

БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА (НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКАРИФАГОВ)

Круглогодичная эксплуатация закрытого грунта увеличивает значение защитных мероприятий, грамотная и своевременная реализация которых позволяет сохранять урожай, получаемый с дорогостоящей площади теплиц. При этом использование в борьбе с вредителями растений их естественных врагов по сравнению с открытым грунтом сопряжено с определенными ограничениями, связанными с особенностями микроклимата теплиц и технологий возделываемых культур.

Тщательное антисептирование помещений и грунта, соблюдение карантинного режима создают почти стерильные условия для выращиваемых растений. В сочетании с поддержанием оптимальных для растений режимов это создает предпосылки для их бурного роста, предопределяя возникновение практически неограниченной кормовой базы для вредителей-фитофагов и возбудителей болезней, которые могут сохраняться в теплицах несмотря на все предупредительные меры, или проникают извне. Не встречая в теплицах естественных врагов или антагонистов, вредители и патогены реализуют весь свой репродуктивный потенциал, что приводит к взрывному увеличению численности вредных организмов или вспышкам заболеваний, и как следствие — к необходимости проведения экстренных защитных мероприятий.

Широко пропагандируемые в последнее время интегрированные системы защиты растений по сути являются лишь компромиссным этапом в развитии экологически безупречных систем сохранения урожая от вредителей и болезней в закрытом грунте, и за ними не может быть признано будущее, как и за чисто химическими методами, недостатки которых сегодня слишком очевидны, чтобы быть предметом обсуждения.

Замена в системе интегрированной защиты хотя бы одного пестицида на более эффективный может поставить под сомнение возможность применения расположенного за ним в технологической цепочке биорегулятора или по крайней мере снизить его активность, поскольку имеющаяся у биоагента резистентность к замененному пестициду, если таковая есть, может проявиться лишь частично, когда новый препарат токсичнее для биоагента, либо не проявиться вовсе, когда новый препарат принадлежит к другому классу соединений. Таким образом, вся система разрушается и возникает необходимость либо проведения селекционных работ по отбору резистентного к новому пестициду биорегулятора, либо отказа от интегрированной системы и возврат к чисто химическим методам защиты, что ведет в тупик.

Если принять во внимание, что поиск даже нерезистентного эффективного биорегулятора сопряжен со значительными затратами средств, времени и труда, поиск либо селекция резистентных биоагентов обречены на отставание от запросов практики, так как создание «про запас» линий биорегуляторов, устойчивых к соединениям, которых еще нет, не является реальной альтернативой.

Очевидно, что единственно перспективным для закрытого грунта являются экологически безопасные системы защиты растений, в которых в качестве биорегуляторов использованы естественные враги, бо-

лезни и антагонисты вредных организмов. Создание таких систем предполагает глубокое исследование свойств составляющих их видов-компонентов и характера взаимоотношений между ними.

Далеко не каждый вид, в природных условиях влияющий на численность объекта регулирования, может быть эффективен в условиях закрытого грунта, поскольку он должен обладать экологическими характеристиками, адекватными условиям применения. Этим обусловлена необходимость постоянного поиска, изучения и отбора перспективных биологических агентов, проявляющих наибольшую эффективность при регулировании численности каждого конкретного вида-мишени. При этом следует иметь в виду возможность возникновения ценотических связей между вводимым в защитную систему новым видом и уже имеющимися в ней видами-биорегуляторами, а также другими видами-мишенями. То есть в основу стратегии отбора перспективных для создания защитных систем видов-биорегуляторов должен быть положен биоценотический подход, учитывающий максимальное число характеризующих виды-компоненты параметров, что позволит с большей степенью надежности прогнозировать функционирование системы в относительно простых и поэтому нестабильно развивающихся биоценозах закрытого грунта.

Предложенные нами ранее принципы отбора перспективных акарифагов, основанные на поэтапном и комплексном их изучении, в процессе практической реализации при поиске хищных клещей для использования в закрытом грунте были уточнены и дополнены положениями, отражающими специфику микроклимата закрытого грунта (Акимов и др., 1975, 1983). Дальнейшее развитие этих концепций привело к выводу, что акарифаги, пригодные для использования в неустойчивой среде закрытого грунта на растениях с относительно коротким сроком вегетации, например огурцах, должны относиться к организмам, подвергающимся «г-отбору», и таким образом, реализовывать жизненную «г-стратегию», согласно терминологии ряда авторов (Пианка, 1981; MacArthur, Wilson, 1967; Force, 1972). Кроме того, такие акарифаги должны обладать определенной устойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды, в первую очередь к неконтролируемому росту температуры, поскольку остальные факторы в условиях теплиц сравнительно легко могут быть подвергнуты корректировке.

Интродуцированный и широко используемый в СССР для борьбы с паутинными клещами в закрытом грунте обитатель субтропической зоны хищный клещ *Phytoseiulus persimilis*, судя по экологическим показателям, является «г-стратегом». Именно поэтому совпадение его характеристик с условиями применения в несбалансированной среде закрытого грунта центра и северо-запада европейской части СССР, где началось производственное применение этого активного акарифага, оказалось наиболее удачным, а использование — эффективным. Однако активность *Ph. persimilis* снижается при температурах выше 33—35 °С (Бегляров, Ущекон, 1972). По мере расширения территории использования этого акарифага в направлении на юг и юго-запад от района его первоначального применения эта особенность хищника стала отчетливо заметной и приобрела практическую значимость (Акимов и др., 1977). Более раннее в южных районах наступление периода высоких дневных температур снижает эффективность *Ph. persimilis* и требует проведения дополнительных выпусков хищников для стабилизации численности вредителя, что вызывает усложнение и увеличение стоимости защиты, удлиняет сроки присутствия вредителя на растениях и нанесения им вреда.

Климатические особенности различных зон накладывают отпечаток на микроклимат закрытого грунта, создавая ситуацию, при которой подбор универсального акарифага, равно эффективного в теплицах различных климатических зон попросту нереален. Приведенный выше пример наглядно свидетельствует в пользу такого вывода. Следовательно, системы биологической защиты даже в закрытом грунте рационально

строить по принципу районирования с учетом специфики определенных климатических зон, выращиваемых культур и использованием видов-биорегуляторов с адекватными этой специфике экологическими характеристиками.

В соответствии с разработанной концепцией отбора перспективных видов и с учетом изложенных соображений в отделе акарологии Института зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН УССР в последние годы проведены работы, в результате которых из 33 исследованных видов клещей сем. Phytoseiidae из различных регионов страны (Крым, Карпаты и Закарпатье, юг Советского Дальнего Востока) было отобрано 3 акарифага — *Amblyseius andersoni*, *A. reductus* (в европейской части СССР) и *A. longispinosus* (на Дальнем Востоке), — эффективных при использовании против паутинных клещей. Клещ *A. longispinosus*, интродуцированный из зоны влажного муссонного климата, оказался наиболее подходящим для использования в условиях закрытого грунта юго-запада Европейской части. Он заметно превосходит *A. andersoni* и *A. reductus* по многим показателям, практически приближаясь к *Phytoseiulus persimilis* (Колодочка, 1983, 1983 а, 1985).

Экологические ниши *A. longispinosus* и *Ph. persimilis* во многом сходны. В то же время *A. longispinosus* более термофилен (Колодочка, 1987, 1987 а, 1988). Скорости развития обоих хищников равны при 18°. С понижением температуры темпы развития *A. longispinosus* тормозятся больше, а с повышением — растут быстрее, чем у *Ph. persimilis*. *A. longispinosus* в колонии паутинного клеща первоначально ведет себя преимущественно как оофаг и лишь по мере уничтожения яиц и личинок переходит к питанию нимфами жертвы, в последнюю очередь нападая на взрослых особей вредителя (Акимов, Колодочка, 1981). Питаясь дейтонимфами, хищник заметно снижает плодовитость, что уменьшает скорость роста популяции акарифага (Колодочка, 1983 а). *Ph. persimilis*, напротив, проявляет тенденцию к преимущественному уничтожению более крупных особей жертвы — самок, дейтонимф, самцов (Бегляров, 1968).

Испытание эффективности совместного применения двух видов акарифагов против паутинных клещей в лабораторных и производственных условиях на растениях в закрытом грунте (огурцы, фасоль, горох, розы, каллы, арум и т. д.) показало преимущества такого приема по сравнению с отдельным использованием хищников (Акимов, Колодочка, 1986). Более высокий эффект от совместного воздействия *A. longispinosus* и *Ph. persimilis* на популяцию паутинного клеща в сравнении с отдельным действием акарифагов наблюдался и ранее в экспериментальных условиях на клевере в пленочных теплицах в Японии (Саппоро), но объяснения причин возрастания степени регулирования не было дано (Mori, Saito, 1979).

Наши исследования позволили установить следующее. Оба хищника — *A. longispinosus* и *Ph. persimilis* — способны в сравнительно короткие сроки многократно обновлять свою популяцию за счет высокой скорости преимагинального развития, относительно большой плодовитости (более 50 яиц на самку за время жизни), короткого периода откладки яиц (до 15—20 сут) и высокой скорости естественного увеличения популяции. Частое пополнение популяции молодыми, более плодовитыми самками позволяет акарифагам быстро наращивать свою численность и, соответственно, снижать численность паутинных клещей, поскольку по степени прожорливости *A. longispinosus* подобен *Ph. persimilis* (Колодочка, 1983, 1985).

Таким образом, эти акарифаги, будучи активными хищниками, но имея различные пищевые предпочтения, при совместном применении одновременно воздействуют на различные структурные части популяции вредителя, снижая его численность быстрее (в 1,5—1,7 раза), чем каждый из них в отдельности. Поскольку *A. longispinosus* медленнее, чем *Ph. persimilis*, покидает растение после того как жертва уничтожена, растения в бывшем очаге размножения вредителя дольше остаются защищенными от повторных вспышек численности паутинных клещей. Пролонгирование эффекта достигается также за счет более полного уничтожения жертвы.

A. longispinosus в такой же или даже в несколько большей степени, чем *Ph. persimilis*, проявляет черты «г-стратега» (особи мельче, ско-

рость роста популяции в определенных условиях выше, продолжительность жизни короче — по: Pianka, 1970). Поэтому наличие в системе «хищники — жертва» двух видов акарифагов, питающихся одной и той же жертвой, не приводит к острой конкуренции между ними. Она устранена активным освоением первоначально обильных, но различных пищевых ресурсов. Хищники могут столкнуться с проблемой прямых конкурентных взаимоотношений из-за пищи лишь на заключительном этапе уничтожения очага размножения вредителя, однако к тому времени основная масса акарифагов, в первую очередь взрослые особи, успевают мигрировать из очага. Наблюдаемые при дефиците обычной пищи — паутиных клещей — случаи поедания преимагинальных фаз (личинок, протонимф) одного вида акарифага особями другого вида, также находящимися в преимагинальных фазах развития (как одна из форм конкуренции) не могут нанести существенного вреда популяции любого из них, так как в целом этот ущерб, как и ущерб от случаев каннибализма, свойственного клещам обоих видов как облигатным хищникам, легко перекрывается высоким уровнем плодовитости самок хищников (Колодочка, 1983 а, 1985; Sabelis, 1981).

Приведенные примеры различий в экологии эффективных акарифагов, способных при совместном использовании успешнее, чем отдельно, снижать численность одного и того же вида жертвы, служат подтверждением правильности положения о необходимости районирования биометода в закрытом грунте с использованием поликомпонентных защитных систем (несколько видов хищников — один вид жертвы) в противовес простым системам (один вид хищника — один вид жертвы) (Акимов, Колодочка, 1984). Различия в оптимумах активности совместно применяемых биорегуляторов и различная их устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов повышают надежность защитной системы в целом, способствует достижению повторяемых результатов при ее реализации. Использование таких поликомпонентных систем, на наш взгляд, способно гарантировать обеспечение эффективного регулирования численности вредителя в тех условиях, когда резкие перепады значений абиотических факторов ослабляют активность одного из акарифагов. Имея набор различных по своим свойствам видов-компонентов, можно формировать стабильно функционирующие защитные системы для использования в конкретных условиях любой зоны и на любой культуре.

Не исключено, что в дальнейшем в поликомпонентные системы защиты могут быть введены не только «г-стратеги», служащие скорее для экстренной борьбы, но и биорегуляторы, реализующие жизненную «К-стратегию», поскольку с увеличением числа компонентов степень стабильности среды возрастает, что ведет к увеличению давления «К-отбора». Это придаст системам еще большую устойчивость и надежность при реализации защиты растений в зонах с контрастными изменениями внешней по отношению к закрытому грунту среды, индуцирующими флуктуации микроклимата теплиц. Кроме того, создание систем на основе биорегуляторов с различными жизненными стратегиями позволит длительное время удерживать плотность популяции вредителя на возможно более низком уровне.

Первые шаги в этом направлении, очевидно, уже сделаны. Интродуцированный хищный клещ *Amblyseius mckenziei* обладает, на наш взгляд, чертами «К-стратега», имея относительно невысокие темпы развития и увеличения популяции, умеренные уровни плодовитости и хищнической активности. Рекомендованный к применению в закрытом грунте против растительоядных трипсов, этот хищник может нормально развиваться при питании паутиными клещами. Потенциал размножения его при этом изменяется, что однако не лишает его возможности оказывать определенное воздействие на численность популяции паутинового клеща. Поскольку сроки выпуска *A. mckenziei* в теплицах обычно сле-

дуют за расселением *Ph. persimilis* против паутинных клещей, включение *A. mckenziei* и в эту трофическую цепь несомненно, что ведет к увеличению степени стабилизации всей защитной системы.

Необходимость дальнейших поисков новых видов хищных организмов, пригодных для составления поликомпонентных систем, очевидна, и этим работам следует придать перманентный характер. При этом определенное значение приобретает поиск эффективных видов вне зоны их предполагаемого применения, поскольку среди местных для такой зоны видов, как показывает опыт, может не оказаться биорегуляторов, удовлетворяющих предварительным условиям. Таким образом, поиск, отбор и интродукция перспективных для биометода видов выступают как взаимосвязанные составные части работ по формированию банка видов, предназначенных для конструирования систем эффективной биологической защиты с заданными свойствами, необходимость в которых ощущается сегодня очень остро.

Акимов И. А., Колодочка Л. А. *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Parasitiformes, Phytoseiidae) — перспективный хищный клещ для биологического метода // Вестн. зоологии.— 1981.— № 5.— С. 78—81.

Акимов И. А., Колодочка Л. А. Некоторые экологические подходы к использованию клещей-фитосейид в закрытом грунте: Тез. IX съезда ВЭО.— Киев, 1984.— Ч. 1.— С. 16.

Акимов И. А., Колодочка Л. А. Экологические основы использования клещей-акарифагов // Защита растений.— 1986.— № 8.— С. 20—21.

Акимов И. А., Колодочка Л. А., Мужанов Н. Н. Поиск местных видов клещей-фитосейид // Там же.— 1977.— № 5.— С. 26.

Акимов И. А., Колодочка Л. А., Старовир И. С., Барабанова В. В. Комплексное изучение клещей-фитосейид как основа выявления перспективных акарифагов: Тез. докл. сов. участн. конгр. Тез. VIII Междунар. Конгр. по защите растений.— М., 1975.— С. 144—145.

Акимов И. А., Колодочка Л. А., Барабанова В. В., Старовир И. С. Разработка и реализация принципов отбора перспективных для биометода акарифагов // Биол. метод борьбы с вредителями и болезнями растений в защищенном грунте: Тез. Всесоюз. совещ.— Рига, 1983.— С. 19—21.

Бегляров Г. А. Методические указания по массовому разведению и применению хищного клеща фитосейулюса для борьбы с паутинными клещами в защищенном грунте.— М.: Колос, 1968.— 20 с.

Бегляров Г. А., Ущеков А. Т. Экология хищного клеща фитосейулюса *Phytoseiulus persimilis* А.-Н. и результаты его практического применения в СССР // Zeszyty probl. post. nauk rolniczych.— Warszawa, 1972.— Z. 129.— S. 93—102.

Колодочка Л. А. Хищные клещи-фитосейиды *Amblyseius longispinosus* и *Phytoseiulus persimilis* как акарифаги в закрытом грунте // Биол. метод борьбы с вредителями и болезнями растений в защищенном грунте: Тез. Всесоюз. совещ.— Рига, 1983.— С. 28—31.

Колодочка Л. А. Экологические особенности хищного клеща *Amblyseius longispinosus* // Вестн. зоологии.— 1983 а.— № 5.— С. 36—42.

Колодочка Л. А. Экология хищных клещей *Amblyseius longispinosus*: Тез. V Всесоюз. акар. совещ.— Фрунзе, 1985.— С. 156—158.

Колодочка Л. А. Развитие трех видов хищных клещей-фитосейид (Parasitiformes, Phytoseiidae). I. Эмбриональное развитие // Вестн. зоологии.— 1987.— № 1.— С. 48—54.

Колодочка Л. А. Развитие трех видов хищных клещей-фитосейид (Parasitiformes, Phytoseiidae). II. Личинка и протонимфа // Там же.— 1987 а.— № 4.— С. 58—62.

Колодочка Л. А. Развитие трех видов хищных клещей-фитосейид (Parasitiformes, Phytoseiidae). III. Дейтонимфа и онтогенез в целом // Там же.— 1988.— № 1.— С. 51.

Пианка Э. Эволюционная экология.— М.: Мир, 1981.— 400 с.

Force D. C. r- and K-strategists in endemic host-parasitoid communities // Bull. Entomol. Soc. Amer.— 1972.— 18.— P. 135—137.

Mac-Arthur R. H., Wilson E. O. The theory of island biogeography.— Princeton: Princeton Univ. Press, N. J., 1967.— 203 p.

Mori H., Saito Y. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) populations by three species of Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) // J. Agric. Hokk. Univ.— 1979.— 59, N 3.— P. 303—311.

Pianka E. R. On r and K selection // Amer. Natur.— 1970— 104.— P. 592—597.

Sabelis M. W. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I. Modelling the predator-prey interaction at the individual level // Agric. Res. Reports.— 1981.— N 910.— 242 p.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена
АН УССР (Киев)