный), максимальные-2,65 (сильно ослабленный); ЛП - минимальные значения - , максимальные-1,55(ослабленная); Б - минимальные значения -, максимальные-5,0(погибшая); ОС - минимальные значения - 3,0(сильно ослабленная), максимальные-3,05(сильно ослабленная); С - минимальные значения -1,55(ослабленная), максимальные-3,2(сильно ослабленная).

В 2013г минимальные значения средневзвешенных категорий состояния насаждений -1,22 (здоровые), максимальные значения средневзвешенных категорий состояния насаждений- 2,94 (сильно ослабленные); значения средневзвешенных категорий состояния по породам: ДН- минимальные значения 1,22(здоровый), максимальные-2,85(сильно ослабленный); ЛП - минимальные значения -1,25(здоровая), максимальные-2,2(ослабленная); Б - минимальные значения -1,45(здоровая), максимальные-5,0(погибшая); ОС - минимальные

значения -1,39(здоровая), максимальные-3,25(сильно ослабленная); С - минимальные значения -1,55(ослабленная), максимальные-3,3(сильно ослабленная).

В 2014 году продолжится ухудшение санитарного состояния насаждений от засух прошедших лет и прогнозируемого объедания насаждений, шелкопрядом непарным.

Повреждение насаждений Кошкинского лесничества, намеченных под обработку, по данным пробных площадей

Год	Участков ое лесничест во	Средний состав	Пор ода	Воз раст	Количес тво учтенны х деревьев , шт.	Распределение деревьев по степени объедания, %				Вид вредителя
						Мен ее 20	21- 50	5 1- 7 5	Бол ее 75	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2009	Елховско е	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	Елховско е	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	Елховско е	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	Елховско е	6Дн2Ос1Лп1Б	ДН	66	1500	100	-	-	-	Шелкопряд непарный
2013	Елховско е	6Дн2Ос1Лп1Б	ДН	60	500	100	-	-	-	
2013	Елховско е	8Дн2Ос	ДН	67	550	100	-	-	-	
2013	Елховско е	5Дн3Ос1Лп1Б	ДН	71	600	100	-	-	-	
2013	Елховско е	6Дн2Лп2Ос	ДН	57	900	100	-	-	-	
2013	Елховско е	9Дн1Лп	ДН	61	750	100	-	-	-	

В ходе проведения учёта численности шелкопряда непарного осенью 2013 года было установлено, что площадь очага составляет 1554,8 га, в том числе требует борьбы - 1085,0 га. Повреждение насаждений в текущем году отмечалось в слабой степени на всей площади очага.

Численность шелкопряда непарного, по результатам учётов, достигла значений, при которых расчётная степень предстоящего повреждения насаждений составляет более 50% и, в соответствии с приложением 2 «Руководства по локализации и ликвидации очагов вредных организмов», требует проведения мер по ЛЛЮ на площади 1085,0 га. В случае не проведения мер по ЛЛЮ произойдёт повреждение насаждений в сильной степени, дальнейшее нарастание численности вредителя и распространения очага по площади.

2. Характеристика очага шелкопряда непарного

2.1 Русское и латинское название вредителей:

шелкопряд непарный *Lymantria dispar*.

2.2. История развития очага

Для определения чётких границ очага, его количественных и качественных показателей, заселённости насаждений и определения возможной степени их повреждения, в текущем году проведены учёт численности шелкопряда непарного.

Площади очагов массового размножения шелкопряда непарного *Lymantria dispar* действовавших в насаждениях

Кошкинского лесничества за последние пять лет (2009-2013г.г.)

Участковое лесничество	Участок	Год	Площадь очагов, га	В том числе по степени повреждения насаждений		
				слабая	средняя	сильная
1	2	3	4	5	6	7
Елховское		2009	-	-	-	-
		2010	-	-	-	-
		2011	-	-	-	-
		2012	376,6	376,6	-	-
		2013	1554,8	1554,8		

В лесном фонде лесничества в период с 1987 года очаг шелкопряда непарного зарегистрирован впервые в 2012 году на площади 376,6 га со слабой степенью повреждения насаждений. В 2013 году повреждение насаждений в слабой степени отмечается уже на площади 1554,8 га. В 2014 году прогнозируется повреждение насаждений в сильной степени на площади 1085,0 га и в средней степени на площади 469,8 га.

Площади и эффективность мер по локализации и ликвидации очагов, проведенных против очагов шелкопряда непарного *Lymantria dispar* Кошкинского лесничества.

Лесничество	Участок	Год	Площадь борьбы, га	Эффективность мероприятий, %
1	2	3	4	5
Елховское	-	1987-2007	-	-
	-	2008	-	-
	-	2009	-	-
	-	2010	-	-
	-	2011	-	-
	-	2012	-	-
	-	2013	-	-

В период с 1987 по 2007 год очагов массового размножения шелкопряда непарного по данным отчетности лесничества не числилось.

Филиалом ведётся наблюдение за развитием очагов в лесном фонде Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области с 2007 года. В лесном фонде Кошкинского лесничества очаг шелкопряда непарного в период с 2007г. по 2011г. не числился.

В период с 1987 по 2013 год в Кошкинском лесничестве мер по локализации и ликвидации вредных организмов не проводилось.

Численность шелкопряда непарного *Lymantria dispar* в

Кошкинском лесничестве по данным учета численности в 2013 году

Год	Участковое лесничество	Участок	Квартал	Выдел	Фаза очага	Численность, яиц на 1 дерево			Встречаемость, %
						минимальная	максимальная	средняя	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	Елховское		7	6	Вторая фаза (нарастание численности)	323	627	297	70
				19		316	705	285	40
				21		120	402	156	60
			8	7		316	678	287	60
				9		325	725	288	60
				20		182	426	217	70
				2		325	725	298	60
			9	2					

				27		474	686	323	60				
			10	2		315	629	284	60				
				8		335	729	300	60				
			11	1		434	786	300	50				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
201 2	Елховск ое			3	Вторая фаза (нараста ние численн ости)	453	586	216	40				
			34	1		286	371	155	50				
				14		212	296	157	50				
			37	7		202	392	188	60				
				15		242	379	183	60				
			95	35		184	683	252	60				
			97	37		217	632	270	70				
				40		216	643	273	70				
				109		1	220	540	335	60			
Среднее						285	582	253	59				
201 3	Елховск ое	1	7	6	Фаза рост численн ости	244	1440	560	80				
				19		420	1800	736	80				
				21		210	630	295	70				
			8	7		420	1440	700	90				
				9		244	1440	581	80				
				20		244	1440	601	80				
			9	2		420	940	699	100				
				27		424	942	696	100				
						210	1548	650	70				
			10	2		477	940	608	80				
				8		232	2160	656	80				
				1		232	696	381	70				
			11	3		477	1160	790	100				
				2		34	4	420	1160	810	100		
		201 3	Елховск ое				10	Вторая фаза нараста ние численн ости)	210	1440	606	70	
	37			7	420	1260	709		80				
				15	360	1440	586		60				
3	62			6	360	1440	632		70				
				8	180	6536	1236		80				
				30	182	1856	832		90				
63				6	182	1856	846		100				
				8	182	1856	877		90				
				20	232	696	429		80				
95				3	210	928	368		80				
				14	630	940	632		80				
				22	420	1160	810		100				
97				1	420	940	700		100				
				7	420	1160	789		100				
				16	420	1080	631		90				
98				3	232	696	403		80				
				15	234	1080	658		100				
				22	210	1140	608		70				
5	109			1	Среднее	318	1414		660	85			

Для определения количественных и качественных характеристик очага, в выбранных выделах проводились учетные работы с подсчётом количества яйцекладок и яиц на деревьях.

Через большую часть из вышеуказанных выделов прокладывался маршрутный ход по не провешенной ходовой линии таким образом, что бы линия пересекала выдел по диагонали. При движении по маршрутному ходу осматривались все встречающиеся деревья, на 10-30-ти деревьях расположенных равномерно по всей длине маршрута проводился учёт кладок, с выводом среднего количества кладок на одно дерево. В 10-ти кладках подсчитывали количество яиц, затем высчитывали среднее количество яиц приходящихся на одно дерево.

В расчетах предстоящего объедания в 2014 году за основу брался фактический возраст насаждения. В 2013 году по результатам учётов численности шелкопряда непарного установлено, что минимальное количество яйцекладок на дерево -1шт, максимальное - 43шт; минимальная численность яиц в кладках-180шт, максимальная – 846 шт.

Численность шелкопряда непарного

в насаждениях Кошкинского лесничества в 2013 г.

Кв арт ал	В ы д е л	Един ица учета	Ко л- во дер евь ев, шт.	Фа за раз вит ия	Фаза очага	Коли честв о яиц на дерев о, шт.	В том числе по состоянию особей, шт.				Прогноз развития на 2014 г.	фазы очага	Угр опа повр ежд ения в 2014 году , %
							здор овы е	бо ль н ые	неоп лодо твор ённ ые	пог иб ши е			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
Елховское участковое лесничество													
7	6	дерев о	20	яй ца	Вторая фаза (нарастани е численнос ти)	560	557	-	3	-	Вторая фаза (нарастание численности)		51
	19	дерев о	20			736	730	-	6	-			79
7	21	дерев о	15			294	289	-	5	-			83
8	7	дерев о	30			700	694	-	6	-			71
	9	дерев о	20			581	576	-	5	-			80
	20	дерев о	30			601	591	-	10	-			54
9	2	дерев о	15			698	688	-	10	-			54
	27	дерев о	15			696	688	-	8	-			62
10	2	дерев о	20			650	642	-	8	-			64
	8	дерев о	20			608	598	-	10	-			79
11	1	дерев о	15			656	649	-	7	-			54
	3	дерев о	15			381	376	-	5	-			53
34	4	дерев	30			790	780	-	10	-			54

		о										
	1 0	дерев о	30			810	800	-	10	-		58
37	7	дерев о	20			606	598	-	8	-		59
	1 5	дерев о	15			709	696	-	13	-		58
62	6	дерев о	15			586	577	-	9	-		81
	8	дерев о	20			632	622	-	10	-		82
	3 0	дерев о	30			1236	1216	-	20	-		84
63	6	дерев о	30			833	820	-	13	-		72
	8	дерев о	30			845	837	-	8	-		79
	2 0	дерев о	25			877	862	-	15	-		80
95	3	дерев о	20	яй ца		429	422	-	7	-		59
	1 4	дерев о	20			368	360	-	8	-		59
	2 2	дерев о	15			632	622	-	10	-		56
97	1	дерев о	15			810	800	-	10	-		58
	7	дерев о	20			700	688	-	11	-		54
	1 6	дерев о	20			788	776	-	12	-		57
98	3	дерев о	30			630	622	-	8	-		56
	1 5	дерев о	30			404	397	-	7	-		82
	2 2	дерев о	15			658	646	-	12	-		59
10 9	1	дерев о	30			608	598	-	10	-		59
Средняя заселённость:						660	651	-	9			65

В результате проведения учета численности в указанных участках были обнаружены яйцекладки шелкопряда непарного в каждом из вышеуказанных выделов, на всех модельных деревьях.

На всей площади 1085,0 га очага прогнозируемая угроза предстоящего повреждения насаждений шелкопрядом непарным в 2014 году составит 65% (от 50,3 до 83,4%). Прогнозируемый процент объедания рассчитывался исходя из породы, а так же возраста насаждения (таб. 12 «Руководства по локализации и ликвидации очагов вредных организмов») по 10 формации. Численность яиц вредителей приравнивали к числу гусениц 1-го возраста с учётом вероятной смертности в зимний период.

При анализе яйцекладок шелкопряда непарного установлено, что на 1 дерево приходится, в среднем 651 шт. здоровых яиц, среднее количество неоплодотворенных яиц на 1 дерево составило 9 шт.

Очаг вредителей находится во второй фазе вспышки (рост численности), в 2014 году затухание очага под действием естественных факторов не прогнозируется. Существенным фактором, который может повлиять на снижение численности вредителя, может стать дождливая и холодная погода в период, когда гусеницы вредителей находятся в младших возрастах. Но погодные условия последних лет только благоприятствуют нормальному развитию и питанию вредителей.

Прогнозируемое объедание насаждений в среднем 65%, в совокупности с ослаблением насаждений от засух, определяет необходимость проведения в 2014 году мер по локализации и ликвидации очага шелкопряда непарного на площади 1085,0 га с целью снижения численности популяции и предотвращения ухудшения санитарного состояния насаждений и вероятной их гибели.

2.8. Ориентировочная стоимость проведения работ по локализации и ликвидации очага шелкопряда непарного

Стоимость препарата определялась как средняя из четырёх прайс-листов (прилагаются): ООО «Ямал-Синтез» - 207,00 руб. л., ООО «Экопродукт» - 200,00 руб. л., ООО ПО «Сиббиофарм» – 209,00 руб. л, ЗАО НПО «Спокp» - 220,00 руб. л. Средняя стоимость 1-го кг. препарата – 209,0 руб. литр.

В соответствии с нормой расхода препарата 3,0 л/га, на производство мер по локализации и ликвидации очага на площади 1193,5 га (с учетом 10%-ного перекрытия) потребуется 3580,5 л. препарата.

Затраты на приобретение препарата составят 748 324, 50 рублей.

В соответствии с прайс-листами стоимость проведения работ по локализации и ликвидации 1 га очага составляет:

- ООО «Пром Торг» 509 рублей;
- ООО «Декор» - 475 руб.;
- ООО «Гард Сервис» - 756 руб.;
- ООО «Трубомонтажстрой»-353 руб.;

Итого средняя стоимость работ – 518,75 руб.

Затраты на проведение работ по ЛЛЮ (с учётом 10%-го перекрытия- 1193,5га) составят – 619 128,13 руб.

Стоимость наземных работ по локализации ликвидации очага шелкопряда непарного в Кошкинском лесничестве составит – 1 367 452,6 рублей.

2.9. Расчет затрат на подготовительные и контрольные мероприятия при проведении работ по локализации и ликвидации очага

Смета затрат

№	Наименование мероприятия	Ед. изм.	Стоимость, ед., руб.	Кол-во	Стоимость всего, руб.
1	2	3	4	5	6
1.	Проведение контрольного лесопатологического обследования (протяженность пути 168 км, расход бензина на УАЗ 390945– 17 л.)				
	Бензин	л	32,87	28,5315	937,83
	моторные масла (2,2% на 100л топлива)	л	250,00	0,179	44,75
2.	Проведение карантинных мероприятий				0
	Размещение объявлений в СМИ	статей	2000,00	2,0	4000,00
	Изготовление аншлагов	шт.	1500,00	5	7500

	Расчистка просек на ширину прохода УМО - генератора на базе двигателя ЯМЗ-238, смонтированного на автомобиль УРАЛ или КАМАЗ.	км.	738,04	21	15498,84
	Приобретение ящиков для проведения учета технической эффективности проведения мер борьбы с вредителем (4 шт. на один учетный пункт)	шт.	150,00	32	4800
	Установка аншлагов, с одновременным размещением ящиков перед обработкой для проведения последующего учета технической эффективности мероприятия	ч/дн		2,0	0
	бензин	л	32,87	28,5315	937,83
	моторные масла (2,2% на 100л топлива)	л	250,00	0,179	44,75
3	Проведение учета технической эффективности проведения мер борьбы с вредителем	ч/дн		2,0	0
	бензин	л	32,87	28,5315	937,83
	моторные масла (2,2% на 100л топлива)	л	250,00	0,179	44,75
4	Итого затрат:				34746,58

Стоимость объявления в районной газете - 2000 рублей, 2 административных района-2 объявления.

Изготовление аншлагов – 1500 рублей, при количестве участков 5 шт. (на каждый рабочий участок по 1 шт.).

Расчистка просек на ширину прохода УМО, стоимость одного километра - 738,04 руб., необходимо расчистить 21 км.

Кроме того необходимо провести контрольное лесопатологическое обследование в весенний период. Протяженность пути, охватывающего очаг, составляет 168 км. А также провести установку аншлагов и контрольных ящиков до обработки. После проведения работ по ЛЛЮ выполнить учет технической эффективности проведенных мер борьбы с вредителем.

Сводный сметный расчет

№ п/п	Наименование статей расхода	Сумма затрат, руб
1	2	3
1	Оплата труда с начислениями	
2	Стоимость приобретения оборудования (ящики, аншлаги), оповещения населения через СМИ	16300,0
3	Стоимость ГСМ автотранспорта	2947,74
4	Стоимость расчистки просек	15498,84
	ИТОГО:	34746,58
	Стоимость 1 га	32,58

Общая стоимость работ по локализации ликвидации очага шелкопряда непарного в Кошкинском лесничестве составит – 1 402 199, 18 руб.

Расчет экономической эффективности проекта биологической борьбы с листо-хвоегрызущими вредителями Оренбургской области

1. Планирование мероприятий биологической лесозащиты на 20__ г.
2. Расчеты проводимых мероприятий на территории __лесничества.

Методические указания

Пользуясь образцом, представленным ниже, рассчитать экономическую эффективность проекта химической борьбы с _____ вредителем, используя препарат_____.

2.3. Ущерб от повреждения насаждений шелкопрядом непарным *Lymantria dispar*

2.3.1. Расчётная степень усыхания

Определение степени усыхания дубовых насаждений в результате повреждения крон осуществляется по таблице 37 Справочника «Методы мониторинга вредителей и болезней леса» т.III. из которой следует, что в случае объедания крон на 65% произойдёт усыхание 0,5 насаждений.

2.3.2. Определение потерь прироста

Потери прироста в результате повреждений крон определяется по формуле:

$$П. рд = L * \frac{X}{100}$$

Где,

П. рд – потери прироста по объему в долях единицы;

X – проектируемое уничтожение листвы, %.

L - коэффициент по 2-й фенологической группе

При прогнозируемом объедании насаждений на 65%, величина потерь прироста составит;

$$П. рс = \frac{0,42 * 65}{100} = 0,27 \text{ или } 27\%.$$

2.3.3. Снижение водоохраных и водорегулирующих полезностей леса

Водоохраные функции леса определяются увеличением водоносности подземных источников за счет поверхностных вод. Ущерб от полной или частичной гибели лесов оценивают через снижение пополнения поверхностными водами подземных источников по формуле:

$$У \text{ вф} = У_{гс} * Т * В \text{ руб./га.}$$

где:

У вф - пополнение поверхностными водами подземных источников;

У гс – объем прироста грунтового стока (южная половина европейской территории страны– 50 м³/га);

Т - тариф на воду (17,81 руб. /м³) в Самарской области (Министерства энергетики и ЖКХ Самарской области приказ № 82 от 22 мая 2013 года.) прилагается.

В - время, необходимое для восстановления гидрологических свойств лесных почв (5 лет).

Минимальное усыхание может произойти на 0,5% площади древостоя, тогда:

$$У \text{ вф} = 1085,0 * 0,005 * 50 \text{ м}^3/\text{га} * 17,81 \text{ руб./м}^3 * 5 = 24 \text{ 154, 81 руб.}$$

2.3.4. Потеря водорегулирующих свойств леса

Водорегулирующие свойства леса проявляются в увеличении водоносности, снижении засоления и загрязнения водоемов и рек сточными, стоковыми водами, продуктами эрозии.

Потеря водорегулирующих свойств леса в результате усыхания 0,5 % насаждений определяется с использованием модели:

$$У_{вс} = У_{гсп} * Т * В \text{ руб./га,}$$

где,

Угсп- объем перевода запретных и водоохраных зон поверхностных вод во внутрисочвенные (20000м³/га)

Т – тариф на воду (17,81руб./м³)

В – время, необходимое для восстановления свойств лесных почв (5 лет).

$$У_{вс} = 1085 * 0,005 * 17,81 \text{ руб./м}^3 * 5 * 20000 = 9\,661\,925,00 \text{ руб.}$$

2.3.5 Снижение поглотительных свойств леса

Под поглотительными свойствами леса обычно имеется в виду поглощение им вредных выбросов в атмосферу промышленных предприятий, транспорта, сельскохозяйственного производства и т.д. Поверхность почвы и растений является основным поглотителем примесей, поступающих в подземные экосистемы. Установлены нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ. Расчеты показали, что средняя стоимость поглощенных веществ деревом в среднем в год составляет 1000 руб. Площадь очага вредителя составляет 1085 га. Среднее количество деревьев на 1 га – 770 шт., берём 1,0 % пригородной зоны. Усыхание даже 0,5 % от их количества дает следующий экономический ущерб:

$$У_{пс} = 1085,0 * 0,01 * 770 * 1\,000 * 0,005 = 41\,772,50 \text{ руб.}$$

Прогнозируемое усыхание насаждений может составить до 0,5% (5,42 га). В соответствии со сметой на искусственное лесовосстановление (1га) потребуется – 21108,44руб.

В случае гибели насаждений для их восстановления потребуются затраты в размере 21108,44руб.*5,42га. = 114 407,74 руб.

На реализацию проекта с учетом 10% перекрытия (1193,5га) требуется 1 402 199,18руб. При химических и биологических обработках кроме стоимости борьбы учитываются социальные потери, потери пчеловодства, потери животноводства, потери охотничьего хозяйства, которые в сумме равны стоимости проведения мер по локализации и ликвидации очага. Тогда общие затраты равны:

$$Зб = Зп * 2$$

где, Зб – общие затраты на проведение мер по локализации и ликвидации очага;

Зп - прямые затраты на проведение мер по локализации и ликвидации очага.

$$1\,402\,199,18 * 2 = 2\,804\,398,36 \text{ руб.}$$

Ущерб лесонасаждениям в случае не проведения мер по локализации и ликвидации очага составит:

$$У = У_{вф} + У_{вс} + У_{пс} + З_{лв}$$

где:

У.- общий ущерб;

У_{вф}.- ущерб от прогнозируемой гибели лесов через снижение поглощения поверхностными водами подземных источников;

У_{вс}.- ущерб от потери водорегулирующих свойств леса в результате прогнозируемой гибели лесов;

У_{пс}.- ущерб от снижения поглотительных свойств леса;

З_{лв}.- затраты на лесовосстановление.

$$У = 24\,154,81 + 9\,661\,925,00 + 41\,772,50 + 114\,407,74 = 9\,842\,260,00 \text{ руб.}$$

Экономическая эффективность от внедрения проекта составит:

$$Э_{э-ть} = У - Зб$$

$$Э_{э-ть} = 9\,842\,260,00 - 2\,804\,398,36 = 7\,037\,861,64 \text{ руб.}$$

Величина затрат на лесовосстановление и предполагаемый эколого-экономический ущерб в 3,5 раза превысят затраты на проведение мер по локализации и ликвидации очага, что подтверждает целесообразность их проведения.

В связи с отсутствием нормативов не учтён ущерб от усыхания насаждений; ущерб от потери прироста; ущерб от возможной водной и ветровой эрозий; уменьшения рекреационного значения и др.

В случае не проведения наземных мер по локализации и ликвидации очага в 2014г, учитывая жесткие почвенно-климатические условия произрастания, прогнозируемое ухудшение санитарного состояния, в результате воздействия засух и расчётного среднего

объедания насаждений вредителем на 65%, приведет к расстройству насаждений, потери ими биологической устойчивости, а в конечном итоге к гибели их части.

Проведение мер по локализации и ликвидации очага шелкопряда непарного на площади 1085,0 га позволит резко снизить численность вредителей, предотвратит массовое объедание насаждений и дальнейшее развитие вспышки очага, и распространение его на новые площади. Проведение мер по локализации и ликвидации позволит снизить общую негативную нагрузку на санитарное состояние насаждений.

Всё это в совокупности с возможными экономическими потерями подтверждает необходимость проведения в 2014 году наземных мер по локализации и ликвидации очага шелкопряда непарного в лесном фонде на площади 1085,0 га.