ЛЕКЦИЯ 1. **Научные основы интегрированной защиты растений**

Вопросы:

Возникновение концепции интегрированной защиты растений

Методические и теоретические основы интегрированной защиты растений

**Вопрос 1. Возникновение концепции интегрированной защиты растений**

Мировой опыт показывает, что любая система не может быть эффективной без совершенной защиты растений от вредных организмов. Существует ряд способов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, но в течение многих десятилетий в защитных мероприятиях в качестве радикального и универсального средства преобладал химический метод. Однако массовое применение пестицидов показало не только преимущества и перспективность, но и серьезные недостатки их широкого использования.

Например, по мере стремительной интенсификации сельскохозяйственного производства и расширения ассортимента применяемых химических средств защиты растений все чаще стали отмечаться проблемы развития резистентности, т.е. устойчивости, вредных организмов. Стали появляться тревожные сообщения о серьезном ущербе, наносимом здоровью людей, работающих в сельском хозяйстве, а также употребляющих продукты растениеводства (Ю.А. Захваткин, В.А. Захаренко, 1988; А.В. Яблоков, 1990). Отмечались и многие другие проблемы: гибель насекомых опылителей, уничтожение энтомо- и акарифагов, провоцирующее вспышки размножения ранее второстепенных видов, снижение биологической активности почв и многие другие. Именно в этот период (примерно в середине 50-х гг. прошлого столетия), как считают многие ученые (Шпаар, 2001), закончился «варварский период бездумного использования химических пестицидов» и резко возросло внимание к другим средствам, не вредящим окружающей среде. В первую очередь речь шла о биологическом методе, т.е. об использовании любых живых организмов или продуктов их жизнедеятельности, которые могут подавить популяцию вредителя или уменьшить его вредоспособность. Были даже внесены соответствующие коррективы в терминологию (Чернышев, 2001). Раньше употребляли термин «борьба с вредными организмами». Теперь стали чаще использовать словосочетание «защита от вредных организмов».

Стали говорить о регулировании численности, об управлении популяциями вредных организмов. В англоязычной литературе аналогичным образом термин control сменился гораздо более мягким management (Geier, 1966). Стали появляться научные и научно-популярные статьи, в которых ставились вопросы о пересмотре господствующей в это время тактики тотальных химических обработок (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов, 1981). Многим работам, освещавшим эту проблему, нередко давался броский заголовок: «Что опаснее — насекомые или инсектициды» (Rnipling, 1953), «Необходимость здравого смысла в борьбе с вредными насекомыми» (English, 1956) и др., в которых авторы подвергали жесткой критике тенденции в развитии защиты растений тех лет, обращая внимание на необходимость изменения подходов при разработке мер защиты урожая от вредителей, болезней и сорняков. Можно сослаться и на другие работы подобного характера.

Именно в середине 50-х гг. XX в. практике тотальных истребительных химических обработок в качестве обоснованной альтернативы стала противоставляться интегрированная защита, по существу новая стратегия защиты растений, которая получила в англоязычной литературе название «интегрированное управление популяциями вредителей» — Integrated Pest Management ( IPM). Пожалуй, впервые этот термин был применен Р.Ф. Смитом и В.В. Алленом в 1954 г. Нужно отметить, что на начальном этапе разработки теории и практики интегрированной защиты предлагались и другие термины. В частности, все способы борьбы с вредными организмами, способствующие ограничению вредных последствий от применения пестицидов, предлагалось называть компенсационными (Sandier, 1967). В Нидерландах с 1967 г. было введено понятие «гармонической» или «гармонизированной» борьбы (Fluiter, 1967), которое, однако, не прижилось.

С полным основанием можно утверждать, что отечественные энтомологи и фитопатологи внесли колоссальный вклад и в разработку теоретических предпосылок новой стратегии защиты растений (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов и др.), и в создание комплексных систем мероприятий по подавлению вредителей, ставших своеобразным прообразом современных систем интегрированной защиты (Н.В. Курдюмов, Г.Я. Бей-Биенко, В.Н. Щеголев, А.В. Знаменский, А.И. Боргардт, В.Н. Старк, Э.Э. Савздарг и др.). В решении проблемы сорных растений неоценим вклад М.Я. Березовского, Г.С. Груздева, В.А. Захаренко, Г.И. Баздырева, Б.А. Смирнова и др.

Возникнув в 50-х гг. прошлого столетия, термин «интегрированная защита», несмотря на некоторые отличия его смысла различными исследователями, вбирает основные признаки современной рациональной организации и проведения фитосанитарных мероприятий, предусматривающих не простое истребление отдельных видов, а долговременное сдерживание комплекса вредных организмов на безопасном уровне (Ю.Н. Фадеев, К.В. Новожилов, 1981).

***Эволюция концепции интегрированной защиты растений***

Концепция интегрированной защиты претерпела с момента ее возникновения существенные изменения. Вначале интегрированная защита рассматривалась лишь как комбинированное использование биологического и химического методов. Упор в тот период делался только на изыскание путей щадящего воздействия применяемых пестицидов (Фадеев, Новожилов, 1981). Правда, уже в то время высказывались мысли о том, что интегрированный «контроль» будет использовать все «экологические ресурсы», но этот призыв довольно долго оставался без внимания.

Но постепенно в термин «интегрированная защита» стал вкладываться все более глубокий смысл, связанный с пониманием глубокой экологической основы осуществления и проведения мероприятий по защите растений, которые должны быть направлены не столько на истребление вредных видов, сколько на управление экосистемами.

Трансформация концепции интегрированной защиты нашла отражение и в различных, но близких по суш определениях этого понятия, которые даются в более поздних публикациях.

Например, Стейнер уже в 1968 г. рассматривает интегрированную защиту как регулирование на посевах сельскохозяйственных культур и в лесных насаждениях всей экосистемы, включая не только вредящие виды, но и зоо- и фитоценозы в целом.

Совет Западной Палеарктической региональной секции Международной организации по биологической борьбе в 1973 г отмечал, что интегрированная защита растений — это борьба с вредными организмами, учитывающая пороги их вредоносности и использующая в первую очередь природные ограничивающие факторы наряду с применением всех других методов, удовлетворяющих экономическим, экологическим и токсикологическим требованиям (Матис, 1975).

ФАО в 1975 г. дало следующее определение: «Интегрированный контроль популяций вредителя — это такое управление его популяциями, которое, учитывая окружающую среду и динамику численности вредителя, использует все доступные методы и технические приспособления и поддерживает численность популяции вредителя на уровне ниже экономического порога вредоносности» (Food and Agriculture Organization, 1975).

Экологический уклон был проявлен и в докладе Национальной академии США (National Research Counsil, 1996). В этом докладе речь идет уже об экологически обоснованном управлении популяциями вредных организмов.

М. Коган (Kogan, 1998) считает, что «интегрированное управление популяциями — это система принятия решений и использования различных тактик контроля популяций вредителя, координированных общей стратегией управления, основанной на анализе соотношения расходов и прибыли и учитывающей также интересы производителей, общества и сохранность окружающей среды».

В Законе Российской Федерации о защите растений (1999) указывается, что «интегрированная система защиты растений - это система, предполагающая максимальное использование естественных механизмов регуляции численности и активности вредных организмов, оптимизирующая и стабилизирующая флору и фауну агроценозов».

Нетрудно заметить, что во всех этих определениях обязательно отражается направление на биологизацию и экологизацию защиты растений. Это находит свое отражение и в обилии фундаментальных научных публикаций, в которых обсуждаются проблемы экологизации защиты растений и возможности широкого использования природных популяций естественных врагов вредных организмов.

Необходимо отметить (Fresco, 1995; Чернышев, 2001, Чуклина 2006), что развитие концепции интегрированной защиты растений повлекло за собой интеграцию и в других категориях, а именно: а) интеграцию защиты культурных растений от всех типов биологических повреждений; б) интеграцию научных дисциплин, необходимых для защиты растений (энтомологии, акарологии, фитопатологии, земледелия, селекции, физиологии растений и др.); в) организацию защиты растений не только на данном поле и в данный сезон, а защиты растений на больших территориях, т.е. интеграцию защиты афоландшафта в целом.

Таким образом, современная интегрированная защита растений — это динамичная система защиты растений от вредных организмов, сочетающая использование природных регулирующих факторов среды с дифференцированным применением на основе порогов вредоносности комплекса эффективных методов, удовлетворяющих экологическим и экономическим требованиям. Она основана на оптимальном сочетании всех методов с обязательным сохранением деятельности природных организмов. Вместо традиционных периодических кален¬дарных обработок без учета реального количества и потенциальной опасности вредителей она предусматривает проведение истребитель¬ных мероприятий лишь в тех случаях, если их численность превышает экономический порог вредоносности (ЭПВ), когда затраты на защиту могут компенсироваться сохраненным урожаем.

Для ограничения численности популяций, вышедших за пределы экономического порога вредоносности, интегрированная защита рас¬тений предполагает применение в первую очередь биологического и других избирательно действующих, экологически безопасных методов, а также наименее токсичных, не опасных для окружающей среды хи¬мических препаратов. Все защитные мероприятия должны проводить¬ся в оптимальные сроки. Для определения целесообразности и сроков их применения предусматривается осуществление периодических уче¬тов численности вредных и полезных организмов, постоянное наблю¬дение за их развитием.

В систему мероприятий по интегрированной защите растений вхо¬дит не только уничтожение вредителей и возбудителей болезней, но также предупреждение их появления или проявления вредоносности (возделывание устойчивых сортов, другие организационно-хозяй¬ственные и агротехнические мероприятия).

Неотъемлемой частью интегрированной защиты растений являют¬ся прогноз и сигнализация численности вредителей и болезней, на основе которых планируется рациональное применение биологичес¬ких, химических и других средств защиты растений. Прогноз позволя¬ет с различной степенью заблаговременности судить о фитосанитарном состоянии посевов и насаждений. Различают три вида прогнозов: мно¬голетний, долгосрочный и краткосрочный. Для агрономов хозяйств и фермеров наибольший интерес представляют два последних вида про¬гноза. Долгосрочный прогноз (на один наступающий вегетационный период) используют для текущего планирования и своевременной ор¬ганизации работ по защите растений. Краткосрочный прогноз (на срок от нескольких дней до 1 месяца), составляемый для динамичных видов, способных быстро изменять свою численность под воздействием эко¬логических факторов окружающей среды, позволяет более точно оп¬ределить фитосанитарную обстановку в агроценозе и принять решение о целесообразности проведения намеченных мероприятий или их корректировке. Разновидностью краткосрочного прогноза является сигнализация, сущность которой состоит обычно в экстренном опо¬вещение сельскохозяйственных производителей о наступлении опти¬мальных сроков борьбы с конкретными вредителями и болезнями. Основной целью любых видов прогноза является сокращение объемов истребительных мероприятий (в первую очередь химических), не сни¬жая общей эффективности защиты растений.

Важную роль в комплексе мер по защите растений играют меры по карантину растений. Карантин растений — это система государствен¬ных мероприятий, направленных на охрану территории нашей страны от завоза из зарубежных государств карантинных (существует их офи¬циальный перечень) и других особо опасных объектов (внешний ка¬рантин) и на предотвращение их дальнейшего распространения из одних регионов в другие (внутренний карантин). К числу опаснейших карантинных объектов относятся, например, клеверный минер, кап- ровый жук, четырехпятнистая зерновка, американская белая бабочка, картофельная моль, калифорнийская щитовка, восточная плодожорка, золотистая картофельная нематода и др. В понятие «карантина расте¬ний» нередко включают также многочисленные мероприятия, осу¬ществляемые в тепличных комбинатах для предотвращения заноса из одной теплицы в другую различных вредных организмов (размещение при входе обеззараживающих ковриков, запрет свободного передви¬жения людей из одной теплицы в другую и т.д.).

Интегрированная защита растений рассматривается как один из неотъемлемых элементов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых каждое мероприятие по борьбе с вредными организмами должно быть биологически, экологи¬чески и экономически обоснованным.

Фактически интегрированная защита растений представляет собой систему мер управления внутрипопуляционными и межпопуляцион- ными взаимоотношениями в пределах конкретного агробиоценоза. Переход к интегрированной защите позволяет существенно сократить применение пестицидов, уменьшить загрязнение окружающей среды.

Дальнейшее совершенствование систем интегрированной защиты растений, вне всякого сомнения, связано с дальнейшей экологизаци¬ей подходов к защите растений и осознанием необходимости сохране¬ния экологического равновесия в экосистемах агробиоценозов. В свя¬зи с этим в 90-х гг. прошлого столетия стали предлагаться новые тер¬мины для современных программ защиты растений: «экологическая защита растений — Ecological Pest Management (ЕРМ)» (Kozar, 1992) и экологизированная интегрированная защита растений (Соколов, 1994) . В.Б.Чернышев предлагает называть перспективные программы защиты растений экологическим управлением, считая, что в будущем в большинстве случаев можно будет почти полностью отказаться от применения пестицидов за счет все большей экологизации расте¬ниеводства (Чернышев, 1994, 2000,2001).

Системообразующие элементы интегрированной защиты включают комплекс мероприятий:

- методы и способы фитосанитарного контроля во всех звеньях агроэкологической системы, сформированной системой земледелия (фитоэкспертиза семян и посадочного материала, состояние почвенной биоты, физиологическое состояние растений в период вегетации, наличие и стациальное распределение вредных и полезных организмов, пред- и послеуборочное состояние агроценозов);

- методы и способы профилактического воздействия на агроэкосистему или отдельные её агроценозы для нейтрализации угрозы фитоценозу размножением и развитием вредных организмов. Здесь уместен комплекс организационно - хозяйственных мероприятий и составляющие систему земледелия элементы. В частности, мероприятия направленные на повышение устойчивости и выносливости растений: подбор устойчивых высокопродуктивных сортов, предшественников и пространственное размещение, органические и минеральные удобрения, приёмы накопления и рационального расходования влаги, применение биологически активных веществ - стимуляторов физиологических процессов растений; мероприятия по снижению численности вредителей и инфекции патогенов растений путём: прямого воздействия на вредные объекты (вспашка, лущение и т.д.), активизация природных сообществ, контролирующих размножение вредных объектов (высев и полосное размещение нектароносов - длительно цветущих культур, как энергетический ресурс многих паразитов; рыхление почвы для повышения активности многих хищных насекомых);

-методы и способы применения биологических препаратов и активных средств защиты растений (пестицидов). Первые как предупредительное мероприятие в случаях прогноза массового размножения вредителей или эпифитотий болезней, вторые в стациях с распространением вредных объектов на уровне или больше ЭПВ.

Единство и целостность системы защиты растений обеспечивает связь её элементов с элементами системы земледелия (севооборот, удобрения, приёмы обработки почвы и т.д.).

Вопросы для контроля

Какие проблемы могут возникать при широкомасштабном применении пестицидов?

2. Какой смысл первоначально вкладывался в понятие «интегрированная защита растений»?

3. Какие методы могут служить альтернативой использованию химических средств защиты растений?

4. Какие смысловые различия имеются между понятиям «борьба с...» и «защита от...», control и management?

5. Как трансформировалась концепция интегрированной защиты?

6. Такие тенденции развития интегрированной защиты можно предположить для будущего?

7. Используются ли в современных программах интегрированной защиты пестициды?

В. Что такое экономический порог вредоносности?

9. Какова роль прогноза и сигнализации и системах интегрированной защиты растений?

10. Какое значение имеет карантин растений в защите растений?

11. Какие преимущества (экономические, экологические) имеет интегрированная защита растений?

Вопрос 2. Методические и теоретические основы интегрированной защиты растений

***Экологические факторы среды, определяющие динамику численности вредных организмов***

Итак, интегрированная защита растений представляет собой систему мер управления внутрипопуляционными и межпопуляционными взаимоотношениями в пределах конкретного агробиоценоза и рассматривается как один из неотъемлемых элементов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в которых каждое мероприятие по борьбе с вредными организмами должно быть биологически и экологически обоснованным. Опираясь на глубокое изучение многообразных биоценотических связей, она для своей реализации требует детального знания теоретических основ динамики численности популяций, входящих в биоценоз (Фа¬деев, 1979). Именно поэтому глубокие знания и популяционных свойств вредных организмов, и механизма действия на них различных экологических факторов необходимы для грамотного построения любых программ интегрированной защиты.

На численность любых организмов, в том числе вредящих сельскохозяйственному производству, большое влияние оказывают различные природные факторы среды. Различают факторы абиотические и биотические. К абиотическим относят факторы неживой природы: климатические (температуру, влажность воздуха, осадки, ветер), физические (свет, атмосферное давление, гравитационное воздействие и др.), свойства воды, почвы как среды обитания. К биотическим факторам относят любые воздействия, связанные с существованием и жизнедеятельностью других живых организмов, в том числе и особей своей популяции. Выделяют также антропогенные факторы, которые обусловлены деятельностью человека.

Начнем анализ с абиотических факторов. Среди факторов, составляющих климат Земли в целом и отдельных ее территорий, к основным по воздействию на живую природу можно отнести излучение Солнца, температуру и влажность атмосферы.

***Влияние температуры***. Для успешного развития любого организма, в том числе вредного, необходимо определенное количество тепла, которое может быть выражено в виде суммы эффективных температур (S).

Зная сумму эффективных температур, необходимую для развития полной генерации того или иного вредителя, а также сумму тепла за вегетационный период, характерную для конкретного региона, можно вычислить число поколений поливольтинных видов вредных организмов, которое будет развиваться за сезон в данном регионе. Температура определяет скорость размножения микроорганизмов, интенсивность роста и размножения сорняков.

***Влияние влажности***. Влажность среды оказывает относительно меньшее влияние на развитие большинства видов насекомых и других вредителей по сравнению с температурой, однако ее действие нельзя не учитывать. По уровню требования к влажности насекомых, как и другие группы животных-вредителей, можно разделить на гигрофилов, мезофилов и ксерофилов. Первые избирают влажные местообитания, среди них слизни, долгоножка вредная. Вторые — типичные обитатели средних широт, такие как луговой мотылек, озимая совка. Третьи — обитатели степей, полупустынь и пустынь — пустынная саранча, жуки-чернотелки. На возбудителей болезней и сорные растения влажность среды обитания оказывает еще большее воздействие. На практике влагообеспеченность региона чаще всего выражается в виде суммы осадков.

Для характеристики совместного влияния температуры и влажности используют климограммы, где по оси ординат откладывают значения температуры, а по оси абсцисс — количество осадков. При наложении на годичные климограммы зон оптимума для отдельных фаз развития насекомых получают биоклимограммы. По ним прогнозируют характер развития того или иного вида и выделяют лимитирующие для его популяций факторы. Примером подобных биокяимо- грамм могут служить биоклимограммы Уварова (Бей-Биенко, 1966), иллюстрирующие совместное действие температуры и влажности на мароккскую саранчу. Большое количество осадков, выпадающих в Малой Азии в октябре - феврале, оказывается причиной гибели зимующих яиц мароккской саранчи (Dociostaurus ma-tvccanus Thnb.)

В качестве комплексного показателя влаго- и теплообеспеченности можно использовать также гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

***Роль света***. Свет несет для многих вредных организмов, например насекомых, прежде всего сигнальную, т.е. предупреждающую информацию (Чернышев, 1996). Биология насекомых существенным образом зависит от интенсивности и регулярности излучения Солнца как основного природного источника света. Уровень освещенности служит главным фактором, определяющим время лета насекомых. Длина дня (т.е. фотопериод) определяет календарные сроки прекращения активной вегетации сорняков, размножения насекомых и клещей, наступления состояния диапаузы. Аспектов влияния света на сорные растения как фотосинтезирующие организмы, безусловно, еще больше.

***Почвенные (эдафические) факторы***. Для сорных растений (как и для культурных) почва является основной средой обитания. Многие насекомые и другие членистоногие так или иначе связаны с почвой как средой обитания. По степени связи с почвой они подразделяются на геобионтов, геофилов и геоксенов (Гриценко и др., 2004). **Геобионты** проводят в почве значительную часть жизни, выбираясь на поверхность лишь в крайних случаях (медведка обыкновенная, некоторые виды жужелиц). **Геофилы** проживают в почве на определенных фазах своего развития (щелкуны и чернотелки, вредная долго-ножка, хлебные жуки, саранчовые). **Геоксены** временно зарываются в почву, используя ее только как укрытие или место для зимовки. К ним относятся большинство видов вредителей в наших российских климатических зонах. Многие фитопатогенные микроорганизмы также неразрывно связаны с ней, сохраняясь, например, в ней в зимний период.

Почва оказывает влияние на вредные организмы через свои свойства: гранулометрический состав, структуру, химический состав, влажность, микробиологическую активность и пр. Весь комплекс факторов, обусловленный ее составов и свойствами, нередко называют эдафоном.

Почти все компоненты эдафона, в том числе комплекса почвообитающих организмов - будь то насекомые, клещи, нематоды или бактерии, прямо или косвенно связаны с растениями, поэтому состав эдафона сильно меняется в зависимости от режимов землепользования, стадий деградации и восстановления земель (Горбачев и др., 2002).

Биотические факторы среды традиционно рассматриваются в рамках внутривидовых и межвидовых отношений организмов.

Внутривидовые отношения. Среди многочисленных форм внутривидовых отношений наиболее сильное влияние на динамику численности вредных организмов обычно оказывает внутривидовая конкуренция. Она проявляется в борьбе за ограниченные ресурсы природной среды: пространство, пищу, свет — и зависит прежде всего от плотности популяций особей. Например, при «перенаселении» у многих вредителей замедляется развитие личинок, проявляется каннибализм, у самок сокращается плодовитость. Однако при попа-дании выживших особей в благоприятные условия популяция может быстро восстановиться.

Внутривидовая конкуренция, несмотря на кажущиеся отрицательные взаимодействия между особями или группами особей, является одним из механизмов выживания популяций и вида в целом, существенно увеличивая темпы эволюционных приспособительных изменений в популяциях вредных организмов.

Межвидовые отношения. Значение межвидовых отношений, пожалуй, более разнообразно. Рассмотрим, тем не менее, лишь те из них, которые имеют наиболее важное значение для понимания процессов, лежащих в основе изменения численности большинства вредных организмов. Это прежде всего межвидовая конкуренция, хищничество и паразитизм.

**Межвидовая конкуренция** — это соперничество особей разных видов за ограниченный ресурс. Примером могут служить два вида амбарных вредителей: малый мучной и малый булавоусый хрущаки, которые, если их содержать совместно, могут поедать друг друга. Экологами был сформулирован принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе), согласно которому два вида, имеющие близкие экологические требования, совместно сосуществовать не могут. На использовании этого принципа основано применение для защиты растений от некоторых патогенов микроорганизмов-антагонистов (Шпаар и др., 2003). Взаимоотношения основной культуры и сорных растений также укладываются в рамки острых межвидовых конкурентных отношений. Именно этим и обусловливается необходимость борьбы с сорняками в агроценозах. Острая конкуренция может происходить и между популяциями растущих на одном поле сорных растений. Однако если виды хотя бы незначительно различаются по ряду свойств, то полного вытеснения одного другим, как правило, не происходит. При этом сосуществование конкурирующих видов объясняется разделением их экологических ниш. Под экологической нишей понимают весь комплекс условий среды, в которых нуждается организм для своей жизнедеятельности. Разделение экологических ниш происходит, если обитающие в однородной среде виды различаются в требованиях даже к одному из ресурсов: температуре, влажности, пище и т.п. Эта экологическая концепция имеет большое методологическое и практическое значение.

**Хищничество**. Под хищничеством понимают способность питания одного организма другим, при котором хищник умерщвляет свою добычу сразу, уничтожая за свою жизнь множество жертв. Хищни¬ками являются многие жужелицы и жуки-стафилиниды, питающие¬ся гусеницами и личинками вредных двукрылых, а также другими почвообитающими вредителями. Не менее эффективными хищни¬ками являются божьи коровки, златоглазки, мухи-сирфиды, пита¬ющиеся в основном тлями. Щищничают многие пауки, клоп-анто- корис. Множество хищных видов имеется среди клещей (фитосей- улюс, амблисейус, метасейулюс западный), которых сейчас активно используют при защите овощных культур защищенного фунта и не¬которых ягодников от других вредных членистоногих.

**Паразитизм**. Паразиты, в отличие от хищников, питаются своей жертвой долговременно, часто в течение всей своей жизни, исполь¬зуя нередко тело хозяина в качестве местообитания. В качестве при¬мера эффективных паразитов, использующихся в практике защиты растений, можно назвать энкарзию (паразита белокрылок), трихог- рамму (паразита яиц многих чешуекрылых и др. Отметим, что и сам паразит может стать жертвой другого паразита. Данное явление на-зывается гиперпаразитизмом.

Хищники и паразиты являются важнейшими регуляторами численности вредных членистоногих. Увеличивая свою численность вслед за ростом численности жертв, они стабилизируют их числен¬ность нередко ниже уровня экономического порога вредоносности. Среди сорных растений выделяют паразитов и полупаразитов (Зем¬леделие, 2008).

**Патогенные микроорганизмы**. Членистоногие подвержены многим заболеваниям, которые вызывают патогенные бактерии, грибы, ви¬русы и простейшие (бактерии родов Bacillus и Pseudomonas, энтомоф- торовые и мускардинные грибы, вирусы гранулеза и полиэдроза). Патогенные микроорганизмы также могут оказывать на популяции вредных организмов мощное воздействие.

**Антропогенные факторы**. Учитывая возросшие масштабы воздействия человека на природу, в отдельную группу выделяют антропогенные факторы.

Глобальные изменения в видовом составе и плотности популяций насекомых, микроорганизмов, сорных растений вызывают изменения условий обитания, связанные, например, с мелиорацией, распашкой целинных и залежных земель, изменением севооборотов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Например, при массовой распашке целинных земель в Оренбургской области в 1950-е гг. общая численность видов насекомых уменьшилась с 312 до 135; однако при этом плотность популяций отдельных специализированных видов вредителей резко возросла. Активный переход в тех же регионах с отвальной на безотвальную обработку почвы, наряду с положительными моментами, резко обострил проблему с защитой растений от сорняков.

К числу крайне мощных антропогенных воздействий можно отнести и широкомасштабное применение химических средств защиты растений, которое может коренным образом изменить структуру биоценозов и свойства отдельных его звеньев. Например, частые обработки препаратами одной химической группы могут провоцировать выработку резистентности (устойчивости) вредителей, патогенных микроорганизмов и сорняков к этим пестицидам. Только среди вредных членистоногих к настоящему времени известно более 500 видов, развивших резистентность к традиционным группам инсектоакарицидов.

***Популяционные основы и механизмы регулирования динамики численности вредных организмов***

Познание факторов динамики численности является краеугольным камнем популяционной экологии, знание которой, на наш взгляд, необходимо для научного обоснования программ интегрированного управления численностью вредных организмов. Существуют две основные точки зрения на воздействие факторов на популяции. Первая, получившая название теории Николсона (австралийский эколог, AJ. Nicholson, 1933, 1954), рассматривает динамику численности организмов в природных условиях как саморегулируемый процесс, зависящий от плотности популяции. Главную роль, согласно этой теории, играют зависящие от плотности популяции факторы, стабилизирующие или регулирующие численность, такие как хищники и паразиты, внутривидовая конкуренция и т.п. Соответственно, к факторам, не зависящим от плотности, были отнесены большинство абиотических факторов. Позднее энтомолог Г.А. Викторов (1965, 1967) в развитие этой теории предложил разделить все многообразие факторов на модифицирующие — изменяющие, но не регулирующие численность популяций (в основном абиотические), и регулирующие — действующие по принципу обратной связи, реа¬гирующие на изменение плотности популяции.

Вторая точка зрения отвергает ведущую роль зависящих от плотности факторов в увеличении численности. Основоположники этой идеи Андреварта и Берч полагают, что численность популяции определяется прежде всего недостатком материальных ресурсов (например, пищи) в местах обитания особей, ограниченной способностью особей найти более благоприятные места обитания, а также ограниченным периодом времени, в течение которого может реализоваться рост популяции. Определенное развитие получила оценка тенденций воспроизводства популяций путем выделения так называемых r-видов и А'-видов животных, получивших такие обозначения согласно символам уравнения роста популяции. r-видам (паутинным клещам, тлям, многим чешуекрылым, листоедам) присущ «взрывной» характер роста численности при высоких значениях биотического потенциала (высокая плодовитость и краткий жизненный цикл) и низкой выживаемости. ^Г-видам (жукам-цветоедам, стеблевым пилильщикам, минерам) присуща невысокая плодовитость при относительно высокой выживаемости особей в процессе развития. На основе противопоставлений видов по их стратегиям воспроизводства целесообразно рекомендовать определенные стратегические меры ограничения их вредоносности. В частности, против r-видов в качестве основных подходов защиты растений целесообразны мероприятия, обеспечивающие высокую смертность особей, а против /Г-видов — мероприятия, сокращающие их рождаемость В то же время выяснено, что многие виды в течение вегетационного сезона могут изменять свои стратегии воспроизводства.

Знание факторов динамики численности популяций вредных организмов позволяет осуществлять их математическое моделирование. Современные имитационные модели уже сейчас достаточно полно отражают как динамику численности популяции, так и экологические связи популяций живых организмов. Они позволяют имитировать динамику численности популяций в разнообразных условиях и ситуациях и на этой основе управлять колебаниями их численности. Современные модели учитывают не только численновременные характеристики популяции, но и пространственные, миграционные возможности популяции с помощью, например, компьютерных карт местности.

Вопросы для повторения

1. Какие из абиотических факторов оказывают наиболее мощное воздействие на популяции вредных организмов?

2. Как рассчитывается сумма эффективных температур?

3. Что такое биоклимограммы и гидротермический коэффициент, какие можно использовать в практике защиты растений?

4. Какое значение в защите растений может иметь знание закономерностей внутривидовой конкуренции живых организмов?

5. Чем отличаются хищничество и паразитизм?

6. Что называют эдафоном?

7. Какие вам известны примеры антропогенного воздействия, повлек¬шие существенное ухудшение фитосанитарной ситуации на посевах сельскохозяйственных культур?

8. Какие вам известны полезные хищные и паразитические членистоногие?

9. Чем отличаются г- и ^-стратегии поспроизводства организмов, какую роль знание стратегий воспроизводства вредителей может играть при разработке мероприятий по защите растений?

10. Осуществимо ли на современном этапе развития аграрной науки ма-тематическое моделирование динамики численности вредных организмов?