

УДК 632.9

НАУЧНЫЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ

© 2019 г. В. Г. Коваленков

*Всероссийской научно-исследовательский институт биологической защиты растений
350039 Краснодар, п/о 39, Россия**E-mail: vnibzr@mail.kuban.ru*

Поступила в редакцию 07.02.2019 г.

После доработки 13.02.2019 г.

Принята к публикации 12.03.2019 г.

Представлен сравнительный анализ работ фундаментального и прикладного характера, выполненных в 1963–1990 гг. в республике Таджикистан и в 1990–2018 гг. в Ставропольском крае РФ. Раскрыты условия, особенности и общие закономерности последовательного усложнения фитосанитарной обстановки и отклики энтомофауны на практиковавшиеся технологии землепользования и защиты растений. Показано, что наращивание применения химических средств влечет за собой снижение их эффективности из-за формирования резистентности к ним в популяциях вредителей и возбудителей болезней возделываемых культур. Главенствующими в стратегии и тактике сохранения урожая признаны: оперативный мониторинг, упорядочение агротехники, регламентация химического метода, преобладающее применение биологических средств и активизация механизма природной саморегуляции. Это научно выверенное направление преобразований, характеризующееся как биоценотический подход, в современном понимании соответствует методологии, содержанию и требованиям органического земледелия. Условием успеха признаны научное сопровождение и степень восприятия практикой.

Ключевые слова: биоценотический контроль, фитосанитарное состояние, агроэкосистемы, результаты многолетних наблюдений.

DOI: 10.1134/S0002188119060061

ВВЕДЕНИЕ

В сентябре 2018 г. в г. Краснодаре состоялась 10-я Международная научно-практическая конференция “Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем”, в ходе которой представлялось необходимым обобщить накопленные знания, опыт и проанализировать возможности становления и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации. Такая задача вытекала из закона РФ об органической продукции (от 03.08.2018 г. № 280-ФЗ). Предстояло пересмотреть свое отношение ко многим устоявшимся правилам ведения сельского хозяйства, в том числе отказаться от применения привычных химических средств защиты растений от вредных насекомых, клещей, болезней. Более 600 ученых и практиков России и зарубежных стран, участвовавших в работе конференции, признали биологический метод одним из тех ресурсов, которые следует задействовать в первую очередь. Принято во внимание, что наша страна в 1980–1990 гг. занимала первое место в

мире по объему его применения. В 1985 г. из 18.3 млн га общих защитных мероприятий на долю биометода приходилось 12.4 млн га, в т.ч. рас-селение трихограммы (*Trichogramma evanescens* Westw.) осуществляли на 8.6 млн га. В период ре-формирования сельского хозяйства произошел спад объемов защитных мероприятий, включая применение биологических средств. Если в 1990 г. они были задействованы на 5.8 млн га, то к 1995 г. этот показатель снизился в 4.5 раза и составил 1.3 млн га. К 2000 г. объем обработок снизился еще на 30% и остается в последнее десятилетие на уровне 0.8–1.0 млн га. В 2013 г. было обработано пестицидами 77.8 млн га, а биосредства использо-вали на площади 841.8 тыс. га.

В условиях последовательной замены биологических средств химическими выявлена качественная и структурная перестройка энтомофауны в агроценозах [1], повлекшая за собой прогрессирующее ухудшение фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в связи с учащением массового размножения многих ви-

дов членистоногих вредителей и фитопатогенов [2]. Главенствующей причиной была названа хозяйственная деятельность человека [3]. В качестве первого отклика, призванного ослабить негативное влияние возникшей проблемы, стало принятие законодательным собранием Краснодарского края 22 октября 2013 г. закона “О производстве органической сельскохозяйственной продукции”. Его целью было создание благоприятных условий для развития производства органической продукции, сохранение природных ресурсов, улучшение экологичности сельхозпроизводства, повышение качества и безопасности продуктов питания. Даны понятия, правовая основа, направления государственной поддержки, принципы производства органической продукции и требования к ней, информационное и методическое обеспечение. Признали недопустимым использование пестицидов, а для борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками необходимо применять безопасные для человека и природы биологические средства. Предусмотрены также научно-методическая разработка технологий производства органической продукции, условия перехода к ним от традиционной и адаптация международных методик. Таким образом, определены параметры освоения нового направления в защите растений и задан более высокий уровень требований методического, организационного и экологического характера, а наука и практика нацеливаются на более полное и всестороннее раскрытие содержания биологического метода.

С этих позиций представилось полезным провести сравнительный анализ результатов нашей работы фундаментального и прикладного характера в 1963–1990 гг. в Таджикском НИИ земледелия и в 1990–2018 гг. – в Ставропольской станции защиты растений и во ВНИИБЗР. Определяли, насколько совпадали или различались выявленные в эти годы закономерности изменений фитосанитарной обстановки, отклики агроэкосистем на практиковавшиеся технологии землепользования и защиты растений. Сравнивали организационные формы практического освоения приемов, методов и средств упорядочения применения химических пестицидов и научного обоснования системы интегрированного контроля. Изучали условия и возможности формирования биоценологического подхода, призванного стимулировать создание биоразнообразия и активность природного механизма саморегуляции, как противовеса практиковавшейся тогда односторонней неумеренной химизации. На этой основе мыслили ограничить влияние антропогенных факторов дестабилизации и исключить возникновение рисков чрезвычайных ситуаций в 2-х различающихся

климатическими особенностями и сельскохозяйственной специализацией регионов.

В настоящей статье выделены ключевые элементы науки и практики, которые позволили обосновать программу и обеспечить последовательное совершенствование тактики и стратегии сохранения урожая с экологической выверенностью.

НАРАЩИВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТОАКАРИЦИДОВ И КАРТИРОВАНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К НИМ В ПОПУЛЯЦИЯХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА

В Таджикистане хлопчатник – ведущая культура, на выращивание которой были сосредоточены все экономические, организационные и технологические усилия. Факторами, определяющими величину и качество урожая, являлись выбор сортов, предпосевные и междурядные обработки почвы, внесение удобрений и поливы. Особое место занимала защита растений от вредных организмов. Из 30 изученных видов, стабильно обитающих в хлопковом агроценозе, существенный вред наносят 7 видов. В их числе тли: черная люцерновая (*Aphis craccivora* Koch.), бахчевая (*Aphis gossypii* Glov.), большая хлопковая (*Acyrtosiphon gossypii* Mordv.), паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.), совки: хлопковая (*Helicoverpa armigera* Hbn.), малая наземная [*Laphygma exigua* Hb.], озимая (*Agrotis segetum* Schif.). Развитие каждого из них приурочено к определенной фазе вегетации культуры. Прикорневую часть всходов хлопчатника подгрызают вышедшие из зимовки гусеницы озимой совки, а в конце апреля–начале мая происходит заселение вегетирующих растений крылатыми особями черной люцерновой тли. Таким образом, последовательно формируется таксономическая структура фитофагов, способных наносить серьезные повреждения. С расширением посевных площадей в хлопкосеющих республиках бывшего СССР и преобладающей монокультурой стала усложняться фитосанитарная ситуация и нарастать применение пестицидов. На примере 2-х наиболее массовых и вредоносных видов проиллюстрируем эту тенденцию, прослеженную по годам в Таджикистане.

Согласно оперативным данным республиканской службы защиты растений, в 1939–1949 гг. объем химических обработок хлопчатника возрос: против хлопковой совки – с 16.8 до 109.6 тыс. га; и против паутинного клеща – с 16.4 до 36.3 тыс. га; в 1950–1958 гг. соответственно – с 135 до 162.5 тыс. га и с 73.5 до 181 тыс. га. В 1959–1967 гг. расход химических средств был наиболее интенсивным и объемы их применения против совки возросли с 380 до 950.6 тыс. га и клеща – с 206.5 до 766.5 тыс. га.

Введение в практику фосфорорганических и хлорорганических препаратов создало на первых порах видимость успешного решения проблемы защиты хлопчатника. Казалось, что успех зависит только от массового производства новых средств, т.к. спрос на них последовательно возрастал. Задача по удовлетворению потребностей сельского хозяйства в метилмеркаптофосе, ДДТ и гексахлоране стала отождествляться с задачей по сохранению урожая хлопка. Другие приемы борьбы с вредителями — агротехнический, организационно-хозяйственный, не говоря о биологическом, явно игнорировали. К использованию химикатов приступали, как правило, с появлением всходов хлопчатника, без учета численности вредителей, размера зараженных площадей. Сначала обработки организовывали с профилактической целью, а затем в течение лета и до сбора урожая продолжали как истребительные мероприятия. Однако по мере роста их объемов все отчетливее давали о себе знать отрицательные последствия. Установлено, что в период наиболее активных обработок полей с 1959 по 1967 гг. зараженная сельскохозяйственными вредителями площадь удвоилась, а численность паутинного клеща возросла более чем в тысячу раз. При этом показатели резистентности к метилмеркаптофосу достигли 550-кратного уровня, что обусловило снижение его токсичности до минимума 18–37%, не способного исключить повреждения растений. Тогда впервые пришло осознание необходимости проведения мониторинга резистентности в полевых условиях, чтобы контролировать ее динамику к применяемым пестицидам и прогнозировать длительность их эффективного использования. Состояние возникшей в 1980-х гг. проблемы и пути ее решения достаточно полно освещено в обзоре [4]. На основании собственных исследований и анализа выполненных в стране разработок автор отмечал выявление резистентности в популяциях 39 фитофагов на всех сельскохозяйственных культурах. Хлопчатник в бывшем СССР оказался первой культурой, у вредителей которой впервые была обнаружена резистентность. В середине 1960-х гг. в хлопкосеющих районах Узбекистана и Таджикистана были зарегистрированы реальные потери хлопка-сырца, вызванные массовым размножением резистентного к фосфорорганическим препаратам паутинного клеща. Результаты мониторинга свидетельствовали о флуктуации ее уровней в зависимости от токсической нагрузки, меняющейся в сезонных схемах борьбы. Например, из 7-ми хлопкосеющих районов Южного Таджикистана высокие (100–500×) показатели резистентности к Би-58 были выявлены в 3-х, где проводили наиболее интенсивные обработки (4–6-кратные). В хозяйствах остальных 4-х

районов, где ограничились более умеренным применением инсектоакарицидов (1–2×), резистентность находилась на среднем (27.5–65×) уровне. В то же время к нововведенным в схемы чередований специфическим акарицидам резистентность не развивалась. Например, на уровне эталонной популяции сохранялась природная чувствительность клеща к препарату омайт и отмечено начало формирования резистентности к препаратам изофен и пликтран. В Гиссарской долине Таджикистана в конце 1980-х гг. рекордно высокие (2050–4750×) показатели резистентности к препарату Би-58 были зарегистрированы как следствие многократного использования фосфорорганических препаратов против хлопковых тлей. На фоне вспышки размножения большой хлопковой тли установлены ее высокие уровни резистентности к Би-58 (52.5–500×) и средние — к фозалону (50–105×). Аналогичная ситуация с хлопковой тлей сложилась и в Узбекистане: в Ташкентской обл. уровни ее резистентности к вышеназванным препаратам достигли 75–375×. Эти популяции оказались перекрестно-резистентными к пиримору (300×). В итоге обе группы препаратов потребовалось исключить из системы защиты.

Не менее серьезно складывалось положение с весьма опасным вредителем — хлопковой совкой. Была определена существенная разница между величинами эффективности ДДТ, использованного в периоды 1964–1965 и 1970–1971 гг. Если в хозяйствах Кулябской обл. Таджикистана в первом периоде средняя ее смертность от применения 30%-ного с.п. ДДТ (7 кг/га) составляла 71.8–81.7 и 10%-ного дуста (30 кг/га) — 62.7–79.0%, то спустя 6 лет произошло снижение защитного эффекта, соответственно до 44.3–62.4 и 47.9–60.9%. В эти годы были зарегистрированы первые случаи резистентности к ДДТ в Южном Таджикистане. К середине 1970-х гг. в зонах с высокой кратностью применения инсектицидов (Центральный и Южный Таджикистан, Муганская и Миль-Карабахская зоны Азербайджана) была обнаружена групповая устойчивость хлопковой совки к хлорорганическим препаратам, перекрестная — к севину и толерантная — к фозалону. В ряде районов Таджикистана параллельно сформировалась множественная резистентность на 15–50-кратном уровне к фозалону, тиодану и севину.

УСЛОЖНЕНИЕ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОБСТАНОВКИ ЗА СЧЕТ ЗАСЕЛЕНИЯ ПОСЕВОВ ХЛОПЧАТНИКА НОВЫМИ ВИДАМИ ВРЕДИТЕЛЕЙ

В 1970-е гг. комплекс фитофагов, обитающих на хлопчатнике, пополнился полевым (*Lygus pratensis* L.) и люцерновым (*Adelphocoris lineolatus*

Goeze) клопами. В зонах хлопкосеяния Средней Азии оба вида концентрировались преимущественно на люцерне, нанося ощутимый вред семенным посевам. Однако с сокращением площадей ее возделывания стали отмечать увеличение их численности на хлопчатнике. Клопы повреждали надземные органы растений, но наибольший вред причиняли формирующимся плодовым органам, особенно – тонковолокнистых сортов. Целевые обработки не проводили, однако попадания под воздействие инсектицидов, применяемых против тлей, клеща, хлопковой совки, в популяциях клопов стали проявляться изменения их чувствительности. Умеренно токсичными оказались фозалон и Би-58, и в то же время в Пархарском р-не сформировались популяции с 32-кратной резистентностью к цимбушу, 50-кратной – к талстару и 106-кратной – к сумитиону.

Фитосанитарное состояние посевов хлопчатника усложнилось пополнением его агроценозов новой группой вредителей – двумя видами белокрылок – оранжерейной (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) и табачной (хлопковой) (*Bemisia tabaci* Genn.). Первый вид наносил урон хлопковым полям, прилегающим к тепличным хозяйствам Андижанской, Ташкентской и Самаркандской обл. Узбекистана и Гиссарской долины Таджикистана. Установлена миграция ее резистентных к фосфорорганическим препаратам популяций из теплиц в открытый грунт и дальнейшее развитие на различных культурах, включая хлопчатник, где она попадала под обработки. В популяциях оранжерейной белокрылки сформировалась 114–216-кратная резистентность к Би-58 и фозалону, что обусловило полную утрату их эффективности на полях. Табачная белокрылка проявилась в 1987 г. сначала в Туркмении, затем в Узбекистане и Таджикистане. Применение фосфорорганических и пиретроидных инсектицидов оказалось малоэффективным – 38–54% из-за возросшей до 416-кратного показателя резистентности.

Приведенные данные свидетельствуют о возросшей опасности для хлопководства проблемы резистентности, потребовавшей кардинальной перестройки тактики и стратегии сохранения урожая.

ОБНОВЛЕНИЕ АССОРТИМЕНТА И ВВЕДЕНИЕ ЧЕРЕДОВАНИЯ ИНСЕКТОАКАРИЦИДОВ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ, МЕХАНИЗМОМ ДЕЙСТВИЯ И СПЕКТРОМ АКТИВНОСТИ

Изучение условий и причин спада эффективности длительно применяемых инсектоакарицидов, а также анализа уровней, механизма и динамики формирования резистентности к ним в по-

пуляциях вредителей хлопчатника позволили обозначить главную задачу: искать решения и подходы, регламентирующие применение химических средств защиты растений (ХСЗР). Причем не в пределах одного поля или культуры, а агроэкосистемы в целом. Первыми шагами в этом направлении были: обновление ассортимента применяемых средств и выстраивание на полях схем чередования препаратов, различающихся химической основой, механизмом действия и спектром активности. Например, в практику хозяйств Кулябской обл. в 1968 г. взамен фосфорорганических акарицидов ввели хлорорганические (кельтан, акар, респин, мильбекс), динитрофинилпроизводные (акрекс), серосодержащие органические акарициды (теодан, эфирсульфонат) и препараты серы (коллоидная, препараты косан, сульколь, тиовит). Их чередование привело к сокращению кратности их применения до 1.7 раза, повышению эффективности до 92% и снижению показателей резистентности (ПР) клеща к метилмеркаптофосу и рогору с 180–550- до 2–4-кратного уровня.

Против хлопковой совки также пошли на обновление средств контроля: исключили из обращения ДДТ и ввели в практику пиретроидные и микробиологические препараты. За этим последовало восстановление исходной чувствительности вредителя к ДДТ, повышение восприимчивости к пиретроидам, токсичность которых возросла в 2.6 раза в сравнении с таковой в 1977 г. Накопленные данные проведенного мониторинга позволили тогда увидеть, что разобщение применения севина и фозалона в системе обработок против хлопковой совки препаратом тиодан, пиретроидными и микробиологическими препаратами обеспечило реверсию резистентности в популяциях вредителя, что важно – тормозило ее развитие к вновь вводимым в практику инсектицидам. Доминирование в системах защиты препаратов одной химической группы становилось недопустимым, т.к. неизбежно приводило к увеличению резистентности. Однако длительное и интенсивное преобладание средств, даже отличающихся по химическому составу, обуславливало новый отклик агроценоза: формирование в популяциях вредителя наиболее опасного типа резистентности – множественной, преодоление которой крайне сложно по причине вовлечения в процесс ее развития нескольких физиолого-биологических механизмов. Именно такая ситуация создалась в Гиссарской долине Таджикистана.

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
И ПРАКТИЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ
БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА
В МНОГОВАРИАНТНОЙ
ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ
ХЛОПЧАТНИКА**

Очередной мерой по упорядочению применения химических средств стали научное обоснование и внедрение в практику показателей экономических порогов вредоносности:

– возникающие в краевой зоне хлопковых полей очаги паутинного клеща и тлей с заселением 10% растений брали под контроль при проводимых обследованиях и только в случае их разрастания подвергали обработке инсектоакарицидами;

– против хлопковой совки разрешением для применения ХСЗР признано обнаружение 10–12 экз. гусениц/100 растений средневолокнистого хлопчатника и 3–5 экз. – тонковолокнистого.

Вышеназванная численность вредителей признана минимально допустимой, не представляющей опасности для культуры, но позволяющей сохраняться, активно размножаться природным паразитам и хищникам, живущим за счет вредных насекомых и клещей. Показано, что природные ресурсы энтомоакарифагов в хлопковой агроэкосистеме включают 226 видов членистоногих, из которых 192 – хищники и паразиты, способные реально ограничивать развитие их хозяев, т.е. вредителей растений. Оказалось, что скопление 250–300 экз. их особей на 100 растениях позволяет отменить применение ХСЗР. Эти показатели определены как уровень эффективности энтомофагов. Учтено, что формируемое биоразнообразие характеризуется нестабильностью таксономической структуры, сроками появления и развития, зависимостью от соотношения возделываемых сельскохозяйственных культур и погодных условий. Поэтому для гарантированного сохранения урожая природные механизмы саморегуляции стали усиливать сезонной колонизацией энтомофагов. В Таджикистане выявили ряд местных активных видов, изучили их способность ограничивать развитие хлопковой, озимой, других вредных совок. Из них выделили трихограмму (*Trichogramma aevanescens* W., *T. pintoi* V.), габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.), златоглазку (*Chrysopa carnea* Step.). Первый – паразит яиц вредителей, второй – гусениц, а третий – тлей, паутинного клеща, табачного трипса. Выявленное взаимодействие биологических особенностей их развития побудили разработать технологию поточного (параллельного) производства и развернуть расселение на поля. За период с 1981 по 1990 г. в республике было организовано 40 биологических лабораторий,

которые обеспечили нарастание объемов колонизации с 12 до 129 тыс. га. В дополнение к комплексу природных и разводимых энтомоакарифагов задействовали микробиологические препараты на основе *Bacillus thuringiensis* (лепидоцид, битоксибациллин). Упорядочение применения ХСЗР и возрастающая замена их биологическими препаратами потребовали перейти на более достоверные и менее трудоемкие приемы обнаружения и подсчета вредителей. Этим требованиям отвечало использование ловушек с половыми феромонами фитофагов. На основании многочисленных экспериментов были разработаны рекомендации по их применению [5]. Таким образом, была получена возможность проследить динамику развития хлопковой совки по поколениям, устанавливать площади расселения и очаги с наиболее опасной плотностью, более достоверно прогнозировать численность, вредоносность, и что важно – определять оптимальные сроки применения биологических средств и целесообразность обработок химическими инсектицидами, избирательно, в зависимости от возделываемых культур. В итоге сформировался биоценотический подход, исключающий химическую замкнутость системы защиты хлопчатника, сохраняющий полезную биоту и активизирующий механизмы природной саморегуляции. Поэтому произошло увеличение площадей, на которых обработки инсектоакарицидами в период с 1972 по 1990 г. отменяли: против хлопковой совки – с 131 до 180 тыс. га и против паутинного клеща – с 5.8 до 158 тыс. га. Накопленный опыт работы в хлопководстве позволил научно обосновать рекомендации по интегрированной защите хлопчатника от вредителей и болезней [6], а также по применению биологического метода защиты растений в Таджикистане [7].

Показательно, что при масштабной замене ХСЗР биологическими произошла реверсия резистентности. За период с 1983 по 1990 г. резистентность к Би-58 бахчевой тли снизилась с 217.5- до 8.2-кратного уровня, паутинного клеща – с 4750- до 4-кратного. Показатель резистентности хлопковой совки к фозалону уменьшился с 53.5- до 5.1-кратного уровня, к севину – с 43.2× до 4.1×. На этом фоне зарегистрировали снижение интенсивности размножения и нарушение пространственной структуры вредителей. Общий характер их развития приобрел относительную стабильность, что повысило контролируемость фитосанитарной ситуации.

В период разработки и внедрения интегрированной системы в республике Таджикистан на площади 300 тыс. га в 3.4 раза сократился расход

пестицидов. Изменилась их структура: в 4 раза уменьшилось использование высокостойких хлорорганических (ГХЦГ, тиодан), в 2 раза – фосфорорганических (антио, Би-58) соединений, в 6 раз – карбаматов (севин). На площади посевов томата (3.5 тыс. га), кукурузы и сорго (45 тыс.), люцерны (22 тыс. га) пестициды перестали применять. В 6.8 раза уменьшилась токсическая нагрузка на окружающую среду, что значительно улучшило социальные условия сельского населения. За 1978–1989 гг. затраты на применение биологического метода защиты возросли с 3.6–8.7 до 19.6–20.4% от общего объема затрат на защиту растений. Окупаемость затрат – 13.9–14.0-кратная, благодаря высокой величине сохраненного урожая хлопка (11.8 ц/га), томата (40–70), кукурузы (4–9 ц/га).

Цели, задачи и хорошо обоснованные пути их научного и организационного решения по переводу хлопководства от тотальной химизации к биологическому регулированию тогда оказались понятными всем. Отсюда следовало положительное восприятие предложенных преобразований, результативное их воплощение и присуждение Государственной премии Таджикской ССР им. Абуали ибн Сино (Авиценны) группе ученых и практиков (включая автора настоящей статьи).

УСЛОВИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ОТ ОДНОСТОРОННЕЙ ХИМИЗАЦИИ К ФОРМИРОВАНИЮ БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

В начале 1990-х гг. в Ставропольском крае РФ с приходом новой категории земледельцев – фермеров и арендаторов стали преобладать дробная структура хозяйствования, упрощенные севообороты и агротехника, посевы генетически однородных сортов, выведение из культурооборота значительных площадей. В защите растений ранее приобретенный опыт интегрированного контроля был предан забвению, стал преобладать упрощенный вариант неумеренной химизации. В крае, как и во всей стране, деградация биологического метода приблизилась к точке невозврата. В новых условиях возникла необходимость изучения вопроса, как происходящие организационно-хозяйственные процессы отразились на структуре энтомофауны, ее жизнеспособности, насколько изменилась опасность вредной ее составляющей и регулирующая роль полезной в агроэкосистемах, что предложить земледельцам как меры защиты, исключающие потери урожая.

Решали не только текущие задачи (оперативная диагностика, прогноз развития и распространения вредных организмов, подбор и оценка разрешающих возможностей пестицидов и т.п.), но и крупные стратегически значимые проблемы (условия и возможности формирования биоразнообразия и стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем, причины и последствия возникновения чрезвычайных ситуаций и т.п.) как прикладного, так и фундаментального характера. Учтено, что по сравнению с доперестроечным периодом число землепользователей с разным опытом и знаниями возросло в ряде районов в 3–4 раза. Увеличилось и разнообразие организационных форм землепользования с неодинаковыми площадями возделывания и набором сельскохозяйственных культур. Общим для края стало доминирование зерновых колосовых (преимущественно озимая пшеница – 80–82%). Остальную площадь (15–20%) занимают овощи, картофель, подсолнечник, рапс, соя, лен, сады и виноградники. Сложность заключается в том, что их соотношение по годам менялось спонтанно, порой без должного обоснования, никем не координировалось, и решающее значение имела ожидаемая цена на продукцию. Этот стихийный процесс взяли под контроль, помогая советами, консультациями и фитосанитарной аргументацией осмысленно выстраивать в каждом хозяйстве, районе оптимальную структуру посевов. При этом обращали внимание на освоение ранее “брошенных” площадей. Осенью каждого года, получая с мест информацию о запланированных площадях возделывания конкретных культур, составляли прогноз возможного поражения растений конкретными вредителями и болезнями на следующий год. На этой основе намечали тактику и объемы защитных мероприятий против доминантных и второстепенных вредителей и болезней, в которой последовательно стремились упорядочивать применение ХСЗР и наращивать долю биологических.

КАЧЕСТВЕННАЯ И СТРУКТУРНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЭНТОМОФАУНЫ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

С целью изучения параметров развития и распространения вредных и полезных членистоногих, происходящих консортных изменений в агроценозах под воздействием антропогенных факторов задействовали современные методики и средства диагностики – феромоны, кормовые площадки, ловушки Малеза и Мереке, стандартные энтомологические сачки, ловчие устройства. По мере получения экспериментальных данных

сформировали круг базовых хозяйств-стационаров, где проводили регламентацию химических обработок растений, изучали и внедряли комплекс биологических методов, приемов и средств.

Для каждой возделываемой культуры выделили наиболее массовые виды с устойчивой вредоносностью: для озимой пшеницы это — клоп вредная черепашка (*Eurigaster integriceps* Put.), для кукурузы, томата, сладкого перца — хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.), для картофеля — колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), для плодового сада — яблонная плодожорка (*Laspeyresia pomonella* L.). Однако, как показали исследования, традиционная ориентация на развитие только ключевых вредителей при отборе методов и средств борьбы потребовали серьезных корректив. К такому выводу побудило нарастающее усложнение структуры агроценозов за счет трансформации ранее малозаметных видов в экономически значимые. К новым видам, пополнившим список объектов целевого контроля к 2010 г., отнесли 57. Например, посевы озимой пшеницы стали активно заселять и повреждать не только клоп вредная черепашка, но и 10 видов ранее не проявлявшихся вредителей. Например, за период 1991–1996 г. средняя численность хлебной жулики (*Zabrus tenebrioides* Goeze) увеличилась в 5 раз (с 0.93 до 5.02 экз./м²), а объем обработок инсектицидами — в 7 раз, достигнув 93.2 тыс. га. В последующие годы значение этого вида нарастало. Осенью 2007 г. заселенными оказались 340.2 тыс. га с численностью до 140 экз./м², из которых было обработано 250.5 тыс. га. Примененные химические препараты не устраняли опасности для посевов. Выжившие личинки возобновляли питание весной следующего года, что влекло за собой повторную обработку. Например, в дополнение к обработанным осенью 2007 г. 250.5 тыс. га весной 2008 г. пришлось применить инсектициды еще на 140.1 тыс. га. И тем не менее, это не приостановило размножение вредителя. В осенний период он охватил 322.4 тыс. га с численностью до 55 экз./м² и вынудил вновь провести опрыскивание на 263.6 тыс. га.

Аналогичная закономерность проявилась и для других фитофагов: несмотря на интенсивно (2–4-кратные) проведенные обработки зарегистрировали нарастание опасности 2-х видов пилльшиков — обыкновенного хлебного (*Cephus rugmaeus* L.) и черного хлебного (*Frachelus tabidus* F.). В период предуборочного обследования в 2007 г. заселены ими оказались 427.3 тыс. га, в 2008 г. — 406.4, в 2009 г. — 394.4 тыс. га. Повысилось значение и пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*

Kurd.), который охватил в 2007 г. 477.3 тыс. га, в 2008 г. — 541.4, в 2009 г. — 355.2 тыс. га со средней численностью 10.8 экз./колос.

В посевах кукурузы в дополнение к хлопковой совке происходило последовательное увеличение численности кукурузного стеблевого мотылька (*Pyraus tanubialis* Hbn.), серого свекловичного (*Tanymecus palliatus* F.) и южного серого (*T. dilatocollis* Gyll.) долгоносиков. За последние 3 года заселение мотыльком произошло на 36–53, хлопковой совкой — на 44–62, долгоносиками — на 48–71% посевов с численностью до 3 экз./растение первого из вредителей, 3.2 — второго и 5 экз. — третьего. Томаты стал активно повреждать полевой клоп (*Lygus pratensis* L.): на одном растении насчитывали до 11 экз. вредителя.

Усложнение фитосанитарной обстановки выявлено и в плодовом саду, где постепенно сформировался новый комплекс ранее не отмеченных вредителей. В их числе — минирующие моли. Структура их популяций различается в районах, но вредоносность одинаково высока. В Георгиевском р-не преобладает нижнесторонняя минирующая моль (*Lithocolletis pyrifoliella* Grsm.), в Буденновском — боярышниковая кружковая (*Cemcostoma scitella* L.), в Предгорном — яблонная моль-малютка (*Stigmella malella* Stt.). Им сопутствуют с разной степенью проявления кармашковая, или серебристая яблоневая (*Callisto denticulella* Thnbg.) и верхнесторонняя плодовая (*Lithocolletis corylifoliella* Hw.) моли. Положение усложняется, когда деревья одновременно заселяет комплекс видов, как это было отмечено в саду ЗАО СХП “Виноградный” Буденновского р-на. Здесь уже в середине мая листья повреждал комплекс молей, среди которых 80% приходилось на боярышниковую кружковую, 15 — на кармашковую и 5% — на нижнестороннюю.

С 2006 г. в дополнение к традиционному яблонному цветоеду (*Anthonomus pomorum* L.) активизировались почковый (*Peritelus phaeoides* Germ.) и продолговатый листовой (*Phyllobius oblongus* L.) долгоносики.

В табл. 1 показана интенсивность распространения новых для края 14-ти вредоносных видов за 5 лет на 10-ти возделываемых культурах. Большинство из вредителей — многоядные, т.е. способные заселять и повреждать многие дикие и культурные растения. Например, шалфейная совка стала сопутствующим хлопковой совке видом и обнаружена на 104 видах растений. Зеленый овощной клоп (*Nezara viridula* L.) предпочитает посевы сои, отмечен в посевах рапса, подсолнечника, кукурузы, люцерны, овоще-бахчевых культур.

Таблица 1. Новые вредоносные виды насекомых и заболеваний, выявленные в посевах сельскохозяйственных культур Ставрополя

	Вредитель	Заселенные (пораженные) культуры	Доля заселенных (зараженных) посевов по годам, %			
			2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
1	Моль картофельная выемчатокрылая (<i>Phthorimaea operculella</i> Zell.)	Картофель	1.5	3.0	4.2	5.6
2	Японская виноградная цикадка (<i>Arboridia kakogawana</i> Mats.)	Виноград	88	79	100	96
3	Виноградный зуден (<i>Eriophyes vitis</i> B.)		36	41	66	72
4	Пыльцеед дагестанский (<i>Podonta daghestanica</i> Rff.)		8.2	9.5	11.0	24.0
5	Шалфейная совка (<i>Heliothis peltigera</i> Schiff.)	Подсолнечник	44	62	67	76
		Соя	38	44	56	61
		Кукуруза	34	36	49	56
6	Стеблевая хлопковая моль-чеканщица (<i>Platyedra subeineres</i> Hw.)	Соя	11	16	38	42
7	Клеверная пяденица (<i>Semiothisa clathrata</i> L.)		3	8	17	31
8	Акациевая огневка (<i>Etiella zinckenella</i> Tr.)		21	23	41	56
9	Клоп незара зеленая (<i>Nezara viridula</i> L.)		11	13	24	31
10	Полевой клоп (<i>Lygus pratensis</i> L.)	Подсолнечник	16	24	32	47
		Томат	31	34	30	52
11	Щитоноска (<i>Cassida vittata</i> W.)	Столовая свекла	12	28	33	58
12	Гороховый трипс (<i>Kakothrips robustus</i> Ur.)	Горох	26	22	38	54
13	Цикада красная (<i>Tibicina haematodes</i> Scop.)	Плодовый сад	9	17	24	28
14	Моль боярышниковая кружковая (<i>Cemiostoma scitella</i> L.)		7	12	14	21
15	Желтая пятнистость или пиренофороз (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i> (Died.) Drechsler)	Озимая пшеница	63	42	36	31
16	Гибеллиноз (<i>Gibellina cerealis</i> Pass.)		27	11	12	19

Выявлены 2 вида новых заболеваний озимой пшеницы. Речь идет о масштабной перестройке структуры доминантных и второстепенных видов фитофагов, расширении их ареалов, повышении вредоносности. Приостановить их размножение одной обработкой инсектофунгицидами не удалось. Например, чтобы предупредить потери урожая от японской виноградной цикадки на виноградниках и шалфейной совки на подсолнечнике, требуется 2–3 обработки. Исследованиями подтверждено, что это – отклик агробиоценозов на происходящие с начала 1990-х гг. изменения системы хозяйствования, соотношений сортов и посевных площадей, переход к упрощенным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур. Например, нарастание вредоносного значения хлебной жужелицы происходило синхронно нарушению севооборотов, перенасыщению их зерновыми колосовыми, увеличению доли повторных посевов после зерновых предшествен-

ников и переходу к поверхностной обработке почвы. Этими же причинами можно правомерно объяснить последовательное увеличение площадей заселения и численности мышевидных грызунов. В 2005–2007 гг. в Предгорном, Георгиевском, Буденновском р-нах на общей площади 13.6 тыс. га провели сравнительную оценку последствий различных приемов обработки почвы под озимую пшеницу и выявили значительные различия в интенсивности накопления хлебной жужелицы и мышевидных грызунов. При применении глубокой вспашки с оборотом пласта (25–27 см) во все годы первый из вредителей заселял 0.98–1.2% посевных площадей со средней численностью 0.5–2.1 экз./м², при поверхностной обработке (15–17 см без почвоуглубителей) – 8.8–13.5% и 17.1–28.5 экз./м² и при нулевой обработке (5–10 см) – 16.2–22.5% и 33.1–104.5 экз./м². При этом зарегистрировано увеличение числа жилых нор грызунов на 1 га с 6.5–14.0 до 38–86 и 94–162

соответственно. К 2009 г. разница между численностью обоих вредителей при глубокой вспашке и нулевой обработке почвы достигла 68–112-кратного уровня. Влияние земледелия на развитие фитофагов дополним не менее поучительным примером: перевод посевов кукурузы на мелкокапельное орошение усилил не только формирование высокого урожая зерна, но и привлечение опасного вредителя – хлопковой совки.

Выявленную взаимосвязь технологии ухода за возделываемой культурой и развитием ее вредителей правомерно охарактеризовать как существующую и прогнозируемую на будущее проблему, требующую эффективных решений.

Стало очевидным, что фитосанитарная дестабилизация агроценозов приобрела затяжной всеохватный характер, порождает последовательное увеличение численности вредоносных видов и экономических затрат. Исправить сложившееся положение одним методом, средством или приемом не представляется возможным, поэтому потребовался научно выверенный комплексный подход [8].

КАРТИРОВАНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ К ПЕСТИЦИДАМ И УПОРЯДОЧЕНИЕ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

В качестве стратегии фитосанитарного оздоровления агроценозов определили регламентацию (упорядочение) химического метода защиты растений. На протяжении 20 лет прослеживали изменение его структуры, объемов применения, эффективности, динамику развития резистентности в популяциях объектов контроля. Преобладающими оставались препараты пиретроидного и фосфорорганического классов. В последнем десятилетии на Ставрополье первые составляли 25–27, вторые – 70, доля неоникотиноидов, карбаматов, авермектинов и других нетрадиционных групп – 3–5%. На этом фоне, как и ранее в Таджикистане, отмечена утрата эффективности ведущих химических средств и нарастание показателей резистентности к ним. На ведущей культуре – озимой пшенице с 2000 по 2012 г. выявлено увеличение ПР к пиретроидным инсектицидам у клопа вредной черепашки с 38.2–46.5 до 164–205×, у пшеничного трипса – с 52.0–76.2 до 84.2–188. Эффективность обработок не превысила 48.5% при учетах через 3 сут и 34% – через 5 сут, что не предотвращало повреждений растений.

В Георгиевском р-не была изучена реакция яблонной плодовой гнили на примененные пиретроидные препараты каратэ зеон, арриво, фастак, фосфорорганические – сумитион, актеллик и

неоникотиноид калипсо. Выявлены показатели резистентности к первым на 87–146-кратном уровне, ко вторым – 69–124 и к третьим – 44–78-кратном. При этом отмечен как следствие спад эффективности применения до 38–56%.

В грушевом саду проследили динамику спада токсичности 21-го инсектицида для имаго медяницы грушевой (*Psulla pyri* L.) в пределах одного вегетационного периода. Оказалось, что этот сосущий вредитель с высоким потенциалом размножения способен утратить чувствительность за счет 7-ми обработок, проведенных за сезон. Например, индекс токсичности (ИТ) препарата пиринекс снизился в 65.8 раза (с 638 до 9.7), а резистентность медяницы возросла в 65.3 раза. Препараты Би-58, фуфанон изначально обладали отрицательным ИТ, поэтому их не должны были применять. Наиболее интенсивно формировалась устойчивость к пиретроидам: с весны до осени ПР к суми-альфа возрос в 156 раз, к каратэ – в 13.6, фастаку – 93.2 и сэмпая – в 42.9 раза.

Таким образом показано, что спад токсичности инсектицидов происходил не только по годам их применения, но и в пределах одного вегетационного периода. Соответственно, опираясь на опыт в Таджикистане, потребовалось взять под научный контроль этот процесс и оперативно вносить коррективы в ассортимент рекомендуемых средств. Фактически речь идет о микроэволюционных изменениях популяций вредителей. На фоне интенсивного применения химических средств в агробиоценозах происходит перестройка их генотипической структуры. Для получения высокого защитного эффекта сельскохозяйственные товаропроизводители вынуждены увеличивать нормы их расхода и кратность обработок растений. За этим неизменно следуют нарастание резистентности, потеря для практики целых классов химических соединений, повышение загрязнения окружающей среды и выращиваемой продукции.

Первым признаком формирования резистентности является спад эффективности применяемого препарата. Чтобы подтвердить взаимосвязь обоих явлений, необходимо знать исходный, свойственный данному виду вредителя показатель природной чувствительности к конкретному препарату и сравнить его с токсикологическим показателем, выявленным в ходе исследований. Поэтому при проведении широкого мониторинга с охватом комплекса фитофагов на той или иной культуре, выявляли и накапливали показатели их природной чувствительности. В изданных РАСХН методических рекомендациях [9, 10] приведены таковые в отношении 37 видов насекомых и кле-

Таблица 2. Динамика эффективности инсектицидов и роста резистентности к ним гроздевой листовертки

Препарат	Год исследования	Норма расхода препарата, л/га	Время учета после обработки, сут	Снижение численности вредителя во время учета, %	Выявленные показатели резистентности
Децис, КЭ (25 г/л)	1994	0.4	3, 7, 10	86, 74, 60.4	3.2–6.5
	1998	"	3, 7, 10	62, 50.2, 46.4	15.5–25.4
	2000	"	3, 7, 10	28.5, 20.4, 17.5	42.5–76.0
Кинмикс, КЭ (50 г/л)	1992	0.6	3, 7, 12	72.5, 65.0, 42.5	5.2–12.8
	1996	0.6	3, 7, 12	61.0, 45.0, 22.4	18.2–21.5
	2000	0.72	3, 7, 12	30.2, 21.0, 10.5	52.5–65.2
Золон, КЭ (350 г/л)	1996	2.5	3, 7, 10	82.5, 66.0, 38.5	2.5–5.2
	2000	2.5	3, 5, 10	56.4, 42.0, 24.5	10.0–18.5
	2003	2.8	3, 7, 10	34.5, 32.0, 0	18.0–44.5
Инсегар, СП (250 г/кг)	2004	0.6	3, 7, 12	76.2, 92.5, 95.5	
	2006	0.6	3, 7, 12	78.0, 94.5, 92.4	
Лепидоцид, П (БА-3000 ЕА/мг)	2006	3.0	3, 7, 12	43.0, 68.5, 89.2	
	2008	3.0			

Примечание. Эффективность по времени учета представлена средними показателями, полученными в 3–х–5–ти хозяйствах; резистентность выражена минимальными и максимальными уровнями, полученными при анализах чувствительности вредителей в тех же хозяйствах.

шей, однако отсутствовали данные для таких многоядных, весьма вредоносных видов, как саранчовые. Для того, чтобы восполнить этот пробел, впервые провели соответствующие исследования и получили токсикологические критерии для весьма распространенных видов – итальянского пруса (*Calliptamus italicus* L.) и перелетной азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.). Учли и появление в последние годы ранее незначимых, а теперь вредоносных насекомых, чувствительность которых к применяемым инсектицидам не изучена. Проведенные анализы позволили получить такие показатели в отношении 15 фитофагов. В их числе: гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.), хлебная пядица (*Lema melanopus* L.), совка леукания (*Leucania loregi* Dup.), щитоноска маревая (*Cassida nobilis* L.), остроголовый клоп (*Aelia acuminata* L.), горчичный клоп (*Eurydema ornatum* L.), рапсовый пилильщик (*Athalia rosae* L.), капустная тля (*Brevicoryne brassicae* L.).

В связи с усложнением фитосанитарной ситуации на виноградниках также провели анализы токсичности инсектицидов в отношении гроздевой листовертки (*Lobesia botrana* Den. EtSchiff.), японской виноградной цикадки (*Arboridia kakogawana* Mats.), бронзовки мохнатой (оленка) (*Epicometis hirta* Poda). Представление о динамике показателей эффективности инсектицидов и роста резистентности к ним дают данные изучения гроздевой листовертки (табл. 2).

Проводя ежегодные картирования резистентности, создали банк данных чувствительности основных вредителей к пестицидам избирательно для каждой культуры.

Для прогноза длительности возможного применения того или иного препарата обоснована математическая модель оценки скорости роста резистентности [11], что позволило своевременно вносить коррективы в ассортимент поставляемых средств и согласно прогнозу подбирать из них наиболее эффективные, правильно выстраивать их ротацию. Для защиты виноградников от гроздевой листовертки ввели препарат люфокс, рапса от цветоеда – авант, а кукурузы, томата от хлопковой совки – проклеим.

В ранее разработанных рекомендациях [12] чередование препаратов разных химических классов и механизмов действия, а также интеграция их с биологическими средствами признаны основополагающими. Сегодня в антирезистентной стратегии эти приемы сохраняют свою актуальность.

Во все годы повышенное значение придавали формированию биологического противовеса химическому методу. При его формировании взаимодействовали и с фирмами по производству химических пестицидов. Например, с ООО “Сингента” разработали многовариантные комбинации химических и биологических средств для защиты разных сортов винограда, что обеспечило в ООО “Вина Прикумья” фитосанитарное оздоровление

Таблица 3. Ассортимент биологических средств, производимых Кавминводской технолого-аналитической лабораторией Ставропольского филиала Россельхозцентра

Биопрепарат	Культуры	Объекты контроля	Биологическая эффективность, %
Псевдобактерин-2 (<i>Pseudomonas aureofaciens</i> , штамм BS 1393)	Озимые зерновые, овощные, соя, плодовые, виноград	Комплекс патогенов	66–85
Планриз (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , штамм BS AP-33)			73–88
Бактофит (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм ИПМ 215)	Капуста, соя, виноград	То же	56–73
Алирин (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм В-10 ВИЗР)	Виноград	Гнили	62–70
Лепидоцид (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>kurstaki</i>)	Томаты, кукуруза, соя, плодовые, виноград	Хлопковая и др. совки, яблонная плодоярка, гроздевая листовертка	65–88
Битоксибациллин (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>thuringiensis</i>)	Картофель, томаты, плодовые, виноград	Колорадский жук, яблонная плодоярка, гроздевая листовертка, клещи	62
Нитрагин (комплекс клубеньковых бактерий)	Предпосевная обработка семян сои, гороха		96–98
Бактороденцид (<i>Salmonella enteritidis</i> , var. <i>Issatschenko</i>)	Озимые зерновые, рапс, многолетние травы, лесополосы	Мышевидные грызуны	74–88
Трихограмма (<i>Trichogramma evanescens</i> Westw.)	Томаты, кукуруза, соя	Озимая, хлопковая совки, стеблевой мотылек, бобовая огневка	44–62
Габробракон (<i>Habrobracon hebetor</i> Say.)	Виноград	Листовертки	56–78
Дибрахис (<i>Dibrachys cavus</i> Walker)			75–92

виноградного агроценоза и увеличило урожайность ягод в 5 раз [13]. Придали большое значение сохранению и переоснащению биологических лабораторий филиала ФГУ «Россельхозцентр» Ставропольского края. Для обеспечения научного сопровождения объединили зональную биологическую лабораторию краевой СтЗР с филиалом Всероссийского НИИ биологической защиты растений в регионе Кавказских Минеральных Вод. Многолетний опыт работы такой организационной модели оказался весьма результативным. Научные изыскания позволили подобрать наиболее эффективный ассортимент микробиологических препаратов и энтомофагов, освоить технологию их поточного производства и организовать расширенное применение в формируемых интегрированных системах (табл. 3).

Доказано, что биологические препараты достаточно эффективны в посевах всех возделываемых в крае культур. Их доля в системах защиты, избирательно против тех или иных вредителей, может составлять без ущерба для урожая 30–70%, сои, томата и кукурузы – 100%. Непременным условием должна быть гарантированная наработка

ка потребного количества средств, быстрая их доставка и оказание квалифицированной помощи в применении. Для каждой культуры выстраивается своя научно выверенная схема – нормы, сроки и кратность обработки при оперативной диагностике с расчетом обеспечения последовательного воздействия на все фазы развития вредных организмов. Не исключается многовариантная сочетаемость их между собой и с ХСЗР. Всего разработано и испытано на практике 30 различных систем, позволяющих проконтролировать развитие свыше 50 видов вредных насекомых, клещей, болезней растений, что открыло возможность затормозить развитие резистентности, обеспечить ее преодоление и сократить число химических обработок. Например, в вышеприведенной ситуации с яблонной плодояркой в СПК «Незлобненский» положение удалось выправить изъятием из обращения препаратов с низким ИТ и применением регулятора развития инсегар и микробиопрепарата лепидоцид. Смесевая комбинация обоих средств либо спаренная обработка в интервале 10 сут позволили приостановить нарастание опасности благодаря гибели 92–96% вредителя. Эта пара препаратов

оказалась эффективной и против резистентной популяции медяницы грушевой. После обработки сада вредитель исчез и проявился лишь через 2 года.

Регистрируемые факты уменьшения разрешающих возможностей химических фунгицидов стали основанием для испытания, освоения производства и практического применения биологических препаратов. В посевах ведущей культуры Ставрополя – озимой пшеницы – оправдал себя псевдобактерин-2. Последствия его применения оценивали после предпосевной обработки семян, а также на полях при обработке вегетирующих растений в фазах кущения и флагового листа. В первом варианте при расходе 1.2 л/т семян семенная инфекция снизилась на 63–68%, зараженность проростков корневыми гнилями – на 71–78%, корнеобразование увеличилось на 6–8%, энергия прорастания – на 10–12%. В период вегетации эффективность биопрепарата (1.5 л/га) против корневых гнилей и листовых пятнистостей различной этиологии составила 77.5%, а на некоторых полях достигала 84%. Для сравнения: химический фунгицид феразим при расходе 0.6 л/га снижал пораженность растений болезнями в среднем на 71.4% (максимально – на 81.7%), альто супер в дозе 0.4 л/га – более чем на 90%. Так же действовал и препарат колфуго супер при расходе 2 кг/га.

Не менее результативным оказалось применение препарата алирин-Б: при норме расхода 1.5 л/га его эффективность была равна 56–78, при 2 л/га – 62–84%. Препарат планриз сдерживал в плодовом саду развитие парши и мучнистой росы на уровне 66–78%. В Ставропольском крае биофунгициды нашли применение в посевах всех возделываемых культур. Например, на виноградниках против комплекса заболеваний положительно воспринят псевдобактерин-2 с эффективностью 72–81%. Проведенные учеты и анализы подтвердили, что введение биологических средств в схемы чередования с ХСЗР обуславливает торможение развития резистентности у возбудителей заболеваний растений и получение урожая зерна более 50 ц/га. Если же учесть их ростстимулирующие свойства при нанесении на семена и возможность использования совместно с гербицидами в весенний период, то преимущество становится более наглядным.

Биоценотическое содержание интегрированных систем формируется сезонной колонизацией энтомофагов. Были отловлены местные расы *Trichogramma evanescens* W., *T. pintoi* V., *Habrobracon hebetor* Say., *Elasmus albipennis* Thomson, *Dibrachys cavus* Walk., уточнены их биология, параметры разведения, разработаны стандарты качества и

рекомендации по применению, организовано точное разведение. Изученный набор энтомофагов позволяет маневрировать их сочетаниями, применять комбинации с микробиологическими препаратами. Во взаимосвязи с природными паразитами и хищниками они способны обеспечивать эффективный контроль за комплексом грызущих и сосущих вредителей не только в год применения, но и задерживать их развитие в следующем. Колонизация энтомофагов рассматривается не как разовая замена химической борьбы с вредителями, а многоцелевая тактика направленного изменения соотношений полезных и вредных видов в пользу первых, формирования и поддержания сбалансированных агроэкосистем со сниженной химической нагрузкой на посеvy и посадки.

Изучение природных ресурсов энтомофагов, приемов и методов создания биоразнообразия во все годы находилось в числе наших задач. Выявлено, что длительное применение химических средств обусловило формирование в их популяциях, как и у вредителей, повышенной резистентности и жизнеспособности [14]. В 1998–2003 гг. зарегистрировали последовательное нарастание численности и сохранения в агроценозах 5-ти видов сем. Braconidae, 2-х – Chrysopidae, 7-ми – Coccinellidae, 4-х – Aphididae, 2-х – Elasmidae, 2-х – Ichneumonidae, 2-х – Trichogrammatidae. При лабораторных анализах установлена резистентность у 22 видов из них. Например, к децису *Chilocorus renipustulatus* L. выработал 23-кратную устойчивость, *Nabis ferus* L. – 17.4-кратную, а *Coccinella septempunctata* L. – 137-кратную. Возросшая резистентность энтомофагов способствует их накоплению в агроэкосистемах, что делает их более стабильными и минимально уязвимыми в отношении химических средств. В этом случае приобретенная резистентность расширила содержание и диапазон использования биологического метода.

Важным элементом было изучение закономерностей формирования локальных очагов и пространственного распределения вредителей, их паразитов и хищников. Выяснили, что в общей структуре однолетних посевов наиболее привлекательной для насекомых является соя [15]. Проведенные сборы, таксономическая обработка и описание собранного материала позволили оценить фауну паразитических перепончатокрылых в Ставропольском и Краснодарском краях числом, близким к 1800 видам семейств Eulophidae, Pteromalidae, Tetracampidae, Encyrtidae, Elasmidae, Aphelinidae, Signiphoridae, Trichogrammatidae, Halcididae, Eurytomidae, Torymidae, Proctotrupidae, Scelionidae, Platigalstridae, Ceraphronidae, Megaspilidae, Aphidiidae, Braconidae, Ichneumonidae,

Bethulidae. Фактически, на полях формируется такое разнообразие и обилие полезных видов, которое невозможно получить при их разведении в биолaborаториях. В случае, если при мониторинге выявляются изменения соотношений фитофагов и их естественных врагов в пользу первых вступает дублирующая система, т.е. применяют средства направленной биологической защиты (производимые в биолaborаториях). Благодаря широким биоценотическим и трофическим связям энтомофагов в посевах сои, эта культура становится источником обогащения других ценозов и в сочетании с вышеописанными приемами направленного биометода способна играть роль стабилизатора фитосанитарной ситуации в пределах всей экосистемы.

Исследования позволили сформировать и практически освоить экологически выверенные многовариантные интегрированные системы с антирезистентной направленностью, как наиболее эффективные для нейтрализации вышеназванных последствий хозяйственной деятельности человека. Немаловажно, что Ставропольский край сегодня вышел в число лидеров в РФ по объему использования биологических средств. За период 2003–2012 гг. среднегодовая площадь применения микробиологических инсектофунгицидов составила 200 тыс. га, в последующие 6 лет – 327.3 тыс. га. В сочетании с ними проводили расселение разводимых в биолaborаториях энтомофагов – трихограммы и габробракона. Например, в 2017 г. задействовали 18.68 млн особей, в 2018 г. – 24.27 млн, что позволило отменить до 3-х химических обработок. Ежегодно на площади 48–86 тыс. га сохранение урожая обеспечивается без привлечения пестицидов. Практическая направленность выполненных разработок подкреплена публикациями, участием в семинарах, совещаниях, взаимодействием с поставщиками химических средств, но самое главное и наглядное – сформирована сеть показательных (базовых) хозяйств.

В итоге упорядочение химического метода и расширенное применение биологического при многостороннем научном сопровождении задали некий стандарт новых решений и действий, обеспечивающих не только полноценную сохранность урожая, но и целостность живой природы. За выполненную работу Кавминводская биолaborатория награждена юбилейной медалью “200 лет Кавказским Минеральным Водам”, почетными грамотами Минсельхоза края и Российской Федерации.

В качестве обобщающего вывода по итогам выполненного комплекса научно-прикладных работ в Таджикистане и Ставропольском крае правомерно утверждать, что в современном по-

нимании изученное направление по методологии и содержанию отвечает требованиям и правилам органического земледелия. Биологический метод защиты растений, как ключевой элемент, не должен замыкаться в пределах производства и применения энтомофагов и бактериальных препаратов, а заключаться в том числе и в параллельном упорядочении агротехники, регламентации химического метода и оперативной оценке отклика агроценозов на замену его экологически безопасными средствами. При этом в качестве результата должно быть не разовое снижение влияния вредителей и болезней на сельскохозяйственные культуры, а достижение биоценотической стабильности в масштабе всей агроэкосистемы. Каждодневное управление этим процессом – задача науки и практики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты за 27 лет работы в республике Таджикистан и за 28 лет в Ставропольском крае РФ позволили выявить общие закономерности качественной и структурной перестройки фитосанитарной ситуации в агроэкосистемах. Преобладающее применение химических средств защиты растений (ХСЗР), как главенствующего в защите растений, влечет за собой уменьшение их разрешающих возможностей благодаря нарастающую резистентности в популяциях объектов контроля. Положение осложняется трансформацией ранее незначимых видов в наносящих экономический ущерб. Попытка предотвращать потери урожая увеличением норм расхода и кратности применения пестицидов повышает неустойчивость вредителей и порождает экологические проблемы. В качестве эффективных мер признаны формирование региональных многовариантных интегрированных систем защиты растений, предусматривающих оперативный мониторинг, упорядочение агротехники, регламентацию химического метода и создание ему биологического противовеса путем организации производства и применения изученных энтомофагов, бактериальных препаратов и активизации природного механизма саморегуляции.

Организационные усилия Ставропольской фитосанитарной службы по практическому освоению результатов исследований позволили вывести край в число лидеров в РФ по объему применения биологического метода. Если в 2003–2012 гг. его среднегодовая площадь составила 200 тыс. га, то в последующие 6 лет (2013–2018 гг.) – 327.3 тыс. га. Названные площади включают применение микробиологических инсектофунгицидов и расселение разводимых энтомофагов. Например, в 2017 г. было задействовано 18.68 млн.

особей трихограммы и габробракона, в 2018 г. – 24.27 млн. В итоге в защите растений задан некий стандарт новых решений и действий, обеспечивающих не только сохранность урожая, но и целостность живой природы. Полученные результаты справедливо признать соответствующими методологии, содержанию и требованиям органического земледелия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленков В.Г. Особенности качественной и структурной перестройки энтомофауны в агроландшафтах Юга России // Докл. РАСХН. № 2. 2005. С. 20–23.
2. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Фасулати С.В. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем. Спб., 2013. 183 с.
3. Коваленков В.Г. Антропогенные факторы и фитосанитарная дестабилизация // Защита и карантин растений. 2015. № 9. С. 3–8.
4. Сухорученко Г.И. Состояние проблемы резистентности вредителей хлопчатника к пестицидам в Средней Азии и Азербайджане в начале 90-х годов // Энтомолог. обозр. Т. LXXV. 1996. С. 3–15.
5. Коваленков В.Г., Ковалев В.Г. Рекомендации по применению полового феромона хлопковой совки в интегрированных системах защиты хлопчатника, кукурузы и томатов в Таджикистане. Душанбе, 1984. 18 с.
6. Ваньянц Г.М., Коваленков В.Г., Козлова Л.Н. Рекомендации по интегрированной защите хлопчатника от вредителей и болезней в Таджикистане. Душанбе, 1987. 58 с.
7. Коваленков В.Г. Применение биологического метода защиты растений в Таджикистане. Обзор. информ. 1990. 76 с.
8. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Казадаева С.В. Биоценотическое обоснование интегрированных систем, стабилизирующих фитосанитарное состояние агроландшафтов. Краснодар, 2005. 34 с.
9. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Методические рекомендации по мониторингу чувствительности фито- и энтомофагов к применяемым инсектицидам. М., 2002. 32 с.
10. Сухорученко Г.И., Иванова Г.И., Коваленков В.Г. Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих. Метод. рекоменд. Спб., 2013. 150 с.
11. Терехов В.И., Исмаилов В.Я., Волкова Г.И. Скорость роста резистентности на примере популяций некоторых вредных видов // Докл. РАСХН. № 6. 2006. С. 16–18.
12. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Исмаилов В.Я. Рекомендации по предотвращению резистентности фитофагов к инсектоакарицидам (для условий Северо-Кавказского региона). Краснодар, 2000. 32 с.
13. Коваленков В.Г., Алексеев А.В., Браилко А.А. Химический и биологический методы: не противопоставление, а умелое сочетание // Защита и карантин растений. 2012. № 8. С. 7–11.
14. Коваленков В.Г. Повышение биоценотической роли природных энтомофагов, резистентных к инсектицидам, применяемым на Ставрополье // Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения. Спб., 2005. С. 176–186.
15. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М., Казадаева С.В. Биологическая защита сои // Защита и карантин растений. 2006. № 4. С. 36–39.

Scientific and Practical Experience of Building of the Biocenotic Control of the Phytosanitary Condition of Agroecosystems

V. G. Kovalenkov

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection
p/o 39, Krasnodar 350039, Russia

E-mail: vniibr@mail.kuban.ru

A comparative analysis of the fundamental and applied works performed in 1963–1990 in the Republic of Tajikistan and in 1990–2018 in the Stavropol territory of the Russian Federation is presented. Describes the conditions, peculiarities and general regularities of successive complication of the phytosanitary situation and the response of entomofauna on practiced technology of land use and plant protection. It is shown that increasing the use of chemicals leads to a decrease in their effectiveness due to the formation of resistance to them in populations of pests and pathogens of cultivated crops. The main ones in the strategy and tactics of crop conservation are: operational monitoring, ordering of agricultural machinery, regulation of the chemical method, the predominant use of biological agents and activation of the mechanism of natural self-regulation. This scientifically verified direction of transformations, characterized as a biocenotic approach, in the modern understanding corresponds to the methodology, content and requirements of organic farming. Scientific support and the degree of perception of practice are recognized as a condition of success.

Key words: biocenotic control, phytosanitary condition, agroecosystem, results of long-term observations.