

## **КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЯМИ ВРЕДИТЕЛЕЙ (ЭИУВ) И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ**

Часть первая: однолетние культуры

**Е.С.Сугоняев, О.Д.Ниязов\***

*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург,*

*\*Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар*

Предлагаемая статья представляет собой итог собственных многолетних исследований авторов, соотнесенный с общим прогрессом экологического направления в защите растений. Читателю представляется право оценить достоинства и недостатки подобного подхода к анализу известных материалов.

Развитие синэкологии, с одной стороны, и эксцессы защиты растений, периодически приводящие к «пестицидному синдрому» и общему упадку (коллапсу) данной сельскохозяйственной культуры [Doutt,

Smith, 1971], с другой, определили смену парадигм в науке о защите растений. Во второй половине 20-го столетия концепцию «борьбы» (английское «control»), ориентированную на максимально возможную ликвидацию цепей питания в агроэкосистеме на основе «истребительных мероприятий» с помощью высокотоксичных универсальных химических пестицидов, заменила концепция «управления» («management»). Последняя предполагает сохранение цепей питания, т.е. консументов 2-го порядка – паразитов и хищников, с целью сдерживания численности популяций вредных видов ниже уровня их экономической значимости. Данный подход естественно вписывается в рамки представления о создании устойчивого сельского хозяйства («sustainable agriculture») – идеологии земледелия XXI века<sup>1</sup>.

Свое практическое выражение концепция управления нашла в создании экологически обоснованных программ интегрированного управления популяциями вредных (и полезных) видов – ЭИУВ («integrated pest management – IPM») [Geier and Clark, 1961; Geier, 1966; Сугоняев, 1968; Huffaker, 1974; Metcalf, Luckmann, Eds. 1975].

Первоначально цель интеграции понималась достаточно узко и заключалась в поисках приемов сочетания химического и биологического методов защиты данной культуры [Bartlett, 1951; Сугоняев, 1955; Stern, Smith, Van den Bosch, Hagen, 1959; Бартлетт, 1968]. Позже, с развитием экологического подхода к проблеме защиты растений, цели интеграции приобрели более масштабный характер, которые, в интерпретации первого автора, можно свести к двум основным положениям:

- воссоздание в агроэкосистеме в максимально возможной степени тех взаимоотношений, которые присущи популяциям видов фитофагов и зоофагов в исходных естественных экосистемах и в значительной степени определяют их баланс;

- корректирование размеров популяций видов, входящих в естественный комплекс видов фитофагов и зоофагов, с помощью селективных средств защиты растений в рамках, приемлемых с экономической точки зрения [Сугоняев, 1967, 1968].

Представляет интерес на основе анализа доступных нам данных, накопленных в течение 40 лет, выяснить в какой мере указанные положения оказались реалистичными.

Ситуация, которая в настоящее время присутствует в России и других странах мира, показывает, что теория и практика ЭИУВ находится в состоянии кризиса. Почему это произошло? Несмотря на очевидную в подобных случаях множественность причин, важно выделить главные из них, чтобы найти конструктивный выход из создавшегося положения. По нашему мнению, основные причины следующие:

- экономические, определяемые требованиями рынка;
- теоретические, обусловленные неадекватностью наших представлений об экологических основах управления популяциями вредных и полезных видов;
- оперативные, связанные с недостатками существующего мониторинга агроэкосистем и отстающим от потребностей арсеналом средств избирательной коррекции размеров популяций вредных видов, не нарушающих стабильности агроэкосистем;
- информационные, ответственные за недостаточный уровень знаний производителя.

Попытаемся рассмотреть каждую из них более детально.

1. В настоящее время определяющую роль играют рыночные стандарты, основанные на внешней привлекательности сельскохозяйственной продукции, что особенно верно в отношении фруктов и овощей. Они должны быть идеальной формы, яркие, лишенные всякого рода пятен и изменений в окраске, тогда как их биохимические свойства отнесены на второй план, т.е. затушевываются. Искусственно завышенные рыночные стандарты – главное препятствие на пути разработки и внедрения в производство плодов и овощей экологически обоснованных («экологически чистых») программ управления, так как последние ориентированы на менее жесткие экономические пороги вредоносности (ЭПВ), утилизацию деятельности естественных врагов, значительное сокращение применения химических пестицидов и улучшение биохимических свойств продукции, не делая фетиша из «товарного вида». Однако производитель, уступая требованиям рынка, как правило, делает ставку на применение высокотоксичных универсальных пестицидов и вновь оказывается в порочном кругу, в котором раскручивание «пестицидной мельницы», вследствие роста к ним резистентности фитофагов и массовой гибели зоофагов, рано или поздно приведет к очередному коллапсу действующей программы химической защиты по причине ее все возрастающей нерентабельности [Doutt, Smith, 1971; Rosen, 1980]. Поскольку данный процесс пролонгирован во времени, особенно в случае замены одной группы пестицидов другой (например, карбаматов пиретроидами), то это отодвигает вероятность коллапса, обеспечивая производителю продолжительный период рыночного успеха. По мнению Д.Розена [Rosen, 1980], именно это обстоятельство послужило причиной отказа части фермеров от интегрированной защиты цитрусовых в Израиле. По той же причине защита плодовых культур на юге России в настоящее время базируется на интенсивном применении высокотоксичных пестицидов (фосфорных препаратов и пиретроидов). Так, в Краснодарском крае 95% садов находится под сильнейшим пестицидным прессом [Сторчевая, 2002]; количество химических обработок яблони составляет около 10 за сезон, нередко превышая эту цифру.

<sup>1</sup> В отечественной литературе она известна под названием «адаптивное земледелие».

Очевидно, что пересмотр действующих рыночных стандартов с акцентом на повышение роли «экологической чистоты» плодов и овощей и реализация постоянных образовательных программ, ориентированных на массового потребителя, – необходимое условие для создания благоприятного климата для развития ЭИУВ. Существенной экономической стимуляцией разработки программ ЭИУВ могла бы служить государственная сертификация плодово-овощной продукции, выращенной с преимущественным применением биологических средств защиты, дающей право производителю на дополнительные дивиденды, как это имеет место в Финляндии.

При отсутствии государственной поддержки экологического направления в защите растений неминуема ситуация, типичная для «развивающихся стран», – коллапс действующей химической программы защиты культуры и разорение крестьян, как это имело место в Северной Мексике [Bottrell, Adkisson, 1977], в Индонезии [Kenmore, 1991; Сугоняев, Монастырский, 1997] и ряде других стран.

Вместе с тем, продукты, получаемые при выращивании ряда однолетних продовольственных и технических культур, менее зависят от фактора «товарного вида», что создает хорошую основу для развития ЭИУВ. Яркий пример тому – ЭИУВ хлопчатника и, отчасти, риса, на чем мы подробнее остановимся ниже.

2. Во второй половине 20-го столетия в развитии теории и практики ЭИУВ четко прослеживаются две тенденции: А) разработка региональных и межрегиональных программ интегрированного управления вредителями (IPM) на основе создания математических моделей предполагаемых событий в конкретных условиях данной агроэкосистемы с последующей компьютеризацией процесса; Б) разработка программ ЭИУВ на биоценотической основе, базирующихся на эмпирическом материале, добытом в течение длительного периода наблюдений (5-6 лет или сезонов), и ориентированных на уровень агронома по защите растений либо самого производителя-фермера, т.е. максимально простых при осуществлении.

А. Пионерами в области создания региональных программ управления и соответствующих региональных компьютерных центров являются США и Австралия, где наибольшее развитие получили программы интегрированной защиты хлопчатника [Luttrell, 1994; Fitt, 1994]<sup>2</sup>.

Моделирование эффектов, возникающих вследствие взаимодействия различных факторов в биологических системах, – один из важнейших путей познания [Watt, 1961]. Однако применительно к проблемам управления популяциями вредных и полезных видов в агроэко-

стемах, т.е. ЭИУВ, возможности использования математического моделирования не всегда рассматривались однозначно. В.Томпсон [Thompson, 1939] один из первых обратил внимание на то, что вероятность создания приемлемого «инструмента управления» на основе математического моделирования невелика, поскольку представляется малоперспективной попытка свести к «управляемой форме» весь комплекс взаимодействующих труднопредсказуемых природных факторов. Последующие исследования показали, что попытки заложить в основу функционирования математических моделей взаимодействия в тритрофе «растение-фитофаг-энтомофаг» в изменяющихся условиях среды не увенчались успехом, поскольку математически они описываются как хаос, т.е. изменения, имеющие неопределенный характер и мало поддающиеся прогнозированию. Практика показала, что именно «хаос», затрудняющий выявление основных тенденций в изменениях численности популяций вредителя и его естественных врагов в конкретной агроэкосистеме, является ограничивающим моментом в данном подходе [Ehler, Bottrell, 2000].

Одновременно было установлено, что отношения видов в дитрофе «растение-фитофаг» на климатическом и агротехническом фонах моделируются с достаточно высокой степенью вероятности, поэтому именно они были положены в основу действующих моделей. Их базовым параметром является уровень численности вредного вида, чреватый потерями урожая, т.е. ЭПВ, указывающий на необходимость оперативного вмешательства с целью снижения численности вредителя. На практике в подавляющем большинстве случаев для этой цели используются химические пестициды. Концепция ЭПВ как «спускового крючка» для проведения химической обработки привела в конечном итоге к новому раскручиванию пестицидной мельницы, ибо пестициды, по образному определению П.ДеБаха и Д.Розена [DeBach, Rosen, 1991], представляют собой род «экологического наркотика»: чем больше их применяешь, тем большая нужда в них испытывается. Количество обработок пестицидами хлопчатника к середине 90-х годов в Австралии увеличилось до 16 за сезон; в том же направлении развивались события в США, что в целом имело разрушительные последствия. Так, региональный компьютерный центр управления SIRATAC в Австралии прекратил свое существование (Fitt, 1994). В США планы осуществить к 2000 г. распространение принципов и методов интегрированного управления на 75% всех сельскохозяйственных земель, начиная с 1993 г., на основе правительственной программы PAMS признаны несостоятельными [Ehler, Bottrell, 2000]. Следует отметить, что административные усилия в США в данном направлении были беспрецедентно значительными: многомиллионные фонды для осуществления исследовательских и пилотных работ выделялись на основе на-

<sup>2</sup> При дальнейшем изложении мы будем базироваться преимущественно на материалах, полученных при изучении агроэкосистем полевых культур.

циональной политики в области защиты растений и охраны окружающей среды, провозглашенной в 1972 г. президентом Никсоном, в 1979 поддержанной президентом Картером, создавшим Координационный комитет по интегрированному управлению вредителями, и далее президентом Клинтоном.

Из анализа имеющихся данных следует, что игнорирование (в том числе и вследствие объективных причин) в реализованных программах «интегрированного управления вредителями» такого фактора, как деятельность естественных врагов вредных видов, в конечном итоге обусловило их экологическую неэффективность и коллапс в последующем. Этот вывод кажется парадоксальным, поскольку речь идет о видах естественных врагов, обитающих на сельскохозяйственных культурах и традиционно считающихся неэффективными с хозяйственной точки зрения. Выяснилось, что мы мало или ничего не знаем о роли в агроэкосистемах тех видов зоофагов, которые атакуют заведомо вредные виды членистоногих. Между тем, результаты пока немногочисленных исследований показывают, что их роль значительна или даже огромна. Так, Пан Сион-фей [Pang Xiong-wei, 1986] показал, что из-за гибели энтомофагов вследствие применения инсектицидов на обрабатываемом участке индекс роста популяции рисовой листовёртки-огневки (*Cnaphalacrocis medinalis* Guinee) составил 1.08, тогда как на участке с естественной регуляцией, включая деятельность энтомофагов, только 0.89. По его расчетам, в случае устранения влияния энтомофагов, численность популяции вредителя увеличится в 33.9 раза. В аналогичном случае увеличение численности весенней капустной мухи (*Delia brassicae* Bouche) прогнозируется в 21.9 раза (Гусева и Вол, 1995). Настоящая катастрофа произошла при уничтожении инсектицидами паразитов и других врагов бурой цикадки (*Niloparvata lugens* Stal) – ее численность увеличилась в 1000 раз [Heinrichs, Aquino, Chelliah, Valencia, Reissig, 1982]. Отсюда следует, что так называемые «неэффективные» естественные враги в значительной степени определяют средние уровни численности вредных видов фитофагов в агроэкосистемах, поэтому нам должна быть безразлична их судьба в результате нашей «созидательной» деятельности. Существует ли путь их сохранения, преумножения и использования в программах ЭИУВ? На этот вопрос мы отвечаем ниже.

Б. Разработка принципов ЭИУВ на экологической основе в результате накопления эмпирических данных была осуществлена нами в двух случаях – на хлопчатнике и рисе. Небезынтересно отметить, что на обе культуры на конец 80-х годов приходилось около половины всех вырабатываемых и используемых в мире пестицидов [Lampe, 1994]. Считалось, что без интенсивного применения пестицидов сохранение их полноценного урожая невозможно. В СССР в руководствах ВИЗР

«Биологические основы защиты хлопчатника от вредителей», изданных под редакцией И.Я.Полякова в 1971 и 1972 гг., рекомендовалось проведение 6-и химических обработок хлопчатника за сезон. Однако является ли применение химических пестицидов на хлопчатнике действительной необходимостью? Попытаемся ответить и на этот вопрос.

Начиная с 1966 г. наши первые биоценологические исследования на небольших фермерских полях хлопчатника в Северном Афганистане, на которых особенности сообщества членистоногих определялись преимущественно силами естественной регуляции, вскрыли значение видового разнообразия как фактора стабильности агроэкосистемы. Оказалось, что уровни видового разнообразия в начальный (стартовый) период сукцессии, или формирования сообщества, зависят от сроков посева культуры. В последующем в течение вегетационного периода именно они в значительной мере определяют изменения численности видов фитофагов, заселяющих растения хлопчатника, и в конечном итоге, отсутствие или наличие их вреда [Sugonjaev, Stoljarov, Umarov, 1968; Сугоняев, 1969, 1971, 1979; Столяров, Сугоняев, Умаров, 1974 а,б]. Иллюстрацией этому могут служить кривые, изображенные на рисунке 1. На участке, где в первой половине лета общее население всех видов членистоногих – вредных и особенно полезных было относительно обильным (1), последующий суммарный пик численности видов (в том числе тли *Aphis gossypii* Glov.) был незначительным.

Наоборот, на вначале мало населенном участке (2) размножение видов в течение последующей вегетации приняло катастрофический характер. Наблюдаемый резкий рост численности обусловлен преимущественно размножением *A.gossypii*, затем паутинного клеща (*Tetranychus telarius* L.). Заметно повышенной была и численность гусениц хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hb.). Отмеченная зависимость между сроками посева, темпами формирования сообщества членистоногих и средней численностью видов фитофагов и зоофагов регистрировалась нами в течение всего периода наблюдений [Столяров, Сугоняев, Умаров, 1974 б]. В результате была предложена гипотеза, которая объясняла экологическую «устойчивость» или «неустойчивость» данного хлопкового поля 1) стартовой ситуацией в формировании обитающего на нем сообщества членистоногих и 2) уровнем его видового разнообразия в течение вегетационного периода.

Проверка данной гипотезы в Туркмении в условиях индустриальной культуры хлопчатника подтвердила ее положения [Сугоняев, Камалов, 1976; Сугоняев, Камалов, Ниязов, Алексеев, 1977]. Сравнение показателя видового разнообразия «d» на полях раннего (оптимального) и позднего сроков посева выявило, что на полях первого типа формирование сообщества протекает более интенсивно, чем на полях второго

типа (рисунок 2). Этому способствует сложившийся здесь благоприятный микроклимат и выделяемый листьями хлопчатника питательный экссудат, привлекающие кокциnellид (Coccinellidae), хризопу обыкновенную (*Chrysopa carnea* Steph.) и других зоофагов [Сугоняев, Камалов, 1976]. Существующие различия в конечном итоге определяют динамику численности вредных и полезных видов. Как правило, на полях устойчивого типа, т.е. с высоким уровнем видового разнообразия, изменения численности потенциально вредных видов происходят ниже уровня их экономической значимости, тогда как на полях неустойчивого типа проявление вредоносности более вероятно. Данное обстоятельство объясняется и тем, что структура видового разнообразия сообщества членистоногих на хлопчатнике в значительной степени определяется обилием видов зоофагов, составляющих около 70% всего видового состава [Сугоняев, 1983].

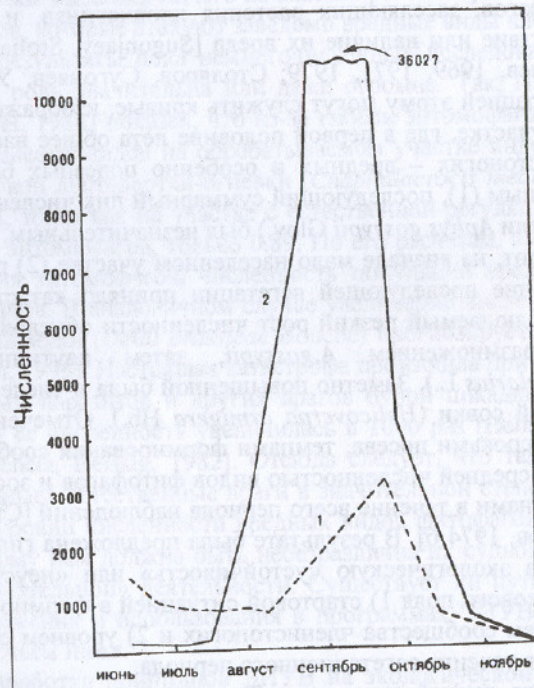
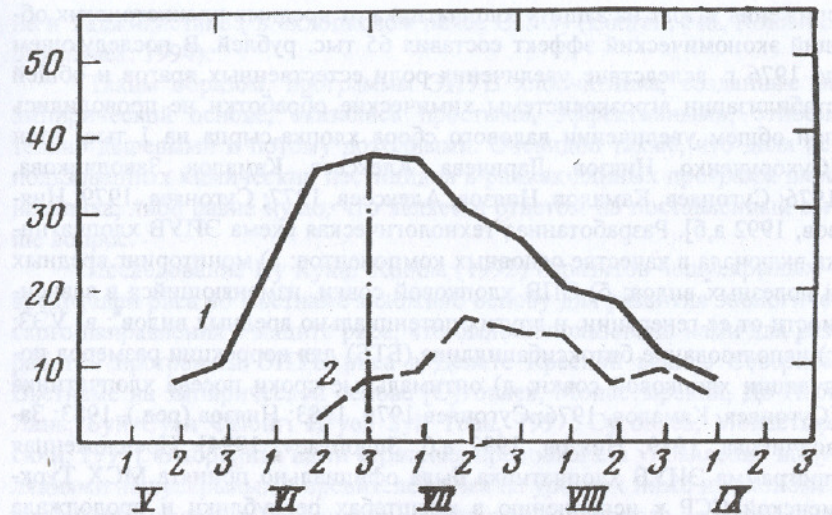


Рисунок 1 — Динамика суммарной численности популяций вредных и полезных видов на полях хлопчатника раннего (оптимального) (1) и позднего (2) сроков посева. Северный Афганистан, Баглан, 1966 г. По оси ординат — численность (по: Сугоняев, 1969).



S-1

Рисунок 2 — Видовое разнообразие ( $d = \frac{S-1}{N-1}$ , где S — число видов, N — общее количество особей) членистоногих на полях устойчивого (1) и неустойчивого (2) типов. Туркменистан, дельта р. Мургаб, 1971-1975 гг. По оси ординат — индекс d, по оси абсцисс — месяцы, декады, | — максимум индекса d (по: Сугоняев, Камалов, Ниязов, Алексеев, 1977).

Таким образом были получены прямые доказательства роли видового разнообразия в определении устойчивости данного поля хлопчатника к проявлению вредоносной деятельности фитофагов.

В практическом плане средняя численность индикаторных<sup>3</sup> видов многоядных зоофагов, характерная для полей устойчивого типа и составляющая 2.5-3 особей на 1 растение, была принята в качестве показателя уровня эффективности зоофагов (УЭЗ). При регистрации данного УЭЗ на поле применение химического инсектицида не рекомендуется, так как предполагается, что силы естественной регуляции обеспечат удовлетворительную защиту урожая.

В этом отношении показательна динамика сокращения масштабов применения инсектицидов на хлопчатнике в колхозе «Тезе дурмуш» Мургабского района Туркменистана, где с 1971 по 1976 гг. проводились наши исследования агроэкосистемы хлопкового поля с целью разработки программы ЭИУВ хлопчатника. Если в 1971 г. в хозяйстве было обработано пестицидами около 80% полей, то в 1972 г. — только 17.2%, а в 1973 г. — 0%. В результате за период 1971-1973 гг. за счет

<sup>3</sup> Виды, легко наблюдаемые и определяемые при полевом обследовании.

снижения затрат на защиту хлопчатника от вредных членистоногих об- щий экономический эффект составил 65 тыс. рублей. В последующем до 1976 г. вследствие увеличения роли естественных врагов и общей стабилизации агроэкосистемы химические обработки не проводились при общем увеличении валового сбора хлопка-сырца на 1 тыс. тонн [Сухорученко, Ниязов, Даричева, Алексеев, 1977; Сугоняев, 1979; Ния- зов, 1992 а,б]. Разработанная технологическая схема ЭИУВ хлопчатни- ка включала в качестве основных компонентов: а) мониторинг вредных и полезных видов; б) ЭПВ хлопковой совки, изменяющийся в зависи- мости от ее генерации, и других потенциально вредных видов<sup>4</sup>; в) УЭЗ; г) использование битоксибациллина (БТБ) для коррекции размеров по- пуляции хлопковой совки; д) оптимальные сроки посева хлопчатника [Сугоняев, Камалов, 1976; Сугоняев 1979, 1983; Ниязов (ред.), 1983; За- водчикова, 1989; Ниязов, 1992 а,б; Sugonyaev, 1994]. Предложенная программа ЭИУВ хлопчатника была официально принята МСХ Турк- менской ССР к исполнению в масштабах республики и продолжала действовать в течение 80-х и первой половины 90-х годов, что вдвое сократило применение пестицидов и способствовало общему оздоров- лению окружающей среды при удовлетворительной защите урожая. В качестве примера мы приведем Марыйскую область – ведущий хлопко- сеющий регион Туркменистана. За период с 1981 г. по 1990 г. рост среднего урожая хлопчатника здесь составил 2.6 ц/га. За этот же период количество обработанных химическими пестицидами площадей хлоп- чатника сократилось с почти 100 тыс. га до менее чем 100 га, т.е. в 100 раз (Ниязов, 1992 б).

В сходном направлении развивалась программа ЭИУВ хлопчат- ника в Таджикистане (Нарзикулов, Умаров, 1977; Коваленков, Алешев, 1977; Ваньянц, 1991; Sugonyaev, 1994; Коваленков, 2003).

Обращают на себя внимание востребованность рекомендованных программ ЭИУВ хлопчатника на уровне хозяйств и стабильность их функционирования как в Туркменистане, так и в Таджикистане. При этом наблюдались неуклонное сокращение объемов применяемых хи- мических пестицидов и заметный рост используемых бактериальных препаратов (Ниязов, 1992 а, б; Sugonyaev, 1994). При сравнительном экспертном анализе основных черт интегрированных программ защиты хлопчатника, разработанных и применяемых в США, Австралии, Бра- зилии и СНГ, было отмечено, что наибольшей экологической эффек- тивностью отличаются программы ЭИУВ хлопчатника в Туркмениста-

не и Таджикистане ( в «хлопковом поясе СНГ») (Luttrell, Fitt, Romalho, Sugonyaev, 1994).

Таким образом, программы ЭИУВ хлопчатника, созданные на эмпирической основе, оказались простыми, эффективными, относи- тельно дешевыми и потому доходными. Очевидно также, что доля ис- пользованных химических пестицидов в рамках данных программ либо невелика, либо равна нулю, что является ответом на поставленный вы- ше вопрос.

Исследование Ву Куанг Коном (1992) паразитов чешуекрылых – вредителей риса во Вьетнаме заложило основу для развития экологиче- ского направления в защите риса, что было использовано нами для раз- работки программы ЭИУВ риса в Дельте Красной реки в Северном Вьетнаме на эмпирической основе [Сугоняев, Монастырский, До Нгок Лань, Буй Суан Фыонг, Нгуен Зуй Тоан, 1997; Сугоняев, Монастыр- ский, 1997]. Выбранная нами стратегия предполагала управление попу- ляциями чешуекрылых – вредителей риса на уровнях ниже их экономи- ческой значимости и сохранение и увеличение видового разнообразия, прежде всего энтомофагов, как фактора стабильности агроэкосистемы. С этой целью нами разработаны двухуровневые скользящие (динамич- ные) ЭПВ видов чешуекрылых, установлена способность растения риса компенсировать нанесенный вред в зависимости от его возраста, роль энтомофагов в повышении устойчивости рисового поля к проявлению вредоносности фитофагов с учетом комбинации двух сред обитания – водной и наземной. С целью осуществления мониторинга разработаны и испытаны стандартные учетные таблицы – графики для проведения последовательного (секвенциального) анализа образцов с целью приня- тия оперативного решения. Для окончательной оценки ситуации выяв- лен и использован УЭЗ, характеризующий вероятную роль естествен- ных врагов в агроэкосистеме [Сугоняев, Монастырский, 1997, 2001].

Хотя в основе нашего анализа агроэкосистемы рисового поля лежал учет динамики численности *ключевых вредных видов* чешуекры- лых – рисовой листовёртки – огневки (*Snaphalocrocis medinalis*) и жел- той стеблевой огневки (*Scirpophaga incertulas* Walk.), разработанная программа ЭИУВ риса преследовала одну цель – сохранение и повы- шение устойчивости всего рисового поля к проявлению вредоносной деятельности указанных видов плюс бурой цикадки.

Таким образом, как и в случае с хлопчатником, наша программа не ориентировалась на дитроф как основу управления, обычно реали- зуемую в известных нам моделях<sup>5</sup>, но принимала показатели видового

<sup>4</sup> ЭПВ хлопковой совки принят по Танскому (1969), для остальных видов – по Столярову, Су- гоняеву, Умарову (1974 а,б) и Сугоняеву (1983).

<sup>5</sup> В эксперименте взаимодействия видов в рамках дитрофа изучались, что позволило лучше понять биологические основы вредоносности видов (Монастырский, Сугоняев, 1995, 2001; Сугоняев, Монастырский, 1997).

разнообразия энтомофагов и их численности как характеристики степени устойчивости агроэкосистемы в целом. В качестве инструментов коррекции рекомендованы БТБ, хорошо зарекомендовавший себя в тропических условиях, и дробное, периодическое внесение удобрений с целью повышения компенсационных способностей рисового растения. В случае достижения одним или обоими вредными видами ЭПВ, что обычно наблюдается в Дельте Красной реки во 2-м сезоне риса в первой неделе сентября, возможно локальное применение фосфорорганического инсектицида. Важно отметить, что при этом мы исходим из принципа допустимости некоторых потерь урожая, а именно от 5 до 7%. Данные потери представляют собой экономическую составляющую ЭПВ, причем 5% потерь мы определяем как *сигнальный уровень*, 7% — как *оперативный уровень* предлагаемого нами двухуровневого ЭПВ [Сугоняев, Монастырский, 1997, 2001]. 5%-ные потери являются таким образом нашей платой за стабильность агроэкосистемы.

Отвечая на поставленный выше вопрос, мы отмечаем, что вместо 2-3 обработок пестицидами, обычно проводимых в течение каждого сезона риса в Дельте Красной реки, т.е. 6-ти в год, достаточно проведение только одной обработки во 2-м сезоне риса, причем не каждый год.

3. Основным недостатком ныне действующих систем мониторинга агроэкосистем следует признать отсутствие должного объема информации, на основе которой наблюдатель мог бы заключить, способны ли естественные враги предотвратить на данном поле проявления вредоносности видов-фитофагов. УЭЗ, выявленный на основе учета индикаторных видов зоофагов, оказался простым и надежным методом как на хлопчатнике в хлопковом поясе СНГ [Сугоняев, 1994], так и в Северной Калифорнии на свекле [Ehler, 2000], т.е. на пропашных культурах. На посевах злаков, например, рисе, подсчет индикаторных видов зоофагов оказался более трудоемким, так как требует регистрации не только подвижных стадий видов, но и зараженности яиц ключевых видов вредителей наездниками- яйцеедами *Trichogramma*, *Telenomus*.

Недостаток данных не позволил свести оценку степени устойчивости данного поля к учету только одного вида зоофага паука — волка *Pardosa pseudoannulata* Boes. et Str., типичного обитателя рисовых чеков в Юго-Восточной Азии, однако такой вариант вероятен [Сугоняев, Монастырский, 1997]. Идеальным решением было бы включение подобного ведущего индикаторного вида зоофага в стандартный комбинированный график секвенциального учета (см. выше), что на выходе позволяло бы принимать немедленное оперативное решение.

Ограниченность средств избирательного воздействия на вид-мишень — «общее место» для всех программ ЭИУВ. Увеличение сортирента микробиологических препаратов и биологически активных ве-

ществ (БАВ), наметившееся к настоящему времени, создает благоприятную основу для их испытания и использования в программах ЭИУВ как инструментов управления популяциями вредных видов.

4. Существенным ограничением для использования программ ЭИУВ сельскохозяйственных растений является их относительная сложность, требующая определенных знаний. Среднестатистический производитель (агроном, фермер) обычно имеет слабое представление о видах энтомофагов и их вероятной роли в агроэкосистемах. Вместе с тем, красочно изготовленные проспекты химических компаний, «гарантирующие» высокую эффективность рекламируемых пестицидов в подавлении вредителей растений в сочетании с простотой их применения, несомненно привлекают производителя. Только достигнув фазы пестицидного синдрома (см. выше), когда химическая защита перестает быть рентабельной, производитель начинает искать альтернативу.

Опыт ФАО ООН показывает, что региональные фермерские школы, создаваемые местными администрациями совместно с научными центрами и заинтересованными производителями, где непосредственно в поле сравниваются результаты применения двух программ — «химической», основанной на применении пестицидов, и ЭИУВ — с демонстрацией их преимуществ и недостатков позволяют производителю получить информацию и сделать выбор [Kenmore, 1991].

Отсутствие подобной просветительской инфраструктуры в России объективно стимулирует развитие практической защиты растений в направлении раскручивания пестицидной мельницы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

### Заключение

Проводя итог первой части научного анализа, посвященного развитию экологического направления в защите преимущественно однолетних культур, мы констатируем следующее:

- увеличение доли химических пестицидов в программах защиты растений чревато возникновением пестицидного синдрома, резким снижением рентабельности подобных программ и коллапсом сельскохозяйственной культуры;

- при разработке и использовании программ управления популяциями вредных видов на экологической основе (ЭИУВ) определенными преимуществами и стабильностью отличается эмпирический подход к решению поставленной задачи;

- практический опыт показывает, что успех ЭИУВ в значительной мере определяется системой мониторинга, адекватно отражающей экологическую ситуацию на данном поле;

- средства избирательного воздействия на популяцию вида - мишени при сохранении численности зоофагов - необходимые инструменты управления;
- распространение знаний, связанных с ЭИУВ, в том числе с помощью административной поддержки, во многом определяет успех экологического направления в защите растений;
- игнорирование рыночного фактора идет во вред ЭИУВ, в связи с чем необходима государственная система сертификации сельскохозяйственной продукции, стимулирующая интерес производителей к получению экологически чистых продуктов растениеводства.

#### Список использованных источников

1. Бартлетт Б.Р. Сочетание химического и биологического методов борьбы // Биологическая борьба с вредными насекомыми и сорняками. - М.-1968. - С. 375-391.
2. Ваньянц Г.М. Организация и экономическая основа интегрированной защиты хлопчатника от вредителей в Таджикистане: Автореф. канд. дисс. - СПб., Пушкин, 1991. - 22с.
3. Ву Куанг Кон. Хозяйно-паразитные отношения чешуекрылых - вредителей риса и их паразитов во Вьетнаме. - СПб. - 1992. - 226 с.
4. Гусева О.Г., Вол И.А. Роль антропогенного фактора в жизненной системе весенней капустной мухи (*Delia brassicae* Bouche) (Diptera, Anthomyiidae) // Энтомологический обзор. - 1974. - Т. 74. - С.38-44.
5. Заводчикова В.В. Хищные клопы и их роль в сохранении урожая хлопчатника. - Ашхабад, 1989. - 26 с.
6. Коваленков В.Г. Формирование и развитие науки и практики защиты растений в Таджикистане // Вестн. заш. раст. - 2003. - №3. - С.52-62.
7. Коваленков В.Г., Алешев В.А. Интегрированная борьба с вредителями хлопчатника в Таджикистане // Биоценологические основы интеграции в защите хлопчатника от вредителей. - Л., 1977. - С. 41-45
8. Монастырский А.Л., Сугоняев Е.С. Экологические основы разработки интегрированной системы защиты риса от вредных чешуекрылых (Lepidoptera) в Северном Вьетнаме. I. Модель вредоносности рисовой листовёртки - огневки *Cnaphalocrocis medialis* Guin // Энтомологический обзор. - 1975. - Т. 74. - С.19-37.
9. Монастырский А.Л., Сугоняев Е.С. Экологические основы разработки интегрированной системы защиты риса в Северном Вьетнаме. III. Опыт расчета экономического порога вредоносности рисовой желтой стеблевой огневки *Scirpophaga incertulas* Walk. (Lepidoptera, Pyralidae) // Энтомологический обзор. - 2001. - Т. 80. - С.585-592.
10. Нарзикулов М.Н., Умаров Ш.А. Итоги десятилетних работ по изучению агробиоценозов и внедрению интегрированной борьбы с вредителями хлопчатника в Таджикистане // Биоценологические основы интеграции в защите хлопчатника от вредителей. - Л., 1977. - С.12-26.
11. Ниязов О.Д. (ред.). Практические рекомендации по использованию приемов интегрированной системы защиты хлопчатника в Туркменистане. Ашхабад. - 1983. - 26с.
12. Ниязов О.Д. Экологические принципы защиты хлопчатника // Изв. АН СССР. Сер. биол. наук. - 1992 а. - №2. - С.3-13.
13. Ниязов О.Д. Экологические принципы защиты хлопчатника от вредителей в Туркменистане. - Дисс. докт. наук в форме науч. докл. - СПб. - Пушкин. - 1992 б. - 55с.
14. Столяров М.В., Сугоняев Е.С., Умаров Ш.А. Динамика сообщества членистоногих хлопкового поля в Северном Афганистане (Обоснование интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей) I // Энтомологический обзор. - 1974а. - Т. 53. - С.245-257.
15. Столяров М.В., Сугоняев Е.С., Умаров Ш.А. Динамика сообщества членистоногих хлопкового поля в Северном Афганистане (Обоснование интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей) II // Энтомологический обзор. - 1974б. - Т. 53. - С.481-496.
16. Сторчевая Е.М. Обоснование биологизации защиты от вредителей в адаптивно-ландшафтном садоводстве юга России. - Реф. докт. дисс. - Краснодар, 2002. - 45 с.
17. Сугоняев Е.С. О сочетании химического и биологического методов на примере борьбы с мягкими ложнощитовками (Homoptera, Coccidae) на цитрусовых // Докл. АН СССР. - 1955. - Т. 101. - С.375-377.
18. Сугоняев Е.С. Роль энтомофагов в динамике популяций насекомых // Журн. общ. биол. - 1967. - Т. 28. - С.251-268.
19. Сугоняев Е.С. Интегрированная борьба с членистоногими - вредителями растений // Биологический метод борьбы с вредителями растений. - Рига, 1968. - С.317-320.
20. Сугоняев Е.С. Биологический барьер против вредителей // Природа. - 1969. - №11. - С.55-57.
21. Сугоняев Е.С. Многоядные энтомофаги и их роль в экосистемах (на примере экосистемы хлопкового поля в Северном Афганистане) // Конф. биоценол. методам учета числ. вред. с.-х. культур и леса. - Л., 1971. - С.33-34.
22. Сугоняев Е.С. Опыт разработки интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей на биоценологической основе // Журн. общ. биол. - 1979. - Т. 40. - С.668-679.
23. Сугоняев Е.С. Особенности сообщества членистоногих хлопкового поля и пути управления им // Интегрированная система защиты хлопчатника от вредителей в Туркменистане. - Ашхабад, 1983. - С.10-13.
24. Сугоняев Е.С., Камалов К. К изучению биоценологических связей и их влияния на динамику численности вредных и полезных членистоногих хлопкового поля в низовьях Мургаба // Экология и хозяйственные значения насекомых Туркмении. - Ашхабад, 1976. - С.19-45.
25. Сугоняев Е.С., Камалов К., Ниязов О.Д., Алексеев Ю.И. Результаты многолетнего изучения агробиоценоза хлопкового поля с целью разработки интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей в Туркмении // Биоценологические основы интеграции в защите хлопчатника от вредителей. - Л., 1977. - С.26-40.
26. Сугоняев Е.С., Монастырский А.Л., До Нгок Лань, Буй Суан Фыонг, Нгуен Зуи Тоан. Принципы и методы экологического интегрированного управления чешуекрылыми вредителями риса (Lepidoptera, Pyralidae) в Северном Вьетнаме // Биологическое разнообразие и современное состояние тропических экосистем Вьетнама. Книга 1. - М.-Ханой, 1997. - С.218-260.
27. Сугоняев Е.С., Монастырский А.Л. Введение в управление популяциями насекомых - вредителей риса во Вьетнаме. - Ханой, 1997. - 221с.
28. Сугоняев Е.С., Монастырский А.Л. Двухуровневый скользящий экономический порог вредоносности (ДСЭПВ) вида и процесс принятия оперативного решения // Биологизация защиты растений: состояние и перспективы. Часть I. - Краснодар, 2001. - С.6-8.
29. Сухорученко Г.И., Ниязов О.Д., Даричева М.А., Алексеев Ю.И., Камалов К., Заводчикова В.В. Влияние химических обработок на вредную и полезную фауну хлопчатника // Экология и хозяйственное значение насекомых Туркмении. - Ашхабад, 1976. - С.46-61.
30. Танский В.И. Вредоносность хлопковой совки *Heliothis obsoleta* F (Lepidoptera) в Южном Таджикистане // Энтомологический обзор. - 1969. - Т. 48. - С.44-56.
31. Bartlett B. Effect of parathion on parasites of *Coccus hesperidum* // Jour. Econ. Entomol. 1951. Vol. 44. - P. 344-347.
32. Bottrell D.G. and Adkison P.L. Cotton insect pest management // Annu. Rev. Entomol. - 1977. - Vol. 22. - P.451-481.

- 440p.
33. DeBach P., Rosen D. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge, 1991.-
34. Douth R.L., Smith R.F. The pesticide syndrome // Biological Control. New York, 1971.-P.3-15.
35. Ehler L.E. Natural enemies provide ecosystem service // IOBC Newsletter. 2000. № 71. - P. 1-2.
36. Ehler L.E., Bottrell D.G. The illusion of integrated pest management // Issues Sci.Techn.2000.-Vol.16.-P.61-64.
37. Fitt G.R. Cotton pest management: Part 3. An Australian perspective // Annu.Rev.Entomol.-1994.-Vol.39.-P.543-562.
38. Geier P.M. Management of insect pests // Annu.Rev.Entomol.-1966.-Vol.11.-P.471-490.
39. Geier P.M. and Clark L.R. An ecological approach to pest control // Proc.Tech.Meeting Inter.Union Conserv.Nat. Warsaw.-1960.-P.10-18.
40. Heinrich E.A., Aquino G.B. Chelliah S., Valencia S.L. and Reissig W.H. Resource of *Nilaparvata lugens* (Stal) population as influence by method and timing of insecticidal applications in lowland rice // Environ.Entomol.-1982.-Vol.11.-P.78-84.
41. Huffaker C.B. Some ecological roots of pest control // Entomophaga.-1974.-Vol.19.-P.371-389.
42. Kenmore P.E. Indonesia's Integrated Pest Management - A Model for Asia. Manila.-1991.-56p.
43. Lampe K. Rice research for the 21st century // Vietnam-IRRI Rice Conf.Hanoi.-1994.-P.1-10.
44. Luttrell R.G. Cotton pest management: Part 2. A US perspective // Annu.Rev.Entomol.-1994.-Vol.39.-P.537-542.
45. Luttrell R.G., Fitt G.R., Ramalho F.S., Sugonyaev E.S. Cotton pest management: Part 1. A world perspective // Annu.Rev.Entomol.-1994.-Vol.39.-P.517-526.
46. Metcalf R.L., Luckmann W.H. Eds.Introduction to Insect Pest Management. New York.-1975.-587p.
47. Pang Xiong-fei. Evaluation of the effectiveness of *Trichogramma* and other egg parasites. 2d Internat.Symp., Guangzhou (China), 1986 (Ed.INRA, Paris, 1988.-P.443-449).
48. Ramalho F.S. Cotton pest management: Part 4. A Brazilian perspective // Annu.Rev.Entomol.-1994.-Vol.39.-P.563-578.
49. Rosen D. Integrated control of citrus pests in Israel // Proc.Internat.Symp. IOBC/WPRS: Integrated Control in Agriculture and Forestry. Vienna.-1980.-P.289-292.
50. Stern V.M., Smith R.F., Van den Bosch R. and Hagen R.S. The integrated control concept // Hilgarida.-1959.-Vol.29.-P.81.
51. Sugonyaev E.S. Cotton pest management: Part 5. A Commonwealth Independent States perspective // Annu.Rev.Entomol.-1994.-Vol.39.-P.579-592.
52. Sugonjaev E.S., Stoljarov M.V., Umarov Sh.A. The role of natural enemies in regulation of cotton pests number in North Afghanistan // Тр. XIII междунар.энтомолог.конгр. Москва, 1968.-Т.2 (II, 1971.-С.193).
53. Thompson W.R. Biological control and theories of interactions of populations // Parasitology.-1939.-Vol.31.-P.299-388.
54. Watt K.E.F. Mathematical Models for Use in Insect Pest Control. Canada.Entomol.Supp.19.-1961.-62p.