

Комплексная программа борьбы с сельскохозяйственными вредителями

Ж.К. Лабрек*

С появлением в начале 1940-х годов органических пестицидов проблема борьбы с сельскохозяйственными вредителями практически перестала существовать. Защита человека, домашних животных и сельскохозяйственных культур от опустошительного и вредного воздействия сорняков, насекомых-вредителей и членистоногих стала реальностью, поскольку появилась возможность бороться с ними экономичным способом, обеспечивающим длительность действия мер при относительно малой периодичности их применения. Необходимость исследования других подходов к борьбе с сельскохозяйственными вредителями, динамики и биологии популяций, а также взаимоотношений хозяина и паразита в большинстве случаев игнорировалась.

К сожалению, недостатки такой системы борьбы очень скоро стали очевидными. В конце 40-х и начале 50-х годов появились тревожные сообщения о воздействии на окружающую среду применявшихся в широких масштабах пестицидов, и ввиду необходимости постоянного увеличения их дозировки и частоты применения потребовалось проведение более углубленного исследования влияния пестицидов на биоту. В результате вместо одной системы были разработаны другие надежные методы борьбы с вредителями, учитывающие воздействие ядохимикатов на окружающую среду, затраты и выгоды.

Такой подход, который фактически представляет собой систему борьбы с сельскохозяйственными вредителями, основанную на экологических принципах и объединяющую ряд различных научных методов борьбы с сельскохозяйственными вредителями, получил название комплексной программы борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Комплексная программа борьбы с сельскохозяйственными вредителями имеет ровно столько же определений, сколько существует сторонников применения этих методов. В оптимальном варианте такая программа должна включать в себя тщательное изучение биологии сельскохозяйственных вредителей и ее взаимосвязи с окружающей средой с целью выявления наиболее уязвимых мест. Основная задача, стоящая перед Секцией борьбы с насекомыми и сельскохозяйственными вредителями (Объединенный отдел ФАО/МАГАТЭ), заключается в разработке методов применения изотопов и излучений для решения конкретных проблем и в содействии внедрению этих методов в практику.

* Руководитель Секции борьбы с насекомыми и сельскохозяйственными вредителями Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ.

Для эффективного выполнения программы комплексной борьбы с сельскохозяйственными вредителями необходимо хорошо знать биологию видов, с которыми ведется борьба. В частности, нужно иметь информацию о распространенности, плотности и динамике популяций, а также об экологии природных врагов сельскохозяйственных вредителей. Как показано ниже, исследования в этих направлениях можно проводить с помощью метода радионуклидных индикаторов.

Распространенность сельскохозяйственных вредителей. Насекомых метят, выпускают в окружающую среду, а затем отлавливают с помощью ловушек, расположенных на различном расстоянии от точек, из которых эти насекомые выпущены. Мечение можно проводить путем включения в рацион насекомых бета- или гамма-излучателей, местного нанесения излучателей на наружный покров, смачивания насекомых раствором, содержащим индикатор, либо в случае жалящих и (или) сосущих насекомых — путем введения индикатора в систему кровообращения хозяина. Для регистрации меченых насекомых, отловленных из полевых популяций, можно использовать счетчики или фотопленку. В некоторых случаях, когда отлов насекомых дает неточные данные о количестве меченых насекомых в окружающей среде или когда насекомое очень пугливо и большей частью обитает в трещинах, либо имеет защитную окраску, наиболее целесообразно применять гамма-излучатели. Меченых насекомых можно регистрировать и на расстоянии с помощью электронных приборов независимо от того, видимы они невооруженным глазом или нет. В тех случаях, когда необходимо использовать радиоизотопы, насекомых можно метить либо редкоземельными, либо стабильными изотопами. Насекомых, обработанных редкоземельными изотопами, после отлова облучают нейтронами, в результате чего редкоземельные изотопы становятся радиоактивными. Повторно пойманных меченых насекомых отделяют от полевых насекомых по их удельной радиоактивности. В случае применения стабильных изотопов для регистрации меченых насекомых можно применять химический анализ.

Плотность популяции. Для определения плотности полевых популяций используются методы, аналогичные описанным выше, однако при этом применяется формула, в которой произведение общего количества выпущенных насекомых и общего количества пойманных насекомых делится на количество пойманных меченых насекомых.



Обработка инсектицидами реки в целях борьбы с черной мушкой – переносчиком речной слепоты. Применение ядерных методов позволяет изучать биологию насекомых. (Фото: ФАО).

Динамика популяций. В программах борьбы с сельскохозяйственными вредителями, в которых используется метод половой стерилизации самцов, знание динамики популяции насекомых является необходимым условием для получения успешных результатов. Некоторые из наиболее важных параметров включают количественную плотность популяции, ежедневный темп уменьшения, темпы увеличения и ежедневного пополнения популяции за счет размножения. Плотности популяций можно определять с помощью методов, изложенных выше; ежедневный темп смертности можно определить путем исследования выпускаемых насекомых теми же методами, что используются для определения качественных параметров популяций, однако в этом случае проводится мечение насекомых определенного возраста, который, как правило, составляет один или два дня. На протяжении жизни одного поколения насекомых периодически выпускают, а затем отлавливают и идентифицируют. Исходя из этих двух параметров, а также из увеличения или уменьшения популяции для каждого поколения, можно определить ежедневное поступление взрослых особей в окружающую среду и соответственно количество стерилизованных насекомых, которое следует выпускать для борьбы с выявленной популяцией.

Экология природных врагов насекомых-вредителей. Мечение радиоактивными изотопами является эффек-

тивным средством выявления хищников или паразитов, враждебных для популяции насекомых-вредителей. В случае с паразитами темп паразитации довольно часто можно определить простым визуальным наблюдением. Однако в случае с хищниками жертва, как правило, уничтожается полностью или от нее остаются очень незначительные следы. Жертву можно метить непосредственно – в этом случае в среду выпускаются меченые насекомые – либо с помощью мечения хозяина; в результате радиоактивность будет передана хищнику. Путем взятия проб в различных популяциях насекомых в окружающей среде можно выявить наличие различных видов хищников.

В энтомологической лаборатории Агентства, а также в других научных учреждениях, работающих по заключенным с Агентством исследовательским контрактам, с помощью описанных выше методов или их модификаций проводятся исследования экологии насекомых-вредителей, распространения, динамики и плотности популяций, взаимоотношений "хозяин-паразит", требований к питанию, поведения, а также взаимоотношений "вредитель-паразит-хищник" в отношении плодовых мушек, мух цеце и насекомых – вредителей риса.

В этих исследованиях применяется широкий арсенал средств – от стабильных и радиоактивных изотопов до изотопов редкоземельных элементов. Выбор этих средств зависит от типа требуемого излучения, энергии излучения, периода полураспада радиоактивного изотопа, его токсичности для насекомого, физического состояния радиоактивного элемента (жидкое или твердое), а также от простоты процедур обращения с изотопом, мечения и регистрации.

В области практического применения излучений для борьбы с насекомыми-вредителями существует еще два других подхода. Один из них заключается в облучении насекомых летальными дозами, так же как и в случае борьбы с насекомыми, наносящими вред продуктам при хранении, а другой – в использовании стерильных насекомых.

Использование метода половой стерилизации насекомых связано с массовым разведением, стерилизацией и выпуском насекомых в количествах, достаточных для подавления способности к воспроизводству природной популяции. При определенном воздействии стерильных насекомых-самцов большая часть насекомых-самок будет откладывать стерильные яйца. При повторном воздействии на несколько поколений популяция насекомых-вредителей практически уничтожается.

Этот метод борьбы с насекомыми-вредителями независимо от того, применяется ли он изолированно или в рамках комплексной программы борьбы с насекомыми-вредителями, был и остается одним из основных направлений исследований, проводимых Агентством. Он приемлем с экологической точки зрения, ориентирован на конкретные виды, легко применим при осуществлении программ борьбы с популяциями низкой плотности на больших площадях, сравним с точки зрения эффективности затрат

с традиционными способами и легко сочетается с другими мерами борьбы с насекомыми-вредителями. Секция борьбы с насекомыми и сельскохозяйственными вредителями оказала всестороннюю помощь в использовании метода половой стерилизации насекомых в осуществляемой в Мексике программе борьбы со средиземноморской плодовой мухой, а также в борьбе с плодовыми мушками как в Японии, так и на Тайване. В настоящее время в Нигерии проводятся обширные работы в рамках проекта по технико-экономическому обоснованию применения этого метода для борьбы с мухой цеце на площади свыше 2500 км².

Секция в настоящее время также занимается разработкой методов массового разведения средиземноморских плодовых мух, включая разведение только мужских особей, разработку механизмов выпуска, обеспечивающих требуемое распространение стерильных насекомых, а также разрабатывает полностью автоматизированную систему для массового разведения, упаковки и половой стерилизации средиземноморских плодовых мух (производительностью 10⁹ насекомых в неделю). В исследованиях по борьбе с мухой цеце проводятся работы по высушиванию крови методом сублимации, что позволит производить большое количество стерилизованных особей мухи цеце без разведения животных-хозяев. Такую кровь можно хранить, а затем восстанавливать и использовать для кормления насекомых с помощью мембранной системы, разработанной в Лаборатории энтомологии Агентства.

Совсем новым направлением, дополняющим работы по половой стерилизации насекомых, является технология генетического определения пола. Пожалуй наиболее дорогостоящей статьей в программе применения метода половой стерилизации насекомых является массовое разведение насекомых. Теоретически стерильные самки насекомых большей частью нейтральны, однако на их разведение уходит почти 50% среды, используемой для разведения насекомых. Если бы самок насекомых можно было уничтожить на раннем этапе цикла разведения, затраты не только на разведение, но и на облучение и выпуск значительно бы сократились. Основная задача заключается в создании устойчивости к летальному воздействию и в передаче этого генетического фактора устойчивости мужской хромосоме, определяющей род потомства, путем облучения малыми дозами или воздействия радиомиметрическими химическими веществами. Отбор на основе летального воздействия на раннем этапе развития насекомых приводит к уничтожению самок насекомых.

Помимо описанных выше исследований секция принимает участие в программе координированных исследований Агентства, которая дает возможность ученым из развивающихся стран периодически встречаться и обсуждать вопросы развития сельского хозяйства в этих странах, а также находить пути решения проблем, связанных с заражением сельскохозяйственных культур насекомыми-вредителями, с помощью изотопов и излучений. Цели таких программ первоначально определяются на специальных совещаниях экспертов. Затем компетентным и за-

интересованным научно-исследовательским учреждениям предлагают заключить контракты и принять участие в выполнении программы, которая, как правило, продолжается не более пяти лет. Кроме того, научным учреждениям в развивающихся странах исследовательские контракты предоставляются с определенной финансовой поддержкой. Научные учреждения в развитых странах, как правило, выполняют исследовательские соглашения на безвозмездной основе. Участники таких программ периодически встречаются для обсуждения достигнутых результатов и разработки планов дальнейшей работы.

Симпозиум, посвященный методу половой стерилизации насекомых

На состоявшемся недавно международном симпозиуме* были подытожены успехи, достигнутые в использовании излучений в целях борьбы с насекомыми-вредителями. Представленные обзоры, доклады и проведенные дискуссии позволяют сделать следующие выводы.

- Учитывая успехи, достигнутые в применении метода половой стерилизации насекомых на обширных площадях в качестве меры борьбы или карантинной меры, в настоящее время этот метод можно рассматривать как приемлемый с экономической и экологической точек зрения элемент многих комплексных программ борьбы с насекомыми-вредителями.
- Прибрежная муха цеце *G.p. palpalis* в настоящее время может быть уничтожена с помощью половой стерилизации насекомых. Недавние достижения в кормлении *in vitro* и *in vivo* должны сделать этот метод экономически приемлемым для использования в программах борьбы с насекомыми-вредителями.
- Работы по программе "БИКОТ"** в Нигерии продолжаются в соответствии с графиком, причем изменений в планах исследований и в графике работ рекомендовано не было.
- Метод генетического определения пола плодовой мушки может быть реализован и должен стать доступен для практического применения в ближайшие один-два года. Этот метод устраняет необходимость разведения самок и тем самым вдвое сокращает общие затраты на разведение насекомых.
- В настоящее время существуют морфологические мутанты как мухи цеце, так и плодовых мушек, которые можно использовать в исследованиях экологии, распространения и динамики популяций.
- Некоторым насекомым, в частности мотылькам, наносится значительный соматический ущерб при облучении дозами, необходимыми для получения высокой степени стерильности выпускаемых насеко-

* Международный симпозиум по применению метода половой стерилизации насекомых и использованию облучения для генетической борьбы с насекомыми-вредителями был организован совместно ФАО и МАГАТЭ и проходил по приглашению ФРГ в Мюнхене с 29 июня по 3 июля 1981 года.

** Совместный полевой проект МАГАТЭ и правительства ФРГ по биологической борьбе с мухой цеце с помощью метода половой стерилизации насекомых.



Опрыскивание инсектицидами в целях борьбы с мухой цеце. С введением в практику метода половой стерилизации насекомых не станет ли этот способ анахронизмом? (Фото: ФАО).

ных. В тех случаях, когда выпускаемые насекомые облучаются более низкими дозами, стерильность последующего поколения достаточно высока и эффект, получаемый от выпущенных стерильных насекомых, теоретически равен эффекту, который можно было бы получить от использования взрослых стерильных особей, не подвергавшихся воздействию высоких доз облучения, или даже превышает его.

- В рамках крупномасштабных программ использования метода половой стерилизации насекомых в настоящее время производится от 10^6 до 10^9 насекомых в неделю. Как и во всех других системах массового производства, здесь необходим оптимальный контроль качества, и сегодня он используется на многих этапах массового разведения, стерилизации и выпуска насекомых.