

На правах рукописи

Рыбарева Татьяна Сергеевна

**БИОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ
ОТ ПАУТИННЫХ КЛЕЩЕЙ НА ОСНОВЕ ФОРМИРОВАНИЯ
УСТОЙЧИВОЙ АКАРОФАУНЫ
В УСЛОВИЯХ КРЫМА**

Специальность: 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин
растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2024

Работа выполнена в лаборатории защиты растений ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН».

Научный руководитель: **Алейникова Наталья Васильевна**
доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, главный научный сотрудник лаборатории защиты растений ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»

Официальные оппоненты: **Карпун Наталья Николаевна**, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела защиты растений ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»

Юрченко Евгения Георгиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая научным центром «Защита и биотехнологии растений» ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР)

Защита диссертации состоится «28» марта 2024 г. в 14 час.30 мин. на заседании диссертационного совета 35.2.030.05, созданного на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел : 8 (499) 976-17-14.

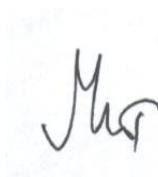
Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета <http://www.timacad.ru>

Автореферат разослан « _____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент

2



И.М. Митюшев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Клещи-фитофаги ежегодно наносят существенный вред не только овощам открытого и закрытого грунта, декоративным и цветочным культурам, но и промышленным плодовым насаждениям и питомникам. Из плодовых наиболее повреждаемая фитофагами культура – яблоня. В Крыму доля отряда Acariformes в таксономической структуре энтомоакарокомплекса яблони составляет от 14,2 % до 17,5 %. На протяжении последнего десятилетия на яблоне доминируют два вида клещей семейства Tetranychidae – боярышниковый *Amphitetranychus viennensis* (Zacher, 1920) и красный плодовой *Panonychus ulmi* (Koch, 1836), в отдельные годы наблюдается очаговое размножение туркестанского *Tetranychus turkestanii* (Ugarov et Nikolskii, 1937) и обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* (Koch, 1836).

Основной метод защиты от данных вредителей – химические опрыскивания акарицидами или инсектоакарицидами, в среднем за сезон вегетации яблони в Крыму проводят от 3 до 8 обработок. Многократное применение химических препаратов не только оказывает пестицидный прессинг на агроценоз, но и приводит к дестабилизации экосистемы плодовых насаждений, что проявляется в смене одних видов другими, влияет на биоразнообразие, снижает численность полезных членистоногих и приводит к появлению резистентных к пестицидам рас вредителей (Абдуллаев А.Н., Авотян А.С., Абеленцева Г.А., Агасьева И.С.). Сведения о появлении резистентности описывались в многочисленных работах ученых Канады, Австралии, США, стран Европы и Азии (Alston D.G., Thomson S.V., Baker A.D., Beers E.H., Martinez-Rocha L., Talley R.R., Dunley J.E.), которые отмечали высокоустойчивые расы паутинных клещей к таким химическим соединениям, как: клофентизин, гекситиозокс, бифентрин и абамектин. Указывалось на появление перекрестной резистентности (Асугар М.К., Багдасарян А.Т.). Весомый вклад в изучение данной проблемы внесли отечественные энтомологи и акарологи – Кузнецов Н.Н., Лившиц И.З., Митрофанов В.И., Петрушов А.З., в настоящее время исследования в данной области проводятся Поповым С.Я., Ягодинской Л.П., Балькиной Е.Б., Рыбаревой Т.С.

За последние 6 лет на промышленных насаждениях яблони в Крыму эффективность ряда акарицидов в контроле красного плодового (*P. ulmi*) и боярышникового (*A. viennensis*) клещей снизилась до 50-85 % (Балькина, Е. Б. Славгородская-Курпиева Л.Е., Ягодинская Л.П.). В связи с появлением устойчивых к пестицидам рас клещей-фитофагов для их сдерживания в пределах экономически незначимого уровня в яблоневых насаждениях, возникла необходимость изучения видов из семейства Phytoseiidae и отбора наиболее перспективного из них.

Таким образом, использование акарифагов с целью предупреждения появления резистентных рас паутинных клещей и роста их численности в плодовых насаждениях яблони на сегодняшний день актуально и является одним из направлений биологизации защитных мероприятий.

Степень разработанности темы исследований. Изучение хищных и растительноядных клещей, в том числе паутинных, проходило параллельно с 80-х годов прошлого столетия. К этому времени уже были известны примерно 120 видов клещей-фитофагов, являющихся первичными консументами. В литературе имеются сведения о находке хищного клеща надотряда Parasitiformes Sejuus viduus (Koch, 1836) в балтийском янтаре. Клещи-акарифаги из семейства Phytoseiidae в ископаемом состоянии неизвестны (Chant, 1993).

Первые сведения о семействе Phytoseiidae отмечаются в публикациях Дядечко Н.П. (1953, 1954), где описано значение клещей рода Typhlodromus в снижении численности паутиных клещей-фитофагов в плодовых насаждениях. Фрагментарные данные о находках некоторых видов Phytoseiidae содержались лишь в некоторых публикациях Ванштейна Б.А., Арутюняна Э.С. (1958-1972 гг.).

Методы применения хищных клещей для контроля фитофагов в защищенном грунте разработаны Бегляровым Г.А. Методом биологической защиты от клещей-фитофагов на насаждениях яблони и винограда в Крыму занимался Кузнецов Н.Н., который разработал методику колонизации хищного клеща *Galendromus occidentalis* Nesbitt (*Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt, 1951).

Цель исследований – разработка систем биологической защиты промышленных насаждений яблони с использованием методов колонизации и наводнения хищными видами клещей из семейства Phytoseiidae для эффективного контроля численности доминирующих в яблоневых насаждениях клещей-фитофагов семейства Tetranychidae в условиях центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма.

Задачи исследований.

1. В лабораторных условиях определить виды хищных клещей из семейства Phytoseiidae для эффективного контроля численности доминирующих растительноядных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi* в агроценозах яблони.

2. Изучить биологическую и экономическую эффективность применения интродуцированных видов из семейства Phytoseiidae – *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot, 1957), *Amblyseius andersoni* (Chant, 1957), *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) в защите яблони от паутиных клещей.

3. Определить уровень пестицидной нагрузки на агроценозы яблони при использовании разных систем защиты яблони от паутиных клещей.

4. Оценить устойчивость сформированной акарофауны после колонизации и наводнения хищными видами семейства Phytoseiidae яблоневых садов.

5. Разработать регламенты применения интродуцированных хищных видов клещей для усовершенствования биологизированных технологий защиты яблони от доминирующих видов растительноядных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi* в условиях центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма.

Научная новизна полученных результатов. Определены научно-методические подходы к усовершенствованию систем защиты яблони путем замены акарицидных обработок на колонизацию и наводнение хищными клещами *P. persimilis*, *A. andersoni* и *N. californicus*.

Усовершенствована методика лабораторных исследований по оценке применения хищных клещей-фитосейид (*A. andersoni*, *N. californicus*): лабораторное содержание хищный клещей Phytoseiidae методами садков и плавающих листьев, (Кузнецов Н.Н., 1978 г.) заменен на метод содержания хищных клещей в чашках Петри с естественным перемещением особей.

Впервые установлено, что темпы адаптации хищного клеща *N. californicus* выше, чем у *A. andersoni*. Определена пищевая избирательность изучаемых видов фитосейид к питанию яйцами и подвижными стадиями паутинового клеща *P. ulmi* при наличии на листьях альтернативной жертвы – *A. viennensis*. Доказано предпочтение клещей вида *A. andersoni* к питанию яйцами клещей-фитофагов.

Научно обоснованы регламенты применения хищных клещей семейства Phytoseiidae для защиты от доминирующих видов клещей семейства Tetranychidae. Определено

эффективное соотношение хищник-жертва и пороги численности клещей-фитофагов в насаждениях яблони центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма. Доказано преимущество сезонной колонизации и наводнения в запланированные сроки с использованием готовой к расселению культуры хищных клещей, в отличие от метода размножения маточной культуры клещей семейства Phytoseiidae в тепличных условиях.

Впервые в условиях Крыма получены новые знания по влиянию пестицидов на колонизированных акарифагов, проценту гибели клещей семейства Phytoseiidae в период диапаузы на насаждениях яблони.

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены новые знания по пищевой специализации хищных клещей *A. andersoni* и *N. californicus* в отношении доминирующих в яблоневых насаждениях паутиных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi*.

Лабораторными исследованиями доказана предпочтительность метода содержания хищных клещей на листьях яблони в чашках Петри без воды с естественным способом перемещения особей из субстрата в колонии фитофагов.

Научно обоснована необходимость введения дополнительного критерия (количество яиц фитофага на лист) для начала выпуска хищных клещей в насаждениях яблони с целью их оптимального использования в контроле численности фитофагов.

Разработаны рекомендации по биологизации интегрированной системы защиты яблони от доминирующих в яблоневых насаждениях клещей семейства Tetranychidae (замена акарицидных обработок на интродукцию хищными клещами *P. persimilis*, *A. andersoni* и *N. californicus*).

Биологизированные системы защиты яблони от клещей семейства Tetranychidae на основе формирования устойчивой акарофауны в условиях Крыма внедрены в АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского р-на Республики Крым на площади 100 га в 2016-2017 гг., АО «Победа» Нижнегорского р-на на 16 га в 2016-2018 гг. Оценка устойчивости, сформированной акарофауны проводилась в АО «Крымская фруктовая компания» в 2018-2020 гг., АО «Победа» в 2019-2020 гг.

Методология и методы исследований. В основу исследований легли методические подходы, разработанные и рекомендованные для борьбы с клещами семейства Tetranychidae в плодовых насаждениях и на виноградных плантациях – «Методические указания по биологическому методу борьбы с растительноядными клещами в плодовых садах и на виноградниках» (Кузнецова Н.Н., 1978 г.), «Методические указания по массовому разведению и испытанию эффективности резистентной популяции хищного клеща метасейулюса западного в борьбе с паутиными клещами на винограде» (Зильберминц И.В., Петрушов А.З., Кузнецов Н.Н., 1983 г.). Проведен статистический анализ полученных результатов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Обоснование применения наиболее эффективных хищных видов клещей из семейства Phytoseiidae методами колонизации и наводнения для эффективного контроля численности доминирующих растительноядных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi* в агроценозах яблони центрально-степного района Крыма.

2. Регламенты применения биологизированных систем защиты агроценозов яблони Крыма от доминирующих видов паутиных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi* на основе методов колонизации и наводнения клещами семейства Phytoseiidae.

3. Биологизированные технологии защиты яблони от доминирующих видов растительноядных клещей – *A. viennensis* и *P. ulmi* на основе формирования устойчивой акарофауны в условиях Крыма.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность полученных результатов исследований подтверждается достаточным объемом экспериментальных данных и их статистической обработкой в программе Microsoft Excel.

Апробация результатов исследований. Результаты исследований обсуждались на ежегодных заседаниях секции ученого совета ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых КФУ им. В.И. Вернадского (Симферополь, 2015 г.), конференции «Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России» (г. Ялта, 2018 г.), Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агро-экосистем» (г. Краснодар, 2018 г.), Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада (г. Ялта, 2019 г.), X международной практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар, 2021 г.), Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений-основа стабилизации агроэкосистем» (г. Краснодар, 2022 г.).

Личный вклад автора. Автором проведен теоретический анализ литературных источников по теме исследований, выбор объектов исследований, совместно с научным руководителем разработаны схемы опытов, проведены экспериментальные исследования, их анализ и обсуждение полученных результатов. Проведена статистическая обработка полученных данных, формирование выводов, апробация и внедрение в производство разработанных схем защиты яблони от клещей-фитофагов.

Публикация результатов исследований. Всего по результатам исследований опубликовано 17 научных работ, из них 4 работы в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК, 1 – в издании, входящем в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus, 1 монография (в соавторстве), 1 методические рекомендации (в соавторстве), 1 патент на изобретение (№RU2693094C1, в соавторстве). Результаты исследований обобщены в виде устных докладов на 7 научно-практических конференциях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 231 странице машинописного текста и состоит из введения, шести разделов, заключения, практических рекомендаций производству, списка литературы и приложений. Работа иллюстрирована 65 рисунками, содержит 33 таблицы и 7 приложений. Библиография включает 207 литературных источников, в том числе 27 работ иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСА КЛЕЩЕЙ-ФИТОФАГОВ ЯБЛОНЕВЫХ САДОВ И ИХ АКАРИФАГОВ – ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ-ФИТОСЕЙИД

(Аналитический обзор литературы)

Приведены данные о развитии акарологии, как науки, хозяйственно значимых видах клещей-фитофагов. Отмечено, что в настоящее время в яблоневого сада Крыма основными хозяйственно-опасными видами клещей являются *P. ulmi*, *A. viennensis*, *T. urticae* и *T. turkestanii*. Все тетраниховые клещи обладают огромным биотическим потенциалом, который определяется чрезвычайно высокой плодовитостью, быстротой развития и широкими приспособительными возможностями к климатическим и другим факторам среды. Исходя из пищевой специализации, существуют возможности использования хищных клещей, как фактора регуляции паутинных на яблоне. Наиболее изученные виды клещей из семейства

Phytoseiidae – *P. persimilis*, *Galendromus occidentalis*, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans, 1930), являются перспективными в биологической защите от клещей-фитофагов в условиях закрытого грунта. По результатам анализа научной литературы установлено, что в насаждениях яблони перспективными являются *N. californicus* и *A. andersoni* для сезонной колонизации и *P. persimilis* при их применении методом наводнения. Доказано, что использование хищного клеща *G. occidentalis* в промышленных насаждениях неэффективно. Интродуцированные в агроценозы яблони *P. persimilis* и *A. andersoni* с нормой выпуска 100 особей на каждое третье дерево показали биологическую эффективность 97 % в отношении *P. ulmi*.

Таким образом, разработка биологизированной системы защиты яблони от клещей-фитофагов *A. viennensis* и *P. ulmi* на фоне тенденций к развитию их резистентных рас и ограниченном ассортименте акарицидов, является актуальным вопросом на сегодняшний день. По результатам анализа научной литературы установлено, что в плодовых насаждениях яблони перспективными являются хищные клещи *N. californicus* и *A. andersoni* для сезонной колонизации и *P. persimilis* для применения методом наводнения.

РАЗДЕЛ 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на насаждениях яблони двух предприятий (АО «Победа» Нижнегорского р-на и АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского р-на Крыма) с разным видовым составом и численностью клещей-фитофагов, хозяйства находятся в центральном равнинно-степном агроклиматическом районе, который относится к равнинно-степному агроклиматическому округу.

В годы наблюдений температура воздуха зимний период, превышала среднемноголетние показатели, биологически эффективное тепло превышало среднемноголетнюю норму на 156,3 °С, вследствие чего агрометеорологические условия для перезимовки плодовых культур, а также диапаузы фитофагов и акарифагов, складывались благоприятно. Весенний период характеризовался возвратными заморозками в первой-третьей декаде апреля и прохладной температурой воздуха. Летние месяцы были жаркими, с превышением среднемноголетних показателей на 1,5-5 °С и почти полным отсутствием осадков. Исключение составил 2016 год, который характеризовался превышением среднемноголетних показателей по осадкам от 33,9 мм (Нижнегорский р-н) до 144,2 мм (Красногвардейский р-н).

При проведении исследований использовались общепринятые в защите растений методики. Биологическую эффективность пестицидов в отношении паутинных клещей определяли по числу погибших особей в опыте и эталоне с поправкой на контроль по формуле Хендерсона-Тилтона. Биологическая эффективность применения хищных клещей определялась двумя способами – по формуле Аббота, по формуле Номура («Методические указания по биологическому методу борьбы с растительноядными клещами в плодовых садах и на виноградниках», Кузнецов Н.Н., 1978 г.) Экономическую эффективность (производственные опыты) защитных мероприятий оценивали в сравнении стоимости акарицидных обработок и выпусков акарифагов, а также пестицидной нагрузки в опыте по сравнению с эталоном. Определение токсичности пестицидов на хищных клещей в лабораторных условиях проводили по методике Лившица И.З., Митрофанова В.И., Петрушова А.З., («Сельскохозяйственная акарология», 2013 г.).

Схема опытов представлена в таблицах 1-2. На всех опытных участках проводились идентичные фоновые пестицидные обработки в защите от болезней и вредителей, за исключением акарицидных.

Таблица 1 – Схема опыта по применению хищных клещей на промышленных насаждениях яблонь в контроле *A. viennensis* (АО «Победа», 16 га, 2015-2018 гг.)

Вариант	Система защиты яблонь применением хищных клещей	Количество выпущенных хищных клещей (экз./га)
Система № 1	проведение двукратной колонизации особей каждого вида <i>A. andersoni</i> и <i>N. californicus</i>	21450
Система № 2	в первый год проведено наводнение во второй и третий годы испытаний – колонизация	42900 21450
Система № 3	двукратно проведено наводнение	42900
Контроль	акарицидные обработки и выпуски акарифагов не проводились	-

Примечания:

- в опытных вариантах *A. andersoni* и *N. californicus* выпускались совместно;
- пакетики с акарифагами вывешивались при численности фитофагов менее порога ЭПВ (либо наличия только яиц на листьях, равномерно по всей площади сада).

На насаждениях яблони в АО «Крымская фруктовая компания» для снижения численности яиц на листьях в течение сезона вегетации в Системе № 1 двукратно проводили химические обработки акарицидами Аполло, КС (клофентезин, 500 г/л) и Масай, СП (тебуфенпирад, 200 г/кг) с нормами применения 0,5 л/га (таблица 2). В Системах № 2, 3, 4 акарицидные обработки в течение периода вегетации не проводились.

Таблица 2 – Схема опыта по применению хищных клещей на промышленных насаждениях яблони в контроле *P. ulmi* (АО «Крымская фруктовая компания», 25 га, 2016-2017 гг.)

Вариант	Система защиты яблони с применением хищных клещей	Количество выпущенных хищных клещей (экз./га)
Система № 1	Аполло, КС (клофентезин, 500 г/л) и Масай, СП (тебуфенпирад, 200 г/кг) Очаги фитофага наводнялись следующим образом: - в третьей декаде апреля – <i>P. persimilis</i> ; - во второй декаде июля был колонизирован <i>A. andersoni</i> ; - третьей декаде августа – <i>N. californicus</i>	Двукратно, в весенний и летний период 10000 3000 30000
Система № 2	Очаги фитофага наводнялись следующим образом: - в третьей декаде апреля – <i>P. persimilis</i> ; - во второй декаде июля был колонизирован <i>A. andersoni</i> ; - третьей декаде августа – <i>N. californicus</i>	10000 3000 30000
Система № 3	проводилась сезонная колонизация проводилась дважды: - <i>A. andersoni</i> во второй-третьей декаде апреля; - <i>N. californicus</i> в летний период	30000 30000
Система № 4	- проводилась сезонная колонизация <i>N. californicus</i> при полном выходе фитофагов из мест диапаузы, - в летний период <i>A. andersoni</i> , до достижения ими численности 5 экз./лист.	30000 30000
Контроль	участок 25 га, акарицидные обработки и выпуски акарифагов не проводились	-
Эталон	участки с акарицидными обработками, проводимые хозяйством на 804,31 га в 2015 году, 834,31 га в 2016 и 980,31 га в 2017 годах.	-

РАЗДЕЛ 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ХИЩНЫХ ВИДОВ КЛЕЩЕЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КЛЕЩЕЙ-ФИТОФАГОВ ЯБЛОНИ

В результате лабораторных испытаний установлено, что показатели скорости адаптации, пищевой специализации и биологической эффективности свидетельствуют о перспективности применения *A. andersoni* и *N. californicus* относительно доминирующих в яблоневых насаждениях видов клещей-фитофагов *A. viennensis* и *P. ulmi*.

Установлено, что эффективным соотношением хищник-жертва для *N. californicus* является соотношение 1:5 при 5-30 яиц/лист, 1:9 при 5 яиц/лист, 1:50 яиц/лист при отсутствии особей. При наличии 20-26 экз./лист; 10 особей +10 яиц/лист, численность популяции фитофага нарастает и сдерживать ее *N. californicus* удается не ранее, чем на 6 сутки после выпуска. Эффективным для *A. andersoni* является соотношение 1:5, при отсутствии яиц. Эффективность снижается *A. andersoni*, питается яйцами, если они отложены фитофагом на листья. В таком случае, популяция превышает ЭПВ в течение 8 суток и появляется высокая вероятность повреждения листового аппарата.

При оценке действия пестицидов, широко применяемых в практике защиты яблоневых насаждений на исследуемых акарифагов получены новые знания по действию некоторых пестицидов на хищных клещей *N. californicus* и *A. andersoni*.

Исследованиями установлено следующее:

- инсектицид Калипсо, КС (тиаклоприд 480 г/л) приводит к снижению численности хищных клещей *N. californicus* и *A. andersoni* на 20 % и 28 %, соответственно;

- фунгицид Полирам, ДФ (метирам 700 г/кг) малотоксичен для данных видов клещей: на 3 сутки после обработки препаратом погибших экземпляров не выявлено, на 7-е сутки погибло 8 % хищных клещей; далее гибели акарифагов не зафиксировано;

- инсектоакарицид Оберон Рапид, КС (абамектин 11,4 г/л+спиромезифен 228,6 г/л), снижает численность хищных клещей на 1,6-2,8%;

- препарат Фитоверм, КЭ (аверсектин С 50 г/л) напротив губительно действует на особей *N. californicus* и *A. andersoni*, снижая их численность на 68 % и 72 % уже в первые сутки после обработки. На 14 сутки гибель обоих видов составляла 78,6-80 %.

Таким образом, установлено, что инсектоакарицид Оберон Рапид, КС и фунгицид Полирам, ДФ могут быть включены в системы защитных мероприятий совместно с выпусками хищных клещей. На участках с использованием акарифагов не рекомендуется применение инсектицида Фитоверм, КЭ, Калипсо, КС.

РАЗДЕЛ 4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ ОТ ПАУТИННЫХ КЛЕЩЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОЛЛОНИЗАЦИИ И НАВОДНЕНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫМИ ВИДАМИ ХИЩНЫХ ФИТОСЕИД

1.1 Изучение биоэкологических особенностей развития интродуцированных видов хищных клещей из семейства Phytoseiidae на фоне разных систем защиты яблони

На момент постановки опыта в промышленных насаждениях яблони АО «Победа» (эталонный вариант) в видовом составе клещей-фитофагов преобладал боярышниковый клещ *A. viennensis*. На второй и третий год исследований состав клещей-фитофагов был представлен двумя видами – *A. viennensis* и *P. ulmi*.

В результате исследований установлено, что при методе выращивания маточной культуры *A. andersoni* и *N. californicus* на кормовых видах клещей семейства Tetranychidae всегда возможно провести колонизацию и наводнение в запланированные сроки. Доказано, что при соотношении хищник-жертва 1:13-1:20 при численности яиц от 122 шт./лист популяция *A. viennensis* не снижается. В течение вегетационного периода 2016 года массовое размножение *A. viennensis* на основной площади эталона с максимальным количеством подвижных стадий 25,9 экз./лист; 6,8 экз./лист и 7,5 экз./лист отмечено трехкратно. Вследствие этого были проведены 3 акарицидные обработки препаратами Крафт, ВЭ (абамектин, 36 г/л), Демитан, СК (феназахин, 200 г/л) и Ортус, СК (фенироксимат, 50 г/л). На площади 30 га наводнение хищным клещом *P. persimilis* позволило за десять суток уменьшить численность клещей-фитофагов в 4,8 раза с 39,9 до 8,3 экз./лист без использования инсектоакарицидов (рисунок 1).

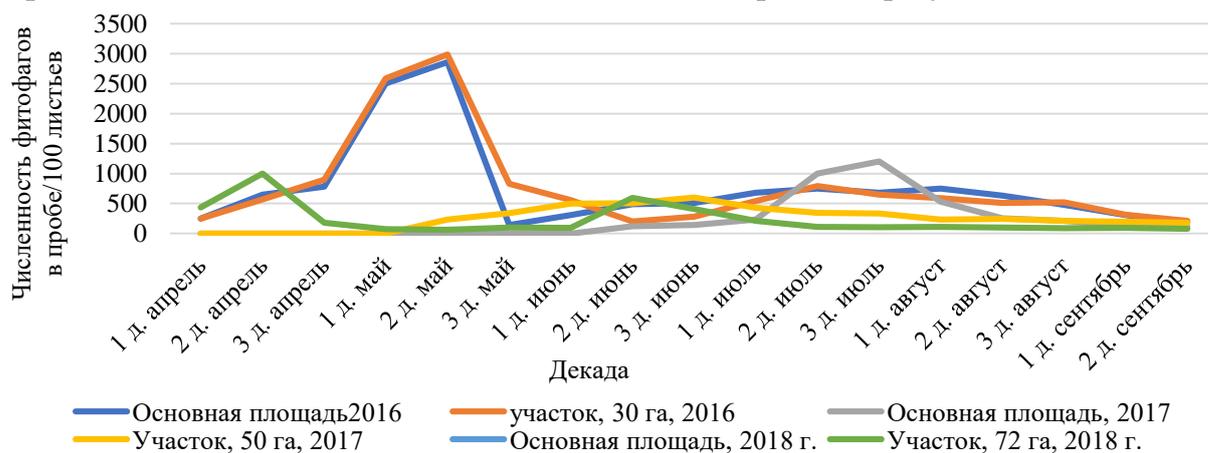


Рисунок 1 – Сезонная динамика численности *A. viennensis* в эталонной системе применения хищных клещей из семейства Phytoseiidae, АО «Победа», 2016-2018 гг.

В 2017 году сезонная колонизация *N. californicus* не была проведена в запланированные сроки, и вследствие массового размножения *A. viennensis* – до 5 экз./лист, поэтому в первой декаде июля на основной площади была запланирована обработка препаратом Оберон Рапид, КС (абамектин, 11,4 г/л + спиромезифен, 228,6 г/л) с нормой применения 0,6 л/га, эффективность которой составила 98 %.

В 2018 году суммарная численность двух видов вредителей – *A. viennensis* и *P. ulmi* после выхода из диапаузы составила 10 экз./лист. Вследствие отсутствия размноженной маточной культуры акарифагов провели обработку препаратом Крафт, ВЭ (абамектин, 36 г/л) с нормой применения 0,5 л/га, эффективность, которой составила 90-95 %. Дополнительных выпусков акарифагов и проведения акарицидных обработок не было.

На участке, где хищные клещи не расселялись, проводилось от 1 (2018 г.) до 3 (2016 г.) обработок акарицидами и инсектоакарицидами. В 2016 г. наблюдалось два пика численности клещей-фитофагов (6,2 и 5,7 экз./лист) с превышением ЭПВ (5 экз./лист), в последующие годы фиксировали один пик численности. В периоды массового размножения Tetranychidae наблюдалась миграция с прилегающих территорий аборигенных видов хищных видов из семейств Phytoseiidae и Stigmaeidae в колонии фитофагов.

В опытной системе № 1 в первый и второй год исследований количество интродуцированных особей *A. andersoni*, *N. californicus* было недостаточным для сдерживания популяции *A. viennensis*. Его численность превышала порог вредоносности и удерживалась на уровне 5,6 экз./лист 14 суток и 6,5-6,7 экз./лист 9 суток в 2017 году. На третий год, вследствие хорошей акклиматизации и накопления акарифагов, плотность популяции вредителя

удерживалась на уровне ниже порога вредоносности, максимальное количество особей – 3,4 экз./лист зафиксировано во второй декаде июня. Плотность популяции *A. viennensis* на момент ухода в диапаузу была представлена единичными экземплярами.

Исследованиями установлено, что в результате колонизации хищных клещей *A. andersoni*, и *N. californicus* в агроценоз яблони в опытной Системе № 2 популяция паутиных клещей находилась ниже уровня экономического порога вредоносности (ЭПВ) – максимальное количество особей в первый год исследований составило 3,5 экз./лист, 1,9 экз./лист, 2,9 экз./лист во второй и третий годы исследований.

В опытной Системе № 3 за все три года наводнения клещами из семейства Phytoseiidae количество паутиных клещей было ниже уровня ЭПВ. В первый год испытаний максимальное количество *A. viennensis* – 3,6 экз./лист достигло сразу после выхода из мест диапаузы. Во второй год в первой декаде июня был выявлен вид *P. ulmi* – 1,4 экз./лист, количество двух видов фитофагов таким образом достигло 1,9 экз./лист и удерживалось на таком уровне до третьей декады июня. На третий год исследований популяция вредителей была представлена единичными особями.

В целом, опытные Системы № 2 и 3 обеспечили эффективный контроль численности *A. viennensis* и *P. ulmi* на протяжении всего периода наблюдений. Опытная Системы № 1 обеспечила эффективный контроль численности *A. viennensis* и *P. ulmi* на третий год колонизации хищными клещами.

На контрольном участке в 2016-2018 годах количество фитофагов нарастало, начиная с выхода клещей из диапаузы, и оставалось значительно выше ЭПВ – от 5,8 экз./лист до 1,6 экз./лист на протяжении всего сезона вегетации. При увеличении количества фитофагов до 5-6 экз./лист наблюдалось перемещение аборигенных видов клещей из семейства Phytoseiidae и Stigmaeidae в колонии фитофагов, на плотность популяции паутиных клещей повлиявшая. Таким образом, при отсутствии защитных мероприятий на контрольном участке численность клещей-фитофагов существенно превышала ЭПВ (максимально 11,6 экз./лист).

Исходя из вышеизложенного следует, что биологизация защиты яблони от паутиных клещей методом сезонной колонизации акарифагов при выращивании их в теплице на кормовых видах клещей не обеспечивает необходимый уровень биологической эффективности и требует проведения 1-3 акарицидных обработок. Интродукция акарифагами в опытных системах позволила сдерживать популяции фитофагов на экономически неощутимом уровне без проведения акарицидных обработок.

На промышленных насаждениях яблони в АО «Крымская фруктовая компания» (эталонный вариант) в видовом составе клещей-фитофагов преобладал красный плодовой клещ, численность которого варьировала. За сезон вегетации в 2016 году на эталонном варианте было проведено 8 акарицидных обработок. Не смотря на проведение защитных мероприятий, количество диапаузирующих яиц в конце сезона было высоким и составляло 450-500 шт./см². В 2017 году было проведено 9 акарицидных обработок (таблица 3).

В опытной системе № 1 в летний период, как в первый, так и во второй год колонизации акарифагов, численность *P. ulmi* оставалась на экономически неощутимом уровне. Максимальное количество фитофага – 6,4 экз./лист зафиксировано во второй декаде июля в первый год интродукции после выпуска *P. persimilis*. Популяция фитофагов снизилась в 9 раз после применения акарицида Масай, СП (тебуфенпирад, 200 г/кг). Во второй год колонизации акарифагов, численность вредных клещей не превышала ЭПВ – 0,1-2,8 экз./лист.

Таблица 3 – Численность *P. ulmi* на фоне проведения акарицидных обработок (АО «Крымская фруктовая компания»)

Дата обработки	Препарат	Норма применения (кг, л/га)	Численность фитофага (экз./лист)						Биологическая эффективность, %		
			До обработки		После обработки (сутки)						
			экз.	яиц	3	7	14	3	7	14	
2016 г.											
24.03	Препарат 30 Плюс, ММЭ	70	-	300	300	300	300	-	-	-	
13.04	Аполлю, КС	0,5	-	300	300	300	300	-	-	-	
21.04	Крафт, ВЭ	0,5	12,0	30	4,2	4,0	4,0	65,0	66,6	66,6	
20.05	Демитан, СК	0,6	6,4	125	0,9	0,8	0,7	85,9	87,5	89,0	
7.06	Оргус, СК	0,75	5,6	234	2,0	1,8	1,9	64,2	67,8	66,0	
13.07	Санмайг, СП	0,9	5,8	238	1,6	1,8	1,9	75,0	68,9	67,2	
27.07	Масай, СП	0,5	1,1	456	0,5	0,6	0,5	54,5	45,4	54,5	
23.09	Битоксибациллин, П	3,0	1,5	124	0,7	0,7	0,8	76,6	76,6	73,3	
	НСР ₀₅	-	-		0,5	0,3	0,4	-	-	-	
2017 г.											
1.04	Препарат 30 Плюс, ММЭ	70	-	500	500	500	500	-	-	-	
24.04	Аполлю, КС	0,5	-	500	500	500	500	-	-	-	
8.06	Демитан, СК	0,6	15,3	165	2,3	2,2	4,4	84,9	85,6	71,2	
19.06	Крафт, ВЭ	0,5	8,7	123	0,9	6,7	0	89,6	22,9	100	
27.06	Оберон рапид, КС	0,6	9,5	133	0,7	0,6	0	92,6	93,6	100	
11.08	Санмайг, СП	0,9	3,1	172	1,0	1,1	0,9	67,7	64,5	70,9	
	Ниссоран, СК	0,25									
24.08	Масай, СП	0,5	1,6	125	0,6	0,6	0,7	62,5	62,5	56,2	
	НСР ₀₅	-	-		0,3	0,3	0,3	-	-	-	

В опытной Системе № 2 численность клещей-фитофагов выше порога вредоносности (6,1 экз./лист) зафиксирована однократно, в 1-ый год исследований после выпуска *P. persimilis*. Во 2-ой год исследований популяция *P. ulmi* составляла от 0,08 до 2,4 экз./лист весь период вегетации. В опытной Системе № 3 превышения численности вредителей до уровня ЭПВ не зафиксировано, снижение плотности популяции фитофагов наблюдалась после выпусков акарифагов.

В опытной Системе № 4 в 1-ый год исследований численность клещей-фитофагов превышала уровень ЭПВ в 2 раза, численность в колониях составляло 6,8-5,8 экз./лист в апреле и июле. В летний период высокий уровень популяции удерживался с конца июня до середины августа. Во 2-ой год исследований количество фитофагов регулировалось интродуцированными видами хищных клещей из семейства Phytoseiidae – *N. californicus* и *A. andersoni*, количество особей не превышало 3,7 экз./лист.

В целом, наиболее эффективный контроль численности *A. viennensis* и *P. ulmi* на протяжении всего периода наблюдений опытная обеспечила Система № 3 (сезонная колонизация *A. andersoni* (30000 экз./лист) во второй-третьей декаде апреля, затем в летний период *N. californicus* (30000 экз./лист). Опытные системы №1, 2, 4 обеспечили эффективный контроль численности клещей-фитофагов на второй год колонизации хищными клещами.

4.2 Биологическая эффективность применения клещей-фитосейид методами сезонной колонизации и наводнения

В среднем, при проведении исследований в АО «Победа» (2016-2018 гг.) максимальную биологическую эффективность применения хищных клещей по формуле Номура отмечали в первый год в опытных Системах № 2 и 3 – на конец сезона вегетации она составляла 84,9 % и 93,5 %, соответственно. В опытной Системе № 1 эффективность в среднем за 3 года исследований не превышала 51,6 %.

При расчёте биологической эффективности применения акарифагов по формуле Аббота самый высокий показатель был в опытной Системе № 3 (двукратно проведено наводнение *A. andersoni* и *N. californicus* (42900 экз./га), где численность популяции фитофагов снизилась на 91,6 % уже после первого наводнения клещами из семейства Phytoseiidae, во второй год – 100%. В опытной Системе № 2 (в 1 год проведено наводнение *A. andersoni* и *N. californicus* (42900 экз./га), во 2 и 3 годы испытаний – их колонизация (21450 экз./га) в 2016 году эффективность колонизированных акарифагов составила 85,2 %, 2-ой год – 98,4 %, 3-ий год – 94 %. В опытной Системе № 1 (проведение двукратной колонизации особей каждого вида *A. andersoni* и *N. californicus* (21450 экз./га) ее эффективность в 1 год выпуска составила 0,7-15,5 %, во 2 и 3 – 47 % и 44,7 %.

Суммарно, по показателям биологической эффективности в АО «Победа» лучшую эффективность показала опытная Система № 3. Пакетики с акарифагами вывешивались при численности фитофагов менее порога ЭПВ (либо наличия только яиц на листьях, равномерно по всей площади сада). Акарицидные обработки не планировались.

На насаждениях яблони АО «Крымская фруктовая компания» (2016-2017 гг.) установлено, что по формуле Номура в первый год выпусков хищных клещей эффективность опытных Систем № 2, 3, 4 в конце сезона вегетации была не высокой и составила 51,8 %, 49,4 %, 14,8 %, соответственно. По формуле Аббота наиболее высокую эффективность показала опытная Система № 3 – 68,1 %.

В целом, по показателям биологической эффективности в АО «Крымская фруктовая компания» лучшей была опытная Система № 3 (проводилась сезонная колонизация *A. andersoni* (30000 экз./лист) во второй-третьей декаде апреля, затем в летний период *N. californicus* (30000 экз./лист).

Определение биологической эффективности применения хищных клещей в период диапаузы фитофагов

Исследованиями доказано, что интродуцированные акарифаги продолжают питание фитофагами в местах диапаузы. За зимний период 2016-2017 гг. в эталоне было уничтожено 99,9-100 % экземпляров фитофагов. В опытных Системах 1, 2, 3 на насаждениях яблони в АО «Победа» установлено снижение вредителей на 78,9 %, 97,5 %, 99,9 % (рисунок 2).

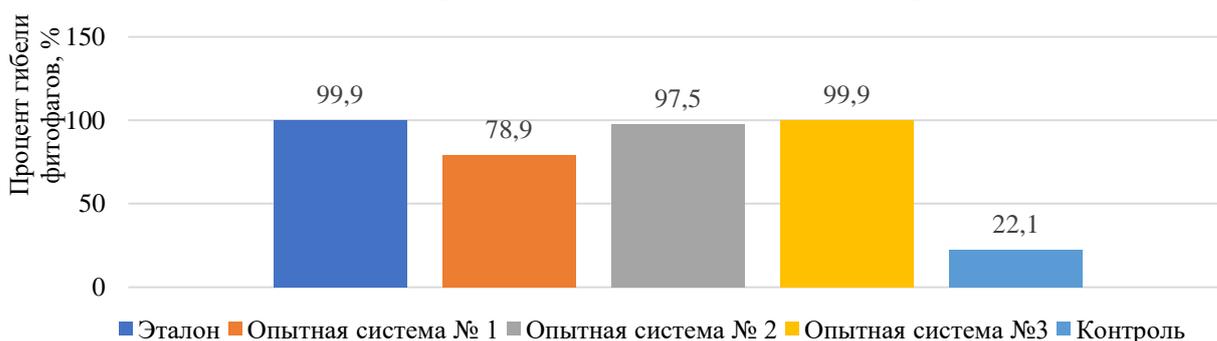


Рисунок 2 – Гибель особей вследствие питания хищных клещей из семейства Phytoseiidae в период диапаузы (2016-2017 гг., АО «Победа»).

В результате питания хищных клещей в осенне-зимний период на эталонном варианте в 2017-2018 гг. гибель подвижных стадий *A. viennensis* составила 50 %, яиц *P. ulmi* – до 35%. В опытных системах в этот же период количество особей *A. viennensis* под корой снизилось на 97,1-99,9%. Гибель яиц *P. ulmi* составила не более 2 яиц/погонный см, больше всего – 45 % в опытной Системе № 3 (рисунок 3).

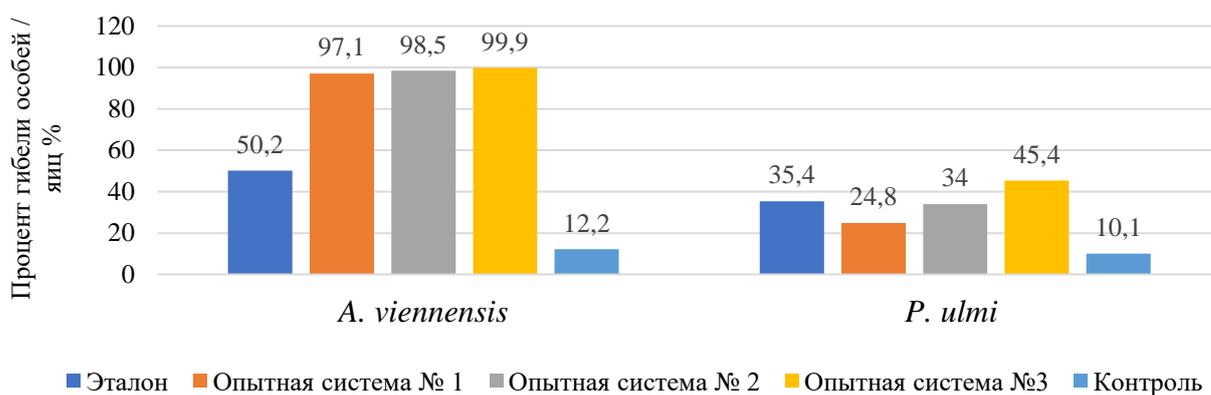


Рисунок 3 – Гибель особей *A. viennensis*, яиц *P. ulmi* в период диапаузы 2017-2018 гг. вследствие питания хищных клещей в период диапаузы, АО «Победа».

В АО «Крымская фруктовая компания» в зимний период 2015-2016 гг., *N. californicus*, выпущенный в августе 2015 г., снизил количество диапаузирующих яиц *P. lmi* на 35%, в 2017 г. в опытных вариантах – до 65 % (рисунок 4).

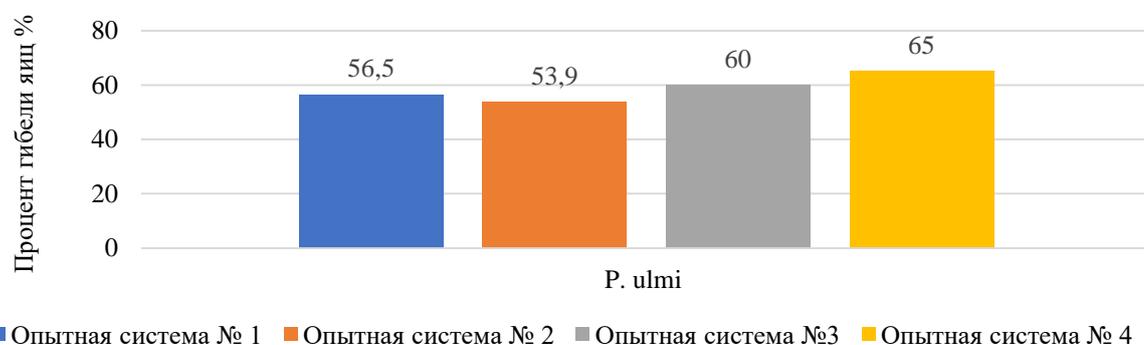


Рисунок 4 – Гибель яиц *P. ulmi* в период диапаузы 2016-2017 гг. вследствие питания хищных клещей, АО «Крымская фруктовая компания».

Установлено, что интродуцированные в яблоневые насаждения *A. andersoni* и *N. californicus* в зимний период не погибают при понижении температуры воздуха до -18°C в течение одних суток и 8 суток $-5^{\circ}\text{C} \dots -9^{\circ}\text{C}$. Вследствие трехдневного понижения температуры в январе до $-10 \dots -12^{\circ}\text{C}$ гибель хищных клещей под корой составила от 30 % до 45 %, при снижении до $-11^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$ в течение 7 суток погибло 46,5 % хищных клещей. При температуре от -9°C до -7°C в течение 3 суток погибло 25-33,3 % хищных клещей.

Определение биологической эффективности применения акарицидов на насаждениях яблони (АО «Победа», АО «Крымская фруктовая компания», 2015-2018 гг.)

На эталонном участке в АО «Победа» в годы исследований эффективность обработок Крафтом, ВЭ (абамектин, 36 г/л) и Ортусом, СК (фенпироксимат, 50 г/л) в отношении *A. viennensis* составила 90 % и 57,2 %. После обработки препаратом Демитан, СК (феназахин, 200 г/л) популяция фитофага продолжала увеличиваться.

В 2017 г. были применены Оберон Рапид, КС (абамектин, 11,4 г/л + спиномезифен, 228,6 г/л) и Санмайт, СП (пиридабен, 200 г/кг), эффективность которых составила 99 % и 72,5 %, соответственно. В 2018 высокую эффективность (99 %) показали Оберон Рапид, КС (абамектин, 11,4 г/л + спиномезифен, 228,6 г/л) и Омайт, КС (пропаргит, 570г/л) – рисунок 5.

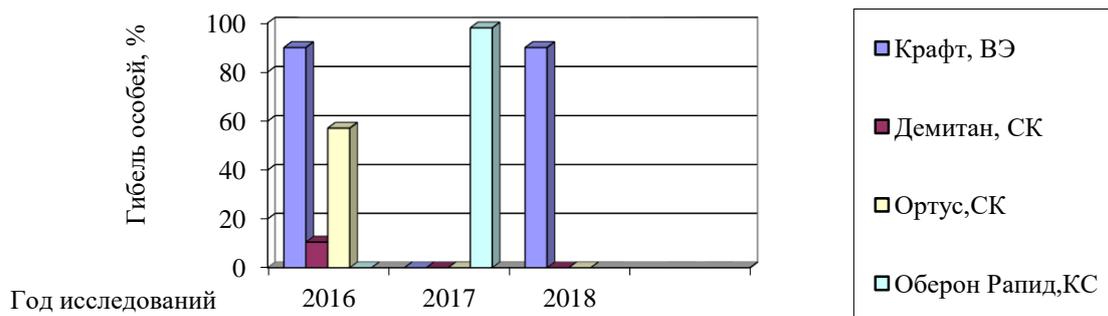


Рисунок 5 – Биологическая эффективность акарицидов и инсектоакарицидов в отношении *A. viennensis* в эталоне, ОА «Победа», Нижнегорский район.

Биологическая эффективность всех исследуемых акарицидов на разных участках оставалась примерно на одинаковом уровне, однако после обработки препаратом Демитан, СК (феназахин, 200 г/л), эталонного участка в 2016 г. начался рост популяции *A. viennensis* (с 6,8 до 7,5 экз./лист за 7 суток (рисунок 6).

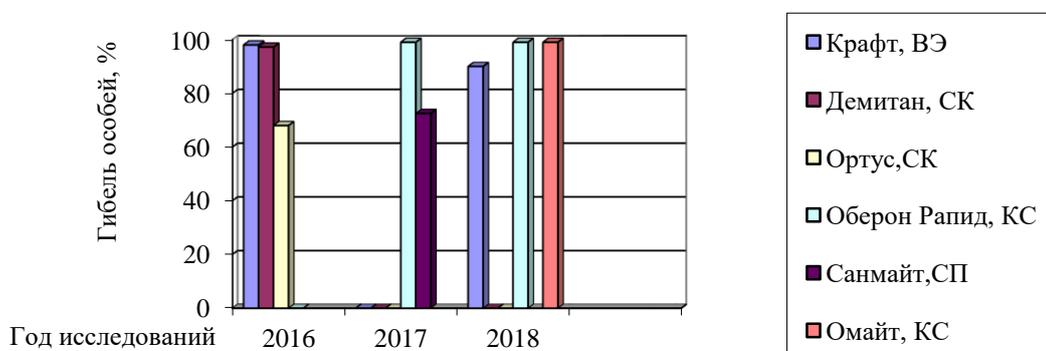


Рисунок 6 – Биологическая эффективность акарицидов и инсектоакарицидов в отношении *A. viennensis* на участке без выпуска хищных клещей, ОА «Победа».

На эталонных участках яблони в АО «Крымская фруктовая компания» в течение сезона вегетации 2016 г. было проведено 7 обработок для снижения численности *P. ulmi*. Установлено снижение биологической эффективности препаратов Ортус, СК (фенпироксимат, 50 г/л), Санмайт, СП (пиридабен, 200 г/кг), Масай, СП (тебуфенпирад, 200 г/кг) до 68,2 %, 72,3 %, 48,5 %, соответственно (рисунок 7). Проведенная в конце сезона обработка препаратом Битоксибациллин, П снизила количество особей *P. ulmi* на 65,4 %.

В 2017 г. в эталоне было проведено 7 обработок акарицидами и инсектоакарицидами из разных химических групп. Их эффективность колебалась от 85 % до 100 %, но численность популяции фитофагов быстро восстанавливалась из-за массового отрождения личинок (рисунок 9). Установлено снижение эффективности до 67 % совместного применения препаратов Санмайт, СП (пиридабен, 200 г/кг) и Ниссоран, СК (гектситиазокс, 250 г/л), с рекомендованными нормами применения.

Так же, как и в предыдущий год, после применения препарата Масай, СП (тебуфенпирад, 200 г/кг) наблюдалось массовое отрождение личинок, его эффективность не превысила 64,7 %. Самая высокая эффективность – 99,9 % отмечена после обработки препаратом Оберон Рапид, КС (абамектин 11,4 г/л+спиромезифен 228,6 г/л).

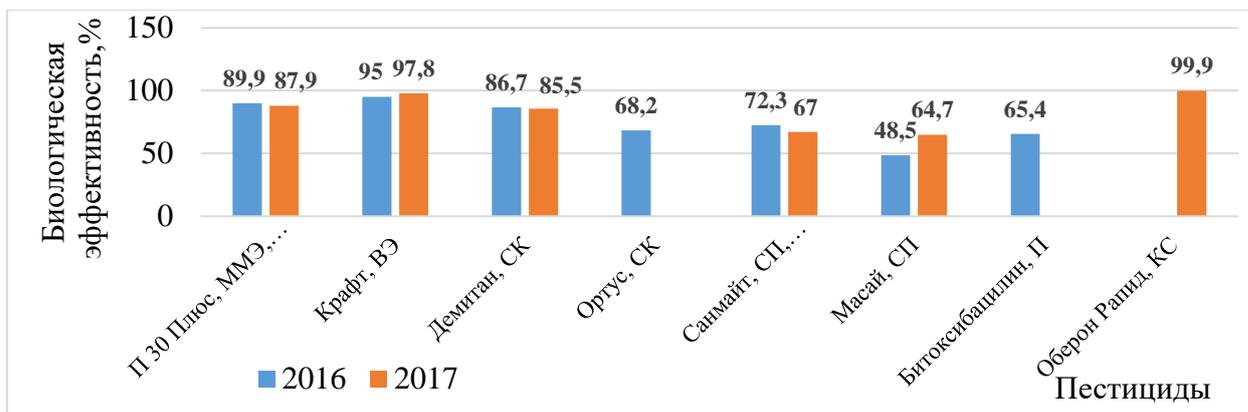


Рисунок 7 – Биологическая эффективность пестицидов в отношении *P. ulmi* в эталоне, (АО «Крымская фруктовая компания», 2016-2017 гг.)

В опытной системе № 1 во второй год исследований было установлено снижение эффективности препаратов Масай, СП (тебуфенпирад 200 г/кг) до 31,2 % и в отношении *P. ulmi*. В 2016 году Аполло, КС (клофентезин 500 г/л) был эффективен лишь на 9 %, в 2017 г. биологическая эффективность увеличилась до 40 %, вследствие снижения диапаузирующих яиц и, как следствие, уменьшения их наслоения друг на друга (рисунок 8).

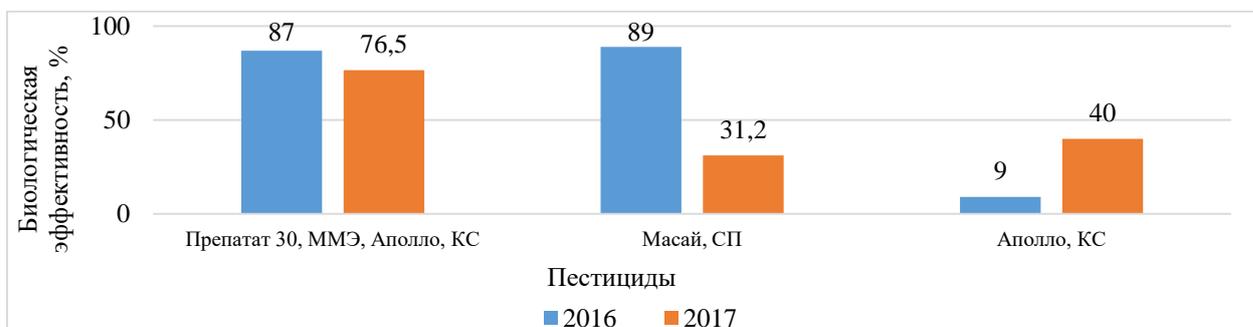


Рисунок 8 – Биологическая эффективность акарицидов и инсектоакарицидов в опытной системе № 1 (ОА «Крымская фруктовая компания», 2016-2017 гг.)

Таким образом, за время проведения исследований зафиксировано появление устойчивых особей *A. viennensis* к химическим соединениям – феназахин, фенпироксимат и пиридабен. Установлено снижение биологической эффективности в отношении *P. ulmi* фенпироксимата, пиридабена и тебуфенпирада до 68,2 %, 72,3 % и 48,5 %, соответственно. В 2020 году в АО «Победа» выявлены нечувствительные к абамектину расы доминирующих видов паутиных клещей.

Влияние акарицидов и инсектоакарицидов на хищных клещей в агроценозах яблони

На эталонном участке АО «Победа», установлено, что препарат Демитан, СК (феназахин, 200 г/л) приводил к гибели популяции интродуцированных акарифагов на 54-63 %, препарат Крафт, ВЭ (абамектин, 36 г/л) снижал популяцию на 81-94 %. Определено, что обработка акарицидом Ортус, СК (фенпироксимат, 50 г/л) с нормой применения 0,75 л/га приводила к гибели 28,5 % хищных клещей из семейства Phytoseiidae. Доказано, что инсектоакарицид Оберон Рапид, КС (абамектин 11,4 г/л+спиромезифен 228,6 г/л) не приводит к снижению клещей-фитосейд – после обработки препаратом погибших особей не выявлено, зафиксирован рост популяции акарифагов с 4 до 6 экз./лист.

На эталонных участках яблони ОА «Победа» численность популяции фитофагов была максимальной (до 122-135 экземпляров/100 листьев) сразу после выпусков акарифагов. Вследствие проведения акарицидных обработок установлено снижение количества особей в

популяции в 2-6 раз. В саду яблони «Крымской фруктовой компании», несмотря на незначительную гибель хищных клещей (8-9%) в опытных системах, по сравнению с системами без применения акарицидов, популяция акарифагов снижалась, тогда, как в опытных системах зафиксировали ее рост. Установлено снижение численности *A. andersoni* и *N. californicus* на 80 %, 98 %, 96 % и 63 %, вследствие действия на хищных клещей препаратов с д.в. аверсектин С, тау-флювалиант, абамектин, феназахин.

4.3. Экономическая эффективность разработанных систем защиты яблони от паутиных клещей

В опытных системах биологизированной защиты яблони с помощью хищных клещей-фитосейд в АО «Победа» стоимость защиты от клещей-фитофагов складывалась из стоимости акарифагов при одинаковых общехозяйственных затратах (таблица 4).

Таблица 4 – Затраты на защитные мероприятия в контроле клещей-фитофагов (АО «Победа», 2016-2018 гг.)

Показатель	Эталон			Опытные системы		
	Основная площадь	Отдельные участки	Участок с акарицидами	1	2	3
2016 г.						
Стоимость акарицидных обработок/на 1 га, руб.	8810,0	5210,0	8960,0	0	0	0
Стоимость акарифагов, на 1 га, руб.	137,17	5611,08	0	7 268	14544,53	14544,53
Итого, стоимость на 1 га, руб.	8947,17	10820,56	8960,0	7 268	14544,53	14544,53
2017 г.						
Стоимость акарицидных обработок/на 1 га, руб.	5100,0	0	8262,3	0	0	0
Стоимость акарифагов, на 1 га, руб.	6032,56	271,43	0	7 268	9548,13	14 544,53
Итого, стоимость на 1 га, руб.	11132,56	271,43	8262,3	7 268	9548,13	14 544,53
2018 г.						
Стоимость акарицидных обработок/сезон, руб.	3700,0	11520,0	9488,24	0	0	0
Количество выпусков акарифагов, га	1	1	0	2	2	2
Стоимость акарифагов, на 1 га, руб.	110,04	110,04	0	7623,21	9744,22	15595,58
Итого, стоимость на 1 га, руб.	3 810,04	11 630,04	9488,24	7623,21	9744,22	15 595,58

Наиболее затратной все годы исследований оставалась опытная Система № 3, где стоимость защитных мероприятий 1,5-2 раза, чем другие опытные системы. В эталоне стоимость защиты от клещей-фитофагов варьировала, в 1-ый год она была практически равной участкам с колонизацией хищными клещами, на 2-ой и 3-ий годы на основной площади в эталоне затрачено 1-2,5 раза меньше, чем на опытных участках.

Таблица 5 – Стоимость защитных мероприятий против клещей фитофагов на яблоне (АО «Крымская фруктовая компания», 2016-2017 гг.)

Год	Показатель	Эталон	Вариант опыта (опытная система)			
			1	2	3	4
2016 г.	Стоимость обработок / сезон, руб. / га	27075,00	20140,0	13296,0	13296,0	13296,0
	Стоимость акарифагов/сезон, руб. / га	0	27985,50	27985,50	20342,0	20342,0
	Итого	27075,00	48125,5	41281,0	33638,0	33638,0
2017 г.	Стоимость обработок / сезон, руб. / га	34047,6	6926,30	2801,30	0	0
	Стоимость акарифагов / сезон, руб. / га	0	29672,50	29672,50	21812,0	21812,0
	Итого	34047,6	36598,80	32473,80	21812,0	21812,0

В опытных системах биологизированной защиты яблони с помощью хищных клещей-фитосейд в АО «Крымская фруктовая компания» стоимость защиты от клещей-фитофагов складывалась аналогично стоимости защитных мероприятий АО «Победа» (таблица 5).

Из данных расчета экономической эффективности следует, что на второй год формирования акарофауны более экономически выгодными в АО «Крымская фруктовая компания» были опытные системы № 3 и № 4.

4.4. Определение пестицидной нагрузки при использовании в системах защиты хищных клещей

Исследованиями доказано, что в опытных системах в АО «Победа», за счет использования методов колонизации и наводнения хищными клещами снижается пестицидная нагрузка на агроценоз яблони на 1,5-2,6 кг/га (100 % относительно акарицидов).

В опытных системах АО «Крымская фруктовая компания», установлено, что за счет замены колонизации и наводнения хищными клещами снижалась пестицидная нагрузка на агроценоз на 6,8 кг/га в 1-ый год и 8,75 кг/га во 2-ой год исследований (85 % относительно акарицидов). Определено, что за счет дополнительных обработок, пестицидная нагрузка в эталоне во второй год исследований возросла.

Таким образом, применение хищных клещей-фитосейд приводит к снижению пестицидного прессинга на агроценоз (в среднем по 2 хозяйствам, от 85 % до 100 % относительно акарицидов).

РАЗДЕЛ 5. ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ СФОРМИРОВАННОЙ В ЯБЛОНЕВЫХ САДАХ АКАРОФАУНЫ

В результате наблюдений (2019-2020 гг.) на яблони в АО «Победа» установлено, что при превышении количества акарифагов и недостатке целевой жертвы наблюдается миграция хищных клещей в прилегающие агроценозы, что приводит к восстановлению популяций вредителей. Так, в 2019 году, превышение численности акарифагов в 4-5 раз количества *P. ulmi* привело к их миграции и восстановлению популяции вредителей до 1,6-2,5 экз./лист к началу съёма урожая. В течение вегетационного периода численность двух видов *P. ulmi* и *A. viennensis* превышала порог ЭПВ в шесть раз, количество экземпляров на лист достигало 15,6. Клещей-фитосейд в местах размножения фитофагов не выявлено (таблица 6).

Суммарно, количество акарицидных обработок в течение вегетационного периода достигало 6, эффективность их варьировала от 35 % до 99 % в зависимости от времени применения и стадии жертвы. В первой декаде августа зафиксировано появление нечувствительных к абамектину рас фитофагов

В годы исследований (2018-2020 гг.) на яблони АО «Крымская фруктовая компания» установлено, что хищные клещи из семейства Phytoseiidae сдерживали популяции *P. ulmi*, *A. viennensis* на экономически неощутимом уровне. Численность популяции *P. ulmi* на опытных участках составляла 0,5-0,3 экз./лист в первый год после формирования акарофауны и 1,2-3,2 экз./лист во второй. При превышении количества акарифагов и недостатке целевой жертвы наблюдалась миграция хищных клещей, что приводило к восстановлению популяций вредителей. В весенний период 2020 года после двукратного применения инсектицида с действующим веществом тау-флювалианта 240 г/л в норме применения 1 л/га жизнеспособных хищных клещей из семейства Phytoseiidae не выявляли. Вследствие отсутствия акарифагов, в июне, июле и августе были зафиксированы очаги вредителей с численностью 7-12,2 экз./лист. Эффективность обработок препаратами на основе абамектин+тетиазокс, аверсектин С+клофентезин, абамектин+спиромезифен с рекомендованными нормами применения составила 86 %, 58 % и 79 %.

Таблица 6 – Численность *P. ulmi* и *A. viennensis* на фоне акарицидных обработок (АО «Победа», 2020 г.)

Фенофаза	Примененный акарицид/инсектоакарицид, д.в.	Численность клещей-фитофагов/лист/погонный см				Биологическая эффективность препаратов, %
		красный плодовой		боярышниковый		
		До обработки	После обработки	До обработки	После обработки	
		яиц	особей	яиц	особей	
Розовый бутон	Клофентезин	9,9	1,3	-	-	99,9% – яйца; 35% – личинки
Конец цветения	Абамектин+спиромезифен	2,5	0,01	-	-	99%
Лептина	Абамектин+спиромезифен	13,5	0,2	6,5	0,01	99%
Рост плодов	Абамектин+спиромезифен	2,6	0,5	20,3	1,2	81%-94%
Рост плодов	Силиконовые полимеры	2,2	1,1	11,5	3,9	50%-80%
Созревание плодов	Аверсектин С	-	-	24,2	15,6	35,5%
	Пропаргит	-	-	9,9	3,0	69,7%
	НСР ₀₅		0,03		0,2	-

Таким образом, клещи из семейства Phytoseiidae сдерживали популяции фитофагов на экономически неощутимом уровне в течение двух вегетационных периодов после формирования полезного акарокомплекса.

РАЗДЕЛ 6. ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ КЛЕЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАВНИННО-СТЕПНОГО АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНА КРЫМА

По результатам исследований разработаны биологизированные технологии защиты яблони от доминирующих видов растительноядных клещей (таблица 7, 8).

Таблица 7 – Технологии защиты яблони от хищных клещей (АО «Победа» 2016-2018 гг.)

Вариант	Метод применения хищных клещей	Количество вспышек фитофагов/сезон	Сутки вышле ЭПВ	Биологическая эффективность, % по формуле		Экономическая эффективность руб./1 га
				Аббота	Номура	
Первый год формирования акарофауны						
Система № 1	Сезонная колонизация	2	25	0,7...15,5	51,6	7268
Система № 2	Наводнение+ Сезонная колонизация	0	0	44,6...85,2	84,9	14544,53
Система № 3	Наводнение	0	0	61,6...97,9	93,5	14544,53
Второй год формирования акарофауны						
Система № 1	Сезонная колонизация	3	35	0...47	10,0	7268
Система № 2	Наводнение+ Сезонная колонизация	0	0	79...98,4	36,4	9548,13
Система № 3	Наводнение	0	0	66,6...100	35,5	14 544,53
Третий год формирования акарофауны						
Система № 1	Сезонная колонизация	0	0	9,3...47,0	55,0	7623,21
Система № 2	Наводнение+ Сезонная колонизация	0	0	51,7...94	57,9	9744,22
Система № 3	Наводнение	0	0	66,6...100	46,6	15595,58

Доказано, что в отношении *A. viennensis* оптимальной является опытная система № 2, которая базируется на совмещении метода наводнения двумя видами хищных клещей из семейства Phytoseiidae – *N. californicus* и *A. andersoni* в первый год выпуска и сезонной колонизации во второй и третий годы. По сравнению с опытной Системой № 2, опытная Система № 3, хоть и показала эффективность выше, но была более затратной, но в обеих Системах вспышек размножения фитофагов выше уровня ЭПВ не зафиксировано. В опытной Системе № 1 в первый и второй год, наблюдали 2 и 3 вспышки размножения популяций фитофагов выше ЭПВ соответственно, эффективность все годы исследований не превышала 55 % и была самой низкой по сравнению с другими опытными системами (таблица 7).

На насаждения яблони АО «Крымская фруктовая компания» наибольшая эффективность – 85,1 % и 87 % в отношении *P. ulmi* отмечена в опытной Системе № 4, где сначала *N. californicus*, затем *A. andersoni* применялись методом сезонной колонизации. В опытной Системе № 3, при применении сначала *A. andersoni*, затем *N. californicus*, методом сезонной колонизации, отмечена низкая эффективность акарифагов – 31,6 % в 1-ый год выпусков, и 39,3 % во 2-ой год, соответственно. Однако, определено, что по формуле Номура к концу второго года испытаний эффективной осталась опытная Система № 3, где сначала *A. andersoni*, затем *N. californicus* применялись методом сезонной колонизации – 68,1 % (таблица 8).

Таблица 8 – Технологии защиты яблони от хищных клещей (АО «Крымская фруктовая компания», 2016-2017 гг.)

Вариант	Метод применения хищных клещей	Кол-во вспышек фитофагов/ сезон	Кол-во суток выше ЭПВ	Биологическая эффективность, %		Экономическая эффективность, руб./1 га	Пестицидная нагрузка	
				по формуле Аббота	по формуле Номура		по д.в.	по препарату
Первый год формирования акарофауны								
Система № 1	Наводнение+ Сезонная колонизация	4	31	0...69,1	0	48125,5	0,6	1,5
Система № 2	Наводнение+ Сезонная колонизация	3	28	13,4...60,0	51,8	41281,0	0,25	0,5
Система № 3	Сезонная колонизация	0	0	1,1...26,9	49,4	33638,0	0,25	0,5
Система № 4	Сезонная колонизация	6	47	2,8...84,1	14,8	33638,0	0,25	0,5
Второй год формирования акарофауны								
Система № 1	Наводнение+ Сезонная колонизация	0	0	22,3...83,0	0	36598,80	0,35	1,0
Система № 2	Наводнение+ Сезонная колонизация	0	0	42,4...92,5	0	32473,80	0	0
Система № 3	Сезонная колонизация	0	0	19,4...51,5	68,1	21812,0	0	0
Система № 4	Сезонная колонизация	0	0	9,5...86,9	0	21812,0	0	0

Таким образом, в отношении *P. ulmi* оптимальной является опытная система, которая базируется на сезонной колонизации *A. andersoni* в весенний и *N. californicus* в летний период (№ 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований (2015-2020 гг.) по биологизации систем защиты яблони от клещей-фитофагов путем применения хищных клещей методами наводнения и колонизации для формирования устойчивой акарофауны в условиях центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма получены следующие научные данные.

1. Определены виды хищных клещей из семейства Phytoseiidae для эффективного контроля численности доминирующих растительноядных клещей – боярышникового (*A. viennensis*) и красного плодового (*P. ulmi*) в агроценозах яблони.

2. Усовершенствована методика лабораторных исследований по оценке применения хищных клещей-фитосейид (*A. andersoni*, *N. californicus*): лабораторное содержание хищных клещей Phytoseiidae методами садков и плавающих листьев (Кузнецов Н.Н., 1978 г.) заменен на метод содержания хищных клещей в чашках Петри с естественным перемещением особей.

3. Доказано, метод вывешивания пакетиков и расселения акарифагов из тубусов более эффективен в сравнении методом выращивания маточной культуры акарифагов на кормовых видах клещей и позволяет провести сезонную колонизацию и наводнение в запланированные сроки.

4. Разработаны регламенты применения хищных клещей Phytoseiidae установлено, что в эталонной системе применения хищных клещей при соотношении хищник-жертва 1:13-1:20 и численности яиц от 122 шт./лист, популяция боярышникового клеща (*A. viennensis*) не снижается; впервые введен новый показатель – яйца фитофага, при котором следует проводить выпуски хищных клещей в яблоневые насаждения; доказано, что сезонную колонизацию хищными клещами *A. andersoni* и *N. californicus* следует проводить до 3,4 экз./лист *A. viennensis* и не более 15 яиц/лист. Наводнение *A. andersoni* и *N. californicus* – при 3,6 экз./лист *A. viennensis*, количество яиц не должно превышать 25 шт./лист. Если участки заселены *P. ulmi*, хищных клещей следует выпускать до достижения его численности – 2,3 экз./лист, количество яиц не должно превышать 35 шт./лист.

5. Установлено, что в отношении *A. viennensis* является оптимальным совмещение метода наводнения двумя видами хищных клещей из семейства Phytoseiidae – *N. californicus* и *A. andersoni* в первый год выпуска и сезонной колонизации во 2-ой и 3-ий годы. Показано, что в отношении *P. ulmi* оптимальным является метод сезонной колонизации *A. andersoni* в весенний и *N. californicus* в летний период.

6. Доказано, что применение *A. andersoni* и *N. californicus* экономически целесообразно, т.к. в опытных системах, при завершении формирования акарофауны стоимость защитных мероприятий в отношении клещей-фитофагов была в 1,5 раза ниже, чем в эталоне.

7. Определено, что за счет замены колонизации и наводнения хищными клещами снижается пестицидная нагрузка на агроценоз: в АО «Победа» в опытных системах пестицидная нагрузка снизилась на 1,5-2,6 кг/га; в АО «Крымская фруктовая компания» – на 6,8 кг/га в первый год и 8,75 кг/га во второй год исследований, при этом данный показатель в эталоне во второй год исследований увеличился.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для эффективной защиты яблоневого насаждения Крыма от боярышникового клеща (*A. viennensis*) рекомендованы совместные выпуски хищных клещей *A. andersoni* и *N. californicus* следующим образом: в первый год – методом наводнения (норма выпуска хищных клещей – 42 900 особей/га); во второй и третий годы – методом сезонной колонизацией 2 раза за вегетационный период весной и летом (21400 особей/га). Количество особей фитофага на один лист не должно превышать 3,4 экземпляра, яиц – не более 15 штук.

2. Колонизация акарифагов должна проводиться до достижения численности красного плодового клеща (*P. ulmi*) 2,3 экз./лист, количество яиц не должно превышать 35 шт./лист. Сезонную колонизацию *A. andersoni* необходимо проводить в весенний период, *N. californicus* – в летний, при норме выпуска хищных клещей – 30000 экз./га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Алейникова, Н. В. Эффективность интродуцированных акарифагов в снижении популяций клещей-фитофагов в местах диапаузы. / Н. В. Алейникова, **Т. С. Рыбарева**, Л. П. Ягодинская // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2023. – № 4(223). – С. 363-370.

2. Алейникова, Н. В. Оценка устойчивости сформированного на яблоне акарокомплекса на фоне пестицидных обработок / Н. В. Алейникова, **Т. С. Рыбарева**, Л. П. Ягодинская // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2021. – Т. 23, № 2(116). – С. 166-172. – DOI 10.35547/IM.2021.23.2.010.

3. **Рыбарева, Т. С.** Клещи из семейства *Phytoseiidae* как элемент антирезистентной стратегии защиты плодовых насаждений от паутинных клещей / Т. С. Рыбарева // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 140. – С. 37-44. – DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-37-44.

4. Балькина, Е. Б. Регулирование численности паутинных клещей в яблоневых садах Крыма методом «наводнения» клещей-фитосейид / Е. Б. Балькина, Л. П. Ягодинская, Т. С. Рыбарева [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 7. – С. 30-33. – DOI 10.24411/0044-3913-2020-10706.

Статьи в рецензируемых изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus

5. Balykina, E. V. Population of Tetranychidae mites on apple trees and methods of restraining the number of resistant races in Crimea / E. V. Balykina, **T. S. Rybareva**, L. P. Yagodinskaya // E3S Web of Conferences, Orel, 24-25 февраля 2021 года. – Orel, 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202125406009.

Патенты

6. Патент № 2693094 С1 Российская Федерация, МПК А01G 13/00, А01G 17/00. Способ защиты плодовых насаждений от паутинных клещей: № 2018124730: заявл. 05.07.2018: опубл. 01.07.2019 / **Т. С. Рыбарева**, Е. Б. Балькина, Ю. В. Плугатарь, Л. П. Ягодинская; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН».

Методические рекомендации

7. Балькина, Е. Б. Биологические и биотехнические методы в садово-парковых агроценозах / Е. Б. Балькина, Н. Н. Трикоз, Д. А. Корж, **Т. С. Рыбарева** [и др.]. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – 56 с. – ISBN 978-5-907506-14-5.

Монографии

8. Балькина, Е. Б. Важнейшие фитофаги садовых агроценозов Крыма / Е. Б. Балькина, Л. П. Ягодинская, **Т. С. Рыбарева**, Д. А. Корж – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-907310-98-8.

Научные статьи в журналах, сборниках

9. Балькина, Е. Б. Влияние акарицидов на и изменение структуры акарокомплекса клещей-фитофагов / Е. Б. Балькина, Л. П. Ягодинская, **Т. С. Рыбарева**, Н. В. Балицкий // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – № 123. – С. 58-64.

10. **Рыбарева, Т.С.** Особенности защиты промышленных насаждений яблони от доминирующих фитофагов в условиях Республики Крым / Т. С. Рыбарева // Защита растений от вредных организмов, Краснодар, 21-25 июня 2021 года / Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2021. – С. 314-317.

11. Ягодинская, Л. П. Акарицид Оберон Рапид, КС – перспективное средство в борьбе с клещами-фитофагами на яблоне / Л. П. Ягодинская, **Т. С. Рыбарева** // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценоотические аспекты): Всероссийская с международным участием научная конференция, посвященная 60-летию лаборатории агроэкологии Никитского ботанического сада, Ялта, 07-11 октября 2019 года. – Ялта: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариаль», 2019. – С. 207-208.

12. Трикоз, Н. Н. Биологизация защиты парковых агроценозов Крыма / Н. Н. Трикоз, Д. А. Корж, **Т. С. Рыбарева**, А. К. Шармагий // Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России: Материалы конференции, Санкт-Петербург, Пушкин, 8-12 октября 2018 года / Организационный комитет: Павлюшин В.А., Лысов А.К. – Санкт-Петербург - Пушкин: Без издательства, 2018. – С. 156-158.

13. Балькина, Е. Б. Биоэкологические элементы защиты в садовых агроценозах Крыма / Е. Б. Балькина, Л. П. Ягодинская, **Т. С. Рыбарева**, Д.А. Корж // Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России: Материалы конференции, Санкт-Петербург, г. Пушкин, 8-12 октября 2018 года / Организационный комитет: Павлюшин В. А., Лысов А. К. – Санкт-Петербург, Пушкин: Без издательства, 2018. – С. 23-24.

14. **Рыбарева, Т. С.** Адаптационный потенциал и поведенческие модели интродуцированных в яблоневые сады клещей-фитосейд / Т. С. Рыбарева // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 11-13 сентября 2018 года. Том Выпуск 10. – Краснодар: ИП Дедкова С. А. (типография «Гранат») – 2018. – С. 453-456.

15. **Рыбарева, Т. С.** Применение хищных клещей-фитосейд в защите яблони от клещей-фитофагов / Т. С. Рыбарева // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2016. – Т. 142. – С. 179-185.

16. **Рыбарева, Т. С.** Влияние акарицидных обработок на соотношение хищных и паутиных клещей в яблоневом саду ОАО «Победа» Нижнегорского района Республики Крым / Т. С. Рыбарева, Н. М. Стрюкова, Е. Б. Балькина // Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского: Сборник тезисов участников I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых, Симферополь, 26-30 октября 2015 года. Том 5. – Симферополь: ООО «Актив», 2015. – С. 26-27.

17. **Рыбарева, Т. С.** Использование хищного клеща *Galendromus occidentalis* Nesbitt в борьбе с боярышниковым клещом / Т. С. Рыбарева // Проблемы и перспективы исследований растительного мира: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Ялта, 13–16 мая 2014 года / НИКИТИСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ. – Ялта: Никитинский ботанический сад, 2014. – С. 24.