Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

На правах рукописи

Моор Владимир Владимирович

Обоснование использования энтомоакарифагов для борьбы с сосущими вредителями в теплицах в условиях малообъемной технологии выращивания роз

Шифр и наименование научной специальности: 4.1.3 «Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук
Козлова Екатерина Геннадьевна

Санкт-Петербург, Пушкин
2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 5

Глава 1. Современное состояние и проблемы защиты культуры розы от основных вредителей при интенсивной технологии ее выращивания (обзор литературы)……..…… 10

1.1. Особенности малообъемной технологии выращивания розы…… 10

1.2. Взаимоотношение фитофагов и энтомоакарифагов на различных по устойчивости к фитофагам сортах растений…….….. 13

1.3. Основные вредители культуры розы в теплицах и меры борьбы с ними…… 18

1.3.1. Обыкновенный паутинный клещ…….. 18

1.3.2. Фитосейидные клещи для борьбы с обыкновенным паутинным клещом…….. 26

1.3.3. Оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* и меры борьбы с ней……..…….. 42

1.3.4. Энтомофаги для борьбы с оранжерейной белокрылкой на розах. 48

Глава 2. Место, материалы, объекты и методы исследования…… 67

2.1. Характеристика места проведения исследования…….. 67

2.2. Объекты исследования…….. 68

2.3. Методы исследований…… 70

2.3.1. Оценка заселенности кустов розы обыкновенным паутинным клещом в производственной теплице……. 70

2.3.2. Влияние сорта на размножение обыкновенного паутинного клеща в условиях лаборатории……... 73

2.3.3. Модель прогноза уровня заселенности сортов розы обыкновенным паутинным клещом и потребность хищных клещей для защиты культуры……. 75

2.3.4. Влияние агротехнических приемов на динамику численности обыкновенного паутинного клеща……. 76

2.3.5. Использование разных видов фитосейид в борьбе с обыкновенным паутинным клещом…… 77

2.3.6. Использование культур *Phytoseiulus persimilis* разного географического происхождения в борьбе с обыкновенным паутинным клещом…….. 81

2.3.7. Использование паразитоида энкарзии и разных видов фитосейид в борьбе с оранжерейной белокрылкой на культуре розы…….. 84

Глава 3. Влияние особенностей малообъемной технологии выращивания розы на фитосанитарную ситуацию в теплице…… 90

3.1. Роль сорта и элементов структуры куста розы в динамике численности обыкновенного паутинного клеща…….. 90

3.1.1. Заселяемость ряда сортов роз обыкновенным паутинным клещом *Tetranychus urticae* в производственных условиях на фоне применения фитосейулюса или акарицидов…… 90

3.1.2. Оценка влияния сорта на размножение и развитие обыкновенного паутинного клеща в условиях лаборатории…….…….. 99

3.1.3. Оценка влияния элементов структуры куста розы на заселенность растений обыкновенным паутинным клещом при применения хищного клеща фитосейулюса в условиях производственной теплицы……. 105

3.1.4. Особенности формирования кустов розы и их влияние на динамику численности фитофагов……. 113

3.2. Взаимосвязь многолетнего применения фитосейулюса и динамики численности обыкновенного паутинного клеща на розе 123

3.3. Особенности (характер) заселения розы оранжерейной белокрылкой в процессе выращивания растений по малообъемной технологии…….. 132

Глава 4. Эффективность комплекса хищных клещей и паразитоида энкарзии против сосущих вредителей при выращивании розы по малообъемной технологии……..…… 135

4.1 Фитосейиды разных видов и жизненных типов в борьбе с обыкновенным паутинным клещом…….….. 135

4.1.1. Эффективность двух культур фитосейулюса разного географического происхождения…… 135

4.1.2. Эффективность совместного и раздельного применения хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Neoseiulus californicus*…… 150

4.1.3.Эффективность совместного и раздельного применения хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius andersoni*……... 162

4.2. Эффективность паразитоида энкарзии и хищных клещей в борьбе с оранжерейной белокрылкой …… 169

4.2.1. Применение энкарзии……. 169

4.2.2. Использование разных видов хищных клещей…… 179

ВЫВОДЫ……..…… 193

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……... 195

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…… 196

Приложения А-Ж…….. 236

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

В первое десятилетие 21 века цветоводческие хозяйства Северо-Запада России начали осваивать новые технологии малообъемной гидропоники выращивания розы. В связи с этим, возникла потребность в разработке новых средств и систем защиты этой культуры. Особенностью новой технологии является круглогодичное интенсивное выращивание цветов на основе нового способа формирования куста розы, предусматривающего использование специальных сортов. Новый способ формирования куста розы заключается в пригибании побегов, вызывающего активный рост почек возобновления. При этом образуется плотный нижний ярус листьев, что создает благоприятные условия для сохранения и развития фитофагов. Наиболее распространенные вредители розы в теплицах – обыкновенный паутинный клещ и оранжерейная белокрылка, затраты на борьбу с которыми обычно составляют основные расходы на защитные мероприятия. Как показали исследования Ивановой с соавторами (2004) и Сухорученко с коллегами (2008), импортный посадочный материал, а именно специальные сорта розы зарубежной селекции, были заселены комплексом сосущих фитофагов, резистентных к инсектоакарицидам (Иванова и др., 2004; Технологии и методы …, 2008). Это способствовало резкому ухудшению фитосанитарной обстановки в теплицах, так как эффективность применения препаратов снижалась как из-за резистентности вредителей, так и по причине уменьшения контакта фитофагов, находящихся в плотном нижнем ярусе листьев, с токсикантом. Низкая чувствительность фитофагов ко всему ассортименту разрешенных в нашей стране инсектоакарицидов приводила к необходимости увеличения кратности их применения. Для снижение токсического пресса необходимо увеличение объема использования биологических средств защиты (Иванова, 2017).

Выбор энтомоакарифагов для биологической борьбы зависит не только от их потенциала по сокращению численности вредителей, но и от образа жизни и эффективности в определенных условиях. В связи с этим для оптимизации

борьбы с вредителями розы необходим обоснованный подбор энтомоакарифагов разных жизненных типов.

Степень разработанности темы исследования. Несмотря на то, что исследования по использованию акарифагов и энтомофагов в теплицах весьма обширны, они преимущественно относятся к защите овощных культур. В то время как исследования на розе, учитывающие влияние малообъемной технологии выращивания и сортовой специфики защищаемого объекта на эффективность биологической борьбы с основными вредителями, крайне ограничены (Козлова, Моор, 2016; Ahmadi et al., 2020).

Цель исследований – оптимизировать использование энтомоакарифагов для защиты розы от сосущих вредителей при интенсивной технологии круглогодичного выращивания современных сортов методом малообъемной гидропоники.

Задачи работы:

– определить степень заселяемости разных сортов розы современной селекции обыкновенным паутинным клещом;

– выявить сортовые особенности розы, влияющие на численность вредителя при использовании специализированного акарифага *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H.;

– определить характер влияния системы ухода за кустами роз на динамику численности обыкновенного паутинного клеща и необходимые объемы выпусков фитосейулюса;

– сравнить эффективность использования двух культур фитосейулюса, длительно применяемых в разных климатических зонах, в борьбе с обыкновенным паутинным клещом;

– оценить возможности использования хищных клещей *Neoseiulus californicus* McGregor и *Amblyseius andersoni* (Chant) для борьбы с обыкновенным паутинным клещом при использовании отдельных видов и комплексном применении;

– оценить эффективность паразитоида *Encarsia formosa* Gah. и хищных клещей *Amblyseius swirskii* Ath.-H. и *Neoseiulus cucumeris* Oud. в борьбе с оранжерейной белокрылкой.

Научная новизна. В условиях малообъемной технологии выращивания роз выявлены особенности динамики численности обыкновенного паутинного клеща и фитосейулюса на сортах роз, различающихся морфологической характеристикой куста. Впервые проведена производственная апробация египетской культуры фитосейулюса, которая обладает более высокой скоростью нарастания численности и эффективностью в борьбе с паутинным клещом на розе в сравнении с лабораторной культурой ВИЗР. Впервые в производственных условиях теплиц Северо-Запада России проведена оценка эффективности хищных клещей *N. californicus* и *A. andersoni* в борьбе с паутинным клещом. Выявлены особенности развития хищных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* на розе в условиях технологии малообъемного выращивания. Установлены периодичность, сроки и нормы их внесения, а также показана эффективность этих акарифагов в отношении оранжерейной белокрылки.

Теоретическая и практическая значимость. Дано научно-практическое обоснование применения фитосейулюса на сортах роз с разной морфологией куста. Полученные данные позволяют прогнозировать интенсивность развития вредителя и хищного клеща фитосейулюса, а также нормы и сроки его внесения. Результаты исследований по использованию фитосейидных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* против оранжерейной белокрылки в условиях интенсивного возделывания розы дают возможность планировать нормы их внесения.

Методология и методы исследований. Методология основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных авторов. В работе использованы традиционные методы учета обыкновенного паутинного клеща, оранжерейной белокрылки и хищных клещей, а так же метод производственной оценки заселенности кустов розы обыкновенным паутинным

клещом.

Положения, выносимые на защиту.

1. Взаимосвязь развития обыкновенного паутинного клеща и эффективности его акарифага фитосейулюса с морфологической структурой куста розы при круглогодичном выращивании методом малообъемной гидропоники.

2. Применение акарифагов *Ph. persimilis*, *N. californicus, A. andersoni* и культуры *Ph. persimilis* египетского происхождения для защиты розы от обыкновенного паутинного клеща.

3. Сроки, нормы и периодичность выпусков хищных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* для защиты розы от оранжерейной белокрылки.

Достоверность результатов исследований. Степень достоверности результатов обусловлена многолетними исследованиями, проведенными в условиях производственных теплиц и лаборатории с использованием общепринятых методик, и подтверждается статистической обработкой полученных данных с использованием t-критерия Стьюдента, дисперсионного и корреляционного анализов.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации апробированы на всероссийских и международных научно-практических конференциях: «Эколого-генетические основы современных агротехнологий», (Санкт-Петербург, 27–29 апреля 2016 г.); IV Всероссийский съезд по защите растений, (Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2019 г.); «Агробиотехнология–2021», (Москва, 24–25 ноября 2021 г.);

Публикации. Основные материалы диссертации изложены в 8 печатных работах, из них 5 статей в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, практических рекомендаций, списка литературы и 1приложений. Работа изложена на 261 странице машинописного текста, содержит 23 таблицы, 32 рисунка и 7 приложений. Список литературы включает 324 источников, в том числе 242 на иностранных языках.

Личный вклад автора. Многолетние наблюдения и эксперименты, анализ и обобщение полученных данных, а также выводы и предложения производству выполнены автором.

Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ КУЛЬТУРЫ РОЗЫ ОТ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Особенности малообъемной технологии выращивания розы

В обычных технологиях выращивания многолетней культуры розы в защищенном грунте на срезку цветов продолжительность периода формирования урожая ограничена. В одной технологии выгонка цветочной продукции осуществляется с января по июль с летним свободным цветением и покоем в декабре, что позволяет получать срезку в пределах 140 шт./м^2 в год (Попов, Худякова, 1989; 2008). В другой – при летнем перецветании с последующей выравнивающей обрезкой и зимним электродосвечиванием получалась самая низкая урожайность (105 шт./м^2), но при этом наиболее дорогая зимняя продукция (Еськов и др., 2013).

Для современной технологии выращивания розы на срезку требуется техническое перевооружение теплиц под малообъемную гидропонику, поддержание оптимального для культуры микроклимата в культивационных помещениях в течение всего года, а также использование светокультуры. Это позволяет получать урожай круглогодично в течение длительного периода (обычно до 5-7 и даже более лет в зависимости от состояния посадки), при этом проводя регулярную срезку цветов два раза в месяц и получая высокие урожаи.

Залогом успеха в этой технологии является новая система формирования куста розы, позволяющая регулировать отрастание побегов из почек возобновления (почек и кроющей чешуи) – основы получения длинностебельной срезки и высокого качества цветков. Помимо этого система позволяет создавать кусты определенного строения, направленного на получение высоких урожаев цветов, а также регулирует количество побегов в

зависимости от особенностей сорта, при этом урожай составляет, в среднем, 170 шт./м^2 продукции высокого качества (Таблица 1) (Заурембеков, 2013 б).

Таблица 1. Типы роз по размеру цветка и продуктивности (Заурембеков, 2013)

Размер бутона	Продуктивность, шт./м^2/год
Крупный	120 – 190
Средний	180 – 250
Мелкий	280 - 400
Спрей	100 - 140

В то же время для интенсивной технологии, когда куст не имеет периода покоя, необходимы были специальные сорта. Такие сорта зарубежной селекции (голландских или немецких фирм) с коротким периодом отрастания и хорошей побегообразовательной способностью используются и в России. Сорта отличаются разнообразной и высокой декоративностью, однако в их сортовой характеристике, кроме этих качеств и уровня продуктивности, нет сведений о степени устойчивости к наиболее опасным вредным видам, что осложняет в дальнейшем фитосанитарную ситуацию таких многолетних, вегетирующих круглый год посадок.

Формирование куста розы начинается в момент посадки саженца на специальных подвоях или корнесобственных роз на постоянное место и продолжается всю его жизнь. При этом срезка урожая (цветоносов) также является составной частью формирования куста. Это сложный процесс, требующий высокой квалификации обслуживающего персонала, поскольку ошибки при формировании куста могут быть неисправимы. Кроме этого, специфика ряда операций вызвала необходимость и обозначения их специальными терминами, что используется как голландскими специалистами, консультировавшими процесс освоения новой технологии в ЗАО «Агролидер», в котором проводились исследования, так и отечественными (Заурембеков, 2013 б). Такими основными терминами, принятыми и в нашем исследовании, являются:

Фабрика **(1)** - вегетативная масса куста, сформированная путем пригибания вниз побегов, предназначена для продуктивного фотосинтеза;

розовая головка **(2)** - место на кусте розы, из которого растут новые побеги и цветоносы и производится срез побегов и их пригибка;

корона **(3)** - продуктивная часть куста, состоящая из товарных побегов (цветоносов) и *пригибов;*

пригибка - пригибание вниз побегов от точки роста;

пригиб **(4)** - побег, с бутоном или без него (слепой побег, метелка), который пригибают вниз от точки роста и который располагается ниже *розовой головки;*

цветонос **(5)** - побег с бутоном, из которого в дальнейшем получают товарный цветок (Рисунок 1).

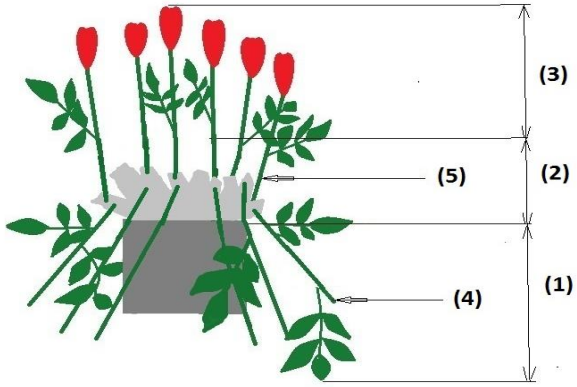


Рисунок 1. Схема строения куста розы при новом способе формирования

Заурембеков (2013 а,б, 2019), обобщив имеющийся отечественный и зарубежный материал по освоению интенсивной технологии, обозначил основные требования к выращиванию этой многолетней культуры в разных зонах России, выполнение которых гарантирует получение срезки высокого качества. Такими требованиями являются: выбор сорта, определяемый рыночным спросом, формирование куста, соблюдение оптимального соотношения вегетативной массы (*фабрики*) и количества *цветоносов*, что обеспечивает планируемую продуктивность. К ним относятся также уровень освещенности и электродосвечивания в зимнее время, температура воздуха не только в самой теплице, но и в точке роста цветоносов, субстрате, корневой

системе, а также относительная влажность воздуха и концентрация углекислого газа, система орошения (Заурембеков 2013 а, 2019),.

Для активного роста розы необходима относительная влажность воздуха в пределах 70-85%. Она обеспечивает оптимальные условия фотосинтеза. Снижение или повышение этих пределов относительной влажности воздуха является важнейшим условием развития болезней и вредителей розы. При высокой относительной влажности воздуха в теплице (более 90%) существенно повышается риск поражения роз мучнистой росой. При низкой относительной влажности воздуха в теплице (менее 50%) повышается риск поражения розы не только мучнистой росой, но и интенсивным развитием обыкновенного паутинного клеща. Это сразу ведет к резкой потере товарного качества цветов. Кроме того, при низкой (40 %) и высокой (больше 90 %) относительной влажности воздуха резко снижается интенсивность транспирации растения вследствие закрытия устьиц. Фотосинтез существенно замедляется или прекращается, что приводит к снижению продуктивности растений. В то же время влажность воздуха в зоне роста, регулируемая, в том числе, и с помощью системы орошения, позволяет растениям переносить высокие температуры (в летний период). Если относительная влажность воздуха выше 60%, растение может переносить более высокую температуру – до 30 °С (Заурембеков, 2013 а).

Соблюдение вышеперечисленных требований не только позволяет получить срезку цветов высокого качества, но и в значительной степени влияет как на развитие вредителей и патогенов розы, так и на стратегию и тактику защитных мероприятий, в частности, максимальное использование биологических средств защиты растений.

1.2. Взаимоотношение фитофагов и энтомоакарифагов на различных по устойчивости к фитофагам сортах растений

Средообразующая роль сортов в агробиоценозах делает их одним из важнейших факторов, который не только определяет состав и развитие вредных организмов, но также и влияет на развитие, выживание и

эффективность организмов, используемых для борьбы с вредителями. Ведущее значение в этих процессах имеет факт наличия или отсутствия у растений механизмов устойчивости, поскольку питание на устойчивых сортах растений приводит к снижению жизнедеятельности и ухудшению демографической ситуации у популяций вредителей (Вилкова, 2000). Такие сорта рассматриваются в защите растений и как фактор снижения токсического пресса пестицидов на резистентные популяции вредных организмов (Технологии и методы …, 2008).

Известно, что энтомофаги эффективны при сравнительно невысокой численности вредителей, в связи с этим использование устойчивых сортов или гибридов, при выращивании которых численность вредителей снижается, повышает эффективность используемых энтомофагов. Так, по данным Козловой (2001), эффективность галлицы афидимизы в борьбе с персиковой тлей на разных сортах перца была более высокой именно на тех сортах, где нарастание численности вредителя шло медленно. На устойчивом к обыкновенному паутинному клещу сортообразце Муромский 36, в сравнении с чувствительным гибридом Гинга, наблюдалась более высокая эффективность комплекса видов хищников в снижении численности обыкновенного паутинного клеща. Это явилось результатом влияния сортовых особенностей огурца на их способность образования кукурбитацинов (веществ вторичного обмена из группы тетрациклических тритерпеноидов, генетически детерминированных) на межвидовые взаимодействия акарифагов (Раздобурдин, Козлова, 2019).

Но сортовые особенности растений, обеспечивающие, с одной стороны, их устойчивость к фитофагам, могут, с другой стороны, создать неоптимальные условия для полезных организмов. Например, исследования взаимоотношений растений огурца с бахчевой тлей показали, что сорта с гладкими листьями менее благоприятны для развития этого вредителя по сравнению с сортами, имеющими опушенные листовые пластинки. В частности, при одинаковом заселении растений этим вредителем через неделю

численность тли на сортах с гладкими листьями была в 3-11 раз ниже в сравнении с сортами с опушенными листьями (Раздобурдин и др., 1991). Вредитель активно мигрировал с гладколистных растений. В то же время гладкие листья оказались неблагоприятными и для афидофага, златоглазки обыкновенной, личинки которой с трудом удерживались на таких листовых пластинках.

Сорта различаются по биохимическому составу, по анатомическому строению различных частей растения, по реакции растения на изменение температуры, влажности, освещенности, режима питания (Шапиро, Вилкова, 1973; Шапиро и др., 1979). Сортовые различия определяют также габитус растения и его архитектонику (Thorpe, 1985), пространственное расположение стеблей, ветвей и листьев в определенный момент времени (Cloyd, Sadof, 2000). Имеет значение площадь поверхности растений (Kanour, Burbutis, 1984; Maini, Burgio, 1990), структурная сложность (Andow, Prokrym, 1990) и их связь через соприкосновение (Skirvin, Fenlon, 2003), число листьев (Stamp, Browers, 1993; Cloyd, Sadof, 2000) площадь листьев, форма и их морфологическая структура, опушенность и плотность расположения трихом, степень развития на них воскового налета и другие признаки (Krips, 2000; Raghu et al, 2004; Sarwar, 2014).

В свою очередь, архитектоника различных сортов создает в растительном массиве особенный микроклимат, что может влиять как на вредителей, так и на полезные виды. Растительная архитектура может, влияя на фитофагов, через убежища (Freese, 1995), их распределение (Clark, Messina, 1998) и обилие (Lawton,1983), косвенно влиять на естественных врагов.

Архитектура растений может воздействовать и непосредственно на естественных врагов, опосредуя их выбор растения-хозяина (Romero, Vasconcellos-Neto, 2005), изменяя их движение и выживание на растении (Grevstad, Klepetka, 1992; Clark, Messina, 1998) или иным образом модифицируя их поведение (Legrand, Barbosa, 2003.). Архитектура растения может положительно или отрицательно влиять на хищническую активность

(Gontijo et al, 2010, 2012), репродуктивное поведение, расселение и поисковую способность хищников и паразитоидов (Skirvin, Williams, De Courcy, 1999; Grevstad, Klepetka, 1992). Культура розы, выращиваемая на срезку в теплицах, имеет большое разнообразие сортов, различающихся не только декоративными свойствами цветка, но архитектурой куста. Кроме того, востребованность этой декоративной культуры стимулирует постоянное появление огромного количества новых сортов. Влияние на поведение обыкновенного паутинного клеща сортовых особенностей роз изучалось в отношении биохимических (терпены, дубильные вещества и эфирные масла) и морфологических (трихомы, железы и толщина листа) признаков (Stavrinides, Skirvin, 2003; Caracteres morfológicos …, 2011). Исследовалось также взаимодействие растения, обыкновенного паутинного клеща и его хищника *Ph. persimilis* на сортах, устойчивых и восприимчивых к фитофагу (Effects of *Tetranychus urticae* …, 2018; Comparative life …, 2017).

Влияние сортовых особенностей структуры растения на развитие паутинного клеща отдельно и в системе триотрофа при использовании акарифага *Ph. persimilis* изучалось на ряде овощных культур. На огурце исследовалось влияние размера и количества листьев, а также особенностей распространения жертвы на поведение и питание фитосейулюса (Gontijo, 2008; Plant architecture…, 2010, 2012). Борьба с паутинным клещом с помощью *Ph. persimilis* была лучше на растениях огурца, верхние части которых соприкасались лучше, чем на перцах, которые развивались индивидуально (Jarosik, 1990). На землянике садовой Поповым (2016) и Пономаренко (2018) разработана методическая основа прогностической относительной оценки сортов земляники на устойчивость / восприимчивость к паутинному клещу. За положительные качества показателей, ответственных за устойчивость сортов к паутинному клещу, авторы принимали: большее количество листьев, большую площадь листовой пластинки, большие значения удельной поверхностной плотности листа, сорта, меньшую плодовитость паутинного клеща. Наиболее устойчивым (толерантным) признан сорт Торпеда,

обладающий относительно большой площадью листьев, высокой удельной поверхностной плотности листа и низким значением плодовитости паутинного клеща. Сумма этих показателей у этого сорта отличалась от средних значений в лучшую сторону на +20,4 % (Попов, Пономаренко, 2016; Пономаренко, 2018).

Структура растений и методы садоводства влияют на деятельность естественных врагов, которые быстрее находят добычу на посадках с простой архитектурной структурой. Отсюда следует, что для борьбы с вредителями на таких растениях потребуется меньше хищников. Ветви и листва, которые соединяют отдельные растения или деревья (связи, которым иногда способствует шпалера), позволяют хищникам перемещаться между очагами вредителей, что требует размещения меньшего количества естественных врагов на каждом отдельном растении. Среди густо растущих в открытом грунте сортах роз имеется больше убежищ для обыкновенного паутинного клеща, чем у разреженных сортов, в то время как обилие соприкасающихся листьев на густых кустах способствовало быстрому перемещению *Ph. persimilis* между листьями. Долгосрочные взаимодействия между обыкновенным паутинным клещом и хищником на этих розах, которые привели к удовлетворительной борьбе с вредителями, были продлены и стабилизированы особенностями роста более плотных сортов (Gough, 1991; Gerson et al., 2003). К сожалению, таких работ на культуре розы, учитывая большое количество разнообразных сортов и других особенностей интенсивной технологии выращивания, мало. В то же время знание механизмов влияния сортовых качеств культуры на популяцию вредителя и энтомофага, особенно их комплексов, позволяет создавать системы защиты растений с высокой эффективностью энтомофагов и акарифагов, что обеспечивает их фитосанитарную надежность.

1.3. Основные вредители культуры розы в теплицах и меры борьбы с ними

Комплекс фитофагов на культуре розы, выращиваемой в защищенном грунте, насчитывает более 20 видов, повреждающих как вегетативную часть куста, так и, что особенно вредоносно, цветок. Видовое разнообразие вредителей конкретной посадки определяется практически двумя путями: с посадочным материалом или залётом в период вегетации с окружающего пространства через систему вентиляции. Для многолетней культуры розы формирование комплекса фитофагов усложняется остающимся ежегодно запасом особей тех или иных видов, накопление которых определяется создающимися условиями, что требует проведения постоянного фитосанитарного мониторинга.

В ООО «Агролидер», в котором проводилось настоящее исследование, с самого начала посадки достаточно быстро размножился обыкновенный паутинный клещ, завезенный с импортным посадочным матерниалом, а через год при запуске второго отделения - тепличная белокрылка. Трипсы, в том числе карантинный вид западный цветочный трипс, в течение всего периода наблюдений отсутствовали. Иногда наблюдались залеты из притепличных территорий тлей, но их единичные очаги быстро купировались применением афидофагов галлицы афидимизы и паразитоида афидиуса колемани.

В связи с этим детально были изучены имеющиеся литературные данные по биологическим особенностям и мерам борьбы с обыкновенным паутинным клещом и тепличной белокрылкой, распространение которых в хозяйстве вызвало необходимость поиска наиболее эффективных мер биологической защиты, поскольку при использовании акарицидов и инсектицидов наблюдалась низкая эффективность.

1.3.1. Обыкновенный паутинный клещ

Обыкновенный паутинный клещ – *Tetranychus urticae* Koch.: (Acariformes, Tetranychidae) является космополитом и полифагом. Однако в открытом грунте фитофаг наиболее активно размножается в южных районах,

а в северных, в том числе на Крайнем Севере и в Заполярье, наносит серьезный вред в условиях защищенного грунта (Бондаренко и др., 1993). Потери урожая в условиях защищенного грунта, связанные с повреждениями паутинным клещом, составляют 40 – 60 % (Акимов, Колодочка, 1991). Известно свыше 200 видов растений из 30 различных ботанических семейств, на которых он может развиваться (Бондаренко и др., 1993). Пищевая ценность растений для клеща определяется биохимическим составом и их морфологическими особенностями.

Характер повреждений обыкновенного паутинного клеща, при сходности общих нарушений обмена веществ, отличается от повреждений других сосущих вредителей в связи со способом питания. Он заглатывает содержимое зелёных клеток, переваривая пищу внутри своего организма (Жукова, 1963). За счёт постоянного перемещения ротового аппарата по поверхности листа клещ за пять минут может проколоть и высосать около 100 клеток, лежащих одна над другой (Бондаренко, 1972). Первыми признаками повреждения листьев служат отдельные точки уколов клеща, хорошо заметные на общем тёмно-зелёном фоне верхней стороны листа. По мере увеличения численности клеща и усиления питания светлых точек становится больше, и они постепенно начинают сливаться. При сильном повреждении лист становится как бы мраморным, то есть зелёными остаются лишь крупные жилки и небольшие участки прилегающей ткани (Бондаренко, 1972). Затем листья бледнеют и засыхают. Сильно повреждённые растения могут погибнуть. Паутинный клещ обычно питается и размножается на нижней стороне листа. В период размножения при увеличении численности происходит перемещение клеща с нижних листьев на верхние и со старых на более молодые (Петрушов, Беляева, 1986). Повреждение листьев клещами приводит к нарушению функций устьичного аппарата, обеднению листьев хлорофиллом, угнетению процесса фотосинтеза, нарушению оттока сахаров. Иными словами, нарушается обмен веществ в растении, что ведёт к большим потерям урожая (Бондаренко, Бегляров, 1981; Reddalla, 2004, 2007; Байков, 2013; Попов, 2016).

Размножается обыкновенный паутинный клещ по типу арренотокии, когда из неоплодотворенных яиц, которые откладывают неосемененные самки, путем партеногенеза развиваются исключительно гаплоидные самцы, а из оплодотворенных - диплоидные самки (Бондаренко,1952). Самки приступают к яйцекладке через 1 – 2 дня после копуляции, откладывая одиночные яйца, чаще всего, на нижнюю сторону листа. Плодовитость одной самки составляет 100 – 150 яиц, в зависимости от условий температуры и влажности. Яйца могут откладывать и неосемененные самки. Из яиц через 2 – 4 суток выходят личинки (Тер-Симонян, Блинова, 1989). На развитие генерации требуется от 7 до 20 и более дней, в зависимости от температуры и влажности воздуха (Петров, 1973).

Плодовитость обыкновенного паутинного клеща зависит не только от пищевого растения, например, на хлопчатнике она в пять раз выше, чем на полевом вьюнке (Чалков, 1986), но и от сорта (Оценка устойчивости гибридов …, 2009). Было установлено, в частности, что при одинаковом начальном количестве вредителя численность дочерних особей клеща на устойчивом сорте огурца Муромский 36 была в 1,5-3 раза ниже, чем на восприимчивом гибриде Гинга. Это связано с образованием в растениях огурца кукурбитацинов - веществ вторичного обмена из группы тетрациклических тритерпеноидов, которые определяют устойчивость сорта к обыкновенному паутинному клещу. В отличие от пчелоопыляемого сорта Муромский 36 партенокарпический гибрид Гинга не способен к образованию кукурбитацинов и больше повреждается вредителем (Раздобурдин, Козлова, 2016).

Значительное влияние на интенсивность развития обыкновенного паутинного клеща оказывает и режим питания пищевых растений, что определяет их биохимический состав и, следовательно, качество пищи фитофага. Например, известна прямая зависимость между интенсивностью развития *T. urticae* на хлопчатнике и содержанием в почве азота и фосфора. С повышением содержания указанных элементов интенсивность размножения вредителя на растениях увеличивается. Таким образом, регулируя дозы и сроки внесения азотных и

фосфорных удобрений, создавая негативный режим питания для клеща, можно потенцировать определённый уровень устойчивости растений к повреждению клещом (Ходосевич, 1963). Известна также зависимость динамики численности обыкновенного паутинного клеща от уровня нитратного азота в листьях огурца, что определялось дозами азотных удобрений. (Эйтмонтене, 1992).

Распространяется *T. urticae* как активно, так и пассивно ветром, водой, домашними животными, птицами, насекомыми и человеком, а также с тарой, инвентарём и орудиями ухода за растениями. При этом активное передвижение не является главным способом расселения паутинных клещей. При активном передвижении существенное значение имеет плотность субстрата. Например, на гладкой поверхности клещ может проходить 7 метров в час, по плотной почве - 2 метра, тогда как по рыхлой – 0,27 метра за тот же период. Летние особи клеща живут без пищи 3 – 4 суток, поэтому предельное расстояние для их активного передвижения не превышает 150 – 200 метров. Способствует пассивному расселению вредителя способность к прядению тончайшей паутины, что придает ему большую парусность, и клещ может разноситься на большие расстояния (Бондаренко, 1952).

В условиях защищенного грунта вредитель распространяется, главным образом, с одеждой работающих, а также с инвентарем, тарой и так далее. При низкой плотности вредителя на листьях растений миграции его незначительны и, как правило, ограничиваются растением, на котором происходит его развитие, или соседним, контактирующим с ним (Прушинский,1979). По мере увеличения численности фитофага интенсивность его миграции возрастает, независимо от степени поврежденности растений, а при достижении высокой плотности (13 – 30 особей/см^2 листа) она приобретает массовый характер. На таких растениях миграция клещей сопровождается обильными выделениями паутины и повышенной активностью вредителя, нередко скапливающегося в больших количествах на верхних листьях растений (Петрова, Петров, 1983). В производственных теплицах наличие даже единичных растений с такой плотностью свидетельствует о его диффузном распространении на растениях,

хотя внешне некоторое время это может не проявляться (Акимов, Колодочка, 1991).

Обыкновенный паутинный клещ является экологически пластичным видом. Несмотря на то что оптимальными условиями развития и размножения паутинного клеща считается температура +29ºС – +31ºС и относительная влажность воздуха 35 – 59 %, этот вредитель хорошо приспособлен к колебаниям температуры и относительной влажности воздуха в довольно широких пределах (Петров, 1973). В условиях термостата его половая продуктивность мало изменялась в широком диапазоне температуры (от +21ºС до +31,5ºС), но при относительной влажности воздуха 90 – 95% в сочетании с высокой температурой наблюдалась значительная гибель яиц (Чалков, 1986). В то же время в теплицах с пленочным покрытием, где относительная влажность воздуха достигает 97%, а температура держится в пределах +21°С – +25°С вредитель активно размножается (Вильницкая, 1972). За сезон в Нечерноземной зоне развивается до 5 поколений (Малов, Шевлекова, 1973; Исаичев, 1978), в более южных районах – до 12 – 20 (Успенский, 1960).

В Ленинградской области, обычно с первой декады августа, начинается переход самок в зимующее состояние. К этому времени они приобретают оранжевую окраску, прекращают питание и размножение. Снижение обмена веществ и накопление жировых запасов повышает устойчивость клещей, находящихся в состоянии диапаузы, к действию неблагоприятных факторов. Зимующие самки обладают устойчивостью к отрицательным температурам до -35 °С. Они имеют, как правило, положительный геотаксис и отрицательный фототаксис, поэтому мигрируют в различные укромные места под растительными остатками, под комочками в верхнем слое почвы, в различных щелях (Защита тепличных и оранжерейных …, 1999). Для обыкновенного паутинного клеща характерна факультативная зимняя диапауза, и основным фактором, определяющим появление диапаузирующих самок, является укорачивание светового дня (Бондаренко, 1956; Бондаренко, Хай-Юань, 1958).

Критическим фотопериодом для появления диапаузы в Ленинградской области (60° с.ш.) является длина светового дня около 17 часов (первая декада августа), а по мере продвижения с севера на юг на каждые 3° широты критический фотопериод уменьшается примерно на 1 час.

Помимо фотопериода на появление зимней диапаузы в несколько меньшей степени оказывает влияние температура. Температура среды, на фоне которой проявляется регулирующее действие короткого дня, может или ослабить, или усилить влияние фотопериода. Так, у Ленинградской популяции клеща влияние короткого дня почти полностью снимается при температуре +25 °С и выше, то есть размножение клеща происходит и при укороченном 16–тичасовом фотопериоде (Бондаренко, 1972; Петров, 1973). В более южных районах нашей страны часть особей (10 % и более) может развиваться без диапаузы при наличии тёплой зимы и достаточного количества пищи. Это свидетельствует о разнокачественности географических популяций одного и того же вида, которую необходимо учитывать, особенно при разработке прогнозов численности вредителя.

На появление зимней диапаузы в известной степени оказывает влияние и качество пищи. Так, по данным Бондаренко (1972), на растениях, в значительной степени повреждённых паутинным клещом, отмечено 28,9 % диапаузирующих самок, тогда как на менее повреждённых паутинным клещом – лишь 14 % от общего количества самок на растении. Причиной этого, по всей вероятности, является резкое нарушение обмена веществ повреждённых листьев, сопровождающееся изменением биохимических свойств, уменьшением содержания воды и повышением осмотического давления. По мнению, ранее высказанному, Бондаренко (1958), это явление носит приспособительный характер, так как обеспечивает сохранение вида от гибели. Реактивация диапаузирующих самок происходит после воздействия пониженных температур в течение определённого промежутка времени. В частности, у популяции из Ленинградской области массовый выход самок из состояния диапаузы наблюдается после 55– дневного охлаждения, а – у

популяции из Кембриджа 87 % самок выходят только через 100 дней (Бондаренко, 1972). Таким образом, воздействие на организм пониженных (но не отрицательных) температур в течение определённого периода времени является важным фактором для прекращения диапаузы и завершения благополучной перезимовки (Чалков, 1986).

Благоприятные микроклиматические условия в круглогодичных теплицах создают для обыкновенного паутинного клеща оптимальные условия, что позволяет развиваться 20 – 22 поколениям за вегетационный период (Вредители и болезни …, 1974; Защита тепличных и оранжерейных …, 1999). Температура воздуха в отапливаемых теплицах составляет +20 ° С – +25 °С, и вследствие этого значительная часть дейтонимф из первого и последующих поколений продолжает развиваться постоянно. В то же время 25 – 35% от общей численности самок переходит в состояние зимней диапаузы и покидает растения (Бондаренко, 1956). В связи с этим в круглогдичных теплицах создаются своеобразные условия для размножения обыкновенного паутинного клеща, когда на протяжении всего периода вегетации на растениях могут одновременно присутствовать все фазы его развития (Бондаренко, 1952; Бондаренко и др., 1993).

Защита растений от *T. urticae* в теплицах и оранжереях, в том числе и при использовании интенсивной технологии выращивания розы на срезку, состоит из целого комплекса мероприятий. Вредоносность фитофага может быть существенно снижена или предотвращена путем соблюдения ряда агротехнических мероприятий. К ним относятся: поддержание в теплицах оптимальных условий для растений, тщательная очистка теплиц и прилегающих к ним территорий от сорняков, уборка растительных остатков из теплиц, остатков после сбора продукции, в которых могут оставаться как активные, так и диапаузирующие особи.

Ассортимент акарицидов, разрешенных для применения на культуре розы в защищенном грунте на период проведения нашего исследования, был (и остается до сих пор) чрезвычайно ограниченным. Это препараты из двух

химических классов: фосфорорганический актеллик и актиномицеты на основе *Streptomyces avermitilis* (вертимек, фитоверм, акарин). С самого начала посадки розы в экпериментальном хозяйстве, даже при увеличении кратности до 30 обработок, снижение численности обыкновенного паутинного клеща практически не наблюдалось либо было очень кратковременным. Ранее (Иванова и др., 2004) в отношении аналогичной ситуации в ЗАО «Цветы» было определено, что низкая эффективность препаратов была связана с завозом с посадочным материалом высокорезистентной к множеству акарицидов, в том числе разрешенных для применения в нашей стране, популяции обыкновенного паутинного клеща (Иванова, 2017). В связи с этим особое внимание в анализе литературных источников было уделено использованию против обыкновенного паутинного клеща комплекса акарифагов.

В настоящее время насчитывается свыше 200 видов насекомых, клещей и пауков, способных питаться в природных условиях обыкновенным паутинным клещом. Среди насекомых, снижающих численность этого фитофага, известны такие многоядные хищники, как жуки кокцинеллиды и среди них стеторус *Stethorus punstillum* Ws. (Hull, 1995; Biswas et al., 2007), личинки сетчатокрылых – златоглазки *Chrysoperla carnea* Steph., *Chrysopa abbreviata*, *Ch. septempunktata* Wer., гемеробиус *Hemerobius humuli* L., хищные клопы антокориды *Anthocoris nemorum* L., *A. conconfusus* Reut., *Orius minutus* L., *O. niger* Wolff (Бондаренко, 1967), хищные трипсы, личинки некоторых видов журчалок и галлиц (Бондаренко, Гавелка, 1977; Защита тепличных и оранжерейных …, 1999). Ряд акарифагов для использования на разных культурах и в различных гидротермических условиях нарабатывается в биологических центрах и предлагается товаропроизводителям для защиты растений. Это фитосейидные клещи (отряд Parasitiformes, семейство Phytoseiidae): хищный клещ *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr., клещи из рода *Amblyseius (Neoseiulus): A. californicus* McGregor, (Blümel, 2002; Gerson, 2003), *A. andersoni* Chant (Van der Linden, 2004), *A. cucumeris* Oud. (Easterbrook et al., 2001). Кроме клещей, нарабатываются и хищные насекомые: клещеядная

галлица *Feltiella acarisuga* Vallot (Shaddick, 1995), клопы антокориды *O. niger* (Fathi, 2009), клопы слепняки рода Macrolophus: *M. pygmaeus* Ramb., *M. caliginosus* Wagn. (Определитель вредных …, 2003; Zhang, 2003). Из этого списка наиболее эффективным и широко используемым хищником обыкновенного паутинного клеща в защищенном грунте, со времени начала его применения и по сей день, является хищный клещ *Phytoseiulus persimilis* (Зорин, 1934; Бегляров, Малов, 1970; Иванова, 2017; Зенкова, 2020). Другие виды акарифагов из семейства Phytoseiidae используются как дополнительное средство для повышения его эффективности в неблагоприятных для него условиях. Например, изучались хищный клещ метасейулюс – *Galendromus* (*Metaseiulus*) *occidentalis* Nesbit., менее требовательный к влажности воздуха, чем фитосейулюс (Мешков, 2008), и *Neoseiulus californicus* который более устойчив к субоптимальной (менее 70%) влажности воздуха (Intraspecifc variation in humidity …., 2007; Host plant and humidity …, 2021). В некоторых случаях при нестабильной эффективности фитосейулюса, в частности, при снижении его активности в определенные периоды вегетационного сезона (в основном конец зимы – весна при выращивании розы по традиционной технологии), рекомендовалось очаговое применение акарицидов (Методические указания …, 1989).

1.3.2. Фитосейидные клещи для борьбы с обыкновенным паутинным клещом

Хищный клещ *Phytoseiulus persimilis* Athias.-Henriot

В природных условиях фитосейулюс встречается лишь в странах с тропическим и субтропическим климатом. Был завезен в Германию из Чили с орхидеями. В 1957- 1958 гг. был обнаружен в Алжире на розах, а затем – в других странах Средиземноморья, на южном побережье Франции. *Ph. persimilis* относится к 1–му типу жизненной стратегии по классификации McMurtry и Croft (1997) хищник–специалист. Он питается представителями семейства паутинных клещей – обыкновенным и садовым паутинными

клещами, боярышниковым и другими видами (Старовир, 1974). В то же время максимальные репродуктивные показатели и жизнеспособность этого вида проявляются на представителях подсемейства Tetranychinae, которые продуцируют много паутины (Zhang, 2003). С одной стороны, *Ph. persimilis*, являясь специализированным хищником паутинных клещей, не может длительное время сохраняться на растениях, свободных от них, и вскоре погибает. Тем не менее исследования показали, что самки без пищи, но с доступом воды живут 7 – 29 суток, без доступа к воде продолжительность жизни составляет от двух до пяти суток. Выживаемость самцов вдвое меньше (Бондаренко, 1983).

Взрослые хищные клещи при избытке жертвы уничтожают преимущественно взрослых особей и крупных нимф, оставляя некоторую часть личинок и яиц для питания отрождающегося из яиц собственного потомства. Уничтожив основную часть колонии вредителя, взрослые клещи мигрируют на другие зараженные листья, где вновь откладывают яйца и продолжают свою хищническую активность. Личинки хищного клеща практически полностью ликвидирует остатки колоний вредителя и также переходят на другие листья в поисках пищи. Таким образом, все стадии развития хищника мигрируют с растений с низкой плотностью жертвы или при ее отсутствии (Zemek, Nachman, 1998). В то же время миграция хищника осуществляется не случайным образом. Хищники ищут жертву, ориентируясь на летучие вещества, связанные с добычей, и на расстоянии находят заселенное растение. Однако имеются исследования, которые показали, что на некоторых видах растений, в частности на розе, хищник может мигрировать и на незараженные растения (Olfactory responses …, 2013).

При оптимальной температуре 26 ° С самка развивается 3,6 дней, а самец – 4,1 дня. Самки могут откладывать до 5 яиц ежедневно, при 80 яйцах за всю жизнь. Соотношение полов у фитосейидных клещей может изменяться в зависимости от количества жертвы (Friese, Gilstrap, 1982). Оно сдвигается в сторону самок до 80 %, если количество жертвы избыточно. При низкой

плотности жертвы доля самок уменьшается до 50 % (Toyashima, Amano, 1998). На соотношение полов может влиять и растение, на котором питалась жертва. Например, при питании *Ph. persimilis* обыкновенным паутинным клещом, размножавшемся на сое SR = 0,65, а при питании на хризантеме 0,54 (Popov, Khudyakova, 1989).

Репродуктивные показатели этого вида следующие: чистая величина репродукции (R_0) составила 61,86; ее внутренняя скорость роста (r_m) – 0,4282 /день, а конечная скорость увеличения (λ) составила 1,5345 / день (Takahashi, Chant, 1994). Они значительно превышают эти показатели у других видов фитосейид (Takahashi, Chant, 1994). Самки могут потреблять до 30 яиц паутинного клеща в день. Личинки фитосейулюса не питаются, но нимфы унитожают 11-13 яиц ежедневно, при этом съедается только 90% убитых яиц (Friese, Gilstrap, 1982; Zhang 2003). В сравнении с другими видами из семейства *Phytoseiidae* этот хищный клещ имеет значительно более высокие темпы развития и чрезвычайно прожорлив (Попов, Кондряков, 2008). На прожорливость фитосейулюса влияет относительная влажность и температура воздуха. При снижении среднесуточной влажности воздуха количество потребляемой хищником пищи увеличивается (Прушинский 1979). В то же время в условиях постоянной относительной влажности воздуха количество поедаемых особей паутинного клеща хищником увеличивается по мере повышения температуры (Колодочка, 1978).

На направление передвижения хищника в теплице влияет эффект света – тени (Zemek, Nachman, 1999). При низкой влажности окружающей среды голодные клещи дольше остаются в затененных местах, в то время как сытые самки идут к свету (Bernstein, 1983). Но значительная интенсивность света может негативно сказаться на некоторых хозяйственно важных свойствах хищника. Так, свет 1000 люмен/фут^2 (1000 люмен/30,5 см^2) в лабораторных условиях затруднял скорость хищничества *P. persimilis* и снижал его плодовитость, показатели которой были лучшими в полной темноте (Babikir, 1978). Фитосейулюс даже при наличии жертвы может мигрировать, но на

небольшие расстояния. Исследования Skirvin и Fenlon (2003) на шуазии тройчатой (*Choisya ternate)* показали, что до 50 % хищника в течение первых суток после внесения может перемещаться на соседние стебли (до 10 стеблей) при условии их соприкосновения.

В целом, *Ph. persimilis* достаточно требователен к условиям среды, особенно в фазу эмбрионального развития. Личинки, нимфы и взрослые клещи менее требовательны, их развитие удовлетворительно проходит в широком диапазоне температур – от 13 °С до 33 °С (Чалков, 1986). Фитосейулюс – гигрофильный вид, поэтому на его развитие, прожорливость и плодовитость существенно влияет уровень относительной влажности воздуха (Бегляров, 1968). Клещ может нормально развиваться при относительной влажности воздуха не ниже 70 %, ее понижение резко снижает жизнеспособность яиц хищника, а при 25–30 % они погибают даже при оптимальной температуре (Прушинский 1979). Гибель яиц наступает также при 50 % влажности в течение двух суток, а при 60 % – развитие яиц возможно только при достаточно низкой температуре. Нимфы и взрослые клещи более устойчивы к пониженной влажности и нормально развиваются при 60 % (Бегляров, Ущеков, 1972). При оптимальной влажности устойчивость клеща к неоптимальным температурам увеличивается. И, наоборот, одновременное понижение температуры несколько смягчает отрицательное последствие снижения влажности, но только до определенных пределов. Это особенно выражено при низких температурах, когда продолжительность жизни части популяции даже увеличивается. Например, около 50% популяции *Ph persimilis*, содержавшейся при 4 °С и 80 % относительной влажности, оставались живыми более 60 дней. При этом устойчивость к низким температурам различна даже у близкородственных видов. Так, у *Ph. macropilis* (Banks) такая же доля особей выжила всего две недели в аналогичных условиях (Takahashi, Chant, 1994). Nakao с соавторами (1990) хранили *Ph. persimilis* при 8 – 10 °С не менее 10 дней без потери жизнеспособности.

Morewood (1992) обнаружил, что *Ph. persimilis* можно поддерживать при 7,5 °С в течение 4 – 6 недель, если обеспечивать пищей и влагой.

В то же время высокие температуры неблагоприятны для *Ph. persimilis* даже при оптимальной влажности. При 70 – 75 % относительной влажности воздуха яйца и нимфы клеща способны выдерживать температуру 35 °С только 16 часов, а при 40 °С они погибают (Zhang, 2003). В условиях теплиц колебания температуры и влажности, как правило, наблюдаются в широких пределах, что не мешает развитию *Ph. persimilis*, но влияет на темпы его развития. Так Guo и Dong (1987) показали,что при изменении тепературы от 11,5 до 23,5 °С и влажности воздуха от 36 до 95 % развитие от яйца до имаго увеличилось почти в 2 раза – до 11 дней, в то время как преовипозиционный период у самки не изменился (2,8 дня).

Колебания климатических условий влияют на репродуктивную способность самок хищника. Наивысший уровень репродуктивной способности фитосейулюса наблюдается при температуре 25 – 30 ºС. Не менее значительно влияние влажности воздуха. Количество яиц, откладываемых за одни сутки при влажности воздуха 30, 50, 70 – 98 % (температура 25 ºС), в среднем, была равна соответственно 0,8; 1,3 и 4,3 яйца на одну самку (Бегляров, 1976). На плодовитость влияют также количество и характер пищи. При питании только диапаузирующими самками паутинного клеща у фитосейулюса снижается плодовитость, а наибольшее количество отложенных яиц наблюдается при питании активными формами вредителя. Самое большое количество корма съедают самки фитосейулюса во время откладки яиц (Прушинский, 1979). Кроме того, полностью плодовитость самок хищника реализуется только при 2–3-кратной копуляции непосредственно после достижения взрослой стадии (Колодочка, 1978; Прушинский, 1979).

Устойчивость *Ph. persimilis* к субоптимальным и критическим температурам (и высоким и низким) зависит также от географического происхождения. Зуева (2007) проводила сравнительные исследования

петербургской и мурманской культур в лабораторных условиях при низких температурах. У клещей мурманской (заполярной) культуры при температуре 10,6 °С продолжительность жизни в среднем на 2 суток, а длительность эмбрионального развития на 3 суток больше, чем у особей петербургской культуры. При такой температуре самки петербургской культуры не откладывали яиц, в то время как средняя плодовитость особей мурманской культуры составила 12,3 яйца на самку. Кроме этого, хищник заполярной культуры сохранял активность даже при умеренных (8…10 °С) температурах (Рак, Красавина, 2011).

В 2017 г. коллектив ученых ФГБНУ ВИЗР и СПбГАУ выявил у двух культур *Ph. persimilis* (египетской и ленинградской) разную устойчивость к высоким температурам 40 °С и 41 °С при экспозиции 5 и 6 часов. Выживаемость клещей египетской культуры в условиях повышенных температур была более высокой (Козлова и др., 2017). Результаты этих исследований показывают, что этот вид обладает широкой генетической изменчивостью по признакам, отвечающим за экологическую пластичность (в диапазоне, в котором возможно проявление жизнедеятельности), и сравнительные исследования разных географических культур этого вида открывают новые возможности для его использования в биологической защите растений в разных условиях.

Фитосейулюс успешно применяется на овощных и декоративных культурах разных видов. На хризантеме в Англии при выпуске 10 особей на 1 растение хищник уничтожает вредителя за 3 – 4 недели. В Китае на горшечных культурах *Salvia splendens, Ageratum conyzoides, Zantedeschia aethiopica, Pelargonium lateripes* клещ был эффективен при выпусках от 1 до 50 особей/растение в зависимости от плотности жертвы и размера растения. На Сицилии в Италии хищник приходил из естественных условий в теплицы с герберой и успешно контролировал обыкновенного паутинного клеща (Zhang, 2003). При выращивании розы *Ph. persimilis* успешно уничтожал фитофага за несколько недель, если соблюдалось соотношение хищник жертва 1:10

(Gacheri et al., 2015). Для применения этого хищника обычно рекомендуют следующие нормы внеения: профилактически – 2 особи/м^2 1 раз в 21 день; при легком заселениии в небольших очагах – 6 особей/м^2 каждые 7 дней до достижения необходимой эффективности; при значительном заселении в очагах – 20 – 50 особей/м^2 также каждые 7 дней (Biological control …, 2019). Об успешной долгосрочной борьбе с обыкновенным паутинным клещом на тепличных розах при условии многократных выпусков *Ph. persimilis* сообщал также Gough (1991).

Хищный клещ амблисейус калифорнийский (*Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (McGregor), *Neoseiulus californicus* (McGregor))

По происхождению вид описан в Калифорнии, но обитает в Северной и Южной Америке, затем интродуцирован в Европу, Азию и Африку. Следует отметить особую оценку *N. californicus*, помещенному по классификации McMurtry и Croft (1997) между II и III жизненными типами. Croft с соавторами (1998) изменили эту оценку, поскольку *N. californicus* обладал более универсальными признаками, чем специалист II типа, такой как *N. fallacis* (высокая плодовитость на диете трипса, меньшее количество перемещений между растениями, более короткие спинные щетинки) и отнесли этот вид к III жизненному типу. В качестве пищи, помимо паутинных клещей, для *N. californicus* могут служить пыльца и даже эксудаты растений (Castagnoli, Falchini, 1993; Castagnoli et al., 1999; *Typha angustifolia* L. pollen…, 2020). Отмечено также, что этот вид может питаться и мелкими насекомыми, как клещи-хищники III-го типа, поэтому его часто относят к генералистам (Rott, Ponsonby, 2000; Barbosa, Moraes, 2015). Кроме этого, *N. californicus* может не только питаться, но и контролировать вредителя, не являющегося паутинным клещом. Например, *N. californicus* выпускали на лайм против широкого клеща *Polyphagotarsonemus latus* (сем. Tarsonemidae) во Флориде. Выпуски в теплице в соотношении хищник: жертва 1: 5-15 значительно снизили плотность вредителя (с 117 – 140 до 0 – 2,0 особи/лист). Через 14 дней после выпуска

площадь листьев, заселенных хищником, значительно (в 10 – 15 раз) увеличилась. Полевые опыты подтвердили эти результаты: *N. californicus*, вместе с *Typhlodromalus peregrinus* (Muma) (местный хищник, который заселил растения лайма спонтанно), предотвратили быстрое накопление *P. latus* на плодах лайма. Эффективность хищников была подтверждена методом инсектицидной проверки. Растения опрыскивали акарицидом или оставляли без обработки; с обработанных деревьев собрали больше плодов с поврежденной клещом на (40 – 100 %) поверхностью. Поэтому полевые выпуски хищника считались подходящим вариантом для защиты лайма в мягкий зимне–весенний сезон (Peña, Osborn, 1996). Однако в жаркий и влажный летне–осенний период хищники не могут преодолеть очень быстрый рост вредителя. Развитие *N. californicus* при питании *P. latus* несколько медленнее (примерно на 2 дня при 25 °С), чем на *T. urticae*, что свидетельствует о его возможном потенциале для борьбы с обыкновенным паутинным клещом (Castagnoli, Falchini, 1993). Этот вид рекомендуют для совместного использования с *Ph. persimilis* в условиях низкой влажности, поскольку он происходит из мест с аридным и семиаридным климатом и поэтому устойчив к низкой влажности воздуха, а также и низкой плотности жертвы в отличие от *Ph. persimilis* (Gerson et al., 2003). В исследованиях Walzer с соавторами (2007) была проведена оценка чувствительности яиц и нимф разных географических популяций хищника при сравнительно низкой влажности воздуха (64 %) и установлено, что яйца во всех случаях были более чувствительными к низкой влажности, чем нимфальные стадии развития, но наблюдалась значительная изменчивость между географическими популяциями. У наиболее устойчивых из Калифорнии (США) и Сицилии (Италия) выживаемость яиц составила 37-38%, выживаемость нимф – 83 – 96 % (Intraspecifc variation …, 2007).

N. californicus уступает *Ph. persimilis* по плодовитости, а его развитие значительно медленнее и зависит от вида корма. Так, продолжительность развития одной генерации при 26±1 °С составляет 9,5 дней при разведении на

хлебных клещах и 7,5 дней при разведении на *T. urticae* (Zhang, 2003). При кормлении хищника *T. cinnabarinus* Boisduval равитие одной генерации при 20 °С составило 12,96 дней, а при 30 °С – 10,12 дней (Kuştutan, Çakmak, 2009). В то же время самки могут переносить 10 – дневное голодание.

Нимфы *N. californicus* атакуют до 13 яиц *T. urticae*, съедая при этом 86% убитой жертвы. При численности вредителя до 10 особей *N. californicus* уничтожает более 80% жертвы, а более 40 особей – только около 25% жертвы (Friese, Gilstrap, 1982). Самки могут отложить до 65 яиц за жизнь при 2 в среднем за день (Zhang, 2003) в среднем от 34 (Biology and predation …, 2006) до 46 яиц (Nguyen, Amano, 2009) при оптимальной температуре 25 °С и питании *T. urticae*. При 18°С плодовитость снижается в 3 раза, а при 30 – 35 °С – в 2 раза (Nguyen, Amano, 2009). При постоянных температурах от 15 до 20 °С и переменных от 5 до 20 °С плодовитость N. *californicus* ниже, чем у *Ph. persimilis*, в 1,5 -2 раза. (Alternating temperatures …, 2013).

Несмотря на меньшую специализацию, чем у *Ph. persimilis*, *N. californicus* представляется многообещающим кандидатом для комбинированного выпуска с *Ph. persimilis*. *N. californicus* использовался для биологической борьбы с паутинным клещом на различных полевых (McMurtry, Croft, 1997) и тепличных культурах (Calvitti, Tsolakis, 1992; Smith et al., 1993), но демонстрировал более низкие, чем у *Ph. persimilis*, функциональные и числовые реакции на *T. urticae* (Friese, Gilstrap,1982; Gilstrap, Friese, 1985). Sabelis и Janssen (1994), исследуя тесную связь видов I и II типов с паутинными клещами, отметили важность реакций хищников к изменяющемуся характеру колоний паутинного клеща.

Наблюдение за обыкновенным паутинным клещом на клубнике выявило несочетаемость в пространственном распределении фитофага и его хищника *N. californicus.* Хищник не агрегировался в очагах жертвы, что, вероятно, давало вредителю временное убежище (Greco et al., 1999). Укрытие - паутинных клещей на ряде растений, например, на хмеле и яблоне, уменьшало чрезмерную эксплуатацию жертвы, приводя к стойкой системе жертва-

хищник, и продолжение борьбы с вредителями. *N. californicus* способен перемещаться между деревьями яблони по голой земле, хотя почему и как хищника привлекают яблони, непонятно (Raworth et al., 1994).

Как показывает этот случай, размещение некоторых фитосейид вдоль континуума типа II-типа III зависит от наличия достаточных биологических данных.

N. californicus коммерчески используется во всем мире для борьбы с обыкновенным паутинным клещом и несколькими другими экономически важными клещами на авокадо, цитрусовых, карликовом хмеле, винограде, малине, розе и других декоративных растениях, клубнике и некоторых овощных культурах. Было показано, что он эффективно контролирует обыкновенного паутинного клеща и *Phytonemus pallidus* (Banks) на клубнике в теплицах Великобритании и Аргентине. В Соединенных Штатах *N. californicus* успешно использовался для борьбы с обыкновенным паутинным клещом на клубнике, выращенной в поле, в южной Калифорнии и Флориде. *N. californicus* также использовался для борьбы с обыкновенным паутинным клещом на карликовом хмеле и для борьбы с клещом *O. perseae* на авокадо (Rhodes, Liburd, 2015).

Рекомендуемая норма выпуска зависит от вида вредителей и их плотности. Так, на землянике в Калифорнии эффективно соотношение хищник: жерва 1: 10. Несмотря на то что *N. californicus* потребляет в 3 раза меньше жертвы, чем *Ph. Persimilis,* и, как результат, сокращение популяции вредителя более медленное, поддержание низкого уровня популяции вредителя также более долговременное в условиях открытого грунта южной Калифорнии и Флориды (Rhodes, Liburd, 2006; Evans et al., 2018).

Эксперименты, проведенные S. Blüme и A. Walzer (2002) в Австрии в промышленных теплицах, где применяли *N. californicus* отдельно и совместно с *Ph. persimilis* против обыкновенного паутинного клеща на розах, выращиваемых для срезки цветов, показали, что отдельное применение хищника *N. californicus* не было успешным и потребовало дополнительных

обработок акарицидами, в сравнении с совместным применением двух хищников (Blümel, Walzer, 2002).

Оценка использования *N. californicus* совместно с *Ph. persimilis* против паутинного клеща на клубнике в защищенном и открытом грунте в условиях северной Флориды в зимне-весенний период показала высокую эффективность всех вариантов применения хищных клещей как совместного, так и отдельного. Но наиболее эффективными оказались варианты с совместным применением хищных клещей по сравнению с отдельным применением *N. californicus,* где сдерживание роста популяции вредителя наблюдалось на протяжении всего эксперимента (4 недели) (Comparison of single and combination …, 2006).

Хищный клещ амблисейус Андерсона (*Amblyseius andersoni* (Chant), *Typhlodromus* (*Amblyseius*) *potentilla* Garman)

Amblyseius andersoni является местным видом в Южной и Западной Европе, где присутствует в нескольких биотопах, таких как виноградники и фруктовые сады (Duso, Pasini, 2003; Phytoseiidae mites …, 2014). Обследование, проведенное в Сирии, показало, что *A. andersoni* был доминирующим видом на цитрусовых деревьях и диких растениях в садах или вокруг них (Barbar, 2013). *A. andersoni* был обнаружен на листьях дикой китайской ягоды годжи (или лайчи) *Lycium chinense* в городе Баян-Нур во Внутренней Монголии в 2017 г. и зарегистрирован как новый вид в Китае (The species of phytoseiid …, 2019).

Согласно классификации McMurtry и Croft (1997), *A. andersoni* является хищником-генералистом 3-го типа. Впервые он был отмечен Ramakers (1978) как потенциальный хищник табачного трипса, однако способы разведения и методика применения хищного клеща в то время не разрабатывались. В опытах Sengonca и Drescher (2001), при использовании в качестве жертвы табачного трипса, хищник показал наибольший уровень хищничества – 35 личинок трипса. Этот вид также способен питаться и размножаться на многих

видах клещей Tetranychidae (Tetranychus, Panonychus, Eotetranychus), рыжих клещей (Eriophyidae), таких, как Aculops, мелких насекомых (трипсах), на цветочной пыльце, медвяной росе, спорах грибов и растительном соке (McMurtry, Rodriquez, 1987; Quality control …, 1989; McMurtry, 1992). Некоторые авторы показали, что *A. andersoni* может удерживать популяцию паутинных клещей на уровне ниже экономического порога во фруктовых садах и виноградниках (Duso, 1992a; Duso 1992b; Duso, Pasini, 2003). Однако при сравнении двух видов жертв (*T. urticae* и *P. ulmi*) последний вид жертвы для *A. andersoni* оказался лучшим источником пищи (Comparative studies …, 1991).

Цветочная пыльца является альтернативным кормом для *A. andersoni* и скорее способствует выживанию вида в естественных условиях в отсутствии животной пищи. В опытах Van Zon с соавторами (1981) отмечено, что в пыльце недостаточно каротиноидов, необходимых для индукции диапаузы у *A. andersoni,* поскольку они являются рецепторами фотопигмента, которые активны в фотопериодическом восприятии света этим видом. При выращивании *A. andersoni* на пыльце фасоли для борьбы с *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Tarsonemidae) хищник не уходил в зимнюю диапаузу, что также объяснялось низким содержанием каротиноидов в этой пыльце (Overmeer, Van Zon, 1983). Другой неблагоприятной реакцией на длительное питание пыльцой было изменение влечения к добыче. Когда *A. andersoni* и *T. pyri* получали только пыльцу фасоли во время развития, они реагировали на кайромоны трех видов добычи: *Panonychus ulmi, Tetranychus urticae* и *Aculus schlechtendali*, но хищников, выращенных на *Tetranychus urticae*, привлекала только *Panonychus ulmi*. Более широкий спектр стимулов притяжения, проявляемый хищниками, выращиваемыми на пыльце, по мнению Dicke (1988), был вызван низким содержанием каротиноидов в пыльце фасоли. Фитосейиды, выращенные на этой пыльце с добавлением каротина, демонстрировали привлекаемость к добыче, аналогичную той,

которую имеют клещи, которых кормят обыкновенным паутинным клещом (Dicke, 1988).

Способность *A. andersoni* контролировать клещей-фитофагов зависит от нескольких факторов: от климатических условий в районе (Effects of humidity …, 1993), морфологической характеристики листьев растений (Duso, Vettorazzo, 1999), межвидовой конкуренции (Duso, 1989), воздействия пестицидов (Pozzebon et al., 2002). Имея возможность выбора между опушенными и голыми листьями различных растений, *A. andersoni* неизменно выбирал опушенные листья (Overmeer, Van Zon, 1984).

Оценка влияния разных температур (от 17 °C до 35 °C), проведенная китайскими исследователями с китайской культурой *A. andersoni*, выращиваемой на обыкновенном паутинном клеще, показала, что наиболее оптимальными для вида являются температуры от 25 °C до 30 °C, что обеспечивало выживаемость преимагинальных стадий на уровне 90 – 93 %. При этих температурах получены максимальные показатели как общей плодовитости (46 и 39 яиц на самку, соответственно), так и ежедневной (1,73 и 1,86 яиц на самку, соответственно). Демографические параметры скорость роста популяции $\mathbf{r_m}$, 0,16 и 0,19, продуктивность самок (по самкам) R_0 36,5 и 27,8 и среднее время удвоения популяции DT 4,3 и 3,5. При 35 °C несколько уступает показателям при 25 °C и 30 °C по выживаемости – 80 %, по плодовитости: общей – 27 яиц на самку и суточной – 1,65, что достоверно не отличается от показателя при 25 °C. А по демографическим показателям время удвоения популяции DT меньше – 3,47, а скорость роста популяции выше $\mathbf{r_m}$ 0,199, только продуктивность самок уступает R_0 18,7 (Effects of temperature …, 2019).

Оценка влияния разных температур на развитие *A. andersoni*, проведенная группой европейских исследователей с культурой хищника, полученная из виноградников Швейцарии, показала, что эта культура менее чувствительна к умеренным температурам (20 °C), чем китайская. Общая и суточная плодовитость была выше у швейцарской культуры (56,0 и 1,76 яиц на самку),

чем у китайской (39,6 и 1,36 яиц на самку). Продолжительность жизни самок также больше у швейцарской культуры (58,6 и 31,5 дней, соответственно). Но в то же время продолжительность развития от яйца до имаго у культур практически не различалась как у самок 10,6 - 10,3, так и у самцов 10,3 - 9,8 соответственно культурам (Comparative studies …, 1991.). Результаты этих исследований показали также, что *A. andersoni* относится к теплолюбивым видам, и температуры ниже 25 °С не являются оптимальными для его развития. Таким образом, потенциал этого хищника для контроля паутинного клеща увеличивается при температурах 30–35°С. Кроме этого, в отличие от других клещей фитосейид (*Ph. persimilis и N. californicus*), продолжительность жизни взрослых особей *A. andersoni* в экспериментальных условиях относительно велика, в связи с чем Amano и Chant (1977) полагают, что этот вид имеет более высокий уровень хищничества в сравнении с *Ph. persimilis*, однако он уступает *Ph. persimilis* и *N. californicus* по демографическим параметрам (Таблица 2).

Исследования влияния влажности воздуха на *A. andersoni*, проведенные Croft с соавторами (1993), при изучени реакциии фитосейид на влажность в связи с географическим распределением клещей, растений-хозяев, а также возможностью биологическкого контроля отдельными или смешанными популяциями фитосейид, показали, что вид относительно устойчив к умеренной влажности воздуха (Effects of humidity …, 1993). Так, летальная влажность (LH_{50}) при 20 ° С для яиц трех культур *A. andersoni* из Орегона, Нидерландов и Италии составила 62,9, 62,0 и 62,4 % соответственно, при этом полученные различия были недостоверны. В условиях относительной влажности 50 % и температуре 20 ° С смертность личинок (от рождения до ранних протонимф) и накормленных клещей возрастала до 82,3 %, для голодных клещей орегонской культуры – до 83,2 %. В то же время при таких же условиях и наличии жертвы смертность нимф *Metaseiulus occidentalis* Nesbitt и *Typhlodromus pyri* Scheuten, более устойчивых к пониженной

влажности воздуха, составила только 46,2 и 31,0%. (Effects of humidity …, 1993).

Таблица 2. Демографические параметры развития фитосейидных клещей

Демографический параметр при 20°C	*Ph. persimilis*	*N. californicus*	*A. andersoni*	
			Китайская популяция	Швейцарская популяция
Скорость роста популяции (females/female/day) r_m	0,235	0,204	0,108	0,151
Продуктивность самок (females/female) R_0	58,0	37,5	25,09	33,6
Среднее время удвоения популяции (дни) DT	2,95	3,4	6,4	
Время развития одного поколения			29,7	29,4
Авторы	1	1	2	3

Примечание. По: 1 –Alternating temperatures …, 2013; 2 –Effects of temperature …, 2019; 3 – Comparative studies …, 1991.

В естественных условиях своего обитания *A. andersoni* зимой уходит в диапаузу. В связи с этим в некоторых странах с прохладным климатом, где этот вид не обитает в естественных условиях, проводится оценка опасности его расселения. Такая оценка была проведена в Норвегии, где планировалось использовать *A. andersoni* в качестве продукта биологического контроля (ANDERcontrol). Специалисты оценочной комиссии посчитали, что этот вид вряд ли переживет холодную зиму и прохладное лето. Кроме того, существует небольшой риск его распространения из теплиц, поскольку ни ветер, ни другие факторы не являются эффективными путями расселения в местах, где клещ развивается в природе. Таким образом, в странах с прохладным климатом *A. andersoni,* скорее всего, не представляет опасности расселения. (Health- and environmental risk …, 2019).

По данным Veerman (1992) хищный клещ *A. andersoni* и его жертва *T. urticae* имеют факультативную репродуктивную диапаузу, которая выражена

только у самок. *T. urticae* и хищный клещ различаются по своей реакции на температуру. В то время как суточные колебания температуры вызывают диапаузу у *A. andersoni* при полном отсутствии света, у *T. urticae* такой термопериодической реакции обнаружить не удалось. Veerman (1994) обнаружил также сходство между фотопериодическими и термопериодическими механизмами ответа у *A. andersoni*, которые убедительно доказывают, что фотопериодическая и термопериодическая индукция диапаузы у этого хищника основаны на одном и том же физиологическом механизме.

Фирмы, производящие биологические средства защиты растений, предлагают использовать *A. andersoni* для контроля клещей-фитофагов на декоративных и плодовых культурах, виноградниках, древесных питомниках и защищённом грунте, поскольку преимуществами этого вида являются как широкий выбор жертв, так и температурный допуск (от 6 ° C до 40 ° C). (Andersoni-Breeding-System ..., 2022; Against ..., 2022; *Amblyseius andersoni* ..., 2022 a,b, 2023)

Ранее *A. andersoni*, в основном, оценивали на винограде и плодовых культурах. Результаты оценки использования этого вида на виноградниках в северной Италии (Duso, 1989) не показали успешного сдерживания *T. pyri* при зимнем выпуске. В то же время исследователи утверждали, что, несмотря на неудачу, при искусственном внесении роль *A. andersoni* на виноградниках может считаться важной, поскольку он часто естественным образом колонизируется с дикорастущих растений. В плодовых садах Венгрии, где хищник играет большую роль в борьбе с тетраниховыми клещами и зимует в большом количестве в наземной подстилке в старых садах, успешно использовали метод переселения хищника в молодые сады с помощью переноса подстилки из старых садов (Szabó, Pénzesa, 2013).

Оценка внесения *A. andersoni* на розах (горшечная культура) в Нидерландах одиночно и совместно с *Neoseiulus californicus* показала, что в открытом грунте в летние месяцы клещ способен удерживать паутинного

клеща на низком уровне. Хищник, расселяясь, присутствовал на растениях даже там, где не был отмечен вредитель. Но необходимо отметить, что в этих опытах в летний период на растениях наблюдались естественные враги, такие как *Chrysoperla* spp., *Conwentzia* sp., *Orius* sp., *Stethorus punctillum* и *Feltiella acarisuga*. Однако, когда розы осенью в начале холодов были занесены в теплицы, наблюдалось появление очагов массового развития паутинного клеща, в которые был внесен *Phytoseiulus persimilis* и очаги были уничтожены (Van der Linden, 2004).

1.3.3. Оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* и меры борьбы с ней

Оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westwood: Homoptera, Aleurodidae многоядный вредитель, полифаг. Развивается на 200 видах растений из 55 ботанических семейств (Соловей, Согоян, 1983). На юге Дальнего Востока общий список повреждаемых культурных и дикорастущих растений насчитывает 205 видов из 59 ботанических семейств, в защищенном грунте – до 32 видов из 16 ботанических семейств (Яркулов, 2011).

Взрослые и неполовозрелые особи оранжерейной белокрылки питаются соком флоэмы и производят большое количество медвяной росы, на которой развивается черная плесень, что приводит к снижению качества продукции и урожая (Lindquist et al., 1972; Van Lenteren, Noldus, 1990). Очень важным является экономический ущерб плодам и декоративным растениям из-за остатков липкой медвяной росы. При изучении вредоносности фитофага было установлено значительное снижение урожайности на томате при средней плотности вредителей (между началом появления белокрылки и окончательным сбором плодов) 22 нимф/см^2 листа или более, а экономическое снижение урожайности наблюдалось уже при 6 нимф/см^2 (Hussey et al., 1958; Van Roermund, 1995). В то же время на декоративных культурах коммерчески значимой является меньшая плотность нимф на лист, в частности, таким

порогом для пуансетии является плотность 0,3-0,7 нимф/см^2 листа (Helgesen, Tauber, 1974; Van Roermund, 1995). Несмотря на
большое количество инсектицидов, рекомендованных для борьбы с оранжерейной белокрылкой в теплицах, защита растений от этого фитофага представляет большую проблему как в вязи с особенностями биологии, так и способностью формировать резистентные к инсектицидам популяции.

Weber (1931), затем Van Roermund (1995) установили, что самой низкой пороговой температурой для развития яиц и первых трех личиночных возрастов на табаке является 8 °C, а для L4 – даже на несколько градусов ниже. В то же время Van Evert и Schutte (1983) в своих экспериментах на томате при 7 °C практически не обнаружили развития всех преимагинальных стадий. Osborne (1982) определил нижнюю пороговую температуру в 8,3 °C по линейной шкале, тогда как Madueke и Coaker (1984) считают этот порог 7,0 – 11,5 °C. Weber (1931) установил, что верхняя летальная температура для развития яиц составляет 35 °C, несколько более высокая температура – для других неполовозрелых стадий. Однако в исследованиях Van Evert и Schutte (1983) личинки белокрылки развивались при 35 °C. С использованием различных математических моделей и результатов экспериментов были рассчитаны связь между температурой и продолжительностью развития тепличной белокрылки (Van Roermund, Van Lenteren, 1992; Van Roermund, 1995). Исходя из литературных данных были взяты нижняя температура 8 °C, верхняя летальная температура для развития яиц 35 °C, остальных преимагинальных стадий – 38 °C в процедуре регрессии. Предполагалось, что нижний порог и верхняя летальная температура для развития были одинаковыми на всех растениях-хозяевах. Взаимосвязь между скоростью развития преимагинальных стадий и температурой рассчитывалась для восьми растений-хозяев (томат, бобы, огурец, баклажан, табак, геребера, сладкий перец, хризантема). При расчетах использовали математическую модель Logan с соавторами (1976). Коэффициент детерминации $\mathbf{r^2}$ был высоким практически на всех оцениваемых растениях и на всех преимагинальных

стадиях (яйцо, L 1, 2, 3, 4, PrPu, Pu), что подтверждало сильную связь между продолжительностью развития преимагинальных стадий белокрылки и температурой почти на всех растениях-хозяевах (Van Roermund, Van Lenteren, 1992).

Таблица 3. Минимальная продолжительность развития тепличной белокрылки на томате (van Roermund, van Lenteren, 1992)

Стадии развития	Колебание температуры, °C	Продолжительность развития, дней
Эмбриональная (ov)	27-31	4-5
Личинки 1-го возраста (L1)	24-25	2,4
Личинки 2-го возраста (L2)	24-26	2,0
Личинки 3-го возраста (L3)	24-26	2-2,5
Личинки 4-го возраста (L4)	28-36	1,1-1,8
Предкуколки (PrPu)	25-26	3,1-3,3
Куколки (Pu)	25-26	2,5-2,8
Общая (от яйца до выхода имаго)	24-27	18-20

В частности, связь между температурой и скоростью развития тепличной белокрылки для каждой стадии развития на растении томата показана в Таблице 3 и, согласно полученным авторами графикам, максимальная скорость развития на этой культуре наблюдалась при температурах 24- 36 °C. В то же время при постоянной температуре в 20 °C и питании на растениях фасоли продолжительность развития яиц и личинок I-IV возрастов оранжерейной белокрылки составила соответственно 11,26; 4,85; 3,04; 3,63 дней, предкуколок и куколок 15-16 дней, в сумме 34,08 дня (Яркулов, 2011).

На баклажанах при 24±1°C и относительной влажности 65±5 % и 16:8 (L:D) время развития яиц, 1-го, 2-го, 3-го и 4-го личиночных возрастов составило 7,33 ± 0,48; 3,37 ± 0,52; 3,25 ± 0,45; 2,51 ± 0,26 и 7,66 ± 0,83 дня соответственно (Ghahari, Hatami, 2000).

Температура также влияет на выживаемость, продолжительность жизни и плодовитость тепличной белокрылки. По данным Manzano и Van Lenteren (2009) выживаемость преимагинальных стадий развития *T. vaporariorum* была сходна в условиях тропического высокогорья (19 ºС, 80 % относительной влажности) и в условиях андийских долин (22 ºС, 74 % относительной влажности) и составляла 97,4 и 81 % соответственно, тогда как при 26 ºС в сочетании с относительной влажностью 75 % всего 52 %. Продолжительность жизни при 19 и 22 ºС составляла 22,6 и 17,5 дней, плодовитость, в среднем, 32,6 – 33,3 яйца на самку соответственно. Однако при постоянной температуре 26 ºС выживаемость и плодовитость были намного ниже, чем при 19 ºС и 22 ºС - 5,9 дней и 8,6 яиц в среднем на самку соответственно. Скорость роста популяции $\mathbf{r_m}$ при 19 и 22 ºС выше - 0,044 и 0,061 соответственно, чем при 26 ºС - 0,035; продуктивность самок $\mathbf{R_0}$ также выше 6,2 и 8,3 соответственно, в сравнении с 2,4 при 26 ºС. По данным Ghahari и Hatami (2000), снижение температуры на 2 градуса (до 24ºС) увеличивает продолжительность жизни, в среднем, до 20,88 ± 1,54 дней у самцов и до 26,44 ± 1,17 дней у самок, а среднесуточная плодовитость до 5,93±1,67, в среднем на самку. Для сравнения – 1,4 яиц на самку при 26 ºС (Manzano, Van Lenteren, 2009). Таким образом, при более высокой температуре демографические показатели вредителя более низкие. Необходимо отметить, что эти опыты проводились при постоянной температуре. Эксперименты при смене температур днем и ночью в условиях защищенного грунта в двух режимах – 30 и 20 °С днем, 25 и 10 °С ночью, свидетельствуют, что продуктивность самок R_0 была выше в высокотемпературном диапазоне, но выживаемость яиц и личинок, а также продолжительность жизни самок была выше в низкотемпературном диапазоне (Yano, 1989).

Длина жизненного цикла также зависит от растения-хозяина. По данным Яркулова (2011) при температуре 24 ºС она составляет на баклажане 25 дней, огурце – 27, томате – 28, красном перце –29,8 дней. Растение-хозяин влияет на продолжительности жизни и плодовитость. Самки оранжерейной белокрылки,

развивающиеся на томате, имеют преимущество, по сравнению с самками, развивающимися на огурце. Кроме того, существует зависимость между плодовитостью самок и возрастом листьев: на молодых листьях огурца плодовитость самок выше, чем на зрелых (Яркулов, 2011). Сорт растения-хозяина может влиять на все показатели в такой же значительной степени, как его вид. На двух сортах фасоли (*Phaseolus vulgaris)* cv. Chocho и cv. ICA-Pijao выживаемость преимагинальных стадий составляет 97,4 и 74 %, продолжительность жизни имаго 22,6 и 35, 5 дней и плодовитость 32,6 и 27,2 соответственно. Демографические показатели соответственно сортам составили: скорость роста популяции $\mathbf{r_m}$ 0,044 и 0,072, продуктивность самок $\mathbf{R_0}$ 6,2 и 26,7 (Manzano, Van Lenteren J.C. 2009).

Weber (1931) изучал влияние относительной влажности воздуха на смертность неполовозрелых особей и обнаружил самую низкую смертность при влажности 70–80 %. Влияние плотности белокрылки на смертность неполовозрелых особей и частоту откладки яиц исследовали также Xu Rumei (1983), Xu Rumei с соавторами (1984) и Yano (1988; 1989). Было показано, что высокая плотность белокрылки приводит к более высокой смертности неполовозрелых особей и более низкой яйцекладке. В экспериментах этих авторов смертность на стадии яйцо-L2 увеличивалась при плотности выше 8 яиц/см^2, и на стадии куколки и L3 при плотности до 3 (L3) личинок/см^2 на фасоли (Xu Rumei, 1983; Xu Rumei et al., 1984). Тем не менее Yano (1988, 1989) на томате не обнаружил значительного увеличения смертности неполовозрелых особей при плотности 30 яиц/см^2. Похожая ситуация наблюдалась у этих исследователей и при изучении влияния плотности имаго на частоту откладки яиц: на фасоли при плотности выше 3,6 имаго/см^2 наблюдалось снижение частоты откладки яиц (Xu Rumei, 1983), а в опытах Yano (1988) на томате не было отмечено значительного снижения частоты яйцекладки при плотности ниже 10 имаго/см^2, что, на наш взгляд, свидетельствует о влиянии на эти процессы растения-хозяина.

На демографические показатели тепличной белокрылки влияет свет. Было установлено (Weber, 1931), что частота яйцекладки в темноте значительно ниже, чем при дневном свете. Исследования Johansen (2009) на розах Rosa×hybrida cv. Passion проводились в климатических камерах с условиями длинного дня (L20:D4) или постоянного освещения (L24:D0) при 21 °C и переменной относительной влажности (в среднем 74%, диапазон 47–96 %). Белокрылки, выращенные при постоянном освещении, имели более низкую выживаемость личинок, низкую плодовитость и более короткую продолжительность жизни самок, чем белокрылки, выращенные в условиях длинного дня. Чистый коэффициент воспроизводства (Ro) и собственный коэффициент естественного прироста (r_m) снизились на 85 и 76 %, соответственно, а время удвоения численности популяции (D) было в 4,2 раза больше при непрерывном свете. Это означает, что рост популяции белокрылки при постоянном освещении был значительно ниже по сравнению с традиционным световым режимом, используемым при выращивании роз.

Структура листьев растений, в частности, плотность, тип и способность трихом выделять железистые экссудаты, могут влиять на предпочтения взрослых белокрылок растения -хозяина и играют важную роль в их выборе для откладывания яиц. Avery с соавторами (2015) оценивал выбор хозяев взрослой оранжерейной белокрылкой на двух сортах растений пеларгонии, Pelargonium × domesticum Bailey (королевская) и P. × hortorum Bailey (зональная), в тестах с выбором и без выбора растения - хозяина. Определены признаки растений, которые могли повлиять на предпочтение яйцекладки белокрылки, а именно тип и плотность трихом на абаксиальной поверхности листа. Взрослые белокрылки предпочитали королевскую пеларгонии, где общее количество трихом (sng, прямые нежелезистые + sg, прямые железистые) на 0,50 см^2 было достоверно меньше (43,1 ± 1,5), по сравнению с зональной пеларгонией (60,5 ± 1,2) (Influence of leaf trichome …, 2015).

Lee с соавторами (2010) изучал влияние растения, на котором выращивалась белокрылка, на дальнейшее предпочтение ее имаго растения- хозяина. Оценку

проводили в теплицах, где выращивали товарную пуансетию и фасоль, а баклажан использовали как растения-ловушки, которых предпочитали белокрылки. Эксперимент показал, что имаго белокрылки, выращенные как на пуансеттии, так и на фасоли, оседали на растениях-ловушках. То есть растение, на котором выращивали белокрылку, не повлияли на выбор имаго растения-ловушки, если оно более привлекательно.

1.3.4. Энтомофаги для борьбы с оранжерейной белокрылкой на розах

Для биологической борьбы с оранжерейной белокрылкой, как правило, используют паразитоидов энкарзию *Encarsia formosa* Gah. и два вида эретмоцеруса: *Eretmocerus mundus и E. eremicus*. Однако *E. Formosa* более предпостительный вид для Северо-Западе России поскольку в умеренных температурах 20 – 22 °C оба вида эретмоцеруса уступают энкарзии в продолжительности жизни и паразитизме (Life-history parameters of Encarsia …, 2004). Выпускаются в теплицы также клопы мириды *Macrolophus pygmaeus* и *Nesidiocoris tenuis,* широко используемые на овощных культурах для борьбы с белокрылкой, однако на розе клопы мириды неэффективны, так как это растение не является оптимальным для откладки яиц.

Для снижения численности оранжерейной белокрылки рекомендуются фитосейидные клещи из рода Amblyseius (*Neoseiulus*): *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, широко используемый в настоящее время на овощных культурах. В то же время клещ *Neoseiulus cucumeris* Oud., являясь хищником – генералистом, также потенциально может использоваться для борьбы с этим фитофагом.

Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris (Oudemans)

Этот вид хищного клеща известен во всем мире. Относится к хищникам - генералистам 3-го типа, питающегося пыльцой, мелкими насекомыми и мелкими клещами (Van Lenteren, 2012; Rao et al., 2018).

Исследования, опубликованные Castagnoli (1989), показали, что при 25 °C развитие яйца до взрослой особи завершается за 8 – 9 дней при кормлении личинками трипсов и около 7 дней – при кормлении клещами. Самки производят в среднем 53 яйца в период откладки яиц из расчета 1,9 яйца в день. Скорость роста популяции составляет $\mathbf{r_m}$ 0,203, а время удвоения популяции – 3,41 дня (DT). Китайские исследователи Ji с соавторами (2015), в целом, подтвердили эти результаты. Развитие от яйца до взрослой особи при кормлении *Carpoglyphus lactis* при 25±1 °C и относительной влажности 90±5% RH завершается за 5,9 дня. Самки производят в среднем 53,3 яйца. Скорость роста популяции составляет $\mathbf{r_{m=}}$0,212, продуктивность самок $\mathbf{R_0}$=31,05, продолжительность жизни имаго – 27 – 36 дней. А время развития одного поколения – 16,2 дня (Life histories …, 2015). По данным Cloutier с соавторами (1995), которые оценивали влияние температуры от 14 до 35 °C, оптимальная температура для роста популяции составляет 28 – 29 °C. Ниже 15 °C и выше 32 °C скорость роста популяции ($\mathbf{r_m}$) снижается практически до нуля.

В целом этот вид развивается быстрее, чем *A. andersoni* и *N. californicus*, но медленнее, чем *Ph. persimilis* (Попов, Кондряков, 2008). Демографические показатели сходны с *N. californicus*, но превышают показатели *A. andersoni*.

Влияние относительной влажности воздуха окружающей среды не имеет значительного влияния на клеща, обитающего на поверхности листьев. Исследования Jones с соавторами (2005) в теплицах на растениях огурца показали, что относительно устойчивое состояние условий влажности в пограничном слое листа не привело к значительным различиям в показателях хищничества и откладки яиц, несмотря на изменения влажности воздуха в окружающей среде. Однако температура листьев действительно влияла на скорость хищничества и откладки яиц *N. cucumeris*: оба показателя увеличивались при более высокой температуре. Уменьшение температуры с 24°C до 20°C снизили потребление жертвы с 8,5 до 4,3 особи на хищника в день, а количество отложенных яиц с 2,14 до 1,37 яиц на самку в день, то есть, почти в 2 раза. Влияние температуры на эффективность хищника

подтвердилось многими производственными экспериментами. Это свидетельствует о том, что установление сезонных темпов выпуска должно привести к повышению эффективности этого хищника в более теплые периоды года (Influence of Greenhouse microclimate …, 2005).

Исследования в Канаде по оценке эффективности хищного клеща *N. cucumeris* на клубнике в открытом грунте в борьбе с клещом *Phytonemus pallidus* Banks (Tarsonemidae) показали, что хищник смог эффективно подавить цикламеновых клещей в первый год, но оказался слишком чувствительным к холоду, чтобы поддерживать адекватный контроль к концу сезона. Кроме того, требуемые высокие темпы выпуска хищников, скорее всего, будут недопустимыми для коммерческого использования. В связи с этим был сделан вывод, что борьба с цикламеновым клещом в клубнике с использованием хищного клеща остается сложной проблемой, требующей дальнейших исследований (Patenaude et al., 2020).

В Латвии, также на клубнике в лабораторных условиях при соотношении хищник: жертва 1:5 и в открытом грунте при соотношении 1:10 лучшие результаты были получены в условиях лаборатории при большем соотношении и более высокой температуре (The predatory mite *Neoseiulus cucumeris* …, 2008). В Швеции при борьбе с цикламеновым клещом *Ph. pallidus* на клубнике в открытом грунте была установлена зависимость эффективности *N. cucumeris* от температуры, в связи с чем исследователи рекомендовали отложить первый выпуск хищных клещей до тех пор, пока не исчезнет риск низкой ночной температуры, то есть до начала июня. Вид был более эффективен в теплые годы (Svensson, 2009).

Результаты недавних исследований Al-Azzazy с соавторами (2022) свидетельствуют о влиянии температуры на скорость потребления хищного клеща. Максимальная суточная норма потребления приходилась на период яйцекладки, когда самки хищного клеща потребляли в среднем 4,26 яиц и 2,44 личинок 1-го возраста *Tuta absoluta*. В целом общая плодовитость была высокой при использовании яиц *T. absoluta* в качестве источника пищи при

повышении температуры от 22 до 32 °С. Самая высокая плодовитость (42,92 и 20,97 яиц/самку) отмечена при 32 °С, а самая низкая (26,77 и 10,12 яиц/самку) – при 22 °С, когда самка *N. cucumeris* питалась яйцами и личинками 1-го возраста *T. absoluta* соответственно (Evaluation of the effectiveness of *Neoseiulus cucumeris* …, 2022).

N. cucumeris менее эффективен зимой в защищенном грунте не только из-за сниженных температур, но и из-за короткого фотопериода, который вызывает репродуктивную диапаузу. Репродуктивная диапауза в свою очередь определяется не только фотопериодом, но и температурой. Исследования Morewood и Gilkeson (1991) показали увеличение диапаузирующих особей до 100 % при 15 °С и отсутствие диапаузы при температуре выше 21 °С. Критическая продолжительность светового дня для индукции диапаузы при температуре ниже 22:17 °С (Т:С) составляла 12,45 ч, что согласуется с тенденцией распространения диапаузы у клещей, собранных из тепличной популяции с сентября по ноябрь. Самки *N. cucumeris* диапаузировали только при воздействии условий, вызывающих диапаузу, на протяжении всего периода их ювенильного развития, но ни у одной не прекращалась откладка яиц при воздействии условий вызывающих диапаузу на взрослых особей (Morewood, Gilkeson, 1991).

Для повышения эффективности коммерческих популяций хищника была проведена селекция на бездиапаузность. Для селенкции была выбрана новозеландская популяция с низкой частотой диапаузы. У новозеландского штамма *N. cucumeris* частота диапаузы снизилась с 41% до 0% примерно за десять поколений. Через 18 месяцев в условиях отсутствия диапаузы не менее 92% особей отобранной линии не входили в диапаузу при тестировании в условиях, вызывающих диапаузу. Это указывает на то, что «недиапауза» является стабильным признаком этих хищных клещей (Selection for non-diapause …, 1995).

Поскольку *N. cucumeris* может питаться пыльцой, наличие пыльцы в теплицах способствует сохранению, развитию и даже размножению

популяции этого вида, хотя кормление пыльцой снижает уровень хищничества на добыче (Van Rijn, Sabelis, 1990, 1993). Цветочная пыльца с разных видов растений может влиять на репродуктивные показатели хищника. Согласно исследованиям Ranabhat с соавторами (2013) пыльцу березы, тюльпана, конского каштана, яблони и кукурузы можно использовать в качестве подходящей альтернативной пищи в периоды, когда добыча немногочислена или отсутствует. В то же время касторовые бобы, часто выращиваемые в теплицах как растения-банки пыльцы, согласно материалам этих авторов, производят неподходящюю пыльцу для *N. cucumeris*, в связи с чем их следует заменять цветущей кукурузой (Ranabhat, et al., 2013).

N. cucumeris наиболее успешно использовался против трипсов на овощных и декоративных культурах в теплицах. Для эффективного контроля требуются частые выпуски и высокое соотношение хищник:жертва. Например, в бывшем СССР на огурце количество личинок *Thrips tabaci* контролировалось в теплицах, когда *N. cucumeris* выпускался при соотношении хищник: жертва 1: 2 (Beglyarov, Suchalkin, 1983); в Турции эффективный контроль достигался за счет выпуска хищников из расчета от 4-5 на растение, как только на растениях обнаруживались трипсы (Biological control …, 1999). В Великобритании хороший результат достигался при однократном выпуске 250 хищников / растение или трех последовательных выпусках по 50 хищников/растение с двухнедельными интервалами, начиная с первых признаков заражения. *N. cucumeris* может сократить популяцию *Th. tabaci*, но не может уничтожить её полностью. (Bennison, 1988; Bennison, Jacobson, 1991). В Канаде *N. cucumeris* обеспечивал эффективную борьбу с *Th. tabaci* и *Frankliniella occidentalis* на партенокарпических огурцах в теплицах Британской Колумбии. Взрослые хищники могут сохраняться на растениях в течение семи недель при фактическом отсутствии добычи – трипса, но с появлением трипсов численность хищника сразу возрастает (Gillespie, 1989).

N. cucumeris может удерживать численность *F.occidentalis* на низком уровене, но в некоторых случаях не может обеспечивать эффективного

контроля, несмотря на повторные выпуски. Это преодолевается развитием контролируемой системы выпуска в саше, обеспечивающих лучшее распределение хищника, чем традиционная система сыпучих отрубей. Система состоит из специально разработанной формы внесения *N. cucumeris* на основе отрубей в упаковке из вощеной бумаги со специфической пористостью. Хищники продолжают размножаться в саше и постепенно выходят из упаковки на протяжении, как минимум, шесть недель. Этот метод обеспечивает лучший контроль над *F. occidentalis* и является менее дорогостоящим, чем традиционный метод. Самый эффективный контроль происходит при профилактическом выпуске, когда *N. cucumeris* помещают в пакеты с культурой хорошего качества сразу после посадки растений на постоянное место (Grasselly et al., 1995; Jacobson, 1995).

Эффективность хищника зависит от культуры, в частности на перце в теплицах она непостоянна. Так, в Нидерландах борьба с трипсами на перце менее успешна, чем на огурце. (Dissevelt et al., 1995). В США две интродукции от 10 до 25 хищников на растение в период вегетации не были эффективны против *F. occidentalis* в теплицах (Higgins, 1992). В Испании наводнение 50 – 400 хищников на растение в различных случаях и контролируемые выпуски не могут контролировать *F. occidentalis* на сладком перце в неотапливаемых теплицах. Однако в сочетании *N. cucumeris* с хищными клопами (*Orius*) эффективность защиты на сладком перце в теплицах увеличивалась (Response of the anthocorids …, 1997). Эффективность *N. cucumeris* против трипсов также увеличивается при последовательных выпусках. В теплицах на сладком перце в Японии *N. cucumeris*, выпускаемый три раза с интервалом в одну неделю, начиная с трех дней после посадки, снижал популяцию *Th. palmi* от одной трети до одной пятой от ее первоначального размера в течение шести недель после посадки (Studies on integrated control …, 1997). В Новой Зеландии три внесения по 10-140 особей *N. cucumeris* на растение против *Th. tabaci* и *Th. obscuratus* приводило к низкому уровню популяций трипсов и высокой

численности хищников в течение 12 недель, практически, без повреждений растений трипсами (The potential for biological control…, 1994).

N. cucumeris был эффективным при борьбе с трипсами и на декоративных растениях. Например, для борьбы с *F. occidentalis* на хризантемах использовали хищнка как в Европе, так и в Северной Америке. В США при высокой плотности взрослых трипсов выпускалось по три хищных клеща на лист. Кроме того, когда численность трипсов снижалась, рекомендовалось вносить цветочную пыльцу, чтобы способствовать выживанию хищников при снижении количества жертвы (Hessein, Parrella, 1990). В Великобритании выпуск 100 особей N. cucumeris в отрубях на 1 м^2 посадки каждые две недели обеспечивал эффективный биологический контроль *F. occidentalis* на хризантеме. Эффективная борьба на хризантеме, выращиваемой круглый год в теплицах на грядках, достигалась также при интродукции трех хищников на растение на третьей, четвертой и пятой неделях после посадки (Wardlow et al., 1991). В Великобритании *N. cucumeris* был эффективен против *F. occidentalis* в теплицах на цикламене (Courcy, 1993). В США хищник обеспечивал борьбу с *F. tritici* и *F. occidentalis* на декоративных растениях, выращиваемых в теплицах для озеленения клумб, при внесении клеща в саше, содержащем 50 клещей, из расчета 125 пакетиков на 200 м^2 площади (Buxton, Finlay, 1993; Stanton, 1994).

N. cucumeris используется также для борьбы с клещами фитофагами. Хищник может эффективно применяться для борьбы с *Phytonemus pallidus* Banks (Tarsonemidae) на клубнике и декоративных культурах, как в защищеннм грунте, так и летом в открытом, при оптимальной температуре (Easterbrook, et al. 2001; The predatory mite *Neoseiulus cucumeris* …, 2008; Fitzgerald et al., 2008; Svensson et al., 2009; Patenaude, 2020). *N. cucumeris* хищничает и на некоторых видах паутинных клещей, не образующих паутины (Gerson et al., 2003) и может быть успешным против ржавого томатного клеща (Brodeur et al., 1997).

N. cucumeris был испытан в лаборатории против табачной белокрылки *Bemisia tabaci*. Хищник завершал свое развитие до взрослой стадии, питаясь яйцами и личинками *B. tabaci* первого и второго возрастов с выживаемостью 72 %. Имаго *N. cucumeris* может съесть, в среднем, 6,6 яиц, 1,9 личинок первого возраста или 0,9 личинок второго возраста *B. tabaci* в день. На основании полученных данных был сделано предположение о возможности ео использования для борьбы с белокрылкой в теплицах (Nawar, El-Sherif, 1993) и в 2011 году результаты успешного применения хищника для контроля табачной белокрылки на сладком перце были опубликованы (Research and application of *Neoseiulus cucumeris*…, 2011).

По последним данным Al-Azzazy с соавторами (2022) *N. cucumeris* является потенциальным кандидатом для контроля *Tuta absoluta*. Результаты исследования показали, что *N. cucumeris* размножается, питаясь яйцами и личинками 1-го возраста *T. absoluta*, следовательно, может быть эффективным средством биологической борьбы с этим вредителем (Evaluation of the effectiveness of *Neoseiulus cucumeris* …, 2022).

Хищный клещ Свирского (*Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot), *Neoseiulus swirskii* (Athias-Henriot))

Клещ Свирского - фитосейидный клещ, происходит из Средиземноморья (Израиль, Италия, Кипр, Египет). Этот хищник является генералистом 3-го типа (Xu, Enkegaard, 2010). Клещ способен хищничать на: галловых (El-Laithy, 1998), паутинных (Swirski et al., 1967; Momen, El-Saway, 1993; Xu, Enkegaard, 2010), тарсонемидных (Tal et al., 2007), эриофиидных (цитрусовый ржавый) клещах (Augmentation and conservation …, 2007), на белокрылках (Phytoseiid predators …, 2001, 2002; Biological control of the tobacco whitefly …, 2005; Amblyseius swirskii …, 2006), трипсах (Biological control of western flower thrips …, 2005; Messelink et al., 2005, 2006; Wimmer et al., 2008; Enkegaard, 2010.). Может питаться цветочной пыльцой (Nomikou et al., 2003). Применение пыльцы рогоза *Typha angustifoli* способствовало развитию и поддержанию

популяции *A. swirskii* на хризантеме и плюще в отсутствии жертвы (Establishment of Amblyseius swirskii …, 2016). Пыльца рогоза в качестве дополнительного корма способствовала повышению эффективности хищника против *Echinothrips americanus* Morgan на пуансеттии (Ghasemzadeh et al., 2017). Кроме того, при отсутствии другой пищи хищник может питаться медвяной росой (Ragusa, Swirskii, 1977). *A. swirskii* встречается на яблоне и других семечковых культурах, цитрусовых, гранате, овощных, хлопчатнике.

В естественных условиях хищник тесно ассоциирован с обыкновенным паутинным клещом *T. urticae* и в начале изучения его возможностей предназначался для борьбы именно с этим вредителем (El-Laithy, Foul, 1992). Однако в результате исследованиий El-Laithy и Fouly (1992) пришли к выводу, что *A. swirskii* в отношении обыкновенного паутинного клеща не так активен, как хищник специалист *Ph. persimilis*. Кроме того, в местах с высокой плотностью фитофага и наличием паутины хищник менее эффективен, так как нити паутины мешают его передвижению.

A. swirskii может уничтожить 4 – 6 нимф паутинного клеща за 12 часов при 25 ºС и 70 % относительной влажности (Xu, Enkegaard, 2010). Аналогичные результаты были получены El-Laithy и Fouly (1992) - при 26 ºС и 70 % относительной влажности клещ потреблял 10,9 нимф. Несколько больше съедал хищник при 27 °С (15 нимф за 24 часа) после двухдневного голодания (Momen, El-Saway, 1993). В то же время в некоторых исследованиях были получены неудовлетворительные показатели эффективности хищника в борьбе с обыкновенным паутинным клещом (Van Houten et al., 2007; Hoogerbrugge et al., 2009).

Тем не менее, момента первых исследований было понятно, что *A. swirskii* имеет высокий потенциал как средство биологической борьбы. Большей частью исследовательские работы была сосредоточены на изучении развития и хищничества клеща на белокрылках, в частности *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), поскольку Nomikou с соавторами (2001) обнаружили, что *A. swirskii* является эффективным хищником нимф этого вредителя (Phytoseiid

predators …, 2001). Реализуется *A. swirskii,* в первую очередь, для биоконтроля белокрылки и трипса, которые часто встречаются вместе с другими видами вредителей на многих тепличных овощных и декоративных растениях (Messelink et al., 2006; Messelink Janssen, 2008; Buitenhuis et al., 2010).

По мнению некоторых авторов присутствие паутинного клеща может отвлекать хищника от целевой жертвы, в частности, трипсов. Но исследования Xuenong и Enkegaard (2010) свидетельствуют, что *A. swirskii* при свободном выборе между паутинным клещом (прото и дейто нимфы) и западным цветочным трипсом (личинки 1-го возраста) предпочитают трипса, за 24 часа съедая в 2 раза больше трипса: 4,71-4,33особей, чем клеща: 2,54 прото- 1,90 дейтонимфы. Таким образом, несмотря на предпочтение трипса, хищник одновременно потребляет и 25 % паутинного клеща. Было показано также, что в многовидовых средах в присутствии нескольких видов жертв, кроме прямого хищничества, например, очевидной конкуренции может наблюдаться и явный мутуализм, что влияет на результат биоконтроля (Holt, 1977). Например, Messelinket с соавторами (2008) показали, что *A. swirskii* более эффективно снижал плотность белокрылки в условиях, где трипсы присутствовали, по сравнению с отсутствием трипсов. Кроме того, в присутствии двух жертв наблюдалось 15-кратное увеличение плотности хищников (Biological control …, 2008). Calvo с соавторами (2011) в своих исследованиях так же обнаружил, что при одновременном присутствии белокрылки и трипса наблюдался рост популяции хищного клеща. При плотности 10-15 нимф белокрылки на лист численность клеща была 1–5 особей на лист в вариантах с выпуском (1)25 и (2)75 особей клеща на 1 $м^2$, соответственно. В этих экспериментах рост численности хищника наблюдался в течение 5 недель и достиг, в среднем, 12 – 34 клещей на лист в соответствии с вариантами, а численность белокрылки в обоих вариантах через 3 недели начала снижаться и не превышала в среднем 1 – 6 нимф на лист. К концу эксперимента численность белокрылки снизилась до нуля, в то время как численность клеща оставалась высокой: в среднем 10 – 25 особей на лист в соответствии с вариантами 1 и 2.

Несмотря на широкий круг растений, на которых наблюдался хищник в естественных условиях, в публикациях, посвященных вопросу эффективности отмечается, что вид защищаемого растения оказывает значительное влияние на динамику численности хищника и, следовательно, на особенности его применения и это необходимо учитывать при его использовании. Исследования показали, что на сладком перце и огурце, плотность популяции *A. swirskii* может быть высокой, что позволяет эффективно сдерживать рост численности белокрылки (Bolckmans et al., 2005; Experimental studies on Typhlodromips ..., 2008). *A. swirskii* эффективен в программе биологического контроля белокрылки совместно с *Eretmocerus mundus* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae) на сладком перце (Calvo et al., 2009). В то же время считается, что хищник эффективен против белокрылки на культуре огурца и при внесении в норме 75 особей на 1 м^2 успешно подавляет популяцию вредителя (Calvo et al., 2009).

На культуре розы нет исследований, подтверждающих способность *A. swirskii* активно размножаться. Из личной переписки Claire Marie Allen с д-р Марк Уиттакер (Koppert Великобритания Лимитед) (2009) известно, что наблюдения за развитием *A. swirskii* на розе показали, что популяция растет медленно и дает только некоторый контроль над белокрылкой и паутинным клещом. В исследованиях Chow с соавторами (2010), установлено, что накопления хищника не происходит, а реализуется только клещ, выходящий из саше. В отсутствии пищи (цветочной пыльцы или альтернативной жертвы) *A. swirskii* может выживать 1 неделю (Buitenhuis et al., 2010 a). В случае недостатка жертвы *A swirskii* способен к каннибализму (Rasmy et al., 2004). Таким образом, на розе для достижения нужного результата по сдерживанию роста трипса внесение энтомофага необходимо осуществлять ежемесячно с нормой расхода, в среднем, 670 особей хищного клеща на 1 м^2 (Chow et al., 2010).

A. swirskii не распространяется далеко от места выпуска, в отличие, например, от фитосейулюса, который обладает высокой миграционной

способностью и способен перемещаться на 10 – 15м (Van de Vrie, 1985). В исследованиях, которые проводились на хризантеме в горшках, на 14-й день после выпуска хищника (250 клещей) на расстоянии 30 см от места выпуска (центр круга) было обнаружено только 15 особей хищника, а на расстоянии 60 см – всего 4 особи. Было отмечено, что хищник лучше перемещается, если соседние растения в эксперименте слегка соприкасались листьями. В этих исследованиях было отмечено также, что присутствие или отсутствие жертвы (цветочного трипса) не оказывает значительного влияния на перемещение хищника. В целом, в этих исследованиях не отмечено роста численности хищного клеща за время наблюдений (14 дней), как в присутствии жертвы, так и в ее отсутствии. Был отмечен высокий уровень эллиминация хищника, при этом большая его часть (более 70 %) в отсутствии жертвы и более 60 % в присутствии жертвы), что, очевидно, свидетельствует о высокой смертности по естественным, но не установленным причинам (Buitenhuis et al., 2010). В экспериментах Jung и Croft (2001) перемещение свирского составило всего 10 см за 5дней..

Эффективность *A. swirskii* в значительной степени зависит от температуры. По результатам исследований Allen (2009) максимальный выход клещей из яиц (88-96 %) наблюдается при температурах 15-30 °C. При более низкой и более высокой температурах выживаемость яиц и личинок значительно снижается. При 10 °C и 12 °C выход из яиц составил 11 и 27 %, но никто из вышедших личинок не перелинял на протонимфу; при 35 °C из яиц вышло 28% личинок, но, из перелинявших на протонимфу 80 % особей, через 5 дней погибли все. Автор использовал простую линейную регрессию ($y= 0.099x – 0.1187$ ($R2 = 0.9089$)), используя которую рассчитал нижнюю пороговую температуру, которая составила 11,9 °C (Allen, 2009). В экспериментах Lee и Gillespie (2011) нижнюю и верхнюю пороговую температуры рассчитывали, исходя из модели температурной зависимости развития членистоногих (Briere et al., 1999): $D(T) = 0.0001*T*(T - 8.074)*(37.372 - T)1/2.746$, $R^2 = 0.987$) где в формуле 8,073 ± 1,121°C, нижнее

пороговое значение, 37,372 ± 1,122 °C верхнее пороговое значение, а оптимальная температура – 32,3 °C. Нелинейная регрессионная связь между температурой и коэффициентом $\mathbf{r_m}$ показала, что нижний порог развития популяции *A. swirskii* 15,49 ± 0,905 °C, а верхний порог развития – 36,99 ± 0,816 °C, оптимальная температура 30,1 °C. Таким образом, по результатам экспериментов Allen (2009) нижние и верхние пороговые значения развития отличаются на 4 - 6°C, соответственно от значений, полученных с помощью математической модели в исследованиях Lee и David (2011). Оптимальная температура по данным Allen (2009) также ниже и составляет 27 °C, в отличие от оптимума в 30,09 °C, рассчитанного Lee и Gillespie (2011). Эти различия вполне могут быть связаны с изменчивостью, наблюдаемой между разными географическими и лабораторными культурами вида, а также особенностями корма, поскольку в эксперименте Allen (2009) клещей кормили *T. urticae* и пыльцой кукурузы (*Zea mays*) каждые 2 дня, а в эксперименте Lee и Gillespie (2011) только пыльцой Cattail pollen, Typha latifolia L. (Typhaceae) дважды в неделю.

Исследования Lee и Gillespie (2011), в которых оценивались температуры от 13 °C до 36 °C показали, что, в целом, вид теплолюбив. Это демонстрируют показатели демографических параметров. Скорость роста популяции $\mathbf{r_m}$ максимальна при 30 и 32 °C – 0,144 и 0,159, соответственно. Продуктивность самок R_0 максимальна при 25 – 30 °C. Время развития генерации T минимальна при 32 °C - 11,8. Кроме того, можно отметить что *A. swirskii* более теплолюбив, чем *N. cucumeris*. Так, *п*ри при 25 °C r_m составляет 0,135 и 0,203-0,212, время удвоения популяции DT 5,1 и 3,41, время развития генерации T 17,8 и 16,2 у *A. swirskii* и *N. cucumeris,* соответственно (Castagnoli, 1989; Lee, Gillespie , 2011; Jie et al., 2015). В связи с предпочтением температур выше 25 °C *A. swirskii* более эффективен в борьбе с белокрылкой и западным цветочным трипсом в теплицах Средиземноморья в весенний и летний периоды и менее эффективен зимой (Comparative study of two predatory mites …, 2020).

Энкарзия Encarsia formosa Gahan. (Hymenoptera: Aphelinidae)

Узкоспециализированный паразитоид оранжерейной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) был интродуцирован в Россию центральной карантинной лабораторией (ЦКЛ) из Канады в 1960-ом году (Адашкевич, 1975; Игнатьев и др., 1988).

Размножается энкарзия партеногенетически по типу телитокии. Самки энкарзии откладывают яйца в личинок белокрылки второго, третьего и четвертого возраста, отдавая предпочтение личинкам третьего. В каждую личинку своей жертвы паразитоид откладывает по одному яйцу. В сутки в среднем созревает 5-10 яиц (Kajita, Van Lenteren, 1982; Van Vianen, Van Lenteren, 1986). Количество зрелых яиц увеличивается, когда самка получает доступ к углеводам, и яйца рассасываются через три дня при 20 °С в отсутствие подходящих хозяев (The parasite-host relationship …, 1987). Оогенез происходит между температурами 10 °С и 40 °С и максимальный при 25 °С (Van Vianen, Van Lenteren, 1986). Все доступные зрелые яйца могут быть отложены в течение 1 ч, при этом откладка яиц происходит, преимущественно, утром (Kajita, Van Lenteren, 1982). По данным японского исследователя Kajita (1979) наиболее благоприятны для продолжительности жизни имаго и плодовитости паразитоида температура 20 °С и влажность воздуха 74 %: в этих условиях в среднем продолжительность жизни составляет 28 дней и откладывается 92 яиц на самку. В среднем энкарзия может паразитировать до 59 нимф в течении жизни, но при наличии дополнительного питания самки могут отложить до 80 яиц. По данным Беглярова с соавторами (1978), за период жизни одна самка способна заселить в среднем 60–100 личинок вредителя. Основную часть запаса яиц она откладывает впервые 10 дней своей жизни. Иногда при высокой плотности энкарзии в тело личинки белокрылки может быть отложено два и больше яйца. В таком случае в хозяине в начальный период развивается две личинки паразита, но завершает развитие

только одна (Забудская, 1978). Суточная частота откладки яиц снижается по мере старения паразитоида. При температуре 16-28 ºС и относительной влажности воздуха 60-80 % паразитоид живет от 18 до 43 дней (Бегляров и др.,1978). Наибольшая продолжительность жизни имаго (52 дня) достигается, когда паразитоид может дополнительно питаться падью или гемолимфой хозяина (The parasite-host relationship …, 1987).

На продолжительность жизни энкарзии влияет и растение, на котором развивается хозяин. Так, в лабораторных условиях, при наличии дополнительного питания медом, особи, появившиеся из хозяев, питавшихся на огурце, жили дольше, чем появившиеся из хозяев, питавшихся на томате и табаке (The parasite-host relationship …, 1987).

Заселение паразитоидом личинок вредителя не препятствует их развитию (независимо от возраста, в котором они были заселены), и они успешно достигают фазы нимфы. Развитие паразита в нимфе сопровождается изменением окраски последней. На восьмой день после заселения, паразитированная нимфа приобретает серую окраску. Затем она сменяется интенсивно черной, а покровы становятся сухими и хрупкими (Сидляревич, Новикова, 1984). Часто паразитированные нимфы белокрылки остаются светлыми, полупрозрачными до выхода взрослого насекомого и только на их дорсальной стороне появляются характерные слабо пигментированные пятна. Установлено, что продолжительность периода от момента заселения паразитоидом личинок белокрылки до их почернения в различных условиях температуры и влажности воздуха составляет примерно половину времени, необходимого для полного завершения генерации энкарзии (Бегляров, Лебедев, 1979). При температуре 20 ºС и относительной влажности воздуха 50 – 70 % личинки жертвы становятся черными через 11 дней после заселения их энтомофагом, при 25 ºС – через 7, а при 30 ºС – через 6.

Нижний тепловой порог развития преимагинальных стадий составляет 10,5 –13,3 °С (Osborne , 1982, 1987; Van Lenteren, Van der Schaal, 1981; Van Roermund, Van Lenteren, 1992): в среднем, для яиц 14 ºС, личинок-12.9 ºС,

куколок - 12.5 ºС. Верхняя летальная температура для незрелых *E. formosa* - 38,3 ° С (Van Roermund , Van Lenteren, 1992; Van Roermund, 1995).

Burnett (1948) отметил, что *E. formosa* избегает повышенной влажности. Ekbom (1977) и Van Roermund (1995) в своих исследованиях установили, что биологический контроль чаще терпел неудачу, когда *E. formosa* выпускалась при высокой влажности. К этому выводу пришел и Kajita (1979) , исследуя влияние относительной влажности на жизненные процессы паразитоида: продолжительность жизни и плодовитость при 25 °С сократились примерно на 14, 37 и 8 % в условиях постоянной относительной влажности 31, 51 и 100 %, соответственно, в сравнении с 19 днями жизни и 59,5 яйца на самку при 74 % влажности и такой же температуре. Таким образом, оптимальными условиями для преимагинального развития паразита является температура 30 ºС и относительная влажность воздуха 70 %. Наиболее чувствительной фазой по отношению к температуре является яйцо. Превышение температурного оптимума угнетает развитие насекомого, так как значительная часть яиц, личинок первого возраста и куколок в таких условиях погибает. Для завершения полного цикла развития яйца паразитоида требуется сумма эффективных температур 32,3 ºС, для личинки – 64,2 ºС, для куколки – 87,5 ºС (Чижик, Крыжановская, 1979). В общей сложности для развития одной генерации этого вида необходима сумма эффективных температур 183,7 - 207 ºС (Osborne, 1982; Enkegaard, 1993). Отклонение в ту или иную сторону от оптимальной температуры значительно влияет на продолжительность периода развития и жизни, а также на плодовитость насекомого. При оптимальной температуре и влажности воздуха и при избытке хозяина энкарзия имеет самые короткие сроки развития (от момента откладки яиц до выхода взрослого насекомого требуется 11 дней) и самую высокую общую плодовитость (в среднем, 115 яиц на одну самку). Снижение температуры до 25 ºС и, особенно, до 20 ºС приводит к увеличению сроков развития энкарзии (до 14– 23 дней), при этом происходит заметное снижение репродуктивной способности самок. Еще в 1940 году Milliron отмечал, что наиболее важным из физических

факторов окружающей среды, влияющих на эффективность паразитоида в целом, является температура. При постоянной температуре наибольшим процент паразитизма на большинстве растений был между 24 и 26 °C, но доля паразитированных нимф была несколько выше, когда температура широко колебалась между 14 и 27 °C. Этот же автор установил, что влажность и свет также важны для эффективности паразитоида. Наиболее благоприятная для паразитирования относительная влажность составляет 50 –70 %. По данным некоторых источников эффективность энкарзии снижается при влажности выше 75 % и высокой температуре, а при повышении влажности до 90 % снижается плодовитость самок, увеличиваются сроки развития и сокращается продолжительность жизни (Beneficial insects, 2022).

Поведение насекомых определяется продолжительностью светового дня и степенью освещенности помещения, в котором происходит их развитие. В условиях короткого дня и слабой освещенности активность энкарзии заметно снижается (Агекян, 1981). Лёт взрослых паразитов в теплицах начинается через 1–3 ч после восхода солнца и максимален в полдень в условиях как короткого, так и длинного дня (Ekbom, 1982). Летная активность положительно коррелирует с температурой (Ekbom, 1982) и может происходить при температурах только до 13 °C. При 18 °C на томате паразитоид мигрирует до 5 м за 90 мин (Van der Laan et al., 1982). Ночной полет – редкость (Ekbom, 1982), паразитоиды распространяются на меньшие расстояния при низкой интенсивности света (менее 500 люкс), чем при высокой освещенности (более 8000 люкс) (Van Lenteren et al., 1992). Короткие дни и слабая интенсивность освещения отрицательно влияют на эффективность *E. formosa* (Progress towards a biological control …, 1976). По результатам исследований Zilahi-Balogh с соавторами (2006) степень паразитированных особей белокрылки снижается почти на 40% с понижением интенсивности света (от 112– 114 W/m^2 до 12–14 W/m^2) и длины светового дня от 16 до 8 часов. При этом количество убитых нимф белокрылки не изменяется. На степень паразитирования влияет температура как зимой, так

и летом. При изменении температуры от 24 °С до 20 °С заселенность снижается почти на 30 % (Influence of light intensity …, 2006). В то же время на движение и распространение паразитоида положительно влияет невысокая интенсивность света. В исследованиях Hussey с соавторами (1976) при сравнении интенсивности света 475 и 230 lumen имаго предпочитало растения с более низкой освещенностью, но в то же время степень паразитирования была более высокая на растениях с более высокой освещенностью (Hussey et al., 1976).

McDevitt (1973) и Scopes (1973) наблюдали максимальную яйцекладку при освещенности выше 7300 люкс в течение 16 часов, а при 4200 люкс яйцекладка не наблюдалась. В то же время они наблюдали яйцекладку и при освещении около 100 люкс. Van Alphen (1972) и Van Roermund (1995) не обнаружили откладывания яиц в темноте. Scopes (1973) сообщал о снижении продолжительности жизни имаго при освещенности 4200 люкс в течение 16-часового периода.

Исследования Zhen Chen с соавторами (2015) показали, что чувствительность зрения *E. formosa,* в основном, зависит от спектра света, а не от интенсивности света. Движение *E. formosa* увеличивалось при низкой интенсивности света и уменьшилось выше этого диапазона для УФ и фиолетового света. При этом перемещение *E. formosa* в ответ на УФ-свет (340 нм), фиолетовый свет (414 нм), синий свет (450 нм) и зеленый свет (504 нм) было значительно выше, чем смещения в темном контроле и от четырех других монохроматических источников света обработки (492, 510, 628 и 649 нм). Паразитоид более чувствителен к короткой длине волны света, чем длинноволновому свету. Но у взрослых *E. formosa* наблюдалось увеличение фототактического ответа при низкой интенсивности света и понижение реакции при высокойх интенсивности, как для ультрафиолетового, так и для фиолетового света (Phototactic behaviour of the parasitoid…, 2015).

E. formosa может использоваться не только против *Trialeurodes vaporariorum,* но и против *Bemisia tabaci* (Hoddle et.al. 1998). Паразитоид

широко применяется против тепличной белокрылки на овощных и декоративных культурах. Коммерческое использование этого паразитоида началось уже примерно в 1920 году, но примерно через 20 лет интерес к нему угас из-за интенсивной разработки химических инсектицидов. После 1970 г. интерес к паразитоидам оранжерейной белокрылки возродился в связи многочисленными фактами формирования у оранжерейной белокрылки резистентных к применяемым инсектицидам популяций, и сохраняется в настоящее время (*Encarsia formosa* …, 2021). В Словении интродукция паразитоида показала его высокую эффективность в сдерживании популяции оранжерейной белокрылки (First massive occurrence of greenhouse whitefly …, 2009). В Индии паразитирование *E. formosa* на растениях томата без обработки колебалось от 31,8 до 81,2 и от 36,8 до 93,6% в течение 2015 и 2016 гг. (Singh, Sood, 2018). В Китае паразитоид успешно используется против *Bemisia tabaci* (Tan et al., 2016). *E. formosa* рекомендуют для борьбы с белокрылкой на розе при низкой степени заселенности вредителем (менее 10 особей белокрылки на желтую карточку), при этом норма внесения составляет 2 особи на $м^2$ еженедельно (Cut rose 2022).

Таким образом, изучение литературных материалов позволило выбрать для наших исследований, посвященных усовершенствованию биологической защиты розы, выращиваемой круглогодично по интенсивной технологии, наиболее перспективных энтомоакарифагов от основных сосущих вредителей: обыкновенного паутинного клеща - комплекс хищных фитосейид, оранжерейной белокрылки - паразитоида энкарзию в сочетании с хищными клещами фитосейидами.

Глава 2. Место, материалы, объекты и методы исследования

2.1. Характеристика места проведения исследования

Производственные исследования проводили в блочных стеклянных теплицах ООО «Агролидер». Площадь теплицы составляет 4,5 га и состоит из 2-х отделений. Отделение № 1 площадью 30000 м^2 и №2 площадью 15000 м^2. Тепличный комплекс «Агролидер» расположен в Выборгском районе Ленинградской области, в поселке Пушное – в 50 км от КАД г. Санкт-Петербурга. Комплекс построен голландской компанией Revaho Agro Services с применением самого современного оборудования. Розы выращивают методом малообъёмной гидропоники, используя в качестве субстрата минеральную вату «Гродан». В стеклянных теплицах регулируется микроклимат с помощью искусственного освещения, зашторивания и туманообразования.

Климатические условия в теплицах: в году 2 режима освещения: с 1.09 по 1.04 - 4500 люкс продолжительность освещения 20 часов; с 00.00 по 04.00 период покоя без освещения. Температура и влажность в теплицах находятся в автоматическом режиме. Температура в период с освещением поддерживалась на уровне не ниже 20 °С, в период без освещения – не ниже 16° С. Относительная влажность воздуха 60-65 % в дневное время, то есть в период освещения, 65–70 % – в период покоя без освещения.

В весенне-летний период с 1.04 по 1.09 освещение не производится. Температура воздуха колеблется в следующих пределах в зависимости от климатических условий сезона: ночная – +16 – 20 °С, дневная – в солнечную погоду +25-27 °С; в пасмурную погоду – +22 – 24 °С; относительная влажность воздуха (среднее): день – 60 – 65 % (если не включаются установки туманообразования, если туманообразование работает при температуре выше 26-27 °С, влажность может достигать 90 %), ночь – 72-78 %. В этот период при повышении температуры более 25–26 °С автоматически закрываются верхние

шторки притенения и включается система мелкодисперсного орошения, создающая туман над посадками роз.

Таблица 4. Среднесуточная температура (°C) в различные периоды

Сезон	Месяц	Температура	Месяц	Температура	Месяц	Температура
зима	декабрь	19,0	январь	19,0	февраль	19,0–19,5
весна	март	19,0–19,5	апрель	19,5–21,0	май	20,5–21,5
лето	июнь	21,5–22,5	июль	22,0–22,5	август	22,0–21,5
осень	сентябрь	20,0–21,0	октябрь	19,5–20,0	ноябрь	19,0–19,5

Наиболее вредоносные и распространенные вредители розы в защищенном грунте – паутинный клещ, оранжерейная белокрылка, тли, трипсы, совки. Для каждого из этих вредителей существуют профилактичекие и подавляющие защитные меры. В условиях тепличного комбината, где проводились исследования, наиболее вредоносными были паутинный клещ и оранжерейная белокрылка.

Трипсы (особенно западный цветочный трипс), наиболее вредоносные для декоративных цветочных культур, отсутствовали все время наблюдений благодаря карантинным мероприятиям, строго соблюдаемым на комбинате. Тли периодически прилетали из открытого грунта в летний период, но не ежегодно и не предстваляли серьезной опасности. В единичные очаги вносили хищную галлицу *Aphidoletes aphidimyza* и паразитоида тлей *Aphidius colemani*. Совки появлялись эпизодически, не каждый год, летом и в начале осени и не приносили значительного вреда. Для борьбы с ними использовали световые ловушки и микробиологический препарат БТБ на основе штамма *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (произв. Сиббиофарм)

2.2. Объекты исследований

Наблюдения проводили на 18 сортах роз в двух отделениях, построенных в разное время. Отделение №1 3 га в 2009 году, отделение №2 1,5 га в 2010 году. В отделении №1 в начале наблюдений в 2011 г. сорта: Aqua, Avalanche, Peach Avalanche, Wow, Dark Wow, Grand Prix, Miss Piggy, Brazil

дублировались в двух частях отделения (Приложение А рис.2). В 2013г. были добавлены сорта Penny Lain, Taleya (Приложение А рис.3), в 2014 г. удален сорт Brazil и добавлен сорт Myrna (Приложение А рис.4), в 2016 г. добавлен сорт – Jumilia (Приложение А рис.6). Сорта выращиваемые в отделении № 2 в 2011г: Heaven, Dolomiti, Hotshot, Red Naomi, Deep water, Fiesta (Приложение А рис.2). Также в 2014 началась, а в 2015 и 2016 г продолжилась смена оборота при этом пространственное перемещение сортов между отделениями №1 и №2, а также удаление сортов Dark Wow, Grand Prix, Hot shot, Fiesta (Приложение А рис. 5, 6, 7)

Phytoseiulus persimilis Ath.-Henr двух культур разного географического происхождения, разводимых в лаборатории ВИЗРа. Одна культура была привезена в 2015 году из Египта, где была собрана в защищённом грунте (на культуре сладкого перца) в пригороде города Александрии (в дальнейшем будем называть ее Египетской). Другая является лабораторной культурой ВИЗР. Она разводится в лаборатории биологической защиты растений более 40 лет и именуется в дальнейшем культура ВИЗР. Эта культура формировалась из культур фитосейулюса, долгое время разводимых в тепличных комбинатах Северо-Запада и Севера России.

Neoseiulus (*Amblyseius*) *californicus* McGregor получали в ООО «Биотехсистем»; *Amblyseius andersoni* Chant получали в ООО «Биотехсистем»; *Encarsia formosa* Gahan получали в ООО «Биотехсистем» и в лаборатории №5 ВИЗР; *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) получали в лаборатории №5 ВИЗР; *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* (Oudemans) получали в лаборатории №5 ВИЗР.

2.3. Методы исследований

2.3.1. Оценка заселенности кустов розы обыкновенным паутинным клещом в производственной теплице

Использовали два метода оценки динамики популяции обыкновенного паутинного клеща на кустах роз.

1-й метод. Оценка заселенности кустов обыкновенным паутинным клещом в баллах. Особенность балловой оценки заключается в том, что развитие вредителя оценивается, во-первых, по поврежденности растений вредителем, по распределению его на растении (на листьях, верхних и нижних, на кончиках побегов, на бутонах), по степени развития и агрегации вредителя (отдельные нимфы на листьях, наличию паутины в колониях и наличию клубочков вредителя на бутонах). Такая оценка дается не по отдельным растениям, а по целому участку с максимально возможной площадью. Этот метод удобен для мониторинга больших площадей и оценки степени заселенности растений вредителем для принятия решения о защитных мероприятиях и оценке их эффективности. Поэтому в масштабных производственных испытаниях, результатом которых являются практические рекомендации, рационально применять метод производственного мониторинга вредителей в баллах и оценку эффективности различных норм внесения энтомофагов.

1-й балл – обыкновенный паутинный клещ встречается в фабрике или на листьях возле короны (десятки особей на заселенных листьях).

2-й балл – клещ находится выше розовой головки, перемещается в средний и верхний ярус продуктивных стеблей, но еще не доходит до бутона (десятки особей на заселенных листьях).

3-й балл – появление первых клещей на бутоне и появление на нем паутины (сотни особей на растении).

4-й балл – паутина появилась на более 50 % листьев. Появление «шапок» из паутины на бутонах (тысячи особей на растении).

5-й балл – все растение в паутине, скопления клеща на бутонах и кончиках листьев. Прекращение роста побегов и их деформация, усыхание и опадение листьев (как правило, в теплицах не допускается такая ситуация).

Эта система оценки развития вредителя была предложена голландскими специалистами при обучении персонала ООО «Агролидер» технологии выращивания роз методом малообъемнй гидропоники и адаптирована для применения на комбинате (Козлова, Моор, 2012; Моор, Анисимов, Козлова, 2021)

В наших исследованиях балловую оценку развития вредителя использовали на площади 4,5 га и на 18 сортах роз на протяжении 8-ми лет, то есть при многолетних и обширных наблюдениях. Для этого проводили регулярный мониторинг теплицы. Обследования осуществляли следующим образом. Теплица была разбита на участки (Приложение А рис. 1). Каждый участок представлял собой отрезок ряда кустов роз. Длина отрезка 3,95 м, ширина 2,03 м, площадь участка составляла 8,02 м^2. Участку присваивался максимальный балл заселенности вредителем, даже если он встречался на одном растении. Обследования проводили один раз в в 2 недели. Результаты обследования - заселенность кустов (в баллах на единице площади) заносили в таблицы. Затем рассчитывали средний балл заселенности обыкновенным паутинным клещом на обследуемом участке (сорте) для каждого учета.

Если заселенность обыкновенным паутинным клещом превышала на участке в среднем 2 балла, применяли акарициды и инсектоакарициды, разрешенные для применения на территории РФ в 2011 г. на розах. Обработки были спаренными: после первой обработки через 7 дней проводили повторную обработку.

Выпуск *Ph. persimilis* осуществляли, используя сплошной и локальный (в очаги) методы. Сплошное заселение по всей площади теплиц от 3 до 10 особей на 1 м^2 проводили 1–3 раза в месяц. В очагах выпускали от 10 до 60 особей на куст (Чалков, 1986) еженедельно, до тех пор пока продолжали появляться новые значительные очаги. При таком выпуске, как правило, создается

необходимое соотношение хищника и жертвы 1:10 - 1:20 (Чалков, 1986; Gacheri, 2015). Когда в очагах начинали находить акарифага (от 5 особей на лист на 50 % просмотренных листьев), его дополнительное внесение в этих местах отменяли. При выпусках фитосейулюса акарициды использовали только в тех случаях, когда заселенность роз обыкновенным паутинным клещом превышала 2,5 балла.

Для каждого года рассчитывали средний балл заселенности обыкновенным паутинным клещом каждого сорта (среднегодовой балл) и среднегодовой балл для всех сортов. Из среднегодовых баллов рассчитывали средний общий балл за все время наблюдений для каждого сорта. На основании среднегодовых баллов рассчитывали биологическую эффективность по формуле Аббота. Также рассчитывали ежегодное (2011-2018 гг.) количество внесенного фитосейулюса на 1 $м^2$ для каждого сорта отдельно и в среднем для всех сортов. Наблюдения за динамикой популяции обыкновенного паутинного клеща проводили в течение нескольких лет, с 2011 по 2018 год. Обследования проводили 2 раза в месяц. Таким образом, общее количество учетов за год – не менее 24-х.

2-й метод заключается в оценке средней численности обыкновенного паутинного клеща на лист. Этот же метод используется для оценки средней численности акарифагов (фитосейулюс и др.) на лист (Чалков, 1986). Для этого берется выборка листьев рендоминизировано (последовательно с верхней, средней и нижней частей кустов) на опытном участке. Количество листьев зависит от площади участка. На каждом листе одновременно подсчитывается количество паутинного клеща и акарифага.

Этот метод необходим для экспериментов, где стоит задача рассчитать соотношение хищник: жертва или группы хищников и жертвы, поэтому мы использовали его в экспериментах, где оценивались разные акарифаги для борьбы с обыкновенным паутинным клещом. Но этот метод не дает полной картины развития вредителя в целом на растении (кусте розы) и имеет определенный уровень точности. Например, максимальное количество

фитофага на лист ограничено, при достижении максимума обыкновенный паутинный клещ мигрирует на другие листья, постепенно охватывая все растение и выходя на бутон. Поэтому численность обыкновенного паутинного клеща на лист не отражает в полной мере степени развития популяции вредителя (если только мы не рассмотрели большую часть листьев на растении, а это невозможно в производственных условиях). В связи с этим этот метод наиболее точен при низких плотностях паутинного клеща на растении.

Кроме того, при мониторинге промышленных теплиц количественная оценка фитофага и энтомофага в штуках особей, а также применение соотношения хищник: жертва для определения норм внесения энтомофагов крайне трудозатратно. Для оценки развития вредителя на больших площадях целесообразно применение балловой системы оценки развития вредителя, а нормы внесения акарифага лучше предлагать в штуках на 1 $м^2$.

Для расчета биологической эффективности после проведения защитных мероприятий была использована формула Аббота: Бэ = (А – В)/А*100%; (где А – численность вредителя до защитных мероприятий; В – численность вредителя после защитных мероприятий).

2.3.2. Влияние сорта на размножение обыкновенного паутинного клеща в условиях лаборатории

Лабораторную оценку в выровненных условиях лабораторного содержания, проводили для того, чтобы исключить влияние архитектоники куста розы на развитие фитофага. Вместе с тем такая оценка дает начальное представление о возможном воздействии на размножение и выживаемость фитофага на сорте, обладающим устойчивостью: морфологической (микроструктура листа) или биохимической (плохая питательная ценность или токсичные для фитофага вещества вторичного обмена) природы.

Для этого в теплице срезали необходимое количество стеблей следующих сортов: Aqua, Red Naomi, Miss Piggy, Avalanche, Peach Avalanche, Wow, Dark Wow, Heaven, Deep Water, Fiesta, Penny Lain, Talea, Jumilia. А так- же в

качестве контроля фасоль, на которой паутинный клещ выращивался в лаборатории. Стебли должны быть со сформировавшимся бутоном в начале раскрытия. Такие стебли срезают при сборе урожая. Это необходимо, чтобы листья на стеблях были в одном физиологическом состоянии, поскольку возраст листа влияет на размножение фитофага. В лаборатории стебли и листья тщательно, но осторожно, чтобы не было повреждений, отмывались прохладной водой для удаления всех присутствующих на листьях членистоногих. От стебля отрезали верхнюю и нижнюю части, оставляя отрезок 25 см с двумя сложными листьями в верхней (физиологически) части отрезка. Площадь листьев не должна была значительно различаться. В случае необходимости часть простых листиков удалялась. Отрезки стеблей осторожно втыкали в подготовленное отверстие в пропитанном водой кубике минеральной ваты. На листья помещали самок паутинного клеща, по 6-7 особей на одни сутки для получения синхронизированой яйцекладки. Через сутки самок удаляли, а за яйцами проводили наблюдение. Всего 3 отрезка на сорт (3 повторности). Общее количество яиц немного различалось – от 74 до 85 яиц. Далее наблюдали развитие паутинного клеща до получения взрослых особей, при этом учитывали выживаемость развития эмбриональной стадии развития и постэмбриональной – отдельно в личиночный и нимфальный периоды.

После получения имаго через 2-е суток после начала откладки яиц от каждого сорта брали пары имаго и пересаживали их на отрезки стеблей. Каждую пару помещали на отдельный отрезок и оценивали плодовитость самок в течение 3-х дней, каждый день подсчитывали количество яиц. Затем самок пересаживали на новый отрезок и еще на протяжении 3-х дней подсчитывали количество отложенных яиц. Эксперимент повторяли в трех разновременных повторностях, которые объединяли, поскольку условия в климатическом боксе не изменялись. Температура воздуха на уровне +23–+24 °С, относительная влажность была 60–65 %, световой день составлял 18 часов. Таким образом, всего оценивались 25 пар имаго для каждого сорта. Методика

оценки сортов в лабораторных условиях базируется на методиках, используемых в работах С.Я. Попова и др. (2009) и A. Golizadeh at al. (2017) (Оценка устойчивости гибридов …, 2009; Comparative life table …, 2017). После получения результатов рассчитывали выживаемость на преимагинальной стадии развития (эмбриональной стадии развития личиночной и нимфальной) и среднесуточную плодовитость в среднем на самку за 6 дней.

2.3.3. Модель прогноза уровня заселенности сортов розы обыкновенным паутинным клещом и потребность хищных клещей для защиты культуры

Для анализа влияния структуры куста на развитие паутинных клещей и эффективность акарифага фитосейулюса у всех сортов роз оценили следующие морфометрические показатели.

Количество продуктивных стеблей в верхней части куста (короне) (1) и в фабрике (2), путем их подсчета у 30-ти случайно (по таблице случайных чисел) выбранных кустов каждого сорта. Их сумма давала показатель общего числа стеблей на всем кусте. (3) - длину продуктивных стеблей (см). Количество долек сложного листа розы (4) и листьев на всем стебле (5), путем подсчета на 30-ти случайно выбранных стеблях каждого сорта. Умноженное на 10 частное от деления числа листьев на всем стебле на его длину (в см.) давало показатель числа листьев на 10-ти сантиметрах стебля (6). Количество листьев в короне куста (7) и на всем кусте (8) для каждого сорта рассчитывали путем умножения среднего количества листьев на всем стебле на среднее количество стеблей в короне куста и на всем кусте. Площадь дольки (простого листа) (9) у каждого сорта рассчитывали по формуле площади эллипса, для чего измеряли их длину и ширину у 30-ти сложных листьев каждого сорта. Количество измерений варьировало от 140 до 173 на сорт, т.к. число долек листа, отклоняющееся от стандартных пяти, у сортов варьировало. Площадь сложного листа у каждого сорта (10) рассчитывали сложением площадей

долек каждого листа (выборка 30 листьев), после чего рассчитывали среднюю площадь сложного листа для каждого сорта. Площадь листовой поверхности куста (11) или его короны (12) для каждого сорта рассчитывали путем умножения средней площади сложного листа (10) на количество листьев на всем кусте (8) или на его короне (7) (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Для оценки связи заселяемости обыкновенным паутинным клещом отдельных сортов роз и нормами внесения фитосейулюса с особенностями элементов структуры их кустов использовали корреляционный и регрессионный анализ (Урбах, 1964). Для оценки параметров регрессионных моделей по выборочным данным использован метод наименьших квадратов (Метод наименьших квадратов, 2022). Также использовали дисперсионный двухфакторный анализ и ковариационный анализ (использовали статистическую программу SPSS).

2.3.4. Влияние агротехнических приемов на динамику численности обыкновенного паутинного клеща

Для оценки влияния особенностей ухода за культурой анализировали динамику обыкновенного паутинного клеща в баллах у кустов роз в двух фазах формирования: 1) на участках после проведения технологических приемов по уходу за кустом розы: обрезки и пригибания побегов для формирования фабрики и сбора урожая; 2) на участках до проведения приемов по уходу за кустом розы или с полностью отросшим кустом. Рассчитывали средний балл заселенности обыкновенным паутинным клещом на участках с конца декабря до июля по методике, описанной в разделе 2.3.1. Наблюдение проводили на сортах Heaven, Red Naomi, Dolomiti. Для анализа брали результаты оценки динамики паутинного клеща полностью на всем участке каждого сорта. Защиту от обыкновенного паутиного клеща проводили, внося фитосейулюса на основании рекомендуемых норм внесения акарифага в очаги от 20 до 60 особей на 1м^2 (Чалков, 1986). Также провели оценку температуры и влажности на участках в двух вариантах. Вариант 1 - через 5 дней после обрезки и

пригибки (то есть лишенных верхней части куста - короны) и вариант 2 - на участках с нормально сформированной верхней частью куста розы, то есть либо до проведения пригибки и обрезки, либо через 1 месяц после этого. Измерение проводили в феврале, марте и апреле. Измерения тепературы и влажности проводили в каждом варианте в 10 точках на одну дату учета. Рассчитывали средние показатели. Использовали прибор термометр-гигрометр (Internaland external Thermometr/hygrometr TA318).

2.3.5. Использование разных видов фитосейид в борьбе с обыкновенным паутинным клещом

Оценка совместного и раздельного использования *Ph. persimilis* и ***N****. californicus*

Использовали *Ph. persimilis* популяции ВИЗР и *N. californicus*, полученную в ООО «Биотехсистем».

Оценку применения *Ph. persimilis* и фитосейидного клеща *N. californicus* проводили на сорте Red Naomi в течение 4-х месяцев (март, апрель, май, июнь). Для этого были выбраны 3 участка по 76 м^2. Это один сдвоенный ряд роз. Участки были пространственно изолированы друг от друга 8-ю сдвоенными рядами роз. Кроме того, поскольку известно, что *Ph. persimilis* в отсутствии жертвы может преодолеть большие расстояния за 1 неделю до 15 м в теплице, если растения соприкасаются (Van de Vrie, 1985), помимо пространственной изоляции участки между вариантами 1 раз в неделю обрабатывали акарицидом (Фитоверм, Вертимек) для предотвращения перехода хищников из других вариантов.

Численность обыкновенного паутинного клеща и хищных клещей оценивали путем подсчета количества особей (движущихся стадий) на сложном листе розы. Листья брали рендоминизировано на всем наблюдаемом участке, всего 60 листьев в каждом варианте: 30 из фабрики и 30 с продуктивных стеблей. На первом участке, где вносили *Ph. persimilis*, норма

расхода при разовом внесении 10–20 особей на 1 м^2 (Чалков, 1986 Gacheri et al., 2015; Amoah et al., 2016). Частота внесения до тех пор, пока соотношение *Ph. persimilis: T. urticae* не достигнет уровня близкого к оптимальному 1:10 (1:10-1:15). На втором и третьем участках, где вносили *N. californicus,* нормы внесения акарифага определяли, ориентируясь на литературные данные и ситуацию, складывающуюся в теплице. По данным экспериментов S. Blümel и A. Walzer (2002), наблюдалось успешное применение *N. californicus* совместно с *Ph. persimilis,* при раздельном применении *N. californicus* вносили в 2,1 раза больше, а фитосейулюса на 20 % больше, чем при совместном применении. Соотношение *Ph. persimilis: N. californicus* между вариантами с раздельным применением хищников было 1: 1,6. В связи с этим было решено применить начальные нормы внесения *N. californicus* в 2 раза больше, чем нормы внесения *Ph. persimilis.* В дальнейшем, исходя из складывающейся ситуации, нормы внесения изменялись. В таблице 5 представлена схема внесения акарифагов в вариантах.

Таблица 5. Схема внесения *Ph. persimilis* и *N. californicus,* за весь период наблюдений

Сроки внесения,	Нормы внесения акарифагов, особей на 1 м^2		
недели	*Ph. persimilis*	*N. californicus*	*Ph. persimilis* + *N. californicus*
1	10	20	5 +10
2		30	10+20
3	15		
4		30	10+30
5	15		10+30
6	15	40	10+30
7	15		10+30
8		40	
9		40	
Общее количество	70	200	55 +150

Соотношение *Ph. persimilis: A. californicus*	1: 2,85	1: 2,73

Рассчитывали среднюю численность паутинного клеща и акарифагов и соотношение хищник: жертва для каждого вида хищника и биологическую эффективность применения акарифагов по формуле Аббота.

Оценка совместного и раздельного использования *Ph. persimilis* и *A. andersoni*

Использовали *Ph. persimilis* популяции ВИЗР, *Amblyseius andersoni*, полученную в ООО «Биотехсистем».

Наблюдения за динамикой численности паутинного клеща при выпуске двух акарифагов *Ph. persimilis* и *A. andersoni* проводили так же, как в эксперименте по сравнению эффективности *Ph. persimilis* и *N. californicus*, на сорте Red Naomi, но в течение 6–ти месяцев (январь, февраль, март, апрель, май, июнь). Для этого были выбраны 3 участка по 76 м^2. Участки были пространственно изолированы друг от друга. Помимо пространственной изоляции участки между вариантами 1 раз в неделю обрабатывали акарицидом (Фитоверм, Вертимек,) для предотвращения перехода хищников из других вариантов.

На первом участке, где вносили *Ph. persimilis*, норма расхода при разовом внесении – 10-20 особей на 1 м^2. На втором и третьем участках, где вносили *A. andersoni,* нормы внесения акарифага определяли, ориентируясь на литературные данные, рекомендации фирм производителей БСЗР и ситуацию, складывающуюся в теплице. Фирма Копперт (*Amblyseius andersoni,* 2022 b) предлагает профилактические внесения 50 особей на 1м^2, а при легком заселении 100 особей на 1 м^2. В исследованиях A.van der Linden (2004), где *Amblyseius andersoni* применялся против паутинного клеща на розах в защищенном грунте в сравнении с *N. californicus,* соотношение этих двух хищных клещей было *N. californicus*: *A. andersoni* 1:4,8 (van der Linden, 2004). По данным экспериментов S. Blümel, A. Walzer (2002) где наблюдалось

успешное применение *N. californicus* совместно с *Ph. persimilis N. californicus* вносили в 2,2 раза больше, чем *Ph. persimilis* при раздельном применении. Исходя из этого мы решили применить соотношение *Ph. persimilis* и *A. andersoni* близкое к 1: 10. В таблице 6 представлена схема внесения акарифагов в вариантах.

Таблица 6. Схема внесения *Ph. persimilis* и *A. andersoni,* за весь период наблюдений

Сроки внесения,	Нормы внесения акарифагов, особей на 1 м^2		
недели	*Ph. persimilis*	*A. andersoni*	*Ph.persimilis* + *A. andersoni*
1	5	10	40
2			5
3	7	10	40
4			5
5	10	10	5 + 40
6		40	40
7	15	40	7
8		40	40
9	15	40	10
10	15	40	40
11	15	40	10
12		40	100
13		40	10
14		40	100
15		40	10
16		100	100
17		100	
18		100	
19		100	
20		100	
Общее количество	82	930	62 +540

Соотношение *Ph. persimilis: A. andersoni*	1: 11,3	1: 8,7

В том случае если бы численность вредителя достигала 2,5-х баллов, была бы проведена обработка пестицидом.

Оценку обыкновенного паутинного клеща и акарифагов проводили так же, как в эксперименте с *N. californicus*.

2.3.6. Использование культур *Phytoseiulus persimilis* разного географического происхождения в борьбе с обыкновенным паутинным клещом

Сравнение двух культур, Египетской и ВИЗР, проводили в производственной теплице в двух разновременных экспериментах, на сорте Red Naomi в отделении №1 (Козлова, Анисимов, Моор 2018).

Первый эксперимент проводили на протяжении длительного срока с декабря 2016 года по ноябрь 2017 года 12 месяцев. В этом эксперименте проводили сравнительные испытания. Для оценки эффективности двух культур фитосейулюса в борьбе с паутинным клещом в теплице были выделены 2 участка, каждый по 608 м^2 (по 4 спаренных ряда роз). Участки были значительно разделены территориально и каждый располагался около транспортных труб системы отопления (нижней, верхней и боковой системы) в связи с чем на этих участках развитие вредителя происходило более интенсивно. На одном участке выпускали фитосейулюса Египетской культуры, на другом – культуры ВИЗР. Нормы внесения фитосейулюса от 20 до 60 особей на 1м^2. (Чалков, 1986; Gacheri, et al 2015; Doğan, 2019) в очаги. Количество внесений от 2 до 3 в месяц в зависимости от степени размножения вредителя (Cut rose …, 2022) и степени размножения акарифага. Рассчитывали ежемесячную численность внесенного фитосейулюса на 1 м^2. Выпуск хищного клеща в очаги проводили до тех пор, пока не наблюдалось снижения численности вредителя на участке до 1 балла и если в очагах фиксировали

присутствие акарифага (3-5 самок на лист). Как правило, это соответствует эффективному соотношению хищника с жертвой 1: 10 (Чалков, 1986; Gacheri, et al., 2015). При повторных возрастаниях уровней заселенности роз паутинным клещом выпуски возобновляли.

Остальную часть теплицы защищали интегрированным методом. Хищного клеща *Ph. persimilis* вносили 20 особей на 1 м^2. (Doğan et al., 2019). В случае появления очагов вредителя с заселенностью 3 балла проводили обработку препаратами БТБ и Фитовермом.

Для учетов вредителя использовали два метода: в баллах и среднюю численность клеща на лист, как описано в разделе 2.3.1. Среднюю численность паутинного клеща подсчитывали на листьях, взятых через каждые 5 погонных метров: один лист из зоны фабрики, один лист из зоны короны поочередно и рендоминизировано. Таким образом, выборка листьев на экспериментальном участке составила 60 листьев.

Рассчитывали средний балл и среднюю численность паутинного клеща на лист. Для сравнения использовали t-критерий (Стьюдента). Для расчета биологической эффективности защитных мероприятий была использована формула Аббота. Также рассчитывали скорость роста популяции фитосейулюса. Для этого была использована формула, предложенная Слободкиным (1962):

$R = (\ln N - \ln N_0)/ \Delta t$, где No - численность популяции в момент времени t_o, N - численность популяции в момент времени t_1; Δt - временной интервал ($t_1 - t_o$), для которого определяется изменение численности. Этот показатель позволяет не только фиксировать рост или снижение численности, но и определять скорость этих процессов (Slobodkin, 1962).

Второй эксперимент проводили в июне и июле (на протяжении 1,5 месяцев) в очагах паутинного клеща на розе сорта Red Naomi. Оценивали эффективность двух культур фитосейулюса в очагах с разной степенью заселенности обыкновенным паутинным клещом. При выборе участков

степень заселенности сначала оценивали в баллах, а затем считали среднюю численность паутинного клеща на лист (Таблица 7).

Таблица 7. Варианты заселенности паутинным клещом в опыте

Вариант	Средняя численность паутинного клеща, особей на лист	Степень заселенности паутинным клещом, баллы
1	60-70	2,5
2	44-51	2
3	30-37	1,5
4	22-25	1

Для каждого варианта был выбран очаг не более 1 м^2 (8 растений) в трех повторностях расположеных на разных рядах. В каждом очаге выбирали 30 листьев: 10 листьев из нижней части куста (зоны фабрики), 10 листьев из нижней части стеблей короны, 10 листьев из верхней части стеблей короны. Затем рассчитывали среднюю численность паутинного клеща на лист. Учеты проводили еженедельно до конца эксперимента. Фитосейулюса вносили, основываясь на рекомендуемых для очагов нормах внесения от 20 до 60 особей на 1м^2 (Чалков, 1986; Gacheri et al., 2015; Doğan, 2019). Мы вносили в среднем 40 особей хищника на 1м^2. Внесение фитосейулюса проводили еженедельно до тех пор, пока не складывалось наиболее благоприятное соотношений хищник: жертва 1:10 – 1:15 и численность паутинного клеща не начинала уменьшаться. Такого метода мы придерживались также исходя из рекомендаций Беглярова (1968), который отмечал, что в производственных условиях невозможно подсчитать количество паутинного клеща на всех листьях, а вычисление средней численности паутинных клещей путем их учета на отдельных листьях для определения норм выпуска по соотношению хищник : жертва неприемлемо в связи с чрезвычайно большим разнообразием распределения фитофага и, как следствие, большой ошибки при вычислении необходимого количества фитосейулюса, как правило, в сторону значительного увеличения нормы. Поэтому при начальных выпусках мы не ориентировались на соотношение хищник: жертва, но учитывали этот

показатель при принятии решения о дальнейшем внесении хищника. Рассчитывали среднюю численность паутинного клеща и фитосейулюса на лист. Для сравнения достоверности различий использовали t-критерий (Стьюдента).

2.3.7. Использование паразитоида энкарзии и разных видов фитосейид в борьбе с оранжерейной белокрылкой на культуре розы

Оценка динамики оранжерейной белокрылки при использовании паразитоида *Encarsia formosa*

Энкарзию вносили на сорт Red Naomi 2014 году. Для этого в эксперименте 1 использовали энкарзию популяции ВИЗР, а для эксперимента 2 – энкарзию, полученную в ООО «Биотехсистем».

Для оценки численности вредителя подсчитывали его количество на листьях из 3-х уровней: в нижней части фабрики, в нижней и на верхней части продуктивных стеблей. Листья брали рендоминизированно с разных растений на расстоянии 4-5 м друг от друга в 3-х рядах на участке площадью 608 м^2. Таким образом, общее количество листьев – 57. Учет имаго белокрылки проводили непосредственно в теплице, осторожно переворачивая лист. Для учета нимф белокрылки, а также мумий энкарзии лист срывали и подсчет проводили в лаборатории. Затем рассчитывали среднюю численность белокрылки, имаго, нимф и мумий энкарзии и соотношение паразитоида : хозяина.

Было проведено 3 эксперимента с разными нормами внесения энтомофага на 1 м^2. Для определения минимальной нормы мы опирались на рекомендации Ф.Я. Яркулова (2011) по борьбе с тепличной белокрылкой: 5–8 особей паразитоида на 1 м^2 при средней численности имаго белокрылки 1–3 на учетный лист.

Эксперименты 1 проводили в мае-июне. Энкарзию раскладывали в виде мумий на листьях табака. В эксперименте 1 было два варианта.

В первом варианте мумии паразитоида вносили в 4 приема, с интервалом 7 дней, из расчета 10 особей на 1 м^2, всего 40 особей на 1 м^2 в течение месяца. Мумии раскладывали равномерно на участке. После внесения мумий в течение 2 месяцев еженедельно оценивали численность вредителя, имаго и нимф, а также количество мумий паразитоида. Рассчитывали соотношение паразитоида и хозяина и биологическую эффективность по формуле Аббота. Также определяли скорость роста популяции белокрылки в 1-ом и 2-ом вариантах эксперимента 1 по формуле (Слободкин, 1962).

Во втором варианте выпускали паразитоида в 4 приема, с интервалом 7 дней, из расчета 20 особей на 1 м^2 (всего 80 особей на 1 м^2).

Эксперимент 2 проводили в июле и августе. Вносили мумии энкарзии на участке 15000 м^2, но учеты проводили на участке в 608 м^2. Использовали энкарзию популяции ООО «Биотехсистем» – отмытые мумии, помещенные в специальную упаковку – блистер. Вносили паразитоида 3 раза, 88 мумий на 1 м^2 с интервалом 7 дней. Общая норма расхода в течение месяца – 263 мумии на 1 м^2. Учеты проводили еженедельно. Подсчитывали среднюю численность имаго и нимф белокрылки в среднем на лист и среднюю численность мумий энкарзии в течение 2 месяцев. Также определяли соотношение паразитоид: хозяин. Динамику популяции вредителя определяли по снижению его численности относительно начальной по формуле биологической эффективности Аббота для имаго и нимф отдельно.

Оценка влияния *A. swirskii* на динамику популяции оранжерейной белокрылки в производственных условиях.

Первый эксперимент проводили в 2017 году. Хищного клеща *A. swirskii* вносили на сорт Red Naomi на участке площадью 608 м^2 (4 сдвоенных ряда). Динамику белокрылки при выпусках хищного клеща *A. swirskii* сравнивали с динамикой вредителя на площади, защищаемой с помощью инсектицидов. Для этого проводили учет вредителя на участке площадью 1216 м^2. В качестве инсектицида использовали препарат Адмирал (пирипроксифен) КЭ (100 г/л) в

смеси с универсальным органосиликоновым супер-смачивателем Сильвет Голд (0,08 %), используемым для средств защиты растений. Адмирал – синтетический аналог ювенильного гормона (ювеноид) относится к регуляторам роста и развития насекомых. Препараты этой группы нарушают гормональный баланс обработанных насекомых, что приводит к аномальному их развитию, а затем и гибели. Ювеноиды, попадая во взрослое насекомое, не убивают его, а вызывают стерилизацию имаго и предотвращают появление вредящей фазы развития; попадая в личинки, нарушают процесс метаморфоза, что приводит к гибели преимагинальных фаз развития. Адмирал проявляет ярко выраженное отсроченное действие, то есть проявление летального эффекта происходит во время развития не только обработанных, но и последующих фаз развития вредителя. Период действия препарата может быть растянут на несколько недель и даже месяцев, а его влияние на снижение численности вредителя будет сказываться и во время развития следующего поколения. Сильвет Голд, благодаря чрезвычайному снижению поверхностного натяжения водных растворов, улучшает распространение рабочей жидкости на поверхности растений. Это позволяет снизить объемы рабочей жидкости, что увеличивает количество обрабатываемой площади. Обеспечивает улучшение эффективности препаратов против вредителей, болезней и сорняков благодаря тому, что препарат попадает в труднодоступные части растений; улучшает проникновение препарата в середину лиственного покрова растений; обеспечивает быстрое проникновение системных препаратов через дыхательные устьица растений; не фитотоксичен, может использоваться при любых нормах расхода. Сильвет®Голд рекомендуется к применению в концентрациях 0,01 % – 0,15 %. Кроме того, необходимо отметить, что этот препарат может снижать численность имаго белокрылки за счет механического воздействия.

Для экспериментов использовали клещей, полученных из ООО «Биотехсистем». Выносили клещей в пакетиках саше (500 особей в пакетике).

Для оценки численности белокрылки листья брали из 3-х ярусов учетных растений: из нижнего яруса на уровне нижней части фабрики, среднего яруса нижняя часть продуктивных стеблей и верхнего яруса на уровне верхних листьев цветоносов со сформировавшимися бутонами. На 30 листьях учитывали имаго и личинок. Для этого было выбрано 30 учетных растений в опыте с использованием *A. swirskii* и 30 растений на контрольном участке. Затем рассчитывали среднюю численность белокрылки, имаго и нимф отдельно.

Поскольку, как уже отмечалось, нет информации о применении *A. swirskii* на розах только против оранжерейной белокрылки, определяя норму внесения хищника, мы ориентировались на нормы внесения, оказавшиеся эффективными при использовании хищника на огурце и розах для борьбы с белокрылкой и трипсом. На огурце для борьбы с белокрылкой и трипсом одноразовое внесение в начале эксперимента 75 особей на 1 м^2 (хищные клещи рассыпались с наполнителем прямо на растения) (Calvo et al., 2011). На розах для сдерживания популяции трипса вносили 670 особей клеща на 1 м^2 (в саше) 1 раз в месяц (Chow et al., 2010).

Базируясь на этой информации, мы провели предварительную оценку *A. swirskii,* произведя первое внесение в норме 125 особей на 1м^2. Последующие внесения осуществляли по мере необходимости, то есть когда отмечался значительный рост вредителя. Было проведено еще 3 внесения хищного клеща: второе – 125 особей на 1м^2, третье – 500 особей на 1м^2, четвертое – 500 особей на 1м^2. Всего за весь период наблюдений (за 2,5 месяца) было проведено 4 внесения хищника (1250 особей на 1м^2). В конце наблюдений в связи с экстремальным возрастанием численности белокрылки была проведена обработка экспериментального участка препаратом Моспилан.

Для расчета биологической эффективности защитных мероприятий была использована формула Хендерсона-Тилтона с поправкой на контроль (эталон) Бэк = (1 - (No'×Nk/No×Nk'))×100%, где No и No' – число объектов в опыте до

и после мероприятий, Nk и Nk' – число объектов в контроле (или другом варианте) до и после мероприятий.

Сравнение влияния двух видов фитосейидных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* на изменение численности популяции оранжерейной белокрылки на розах в производственных условиях.

Наблюдения проводили на розах сорта Avalanche Peach. Учеты численности вредителя проводили 1 раз в 10 дней. Для корректного сравнения влияния двух видов хищников на численность белокрылки были выбраны два участка, не различающиеся по количеству вредителя на растениях. Также и норма внесения клещей была одинаковая.

Учитывали количество имаго белокрылки на лист. Листья брали из 3-х ярусов: из нижнего яруса на уровне нижней части фабрики, среднего яруса (нижняя часть продуктивных стеблей) и верхнего яруса на уровне верхних листьев цветоносов со сформировавшимися бутонами. Учетные кусты брали через 4 метра. Общее количество учетных кустов в каждом варианте 38, общее количество листьев 114, площадь участка для каждого варианта 302 м^2. Внесение хищных клещей осуществляли 1 раз в 7-20 дней. Выпуск производили, рассыпая наполнитель с хищниками на субстрат в основание кустов. Расстояние между точками также 4 метра, каждое последующее внесение смещали от предыдущего на 1 метр.

Сравнение изменений средней численности вредителя как между вариантами, так и между датами учета проводили с использованием t-критерия Стьюдента. Для расчета биологической эффективности защитных мероприятий была использована формула Аббота.

Начальную норму внесения клещей было решено увеличить в 1,5 раза, до 993 особей клеща на 1 м^2 по сравнению с нормой, рекомендуемой A. Chow et al. (2010) на розах для сдерживания популяции трипса – 670 особей на 1 м^2 1 раз в месяц, а в дальнейшем корректировать ее в зависимости от наблюдаемой ситуации.

Также с целью определения способности к размножению и миграции хищных клещей на культуре розы, была проведена оценка численности хищных клещей на растениях на разном расстоянии от точки выпуска, после внесения с разной кратностью. Учеты были проведены 2 раза: с 26 июля по 9 августа и с 14 по 29 сентября. Для учетов отбирали листья в 4-х точках: (1) точка первого выпуска; (2) точка на расстоянии 1 метра от точки первого выпуска; (3) точка на расстоянии 2-х метров от точки первого выпуска; (4) точка через проход от точки первого выпуска. С растений брали по 5 листьев с верхней нижней и средней частей куста (всего 15 листьев). Пробы брали на 3-х площадках находящихся на разных рядах. Оценку численности клещей проводили прямо на комбинате.

За период проведения эксперимента (6,5 месяцев) в остальной части теплицы было проведено 19 обработок инсектицидами в борьбе с оранжерейной белокрылкой. Применялись следующие прпараты: Адмирал КЭ (100г/л пирипроксифен), Апплауд СП (250г/кг бупрофезин), Актара ВДГ (250 г/кг тиаметоксам), Моспилан РГ (200 г/кг ацетамиприд) с универсальным органосиликоновым супер-смачивателем Сильвет Голд (0,08%).

Глава 3. Влияние особенностей малообъемной технологии выращивания розы на фитосанитарную ситуацию в теплице

3.1. Роль сорта и элементов структуры куста розы в динамике численности обыкновенного паутинного клеща

3.1.1. Заселяемость ряда сортов роз обыкновенным паутинным клещом *Tetranychus urticae* в производственных условиях на фоне применения фитосейулюса или акарицидов

Оценку заселяемости обыкновенным паутинным клещом начали проводить в 2011 году на 14 сортах роз в 2-х отдельных теплицах (отделениях). В отделении № 1 (3 га) после посадки растений сортов Aqua, Avalanche, Peach Avalanche, Wow, Dark Wow, Grand Prix, Miss Piggy, Brazil и до 2011 года включительно применяли только инсектоакарициды. Пестициды применяли в том случае, если заселенность паутинным клещом превышала в среднем 2 балла. Обработки были сдвоенными, после первой обработки через 7 дней проводили повторную.

В отделении № 2 (1,5 га), построенном позднее, акарифагов начали применять сразу после посадки растений в 2011 году на сортах Heaven, Dolomiti, Hotshot, Red Naomi, Deep Water, Fiesta. Для того, чтобы сократить токсическое влияние пестицидов на хищников, были сокращены обработки химическими препаратами, акарициды использовали только в том случае, если заселенность паутинным клещом превышала 2,5 балла. Степень заселения растений вредителем оценивали при обследованиях всей теплицы (4,5 га) 2 раза в месяц. Начиная с 2012 года, на всей площади комбината начали применять хищного клеща фитосейулюса, также используя акарициды только в том случае, если заселенность паутинным клещом превышала 2,5 балла.

По результатам учетов в 2011 г. заселенности восьми сортов роз паутинным клещом в отделении № 1 теплицы ООО «Агролидер», после применения акарицидов для борьбы с вредителем, сорта разделились на несколько групп (Рисунок 2А). Минимальная заселенность растений была

характерна для сортов Aqua, Peach Avalanche и Avalanche. Максимальная численность клещей отмечена на растениях сортов Brazil и Grand Prix (в 1,5 и 1,4 раза выше, чем на сорте Aqua, различия достоверны при $p<0.001$).

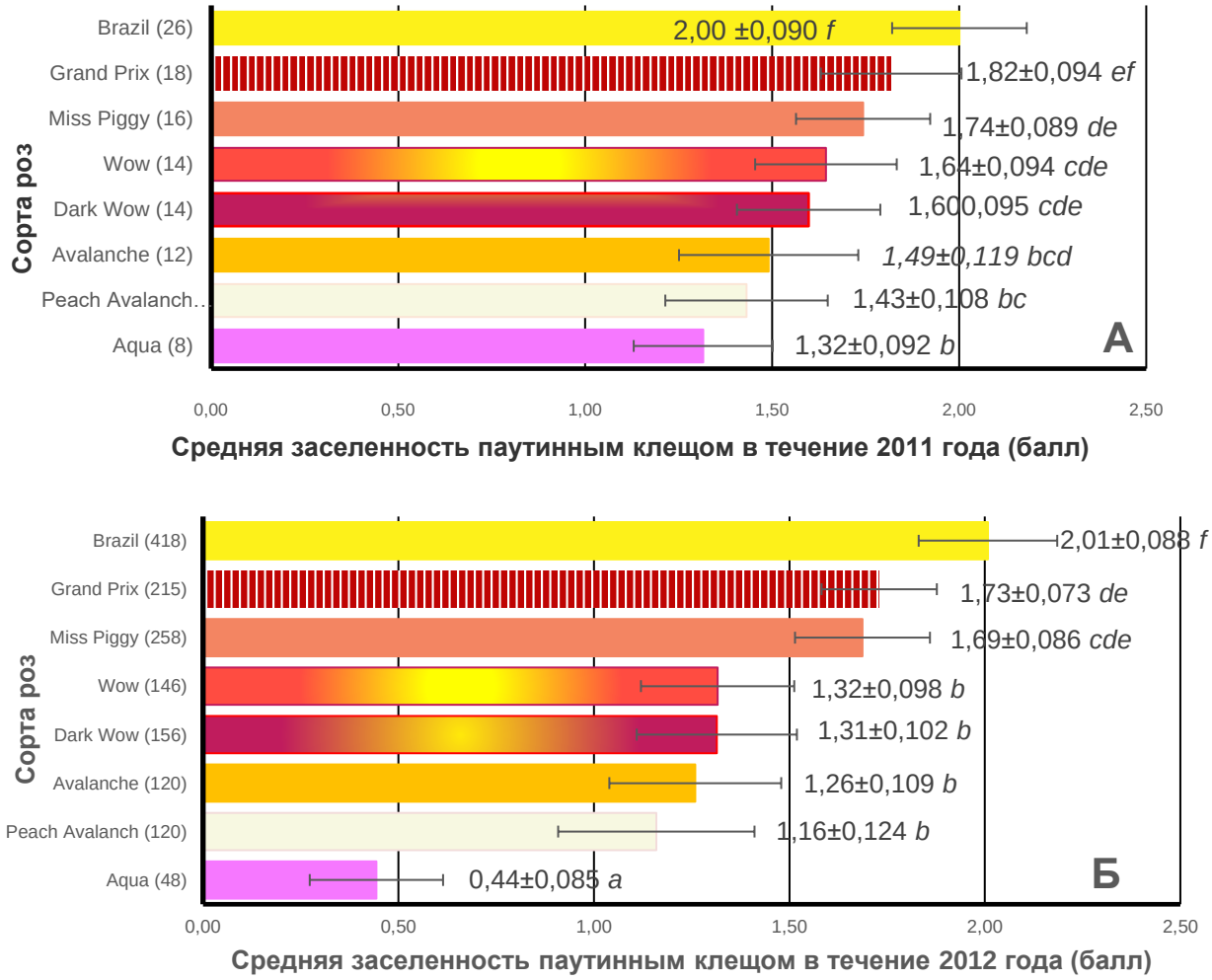


Рисунок 2. Среднегодовая заселенность обыкновенным паутинным клещом сортов роз в теплице, при использовании акарицидов (А) или фитосейулюса (Б) для борьбы с вредителем (отделение № 1 ООО «Агролидер», Ленинградская обл., 2011 и 2012 гг.) Примечания: в скобках после названия сорта приведено число обработок акарицидами (рис. А) или число и объем (особей на $м^2$) выпусков фитосейулюса (рис. Б) за год; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения – $p>0.05$ по t-критерию Стьюдента; планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0.95.

Немного ниже численность паутинного клеща на сорте Miss Piggy (в 1,3 раза выше, чем на сорте Aqua, $p<0.01$, но достоверно ниже, чем на сорте Brazil,

$p<0.05$). Сорта Wow и Dark Wow заняли промежуточное положение. С одной стороны, по среднегодовой заселенности вредителем они достоверно не отличаются от сортов Avalanche и Peach Avalanche, а с другой – от сорта Miss Piggy ($p>0.05$).

Важно отметить, что различия по степени заселенности сортов роз паутинным клещом отмечались на фоне разного числа потребовавшихся обработок акарицидами. Наименьшее количество обработок в течение года потребовалось для сорта Aqua (8), наибольшее – для сортов Grand Prix и Brazil (18 и 26 обработок соответственно). Для защиты остальных сортов потребовалось от 12 до 16 обработок.

При осуществлении биологического способа борьбы 8 сортов роз по заселенности паутинным клещом располагаются в той же последовательности, однако распадаются уже на 4 отчетливые группы (Рисунок 2 Б). Две наиболее контрастные группы представлены одним сортом. В первом случае это сорт Aqua, который заселялся паутинным клещом меньше всех остальных сортов (при $p<0.001$), во втором - Brazil, заселявшийся интенсивнее, чем 5 сортов при $p<0.001$, а также чем составляющие отдельную группу сорта Grand Prix и Miss Piggy ($p<0.05$). Наиболее многочисленную группу, четко отличающуюся от всех остальных, составили сорта Wow, Dark Wow, Avalanche и Peach Avalanche, среднегодовая заселяемость которых паутинным клещом в присутствии фитосейулюса составила 1,1 – 1,3 балла.

Следует отметить, что на сортах двух групп, характеризующихся меньшей заселяемостью паутинным клещом, биологическая борьба с вредителем оказалась более эффективной, чем применение акарицидов (Рисунок 2 А и Б). Наиболее ярко это проявилось на розах сорта Aqua, где различие по заселенности растений паутинным клещом в 2011 и 2012 годах составило 3,0 раза ($p<0.001$). Наблюдаемые различия на уровне 1,2 раза были достоверными для сортов Wow и Dark Wow ($0.01<p<0.05$) и не достоверными для сортов Avalanche ($p>0.05$) и Peach Avalanche ($p>0.05$). С другой стороны,

для сортов, следующих по заселяемости паутинным клещом групп (Miss Piggy и Grand Prix, Brazil), различия были незначительными.

Естественно, что такая ситуация отразилась и на количестве вынужденных обработок акарицидами. В 2012 г. сорт Aqua не обрабатывали, на сортах Peach Avalanche, Avalanche, Dark Wow и Wow потребовалось по одной спаренной обработке, на сортах Miss Piggy и Grand Prix – по три, а сорт Brazil пришлось обработать акарицидами 20 раз.

Можно предполагать, что различия по заселяемости сортов роз паутинным клещом определяются разной интенсивностью проведенных защитных мероприятий. Однако, представленная на рисунке 1 информация о числе обработок акарицидами и объеме выпущенного фитосейулюса позволяет исключить это предположение, т.к., например, наиболее заселяемый сорт Brazil в 2011 г. пришлось обрабатывать 26 раз, а наименее заселяемый сорт Aqua – всего 8 раз. В 2012 г. на эти сорта выпустили 418 и 48 особей фитосейулюса на 1 $м^2$ соответственно. Следовательно, наблюдаемые по заселяемости различия определяются особенностями сортов роз, а не защитных мероприятий.

Для оценки повторяемости отмеченных закономерностей по различной заселяемости сортов роз паутинным клещом в условиях биологической борьбы проведено сравнение этого показателя в 2011 и 2012 годах на 6-ти сортах, выращиваемых в отделении № 2 (Рисунок 3). Последовательность исследованных сортов по уровню среднегодовой заселяемости паутинным клещом, отмеченная в 2011 г. (Козлова, Моор, 2012), в целом сохраняется и в 2012 г., но не полностью. Поменялись местами только наиболее заселяемые сорта Heaven и Dolomiti, которые по этому показателю близки друг к другу и достоверно не различаются (Моор, Анисимов, Козлова, 2021).

Разделение сортов на группы по уровню заселяемости в 2012 г (Рисунок 3 Б) проявилось более контрастно, чем в 2011 г (Рисунок 3 А). Более отчетливо выделяются группы сильно- (Dolomiti, Heaven) и среднезаселяемых (Red Naomi, Hot Shot) сортов. Группа слабо заселяемых сортов распалась на две, в

связи с высоко достоверным отличием ($p<0.001$) среднегодовой заселенности сортов Fiesta и Deep Water в 2012 г. Сорт Deep Water заселялся слабее остальных пяти сортов в 2,04; 2,61; 2,63; 3,19 и 3,23 раза (см. Рисунок 4А), в то время как заселенность сорта Fiesta была ближе к среднезаселяемым сортам и достоверно от них не отличалась.

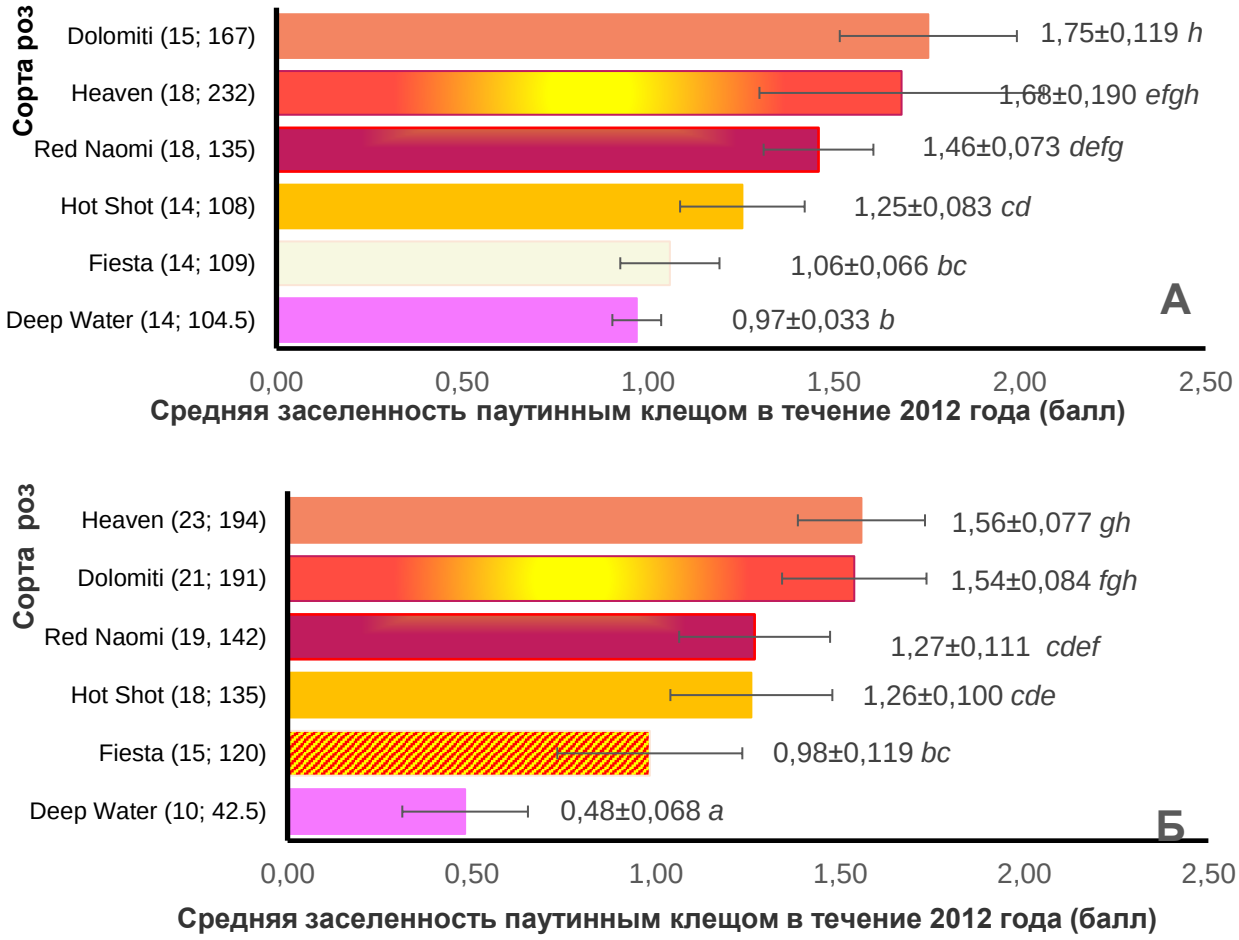


Рисунок 3. Среднегодовая заселенность обыкновенным паутинным клещом сортов роз, выращивавшихся в отделении № 2 в 2011 (А) и 2012 (Б) годах, при использовании фитосейулюса для борьбы с вредителем (ООО «Агролидер», Ленинградская обл.). Примечания: в скобках после названия сорта приведено число и объем (особей на м^2) выпусков фитосейулюса за год; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения – $p>0.05$ по t-критерию Стьюдента; планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0.95.

Также необходимо отметить, что в 2011 г. на сортах Deep Water и Fiesta количество выпущенного фитосейулюса было одинаковым, а в 2012 г., в

сложившейся фитосанитарной обстановке, фитосейулюса потребовалось применить в меньшем объеме, чем в 2011 г.: на сорте Deep Water в 2,5 раза, на сорте Fiesta – только в 1,2. На сортах со средней и высокой заселенностью вредителем в 2012 г. необходимое количество фитосейулюса достоверно не отличалось от 2011 г., за исключением сорта Heaven, где фитосейулюса внесли в 12 раза меньше ($p<0.05$). Но, в целом, нормы внесения акарифага на сортах со средней и высокой заселенностью вредителем в 2012 г. достоверно ($p<0.05$) больше, чем на сорте Fiesta – в 1,5 и в 2,5 раза, соответственно. Таким образом, на сортах, выращивавшихся в отделении № 2, наблюдалась та же тенденция, что и на сортах в отделении № 1, а именно, применение акарифага оказалось более эффективным на сортах с минимальной заселенностью вредителем (Рисунок 3), что отразилось и на норме внесения фитосейулюса при последовательном использовании акарифага на протяжении двух лет (Моор, Анисимов, Козлова, 2021; Моор, Козлова, 2021).

В производственных условиях выращивания культуры розы на срезку на фоне использования акарицидов и биологической борьбы с паутинным клещом отдельные сорта существенно (в некоторых случаях в разы) различаются по среднегодовой заселяемости вредителем. Важно, что, независимо от способа и интенсивности применения мер борьбы, ранги заселенности сортов были идентичны на протяжении 2-х лет наблюдений, что очевидно связано с сортовыми особенностями. При этом на слабо заселяемых сортах розы биологическая борьба, с помощью хищного клеща фитосейулюса, оказывается более эффективной, чем использование акарицидов.

Увеличение числа исследованных сортов и объединение результатов учетов за несколько лет (2011–2018 гг.) подтвердило большую значимость сортовых особенностей розы на развитие паутинного клеща на них в условиях применения фитосейулюса и позволило выявить более широкий (по сравнению с ранее отмеченным) спектр различающихся по этому признаку групп (Рисунок 4). Так, сорта с наименьшей (Aqua № 1) и с наибольшей (Brazil № 18 и Grand Prix № 17) заселяемостью вредителем, высоко достоверно

($p<0.001$) отличались от всех остальных (а между собой в 15,6–14,2 раза) и должны считаться представителями самых контрастных по этому признаку групп (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Второй по заселяемости сорт (Grand Prix № 17) и предпоследний (Deep Water № 2) также достоверно ($p<0,001$) отличались от всех остальных сортов (но между собой только в 5,0 раз) и должны считаться представителями еще двух весьма контрастных групп. Пятую группу, с относительно низкой заселяемостью, представляют 4 сорта под номерами 3–6 (Рисунок 5), достоверно не различающихся по этому признаку (при объеме выборок от 72 до 168). Сорта с номерами 6–12, показавшие среднюю заселенность от 0,61 до 1,19 балла, представляют несколько групп, т.к. каждый из них достоверно не отличается от предыдущего, но отличается (в основном $p<0,05$) от сорта, имеющего номер на две единицы меньше (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Наконец, еще одну или две группы с высокой заселяемостью (1,3-1,4 балла), представляют сорта под номерами 13-16, среди которых по средней заселенности паутинным клещом в присутствии фитосейулюса достоверно ($p<0.05$) различались только два крайних сорта (№ 13 Heaven и № 16 Pany Lain) (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

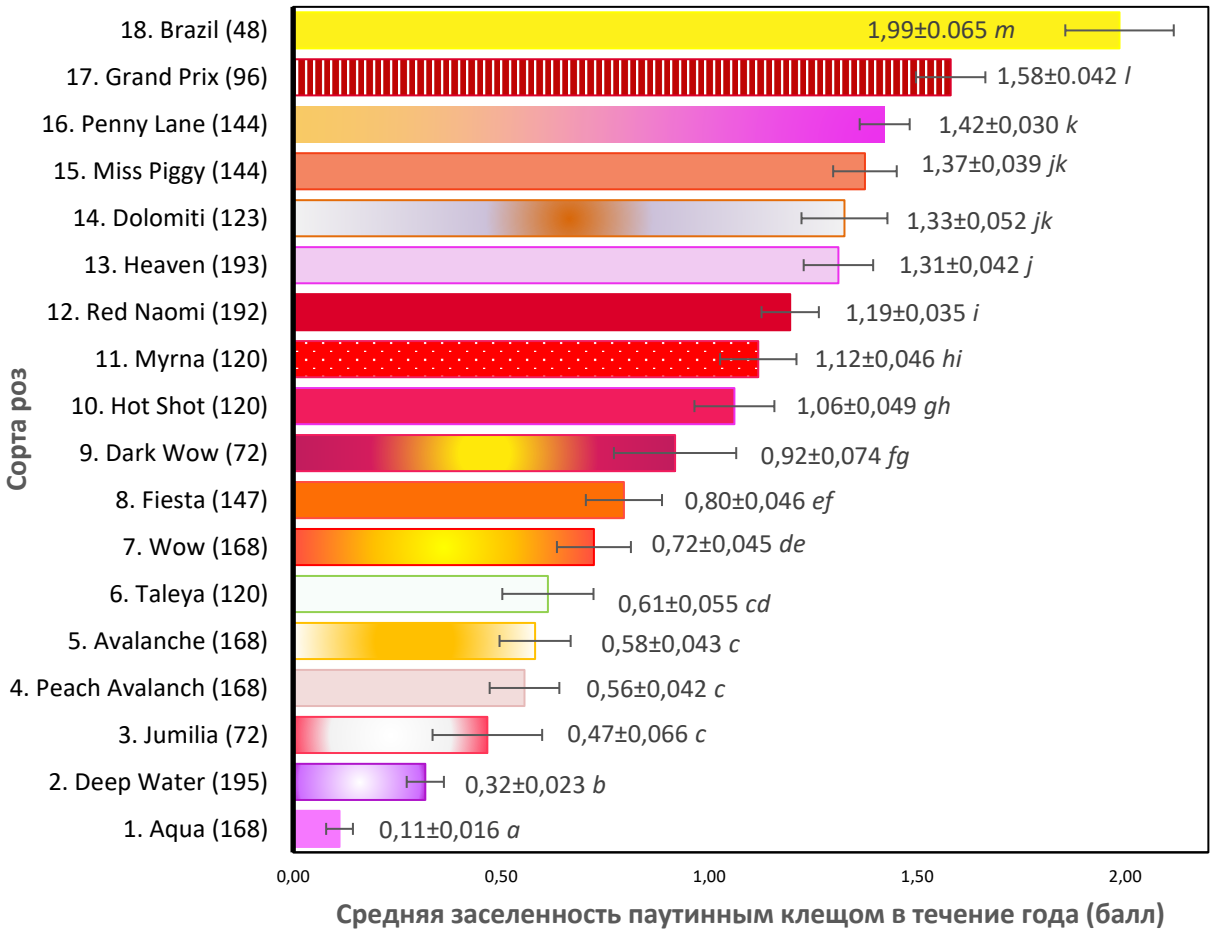


Рисунок 4. Среднегодовая заселяемость разных сортов розы обыкновенным паутинным клещом при выпусках фитосейулюса в теплицах ООО «Агролидер» за период 2011–2018 гг. Примечание: в скобках – число учетов; планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0,95; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения – $p>0,05$ по t-критерию Стьюдента.

При рассмотрении развития паутинного клеща на разных группах сортов по годам была отмечена следующая закономерность. Как уже отмечалось, на слабо заселяемых сортах розы биологическая борьба с помощью хищного клеща фитосейулюса оказывается более эффективной, чем на сортах, сильно заселяемых. Но, кроме того, как видно на рисунке 5, после начала применения фитосейулюса на слабо заселяемых сортах с каждым годом среднегодовая степень заселенности вредителем уменьшается. Чем меньше заселенность

сорта вредителем в первый год применения акарифага, тем значительнее снижение этого показателя в последующие годы.

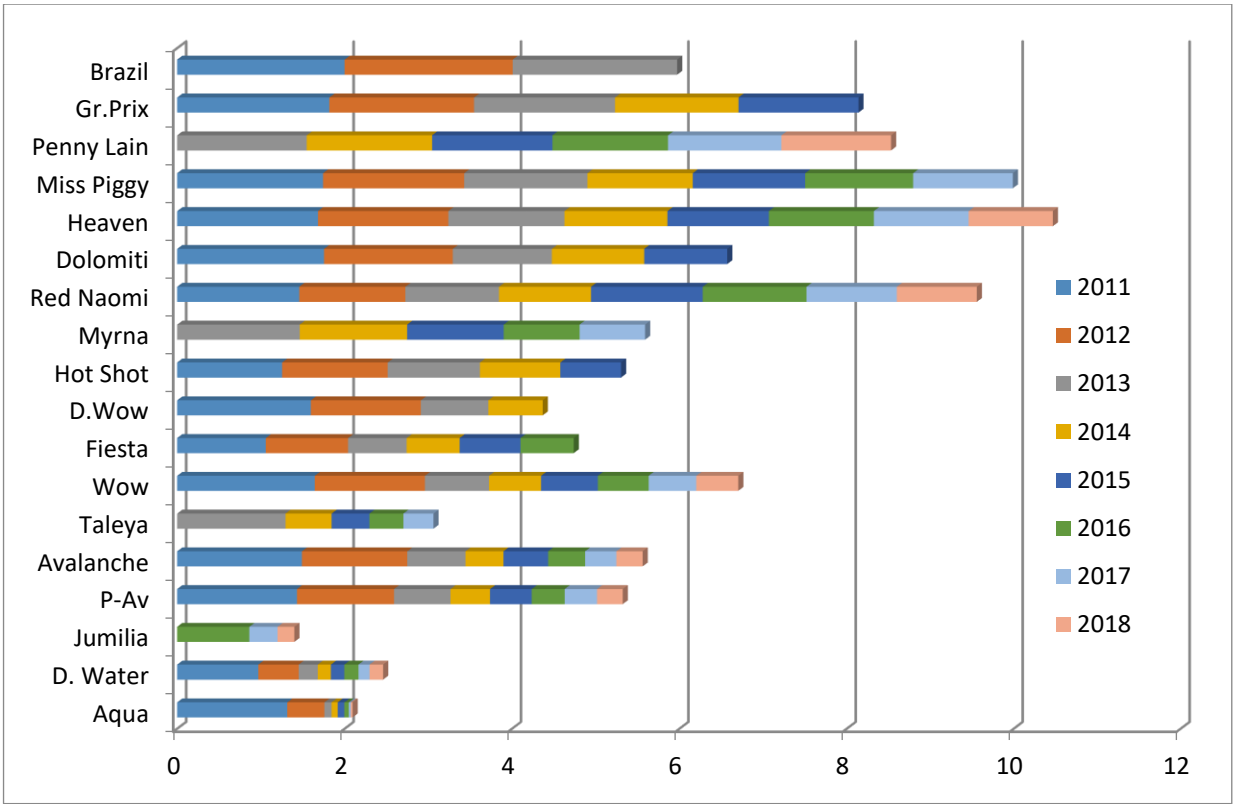


Рисунок 5 Ежегодная средняя заселенность разных сортов розы обыкновенным паутинным клещом при выпусках фитосейулюса (теплицы ООО «Агролидер» 2011–2018 гг.)

На сортах с сильной заселенностью вредителем изменение степени заселенности паутинным клещом после начала применения фитосейулюса очень незначительное (Таблица 8).

Таблица 8. Изменение заселенности сортов розы обыкновенным паутинным клещом по годам в долях (%) от начальной заселенности в 2011 году или от первого года эксплуатации

Год / Сорт	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Aqua	-	100	19,4	16,6	17,9	11,9	5,5	4,8
2. Deep Water	100	49,7	23,5	16,2	16,6	17,4	13,7	16,6
3. Jumilia	-	-	-	-	-	100	39,1	23,3
4.Peach Avalanch	-	100	58,2	40,7	43,0	34,0	33,3	26,5
5. Avalanche	-	100	55,2	36,0	42,4	35,1	29,7	24,9
6. Taleya	-	-	100	42,5	34,9	31,4	27,7	-
7. Wow	-	100	58,2	47,2	51,6	46,1	43,2	38,2

8. Fiesta	100	92,9	66,2	59,7	68,7	60,1	-	-
9. Dark Wow	-	100	61,4	48,2	-	-	-	-
10. Hot Shot	100	100,6	87,9	76,6	57,9	-	-	-
11. Myrna	-	-	100	87,6	78,9	61,9	53,4	-
12. Red Naomi	100	86,9	76,7	75,4	91,5	85,0	74,1	65,7
13. Heaven	100	92,6	82,5	73,2	72,1	74,6	67,6	60,0
14. Dolomiti	100	87,7	67,5	62,9	56,6	-	-	-
15. Miss Piggy	-	100	87,2	74,6	79,7	76,6	70,8	-
16. Penny Lane	-	-	100	96,8	92,9	89,2	87,5	84,8
17. Grand Prix	-	100	97,4	85,3	82,8	-	-	-
18. Brazil	-	100	97,8	-	-	-	-	-

Это также подтверждает более весомую значимость сортовых особенностей розы на развитие паутинного клеща в условиях применения фитосейулюса.

Выявление факторов, определяющих развитие фитофага и его хищника, представляет большой научный и практический интерес, так как позволит прогнозировать эффективные нормы внесения акарифага на новых сортах роз.

3.1.2. Оценка влияния сорта на размножение и развитие обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* в условиях лаборатории

Для выявления механизма влияния сорта на размножение обыкновенного паутинного клеща был проведен эксперимент в лаборатории, исключающий влияние климата в теплице, морфологической структуры куста и хищного клеща фитосейулюса. В лаборатории на отрезках стеблей роз разных сортов оценивали способность к репродукции и выживаемость вредителя на группе сортов, выращиваемых в производственной теплице и оцениваемых по признаку заселенности паутинным клещом в баллах.

Среднесуточная плодовитость обыкновенного паутинного клеща в условиях лаборатории на разных сортах роз. Усредненные результаты оценки среднесуточной плодовитости самок паутинного клеща на изученных сортах роз и эталоне – фасоли представлены на рисунке 6. Достоверные отличия между вариантами отмечены только в отдельных случаях и с вероятностью

больше 0.95, но меньше 0.99. На сортах Miss Piggy, Deep Water и Aqua плодовитость паутинных клещей была достоверно меньше, чем на сортах Avalanche (на 23,5 %; 19,1 % и 18,3 %, соответственно) и Dark Wow (на 22,6 %; 18,2 % и 17,4 %, соответственно). На сортах Miss Piggy и Deep Water среднесуточная полодовитость также оказалась достоверно меньше, чем на сорте Talea (на 20,3 % и 15,7 % соответственно), а на сорте Miss Piggy она еще была достоверно ниже, чем на сортах Jumilia и Peach Avalanche (на 20,1 % и 19,7 % соответственно). Среднесуточная плодовитость паутинных клещей на фасоли занимает промежуточное положение и не имеет достоверных различий ни с одним из сортов роз, на которых оценивали этот показатель. Анализ привлекательности или пригодности листовой поверхности отдельных сортов роз для откладки яиц паутинным клещом в лабораторных условиях, в связи с большим числом качественных и количественных несовпадений, не позволяет объяснить наблюдаемые различия по их заселяемости вредителем в производственных условиях. Так, сорт Miss Piggy относится к сильно заселяемым паутинным клещом сортам, а сорта Aqua и Deep Water, напротив, имеют минимальную заселенность в теплице как при химической защите в 2011 году, так и при использовании фитосейулюса в 2012 году и за период с 2012 до 2018 года (рис. 5). При этом сорт Miss Piggy в теплицах заселяется паутинным клещом в 12,3 раза сильнее, чем сорт Aqua ($p<0,001$), в то время как разница в объеме среднесуточной откладки яиц на эти сорта недостоверна и составляет всего 6,3 %, причем в пользу сорта Aqua.

Сорта Peach Avalanch, Heaven, Wow, Penny Lane, Fiesta и Red Naomi не имеют значимых различий по среднесуточной плодовитости самок клеща, ни между собой, ни с одним из других сортов, а по заселяемости паутинным клещом в теплице относится к 6-ти разным достоверно различающимся группам и в другой последовательности (Penny Lane, Heaven, Red Naomi, Fiesta, Wow и Peach Avalanch) (Рисунок 6).

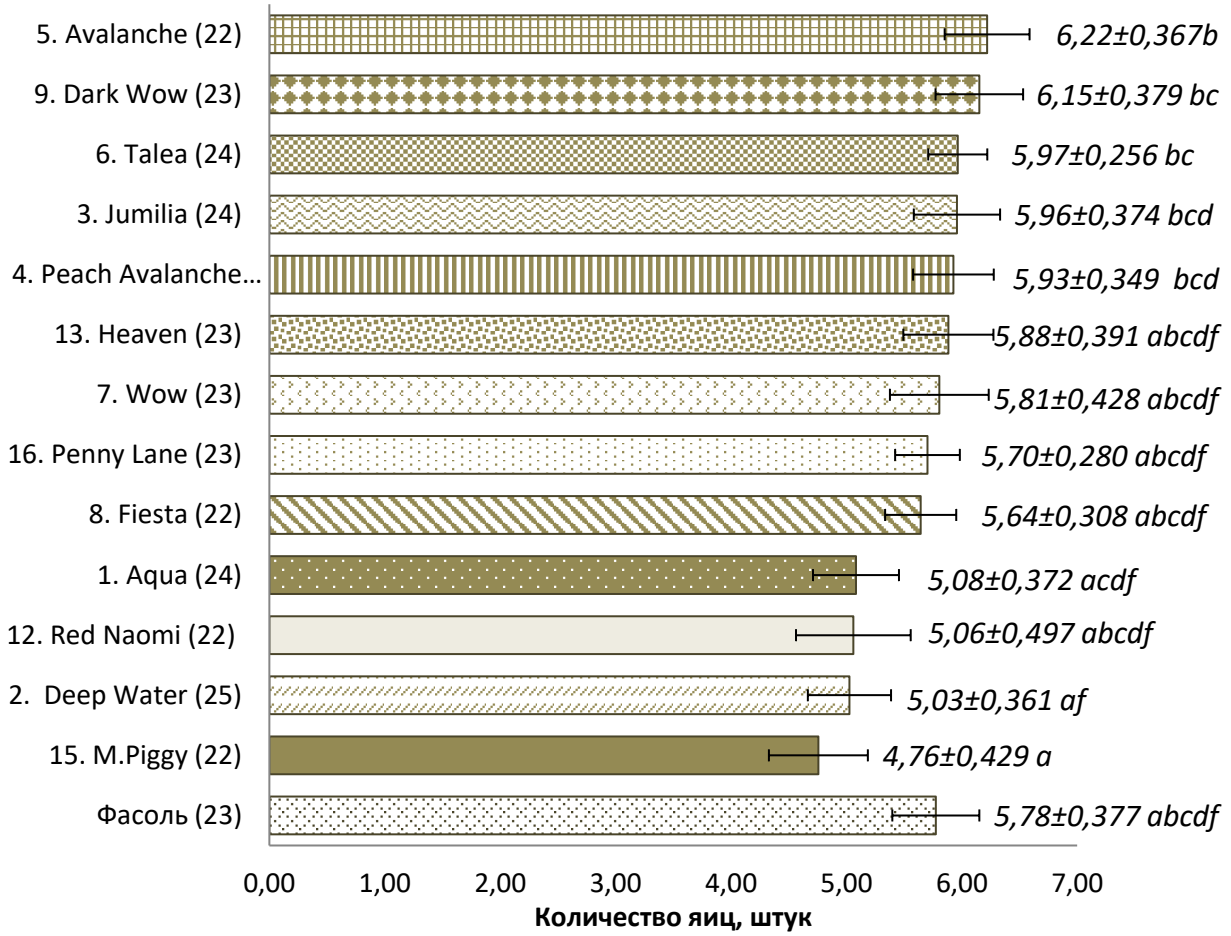


Рисунок 6. Среднесуточная плодовитость обыкновенного паутинного клеща на разных сортах роз в лабораторных условиях. Примечания: номер сорта соответствует уровню заселяемости паутинным клещом в теплицах (рис. 5); в скобках – количество оцененных пар; одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения – $p>0.05$ по t-критерию Стьюдента; планками погрешностей обозначены доверительные интервалы для вероятности 0.95.

По результатам корреляционного анализа связи между среднесуточной плодовитостью паутинного клеща на 13-ти разных сортах роз в лаборатории и степенью их среднегодовой заселяемости вредителем в теплице за период 2012–2018 гг. мы не обнаружили ($r = -0,092 \pm 0,300$). Таким образом, мы не можем отметить влияния среднесуточной плодовитости паутинного клеща на исследуемых сортах на степень их заселенности этим вредителем в производственных условиях.

Выживаемость преимагинальных стадий развития обыкновенного паутинного клеща в условиях лаборатории

Анализируя результаты экспериментов по оценке выживаемости преимагинальных стадий паутинных клещей, можно отметить, что из 91 попарного сравнения между вариантами достоверные различия обнаружены в 12-ти случаях (Рисунок 7). Минимальная выживаемость преимагинальных стадий паутинного клеща отмечена на сорте Wow. Она достоверно ниже, чем на фасоли и на сорте Avalanche ($0.1>p>0.001$), а также на сортах розы Peach Avalanche, Red Naomi, Jumilla и Fiesta ($0.05>p>0.01$). На сорте Dark Wow этот показатель немного выше, но достоверно отличается от сорта Avalanche ($0.01> p >0.001$), от сортов Peach Avalanche, Red Naomi, Jumilla и фасоли ($0.05>p>0.01$). Сорт Deep Water не отличается достоверно от Wow и Dark Wow, но показал различия с сортом Avalanche ($0.05>p>0.01$). Все остальные сорта, занимающие промежуточное положение по выживаемости преимагинальных стадий паутинного клеща, достоверно не отличаются друг от друга и от сортов с максимальной и минимальной выживаемостью.

Сорта роз, на которых в лаборатории наблюдается минимальная и максимальная выживаемость преимагинальных стадий паутинного клеща, в производственных условиях относятся к группам со средней степенью заселяемости паутинным клещом. В 2011 году при использовании химической защиты заселенность сортов Avalanche, Peach Avalanche была ниже, чем сортов Wow и Dark Wow. В 2012 году при использовании фитосейулюса заселенность сортов Avalanche, Peach Avalanche, Wow и Dark Wow паутинным клещом не имела достоверных различий, то есть они относились к одной группе, а в сравнении с сортом Fiesta степень заселенности сортов Wow и Dark Wow была значительно выше.

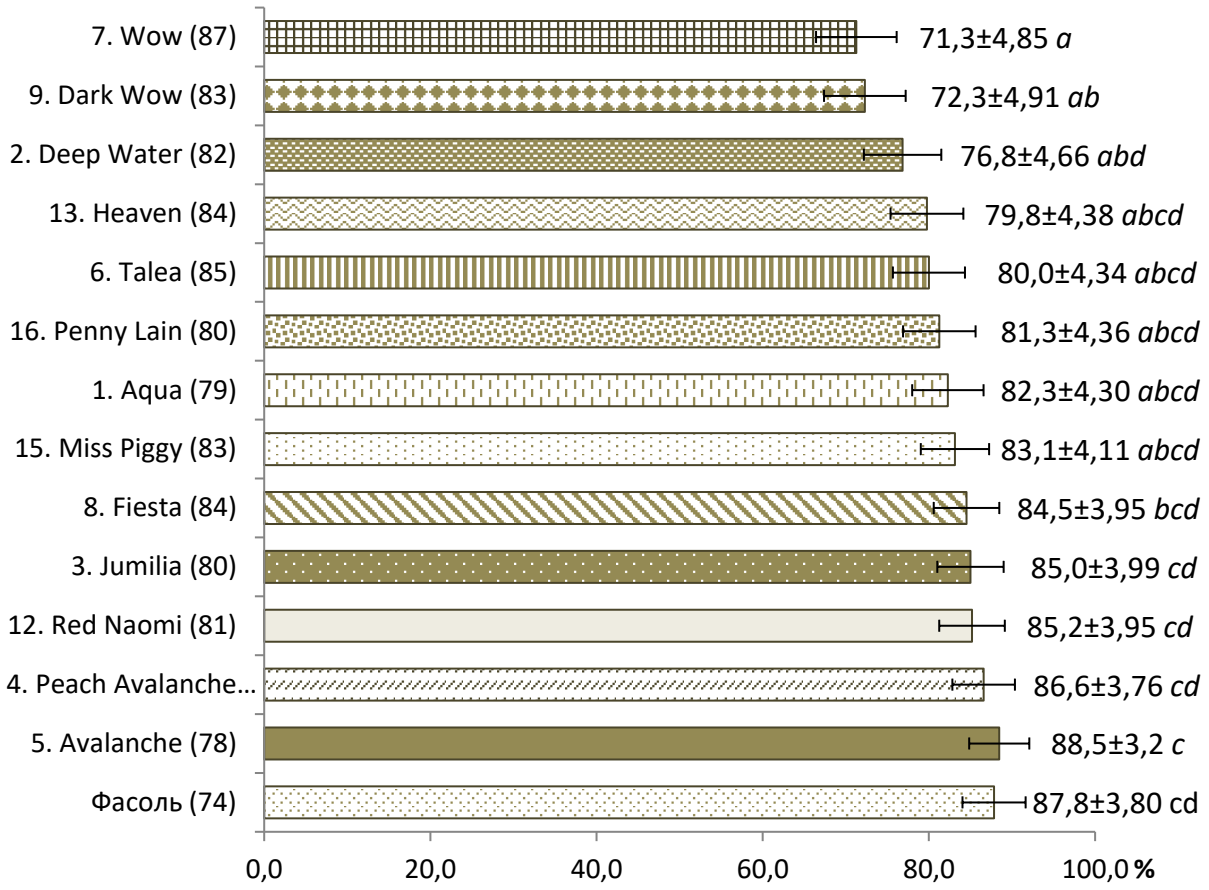


Рисунок 7. Выживаемость преимагинальных стадий развития обыкновенного паутинного клеща на разных сортах роз в лабораторных условиях. Примечания: номер сорта соответствует уровню заселяемости паутинным клещом в теплицах (рис. 5), в скобках - количество оцененных особей; остальные обозначения – как на рис. 6.

Так же как и в отношении плодовитости, по результатам корреляционного анализа связи между выживаемостью преимагинальных стадий паутинного клеща на исследованных в лаборатории сортах роз и степенью их заселяемости паутинным клещом в теплице мы не обнаружили ($r = -0,03 \pm 0,301$).

Корреляционный анализ также не показал сколь-либо значимой связи между заселяемостью сортов в теплице и выживаемостью паутинного клеща в лаборатории на разных стадиях развития (коэффициент корреляции составил -0,104; 0,090 и -0,083 для выживаемости яиц, личинок и нимф, соответственно) (Таблица 9).

Таблица 9. Выживаемость преимагинальных стадий обыкновенного

паутинного клеща при размножении на отрезках разных сортов роз в лабораторных условиях

Сорт	Выживаемость, % ± SE		
	яиц	Личинок	нимф
1. Aqua	93,7 ± 2,74 *de*	93,2 ± 2,91 *fg*	94,2 ± 2,81 *hijkl*
2. Deep Water	92,7 ± 2,88 *de*	92,1 ± 3,09 *fg*	90,0 ± 3,59 *hijk*
3. Jumilia	93.8 ± 2.71 *de*	97.3 ± 1.86 *g*	93.2 ± 2.96 *hijkl*
4. Peach Avalanch	95.1± 2.38 *de*	96.2 ± 2.18 *fg*	94.7 ± 2.59 *ijkl*
5. Avalanche	97.4 ± 1.79 *e*	94.7 ± 2.56 *fg*	95.8 ± 2.35 *ijkl*
6. Taleya	92.9 ± 2.78 *de*	91.1 ± 3.20 *fg*	94.4 ± 2.70 *hijkl*
7. Wow	90.8 ± 3.10 *de*	88.6 ± 3.57 *f*	88.6 ± 3.80 *hij*
8. Fiesta	96.4 ± 2.02 *de*	96.3 ± 2.10 *fg*	91.0 ± 3.24 *hijk*
9. Dark Wow	95.2 ± 2.35 *de*	89.9 ± 3.39 *fg*	84.5 ± 4.29 *h*
12. Red Naomi	92.6 ± 2.91 *de*	93.3 ± 2.88 *fg*	98.6 ± 1.42 *l*
13. Heaven	95.2 ± 2.32 *de*	96.3 ± 2.12 *fg*	87.0 ± 3.83 *hi*
15. Miss Piggy	89.2 ± 3.41 *d*	95.9 ± 2.29 *fg*	97.2 ± 1.96 *kl*
16. Penny Lane	96.3 ± 2.12 *de*	93.5 ± 2.81 *fg*	90.3 ± 3.49 *hijk*
Фасоль	94.6 ± 2.63 *de*	95.7 ± 2.42 *fg*	97.0 ± 2.08 *jkl*

Примечания: SE – стандартная ошибка среднего или процента; одинаковыми буквами обозначены достоверно **не** различающиеся значения ($p>0,05$ по t-критерию Стьюдента) в пределах столбца.

Результаты лабораторной оценки сортов по двум важным признакам, по которым оценивается антибиоз растения, показывают, что относительно низкая плодовитость и выживаемость паутинного клеща на преимагинальных стадиях развития в лабораторных условиях и низкая степень заселяемости сорта паутинным клещом в производственных условиях отмечается только у сорта Deep Water. Однако относительно других сортов мы не можем отметить связи плодовитости и выживаемости преимагинальных стадий паутинного клеща на исследуемых сортах и степени их заселенности этим вредителем в производственных условиях.

3.1.3. Оценка влияния элементов структуры куста розы на заселенность растений обыкновенным паутинным клещом при применения хищного клеща фитосейулюса в условиях производственной теплицы

Анализ особенностей 12-ти элементов структуры кустов разных сортов розы показал значимую межсортовую изменчивость. Между самыми контрастными сортами различия были высоко достоверными ($p<0.01$ и $p<0.001$) по всем исследованным показателям (Приложение Б, Таблица 1). Расположение сортов по номерам определено в соответствии с их многолетней заселяемостью паутинным клещом в условиях биологической борьбы с помощью хищного клеща фитосейулюса. Например, сорт №1 Aqua имеет минимальную среднегодовую заселяемость, а сорт № 18 Brazil – максимальную (Рисунок 4) (Козлова, Анисимов, В.В. Моор, 2021; Моор, Козлова, Анисимов, 2023)

Из таблицы 1 Приложения Б видно, что по показателю длины стебля максимальное значение из 18-ти исследованных сортов розы отмечается у сорта Grand Prix, а минимальное – у сорта Heaven. Максимальное количество стеблей в короне куста и на всем кусте отмечается у сорта Peach Avalanche, а минимальное – у сорта Brazil. В среднем самое большое число долек на сложном листе розы у сорта Heaven, а самое маленькое – у сорта Aqua. По количеству листьев в короне куста и на всем кусте первые два места занимают сорта Avalanche и Peach Avalanche, а последнее – сорт Jumilia. Больше всего листьев на стебле у сорта Fiesta, а меньше всего – у сорта Jumilia. В то же время плотность расположения листьев больше всего у сорта Deep Water, а меньше всего, опять же, у сорта Jumilia. Наконец, по площади поверхности дольки листа и всего листа на первом месте стоит сорт Jumilia, а на последних местах – сорта Miss Piggy и Brazil, соответственно. В то время как по площади поверхности короны куста и всего куста на первом месте стоит сорт Avalanche, а на последнем – сорт Brazil.

По степени изменчивости всех исследованных признаков встречаются

достоверно отличающиеся сорта (Приложение А (Таблица 2)). Так, по количеству стеблей в короне куста и на всем кусте наиболее изменчивым оказался сорт Avalanche, а наименее – сорта Taleya и Dolomiti ($p<0.001$). По длине стеблей наиболее изменчивым оказался сорт Jumilia, а наименее – сорт Hot Shot ($p < 0.001$). Сорт Jumilia по уровню изменчивости оказался на первом месте еще и по количеству листьев на 10 см стебля и на втором месте – по количеству стеблей и листьев в короне и на всём кусте. Очень ярко сорта разделились на 3 группы по признаку изменчивости числа долек у сложного листа розы. Сорта Wow, Fiesta и Dark Wow оказались довольно изменчивыми (от 3 до 7 долек), а сорт Brazil – однородным (5 долек). Остальные сорта не отличались и заняли промежуточное положение по изменчивости этого признака. Наиболее изменчивым у всех сортов оказался признак площади дольки листа, и сильнее всего это наблюдается у сорта Miss Piggy, а слабее – у сортов Dark Wow и Peach Avalanch. Наиболее стабильными у исследованных сортов роз оказались признаки количества листьев на 10 см стебля и длина стебля. В целом сорта роз сильно отличаются по комбинациям морфологических признаков, определяющих архитектонику куста. В подавляющем большинстве случаев позиции сортов в направлении убывания выраженности отдельных признаков не совпадают с их позициями в отношении заселенности обыкновенным паутинным клещом как в прямом направлении, так и в обратном. Исключение составляет самый заселяемый сорт Brazil, который по пяти показателям занимает последнее место и еще по трем – предпоследнее.

Более ясную картину связи особенностей элементов структуры кустов розы с уровнем их заселенности паутинным клещом дают результаты корреляционного и регрессионного анализа (Таблица 10). Из нее видно, что достоверной связи для 8-ми из 12-ти исследованных морфометрических признаков структуры кустов роз выявить не удалось, т.к. вероятность отличия коэффициента корреляции от нуля меньше 0.95, а для показателя числа листьев на всем стебле она вообще приближается к нулю. При этом сумма

квадратов отклонений ожидаемых уровней заселенности по рассчитанным уравнениям регрессии для 18-ти сортов существенно больше –3 (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

С вероятностью больше 0.95, но меньше 0.99 можно говорить о связи уровня заселенности сортов роз с площадью поверхности дольки листа (средняя отрицательная) и числом долек сложного листа (средняя положительная). Более сильная отрицательная связь заселенности роз обыкновенным паутинным клещом выявляется с площадью листовой поверхности короны и всего куста. Здесь вероятность отличия коэффициента корреляции от нуля больше 0.99, но меньше 0.999, а сумма квадратов отклонений ближе к 2 (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Таблица 10. Парные коэффициенты корреляции ($r_n \pm S_r$) заселяемости обыкновенным паутинным клещом 18-ти сортов роз с некоторыми показателями структуры их кустов, уравнения прямолинейной регрессии и суммы квадратов отклонений фактической заселенности от ожидаемой

Показатель архитектоники куста розы			$r_n \pm S_r$	Вероятность отличия от нуля	Уравнение регрессии (y=a+bx или y=a+bxz)	Сума квадратов отклонений
1	Стеблей в короне (*x*)		-0.36 ± 0.233	0.8 <P< 0.9	$y = 1.53 - 0.100x$	3.60
2	Стеблей в кусте (*x*)		-0.30 ± 0.238	0.5 <P< 0.8	$y = 1.50 - 0.061x$	3.74
3	Длина стебля (*x*)		0.27 ± 0.241	0.5 <P< 0.8	$y = -0.97 + 0.031x$	3.81
4	Долек сложного листа (*x*)		0.49 ± 0.218	*0.95<P<0.99*	$y = -3.09 + 0.779x$	3.07
5	Число листьев:	на всем стебле (*x*)	-0.03 ± 0.250	P < 0.2	$y = 1.25 - 0.024x$	3.88
6		на 10 см стебля (*x*)	-0.19 ± 0.246	0.5 <P< 0.8	$y = 1.97 - 0.695x$	4.05
7		в короне куста (*x*)	-0.42 ± 0.227	0.9 <P< 0.95	$y = 1.73 - 0.014x$	3.14
8		на всем кусте (*x*)	-0.35 ± 0.234	0.8 <P< 0.9	$y = 1.70 - 0.008x$	3.59
9	Площадь:	дольки листа (*x*)	-0.52 ± 0.214	*0.95<P<0.99*	$y = 2.44 - 0.060x$	2.94
10		всего листа (*x*)	-0.44 ± 0.225	0.9 <P< 0.95	$y = 2.55 - 0.013x$	3.23
11		короны куста (*x*)	-0.70 ± 0.179	P> **0.998**	$y = 2.54 - 2.326x$	2.12
12		всего куста (*x*)	-0.65 ± 0.189	P> **0.995**	$y = 2.67 - 1.604x$	2.31
13		короны куста (*x*) и дольки листа (*z*)	-0.95 ± 0.081	P>***0.999999***	$y = 2.92 - 0.120xz$	0.406
14		всего куста (*x*) и дольки листа (*z*)	-0.89 ± 0.116	P>***0.99999***	$y = 2.92 - 0.077xz$	0.790

Однако регрессионный анализ показал, что прогностическая ценность уравнений прямолинейной регрессии, основанная на использовании каждого из четырех выявленных показателей структуры куста розы, достоверно связанных с их заселенностью паутинным клещом, невелика. Средние погрешности при использовании показателей площади листовой поверхности короны куста и всего куста составили 0,28 ± 0,047 и 0,27 ± 0,056 балла соответственно, а при использовании показателей площади дольки листа и среднего числа долек на сложном листе розы – 0,33 ± 0,57 и 0,30 ± 0,69 балла соответственно.

Стало очевидно, что для создания модели, позволяющей прогнозировать уровень заселяемости сортов роз вредителем на основании оценки показателей структуры куста более точно, необходимо ее усложнять. Мы решили пойти по пути объединения нескольких показателей структуры куста в одном уравнении. В такие модели не рекомендуется включать показатели, связанные между собой, (Основы научных …, 1996), а площадь поверхности листьев всего куста прямо связана с площадью его короны, помимо этих показателей отдельно оказались связанными между собой, показатели площади дольки листа и числа долек, ($r = -0,72 \pm 0,172$; $p<0.001$) (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа подтвердили достоверность влияния на заселенность сортов розы обыкновенным паутинным клещом фактора площади дольки листа (показатель силы влияния - η^2 = 39,0 % и 39,3 %; $p<0.01$), с одной стороны, и площадью листьев короны куста (η^2 = 26,7 %; $p<0.01$) и всего куста (η^2 = 20,8 %; $p<0.05$), соответственно, с другой стороны. В то же время, взаимодействие между факторами площади дольки листа и площади листьев короны или всего куста не проявляется (η^2 = 0.05 % и η^2 = 0,35 %, соответственно; $p>>0.05$) (Приложение В, таблицы 1, 2).

В то же время показатель силы влияния фактора среднего числа долек на сложном листе розы на заселяемость отдельных сортов обыкновенным паутинным клещом оказался низким (η^2 = 0,52 % и η^2 = 0,02 % при

использовании в качестве второго фактора площадей короны или всего куста соответственно) и не достоверным. К тому же проявилось достоверное взаимодействие факторов площадей короны и всего куста с фактором среднего числа долек сложного листа розы (η^2 = 21,7 % и η^2 = 34,9 %; $p<0.05$ и $p<0.01$, соответственно), без достоверного влияния второго фактора (Приложение В, таблицы 3, 4). Поэтому от показателя среднего числа долек листа в дальнейшей работе решили отказаться (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

В связи с полученными результатами мы попытались найти модель, учитывающую оба фактора, определяющие климат: в зоне куста (общая площади листовой поверхности) и микроклимат в ламинарном слое листа (площадь дольки листа) одновременно путем их перемножения. Такая модель оказалась удачной. Коэффициент корреляции такого показателя с заселенностью отдельных сортов роз паутинным клещом в условиях применения фитосейулюса резко увеличился, а сумма квадратов отклонений снизилась (Таблица 10). В большей степени так получается при использовании показателя площади листовой поверхности короны, чем всего куста. При этом средняя погрешность составляет всего 0,12 балла.

Мы провели проверку (верификацию) предлагаемой модели прогнозирования заселяемости сортов роз паутинным клещом в условиях применения фитосейулюса. Для этого по таблице случайных чисел было выбрано 4 сорта: Deep Water, Avalanche, Dark Wow и Miss Piggy. Остальные 14 сортов послужили основой для расчетов коэффициентов корреляции и уравнений регрессии, на основании которых были спрогнозированы ожидаемые уровни заселяемости четырех исключенных сортов (Таблица 11) (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Как видно из таблицы 11, уравнение, основанное на произведении площадей листовой поверхности короны куста и дольки листа, показало лучшие прогностические свойства. Средние отклонения ожидаемой заселяемости четырех исключенных из расчетов сортов практически не отличается от таковых для 14-ти сортов, включенных в расчеты.

Таблица 11. Парные коэффициенты корреляции ($r_n \pm S_r$) заселяемости обыкновенным паутинным клещом 14-ти разных сортов роз с некоторыми показателями площади листовой поверхности и средние отклонения фактической заселенности от рассчитанной по уравнениям прямолинейной регрессии

Площадь:	$r_{n14} \pm S_r$	Вероятность отличия от ноля	Уравнение регрессии (y=a+bx или y=a+bxz)	Среднее отклонение	
				14 сортов	4 сорта*
дольки листа (x)	-0.58 ± 0.235	*0.98>P>0.95*	$y = 2.70 - 0.069x$	0.28±0.074	0.43±0.131
всего листа (x)	-0.47 ± 0.254	0.95>P>0.90	$y = 2.73 - 0.014x$	0.31±0.076	0.43±0.132
короны куста (x)	-0.74 ± 0.193	**0.998>P>0.995**	$y = 2.74 - 2.649x$	0.14±0.040	0.23±0.069
всего куста (x)	-0.68 ± 0.211	**0.995>P>0.990**	$y = 2.77 - 1.705x$	0.30±0.067	0.21±0.090
короны куста (x) и дольки листа (z)	-0.94 ± 0.096	***>0.999999***	$y = 2.88 - 0.118xz$	0.12±0.029	0.12±0.037
всего куста (x) и дольки листа (z)	-0.89 ± 0.134	***>0.99999***	$y = 2.85 - 0.071xz$	0.14±0.043	0.21±0.059

* выбраны для верификации по таблице случайных чисел

Конечно, уровень заселенности растений роз паутинным клещом, даже при выращивании в защищенном грунте, зависит от гораздо большего количества факторов, влияющих на его развитие и размножение, особенно при условии биологической борьбы с помощью фитосейулюса, что показал проведенный нами ковариационный анализ большого массива данных, включающих ежемесячные учеты вредителя и нормы выпуска хищного клеща (Приложение Г, таблицы 1, 2).

Результаты, представленные в таблице 2 Приложения Г, показывают высоко достоверные различия между группами (сортов по признакам общей площади короны и площади дольки листа (F 150,9 и 166,2 соответственно) и сильное влияние этих факторов(η^2 = 15,6 % и η^2 = 16,9 %; $p<0.001$, соответственно) на заселенность сортов паутинным клещом.

Чем меньше общая площадь короны, а также размер дольки листа, тем больше степень заселенности обыкновенным паутинным клещом. Такая связь объясняется тем, что сорта со значительной площадью листовой поверхности это, как правило, высокопродуктивные сорта, например, Aqua, Avalanche, Peach Avalanche, благодаря своей продуктивности они обладают высокой

скоростью отрастания ассимиляционной поверхности, что позволяет в течение определенного времени сохранять относительно невысокую плотность фитофага. Это отмечается в исследованиях В.А. Раздобурдина (1984), изучавшего устойчивость культуры огурца к паутинному клещу (Раздобурдин, 1984).

Поскольку оценку связи элементов структуры разных сортов с их заселенностью паутинным клещом проводили в присутствии акарифага фитосейулюса, также оценили связь площади листовой поверхности короны и площади дольки листа с численностью вносимого акарифага на разных сортах. Связь оказалась отрицательной для каждого из этих двух элементов структуры. Для дольки листа связь слабая r = -0,44 ± 0,224, недостоверно), а для площади листовой поверхности короны связь сильная r = -0,71 ± 0,177, $p<0.01$). Но коэффициент корреляции объединенных путем перемножения факторов оказался высоким и связь сильная (r =-0,89 ± 0,116) (Приложение Г, таблица 5). Отрицательная связь объясняется тем, что мы оцениваем связь двух структурных элементов куста розы и нормы внесения акарифага, которая зависит от темпов нарастания популяции хищника и прямо противоположна ему. Общая площадь листовой поверхности и площадь дольки листа определяют микроклимат в зоне куста. Площадь листовой поверхности короны и всего куста определяют микроклимат (влажность и температуру) в целом в зоне куста. Влияние листовой поверхности на температуру и влажность воздуха внутри растительной массы изучено хорошо. Площадь листа (дольки сложного листа) определяет влажность на поверхности листа, в его ламинарном слое. По данным разных авторов, толщина этого слоя от 3 мм (Gaede, 1992) до 5 мм (Tomato leaf boundary layer …, 2002).

Микроклимат в зоне куста в свою очередь влияет на развитие фитофага (обыкновенного паутинного клеща) как прямо, так и через его хищника, влияя на развитие и скорость нарастания численности популяции фитосейулюса. Акарифаг фитосейулюс нуждается для нормального развития в повышенной влажности (Прушинский, 1979). Большая площадь листовой поверхности

создает условия с более высокой влажностью, чем вне зоны куста (за счет транспирации). Поэтому сорта с максимальной площадью листовой поверхности показали более низкую степень заселенности паутинным клещом. Однако сорта со средней площадью листовой поверхности (Jumilia), но с максимальной площадью дольки листа также показали низкую заселенность паутинным клещом, что связано с оптимальными условиями влажности для фитосейулюса в ламинарном слое у поверхности листа, где хищник обитает и размножаетс (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Слабая корреляционная связь для площади дольки листа со степенью заселенности паутинным клещом может объясняться тем, что оба фактора влияют на микроклимат отдельно друг от друга. Значительная общая площадь листовой поверхности увеличивает относительную влажность воздуха в зоне куста независимо от площади дольки листа, но при относительно низком показателе общей площади листовой поверхности значительная площадь дольки сложного листа компенсирует недостаток влажности воздуха в целом в зоне куста ее оптимальным (для фитосейулюса) значением в слое воздуха у поверхности листа. Чем больше лист, тем больше этот слой с оптимальными для хищника условиями. В связи с этим часть сортов относится к группе с низкой нормой внесения акарифага благодаря общей площади листовой поверхности, что снижает коэффициент корреляции и силу связи нормы внесения фитосейулюса с площадью дольки листа.

Тем не менее результаты ковариационного анализа, представленные в таблице 4 Приложения Г, показывают достоверные различия между группами (сортов) по признакам общая площади короны и площади дольки листа и сильное влияние (η^2 = 32 % и η^2 = 20 %, соответственно; $p<0.01$) этих факторов (Приложение Г, таблица 4). Чем меньше общая площадь короны, а также размер дольки листа, тем больше необходимо вносить хищного клеща фитосейулюса. И, напротив, на сортах с максимальной площадью листовой поверхности и долькой листа нормы внесения хищника ниже, чем на сортах с противоположными показателями признаков.

Для выращивания и биологической защиты розы в теплицах от обыкновенного паутинного клеща важно планирование объемов разведения или закупки хищного клеща фитосейулюса. Эти объемы прямо зависят от заселяемости отдельных сортов вредителем и сильно (в разы) меняются по сортам. Результаты практического использования фитосейулюса на 18-ти сортах роз, культивировавшихся в теплице ООО «Агролидер» в период с 2011 по 2018 годы, позволяют составить прогностическое уравнение для расчетов объемов хищного клеща, необходимых для выпусков на конкретных сортах (Моор, Козлова, Анисимов, 2023). Такое уравнение было составлено на основе использования произведения показателей площади дольки листа и короны куста как и для прогнозирования заселяемости отдельных сортов обыкновенным паутинным клещом:

$$y = 434\text{-}19{,}4xz,$$

где y – количество фитосейулюса, необходимого для выпусков с целью защиты данного сорта роз от паутинного клеща в течение года, особей на $м^2$;

x – средняя площадь дольки листа у данного сорта роз, $см^2$;

z – средняя площадь листовой поверхности короны куста данного сорта роз, $см^2$.

3.1.4. Особенности формирования кустов розы и их влияние на динамику численности фитофагов

Изменение степени заселенности обыкновенным паутинным клещом на сорте Heaven

Эксперименты проводились с конца декабря 2011 года по конец июня 2012 года. Учеты численности паутинного клеща, проводимые на сорте Heaven (отделение № 2), с начала эксперимента показали невысокую степень заселенности растений вредителем на всех участках (Рисунок 8).

Средний балл находился на уровне 1,5 баллов, различия между вариантами были недостоверны (при P=0.01). (Приложение Д, таблица 1). Однако к концу января (25.01), через месяц, численность вредителя возрастает

на всех участках, но в разной степени. Минимально на участке № 3 - 2,2 балла, максимально на участке № 1 - 3,2 балла. Численность на участке 2 занимает промежуточную позицию, но ближе к минимальному значению на участке 3. Различия достоверны при P=0.01.

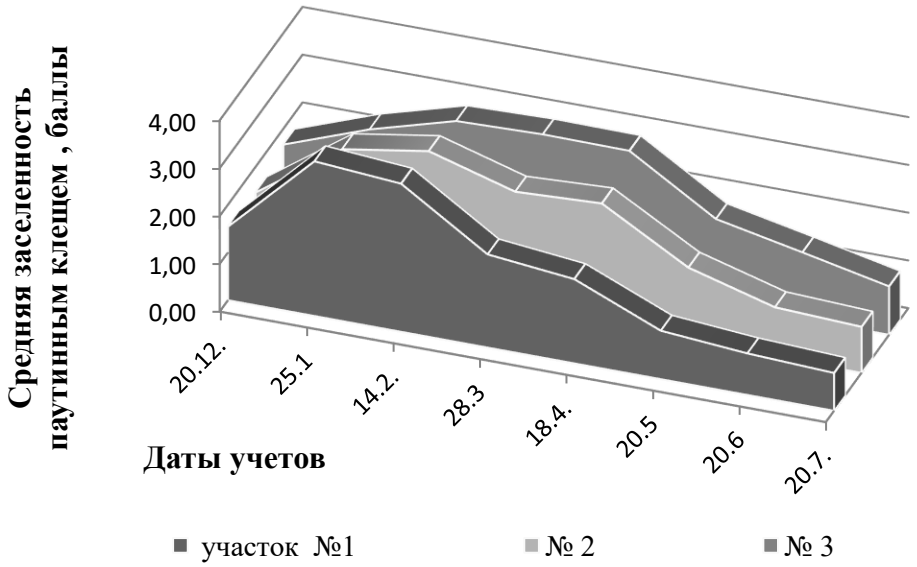


Рисунок 8. Динамика заселенности обыкновенным паутинным клещом кустов роз сорта Heaven

Несмотря на внесение хищника – фитосейулюса в достаточно большой норме (29 особей на 1 м^2, одинаково на всех участках) и на то, что на участке 1 отметилось небольшое снижение заселенности вредителем, в целом этот показатель продолжал оставаться на высоком уровне (Приложение Д, таблица 1). Кроме того, начался рост численности вредителя на участках 2 и 3. На участке 2 рост был более интенсивным. В феврале степень заселенности вредителем была высокой на всех трех участках и колебалась около 3 баллов. Различия были значимы только между участками 1 и 3 (при P = 0.05). Такая степень заселенности крайне высока, и обычно при таком положении проводят обработку акарицадами, но было решено провести еще одно внесение

фитосейулюса в этом месяце (феврале), увеличив норму внесения хищного клеща почти в 2 раза до 57 особей на м^2.

Через 1,5 месяца в конце марта наблюдается снижение вредителя на участке 1 более чем на целый (1,15) балл. На участке 2 также происходит снижение, но не очень значительное – 0,59 балла. В то же время на участке 3 численность вредителя даже возросла до 2,87 балла. В этот период норму внесения акарифага немного снизили (37 особей на 1 м^2).

В конце апреля продолжается снижение вредителя на участке 1, в то время как на участках 2 и 3 численность вредителя продолжает оставаться на опасном уровне – 2,55 и 2,86 баллов соответственно. В этот период общая норма внесения акарифага была ниже, чем в феврале, в 1,9 раза (30 особей. на м^2), но было произведено перераспределение хищника на участках. 90% фитосейулюса внесли именно на участки 2 и 3. Таким образом, норма внесения акарифага на этих участках составляла 40 особей на м^2, а на участок 1 в 4,4 раза меньше – только 9 особей на м^2.

В мае количество паутинного клеща значительно уменьшилось на всех участках. Произошло снижение в 1,74; 1,65 и 1,62 раза соответственно на 1, 2 и 3 участках. Но поскольку на участке 3 заселенность была самая высокая, норму внесения фитосейулюса опять перераспределили таким образом, что 70 % было внесено на данный участок – 52,5 особей на м^2, а на остальные участки в 4,7 раза меньше – 11,25 особей на м^2.

В целом мы наблюдаем увеличение численности вредителя в январе и в феврале, несмотря на внесение большого количества хищника-фитосейулюса. Похожая ситуация на сорте Heaven наблюдалась в 2011 году и, вероятно, это связано с низкой температурой воздуха в этот период. Кроме того, влажность воздуха в зимний период также снижается (Козлова, Моор, 2012). Такие климатические условия препятствуют размножению хищника - фитосейулюса и снижают его эффективность. Весной рост вредителя останавливается, и к июню степень заселенности вредителем снижается значительно, что, вероятно, связано с активным развитием фитосейулюса в благоприятных

условиях в конце апреля и мае, поскольку нормы внесения акарифага в этот период намного ниже, чем в январе-марте. Всего около 33,6 % от общей нормы, внесенной за все время наблюдений. В то же время, несмотря на неразличающуюся начальную заселенность растений вредителем, общий рост этого показателя на всех участках и одинаковые начальные нормы внесения акарифага на всю площадь эксперимента, изменение заселенности паутинным клещом на разных участках происходит по-разному. Наблюдаемый рост и снижение популяции вредителя на всех участках имеет характер волны, нарастающей и уходящей. Наиболее ранний и немного более интенсивный рост волны был на участке № 1. Рост вредителя на участках 2 и 3 по времени и интенсивности отставал. Но и снижение показателя заселенности на 1-ом участке началось раньше. В то время как на участках 2 и 3 продолжалось увеличение показателя заселенности вредителем. На участке 2 быстрее, на участке 3 медленнее. Таким образом, пик заселенности вредителем на участке 1 был в конце января начале февраля, на участке 2 – в середине февраля, а на участке 3 – в марте. К моменту резкого общего уменьшения популяции вредителя в мае его самая высокая численность оставалась на участке 3 как в мае, так и в июне, несмотря на то что фитосейулюса на эти участки внесли больше, чем на участки 1 и 2. В июне и июле заселенность вредителем выравнивается на всех участках, небольшие, но значимые (при P = 0.05) различия наблюдаются только с участком №1.

Изменение степени заселенности обыкновенным паутинным клещом на сорте Dolomiti

На сорте Dolomiti численность паутинного клеща в начале эксперимента была в среднем такая же, как на сорте Heaven – около 1,5 баллов, но на участке 1 несколько ниже (на 0,17 - 0,34 баллов), чем на участках 2, 3 и 4 (Рисунок 9). Интересно, что спустя месяц, в конце января начале февраля, эта ситуация изменилась. Численность вредителя на 1-ом участке значительно поднялась (до 2,8 баллов) и оставалась на высоком уровне (более 2,5 баллов) до середины

марта, но к концу марта (28.03) снизилось на 0,66 балла (Приложение Д Таблица 3).

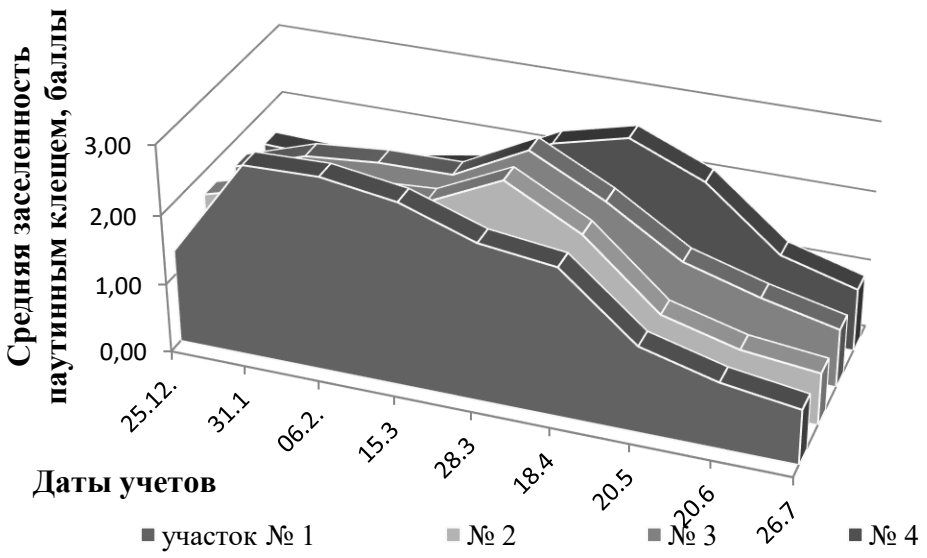


Рисунок 9. Динамика заселенности обыкновенным паутинным клещом кустов роз сорта Dolomiti

На участках 2 и 3 скорость нарастания численности вредителя значительно не различалась и была на среднем уровне. Только к концу марта (28.03) степень заселенности паутинным клещом достигла своего максимума на этих участках, после чего началось снижение этого показателя. В апреле снижение с одинаковой скоростью, а в мае, июне и июле на участке 3 скорость снижения была незначительно ниже. На участке 4 скорость роста заселенности паутинным клещом была самая низкая. Пик заселенности на этом участке отмечается только в конце апреля (18.04). Поскольку на всех участках с конца декабря до середины марта наблюдался рост численности вредителя, за этот период было внесено значительное количество акарифага фитосейулюса – 88 особей на 1 м^2 (до 30 особей на 1м^2 в месяц). Но в конце марта численность вредителя на всех 4-х участках была высокой, более 2,2 балла на участках 1 и 2 и более 2,6 балла на участках 2 и 3. Поэтому в марте было еще одно внесение акарифага – фитосейулюса в повышенной норме – 40 особей на 1м^2. Несмотря на такое значительное внесение акарифага, и к последней декаде апреля (через

20 дней) на участке 1 снижение паутинного клеща практически остановилось, а на участке 4 степень заселенности возросла до максимума. Снижение численности вредителя началось на участках 2 и 3 на 0,56 – 0,54 балла. Поэтому внесение акарифага продолжалось. Только к концу мая можно было наблюдать значительное снижение вредителя на всех участках, но в разной степени. На участках 1 и 2 снижение было сильным, в 1,72 и 1,81 раза соответственно. На участке 3 – в среднем в 1,47 раза. Самое небольшое снижение было на участке 4 – в 1,21 раза. В связи с этим большую часть фитосейулюса, (90%) – 36 особей на 1 м^2, вносимого в этот период (в июне), распределили именно на участке 4, что в 27 раз больше, чем на участки 1, 2 и 3 (1,33 особей на м^2). Видимо, благодаря этому в конце июля и на участке 4 произошло снижение заселенности паутинным клещом – в 1,72 раза.

В целом ситуация на сорте Dolomiti сходна с ситуацией на сорте Heaven как по степени заселенности вредителем и по максимальным величинам его роста, так и по времени начала роста и времени общего снижения численности популяции. Кроме того, наблюдается такое же перераспределение паутинного клеща по участкам, что не может быть связано с количеством акарифага, который до конца мая вносится одинаково на все участки.

Изменение степени заселенности обыкновенным паутинным клещом на сорте Red Naomi

На сорте Red Naomi численность вредителя в начале эксперимента немного ниже, чем на сортах Heaven и Dolomiti (1,2-1,3 балла) (Рисунок 10). К концу января численность вредителя увеличивается на участках 1 и 2, но не столь сильно, как на сортах Heaven и Dolomiti, до 1,4 и 1,7 баллов соответственно (Приложение Д, таблица 5). Более значительный рост популяции паутинного клеща наблюдается только к середине февраля. Максимальное увеличение в 1,5 раза на 2-м участке, а минимальное в 1,2 раза на участке 3. Участок 1 занимает промежуточное положение. В этот период вносится высокая норма акарифага – 39 особей на 1 м^2 (Приложение Д,

таблица 5). В середине марта ситуация меняется. На участке 3, наоборот, численность паутинного клеща достигает максимальной позиции, а на участке 2 этот показатель резко снижается в 1,4 раза. В этот период 70% акарифага вносят на участок 3 (36,4 особей на 1 м^2), в то время как на все остальные участки вносится в 6,8 раз меньше (5,3 особей на 1 м^2).

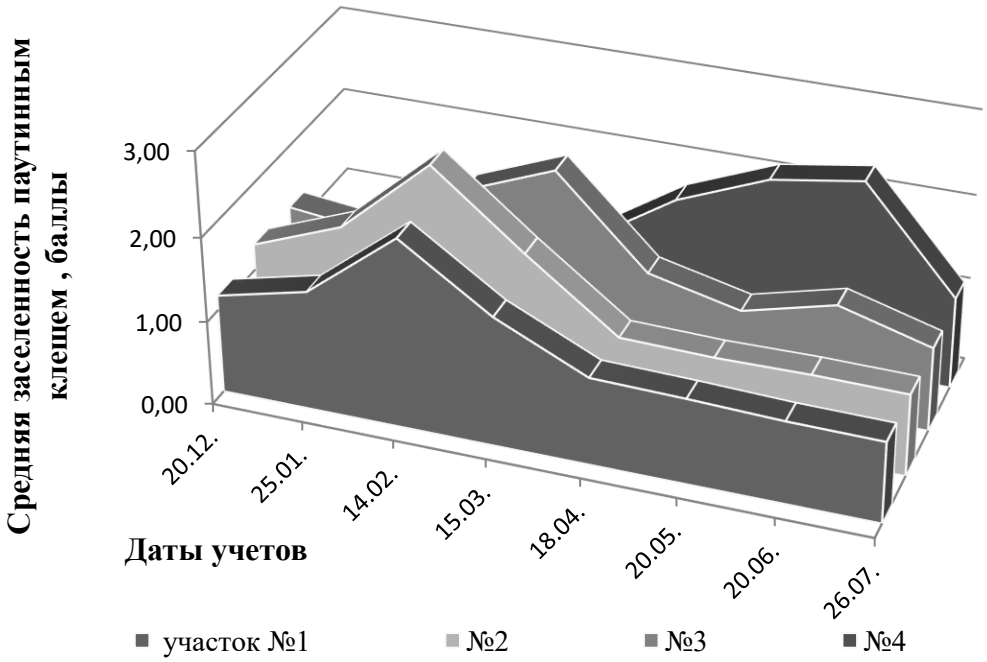


Рисунок 10. Динамика заселенности обыкновенным паутинным клещом кустов роз сорта Red Naomi

Также в середине марта начинаются учеты вредителя на 4-ом участке, где находятся новые посадки сорта Red Naomi, которые были посажены в начале февраля (Рисунок 10). Численность паутинного клеща на этом участке в марте самая низкая и не превышает 1 балла, но в конце апреля, когда на участках 1, 2 и 3 количество вредителя снижается до первоначального уровня, на этом новом участке начинается рост популяции паутинного клеща и продолжается до конца июня, достигая 2,3 баллов (Приложение Д, таблица 5). За 3-х месячный период с апреля до конца июня вносится 63 особей на м^2 фитосейулюса, при этом 90% акарифага распределяется именно на этот новый участок. На участке с молодыми посадками Red Naomi потребовалось

акарифага в 6,5 раз больше (78 особей на 1 м^2), чем на зрелых посадках (11,8 особей на 1 м^2). На старых участках с момента максимального снижения численности вредителя в конце апреля она не поднимается выше первоначального уровня и концу июня пребывает в пределах 1-1,3 балла, поэтому значительные внесения акарифага не требуются. В конце наблюдений (26 июля) популяция паутинного клеща снижается и на 4 участке, и таким образом на всех участках заселенность вредителем не превышает 1 балл.

В целом на сорте Red Naomi численность вредителя ниже, чем на сортах Heaven и Dolomiti как в начале эксперимента, так и во время максимального роста его популяции. Но ситуация с перераспределением вредителя по участкам здесь сохраняется не менее явно, чем на сортах Heaven и Dolomiti.

Анализируя ситуацию в теплице и наблюдая за агротехническими приемами, проводимыми по уходу за растениями, мы отметили следующее.

В период прохождения эксперимента проводились работы по омоложению и формированию фабрики - вегетативной массы куста, сформированной путем пригибания вниз побегов. Фабрика предназначена для продуктивного фотосинтеза. В результате этих работ на некоторое время верхняя часть куста, где находятся все новые побеги, в том числе продуктивные цветоносы, состоит практически только из молодых побегов высотой не более 15-20 см (Рисунок 11). В такой ситуации увеличивается освещенность куста, и в связи с этим температура в продуктивной части повышается, а влажность воздуха снижается. Были произведены измерения температуры и влажности на участках сразу после обрезки и пригибки побегов и на участках и там где эти процедуры еще не были произведены либо произошло полное отрастание короны. Результаты измерений выявили различия микроклимата в зоне куста. Было выявлено различие температуры и влажности. В таблицах (Приложение Д, таблицы 2, 4 и 6) указаны результаты, которые показывают, что на участках с отсутствием короны температура выше на 1 – 1,6 °С, а влажность ниже на 4,1 % – 8,7 %, чем на участках с полностью сформированной короной. Также можно отметить: чем выше общая

температура на обоих участках, тем выше различия по температуре и влажности. Условия на участках с отсутствием верхней части куста благоприятны для развития паутинного клеща. Кроме того, паутинный клещ, как большинство сосущих вредителей защищенного грунта, лучше развивается на молодых побегах, а на участках, где была произведена пригибка и обрезка, начинается активное отрастание новых побегов (Моор, Козлова, 2016).

Рисунок 11. Кусты розы сразу после агротехнических мероприятий (пригибки и обрезки) (справа) и с полностью сформировавшейся верхней частью куста (короной) (слева).

При питании на таких растениях повышается репродуктивный потенциал паутинного клеща. В целом, при выше описанном состоянии куста, создаются условия, стимулирующие активное размножение и развитие вредителя, возникновение очагов носит «взрывной» характер (Моор, Козлова, 2016).

Напротив, такие условия неблагоприятны для развития и размножения хищного клеща фитосейулюса, являющегося хищником паутинного клеща.

Увеличение температуры в зоне прироста куста не является для фитосейулюса фактором, ограничивающим размножение, но снижение влажности является серьезным ограничивающим фактором, поскольку не только влияет на плодовитость самок, но также влияет на скорость развития клеща и на выживаемость на эмбриональной и личиночной стадиях развития хищника (Колодочка, 1978; Прушинский, 1979).

В таких условиях защита роз от обыкновенного паутинного клеща только с помощью фитосейулюса весьма затруднительна. Нормы внесения акарифага должны быть увеличены. Но если хищник не был внесен вовремя и паутинный клещ успел сильно размножиться, возникает необходимость в обработке очагов с высокой степенью развиия вредителя (3-4 балла) акарицидами. При наличии в очагах фитосейулюса лучше выбрать для обработки акрициды, более мягкие для хищника, поскольку выжившая часть популяции акарифага будет размножаться более активно. Кроме того, после обработки такими препаратами можно будет сделать повторное внесение хищника в более ранние сроки, что также позволит с помощью фитосейулюса взять под контроль численность паутинного клеща.

Как видно в варианте с сортом Red Naomi, ситуация с размножением вредителя, носящая «взрывной» характер, может возникнуть не только на посадках роз после обрезки, но также на молодых посадках, где ситуация еще более опасна, поскольку у молодых кустов еще не сформирована фабрика, достаточно густая у зрелых посадок. В хорошо облиственной фабрике влажность воздуха выше, и фитосейулюс может размножаться в этой части куста. Кроме того, при обработке акрицидами листья густой фабрики зрелых посадок не полностью покрываются рабочим раствором, особенно внутренняя часть рядов при двухрядной посадке, и это снижает токсическое действие акарицида на хищника. На молодых посадках фабрика, как уже отметили, негустая, стебли короткие и их плотность невысока (количество стеблей 5-7, их длина 30-40 см). Это создает не только определенные климатические

условия, но и условия для лучшего покрытия растений рабочим раствором при обработке акарицидами (Моор, Козлова, 2016)..

Такая ситуация на молодых посадках гораздо продолжительнее, чем на зрелых, поскольку отрастание верхней части кустов на зрелых посадках происходит быстрее (за счет хорошо сформированной фабрики), чем формирование куста у растений на молодых посадках. Срок начала срезки цветов – через 2 – 2,5 месяца после посадки, что делает биологическую защиту на них более сложной и требующей постоянного внимания, а именно мониторинга и своевременного оперативного внесения акарифага с повышением нормы внесения и (или) обработки очагов акарицидами.

Таким образом, нормы внесения акарифага на участки после формирования увеличиваются в 4–5 раз, а на участках с молодыми посадками может потребоваться акарифага в 2–10 раз больше от общепринятых сплошных внесений – 5–20 особей на 1 м^2 при средней - высокой численности вредителя (10–25 % листьев заселено вредителем более 5 особей на лист) (IPM program successful…, 2007; Biological control…, 2019).

3.2. Взаимосвязь многолетнего применения фитосейулюса и динамики численности обыкновенного паутинного клеща на розе

Несмотря на сохранение положения сортов при ранжировании по заселенности паутинным клещом на протяжении всего срока наблюдений (8 лет), многолетняя оценка динамики паутинного клеща продемонстрировала постепенное снижение заселенности вредителем на всех сортах в целом, независимо от степени развития паутинного клеща на каждом отдельно (Рисунок 12) (Моор, Козлова 2021).

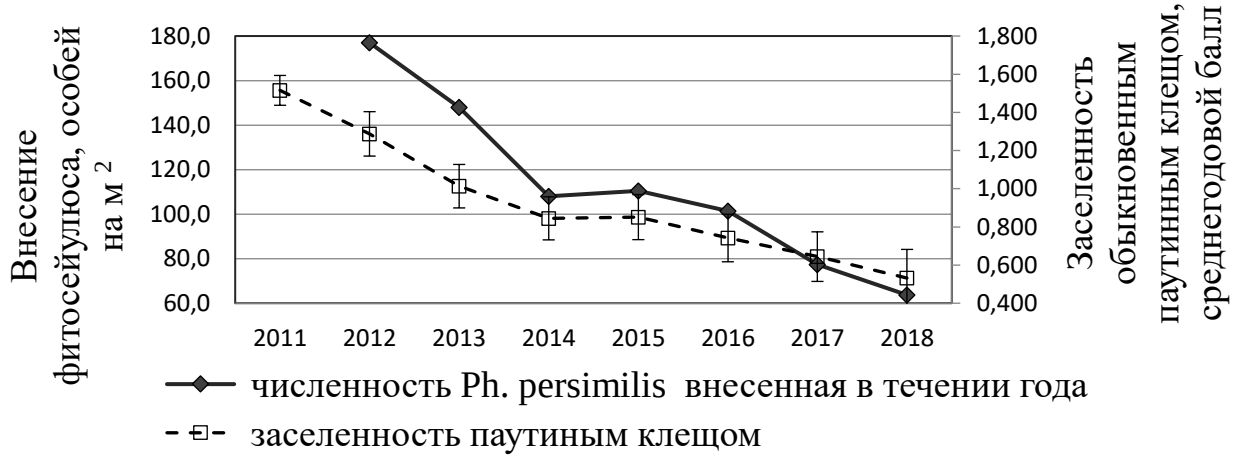


Рисунок 12. Изменение заселенности обыкновенным паутинным клещом и годовых норм внесения хищного клеща *Ph. persimilis* на протяжении 8 лет наблюдений.

Таблица 12. Изменения среднегодовой заселенности растений обыкновенным паутинным клещом и биологической эффективности при применении *Ph. persimilis*

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Средний балл заселенности ±m	1,62± 0,027	1,43± 0,041	1,19± 0,054	1,01± 0,050	1,03± 0,051	0,88± 0,047	0,69± 0,045	0,56± 0,045
Биологическая эффективность, %		11,7	26,1	37,3	36,0	45,4	57,6	65,4

Общий средний балл заселенности растений вредителем в теплице уменьшился уже на второй год применения хищника, но незначительно. Биологическая эффективность в первый год составила только 11 %. Но на третий год средний балл уменьшился в 1,35 раза, биологическая эффективность увеличилась до 26 %. К концу наблюдений (2018 г.) средний балл заселенности вредителем сократился в 2,89 раза относительно первоначального (Таблица 12).

В связи с таким изменением заселености обыкновенным паутинным клещом на протяжении нескольких лет было проведено дальнейшее

совершенствование модели в направлениях уточнения коэффициентов в уравнениях, предназначенных для прогнозирования заселяемости сортов роз в первый год применения фитосейулюса и при его стабильном использовании, а также снижения погрешности прогноза, путем исключения сортов, выходящих за пределы доверительной зоны регрессии для вероятности 0.95. Для первого года применения фитосейулюса рекомендуется уравнение y = 2,57 - 0,073xz, погрешность которого составляет 0,102±0,0154 балла, а при стабильном использовании y = 2,89 - 0,127xz, погрешность которого составляет 0,081±0,0156 балла(Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Такое же уточнение прогностического уравнения произвели для расчетов объемов хищного клеща, требующихся при применении фитосейулюса в первые годы и при его достаточно длительном использовании. Мы видим (Рисунок 12), что его нормы внесения также снижаются при многолетнем использовании. После сравнения нескольких вариантов уравнений по точности прогнозирования требующихся объемов выпусков фитосейулюса для первого года его применения рекомендуется уравнение y = 345 - 11,3xz, погрешность которого составляет 22,0±5,52 особи на 1 м^2 в год, а при стабильном использовании y = 278 - 11,1xz, особи на 1 м^2 в год, погрешность которого составляет 9,8±1,36 особи на 1 м^2 в год (Моор, Козлова, Анисимов, 2023).

Сокращение популяции обыкновенного паутинного клеща можно связать только с хищнической деятельностью акарифага, клеща фитосейулюса *Ph. persimilis*, который регулярно вносился на кусты роз в очаги вредителя на протяжении длительного времени.

Известно, что в теплицах, где в предыдущие годы использовался биологический метод борьбы до конца сезона, очаги вредителя появляются значительно (на 1 - 1,5 месяца) позже и в меньшем количестве по сравнению по сравнению с теми, в которых применялись акарициды (Чалков, 1986). Объясняется это тем, что фитосейулюс как специализированный хищник паутинных клещей, уничтожающий все стадии развития вредителя (Бондаренко, 1956) и отличающийся значительной прожорливостью

(Колодочка, 1978; Попов, Кондряков, 2008), прктически полностью уничтожает паутинного клеща в очагах на растениях. В дальнейшем, обладая высокой миграционной и поисковой способностью (Van de Vrie, 1985), хищник продолжает разыскивать и уничтожать вредителя уменьшая таким образом образом, объем его популяции на ограниченной площади защищенного грунта.

В современных теплицах при выращивании овощных культур проводятся фитосанитарные мероприятия по искоренению вредителей (и как следствие, энтомофагов) между оборотами. Поэтому в случае повторного заноса вредителя, как правило, в летний период, необходима повторная колонизация хищника. В отличие от овощных культур, на розе, как на многолетней культуре, складывается особый агроценоз, который, с одной стороны, способствует накоплению вредителей, а с другой, создает условия для накопления энтомофагов. В системе триотрофа куст розы - паутинный клещ - фитосейулюс эта особенность реализуется наиболее полно. В теплицах с интенсивным возделыванием культуры и использованием современных сортов куст розы является не просто многолетней, но интенсивно растущей культурой с постоянно обновляющейся листовой поверхностью. Это создает оптимальные условия для развития паутинного клеща.

Также необходимо отметить, что в защищенном грунте как в осенне-зимний, так и в весенний периоды часть популяции (от 25 до 40 %) переходит в состояние диапаузы (Бондаренко, 1956, Защита тепличных …, 1999). Переход в состояние диапаузы индуцирует, как правило, фотопериод, а также и качество пищи. Так, по данным Н.В. Бондаренко (1972), на растениях, в значительной степени повреждённых паутинным клещом, отмечено в 2 раза больше диапаузирующих самок, чем на неповрежденных (Бондаренко, 1972). Это явление носит приспособительный характер, так как обеспечивает сохранение вида от гибели. Популяция паутинного клеща на культуре розы имеет благоприятные условия не только для развития, но и для накопления. В результате в теплице присутствует постоянный запас диапаузирующих самок,

сохраняющийся в опавших листьях, под стеллажами и на грунте под укрывным материалом. Температура в этой зоне, особенно в зимний период, ниже, чем в зоне куста, где проходят трубы отопления. Диапаузирующие самки после реактивации при пониженных, но не отрицательных температурах (Чалков, 1986) успешно выходят из укрытий на растения, образуя новые очаги. Как правило, выход из диапаузы происходит постепенно, часть популяции выходит раньше, часть – позже. Такое динамичное состояние популяции паутинного клеща приводит к постоянному образованию очагов вредителя. Наличие запаса диапаузирующих самок снижает эффективность химических защитных мероприятий, поскольку препараты, применяемые на зеленых растениях, как правило, не влияют на особей в состоянии диапаузы. В связи с этим частота применения препаратов на культуре розы очень высока, от 15 за сезон (Мешков, 2008) до 30-35 за год.

Для акарифага *Ph. persimilis*, как для хорошо мигрирующего хищника, постоянное присутствие жертвы дает возможность переходить в новые очаги и сохраняться в теплице длительное время, снижая численность вредителя. Кроме того, при отсутствии жертвы на вегетирующих растениях фитосейулюс способен питаться диапаузирующими паутинными клещами, сохраняющимися в массе опавших листьев под лотками с растениями. Необходимо отметить, что во время наших многолетних наблюдений фитосейулюса обнаруживали в новых очагах паутинного клеща, появившихся на кустах роз через 3-5 месяцев (как правило, в конце зимы - начале весны) после внесения хищника (в конце лета – осенью) и уничтожения им вредителя в местах выпуска. Такая длительная выживаемость популяции фитосейулюса очевидно связана как с постоянным наличием пищи, так и с длительным (1–1,5 месяца) сроком развития и жизни акарифага при пониженных положительных температурах (Чалков, 1986). Таким образом, популяция хищника, сохраняясь длительное время в теплице с культурой розы, питаясь активными и диапаузирующими паутинными клещами сокращает популяцию вредителя.

Многолетний анализ состояния популяции вредителя показал не только снижение уровня заселенности растений вредителем (Таблица 12), но и постепенное снижение норм внесения фитосейулюса, особенно к концу наблюдений (Рисунок 12).

Максимальное количество фитосейулюса – 177,0 особей на 1 м^2 было внесено в 2012 году, когда акарифага начали применять на всей площади теплиц. На следующий, 2013 год, акарифага внесли меньше, но не-значительно, всего на 16 %. Значительное, на 40 %, снижение нормы внесения акарифага произошло в 2014 году. В дальнейшем на протяжении еще 2-х лет (2015–2016 гг.) нормы внесения на 1 м^2 сохранялись на одном уровне, различия были незначительны. К концу наблюдений 2017–2018 гг. норма внесения акарифага снизилась еще значительнее – на 56–64 %.

Помимо среднегодовой оценки изменения заселенности вредителем мы проанализировали сезонную динамику популяции паутинного клеща. Такой анализ обнаруживает наиболее опасные периоды развития вредителя в течение года и необходим для планирования защитных мероприятий. По данным исследований, проведенных в 2011 году Е.Г. Козловой и В.В. Моором (2012), динамика паутинного клеща имеет два периода роста популяции вредителя – весенний и осенний (Козлова, Моор, 2012). Эти результаты подтвердились при оценке результатов мониторинга за период с 2012 по 2018 год.

На рисунке 13 представлено изменение заселенности обыкновенным паутинным клещом на сортах с сильным (Br.aye, Red Naomi), средним (Wow, Avalanche) и слабым (Aqua, Deep water) развитием вредителя за время наблюдений. На всех сортах отмеченная тенденция наблюдается в большей или меньшей степени в виде двух ступеней. Наиболее активно паутинный клещ развивается в конце зимы - весной, когда растущий фотопериод и повышение температуры стимулируют массовый выход самок паутинного клеща из диапаузы, а также размножение и развитие популяции в целом. На рисунке это значительный пик, наблюдаемый на всех сортах. Осенний подъем

численности паутинного клеща, который может продолжаться и в зимний период, весьма незначительный, но устойчивый и также наблюдается на всех сортах и на протяжении всего срока многолетних наблюдений и может обясняться неколькими причинами. Во-первых, вероятно, это связано с мероприятиями по уходу за растениями. Отчасти эта причина влияет и на весенний рост вредителя. В начале осени происходит фактически последняя (предзимняя) значительная пригибка молодых побегов, а также омолаживающая обрезка кустов роз, поскольку поздней осенью и зимой, даже несмотря на дополнительное досвечивание культуры, снижается активность роста растений (по сравнению с летним периодом). Весной в марте-апреле в начале активного роста куста также производится значительная пригибка и обрезка.

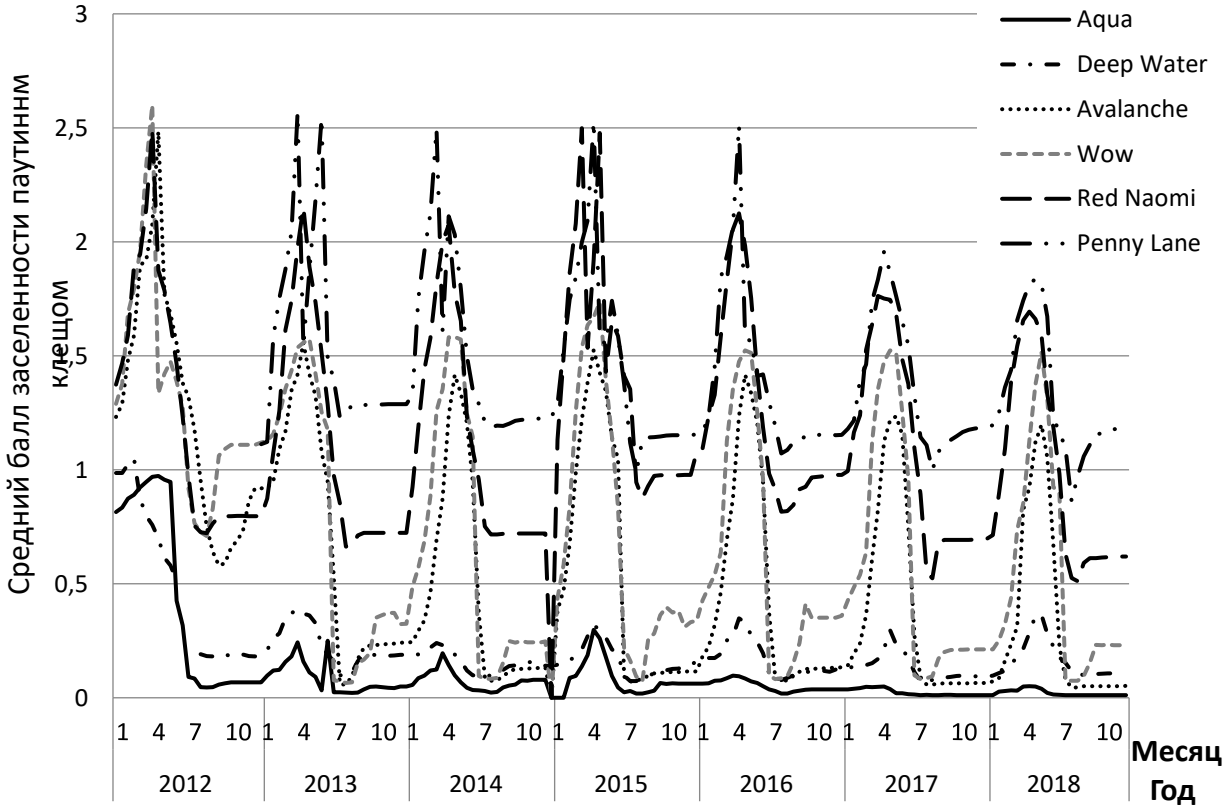


Рисунок 13. Изменение балла заселенности роз обыкновенным паутинным клещом по сезонам за 7 лет наблюдений.

Исследования по оценке влияния ухода за кустами розы и формирующей обрезки (раздел 3.1.4.) и на молодых посадках показали, что эти мероприятия,

уменьшающие листовую массу куста в целом и особенно выше основания («розовой головки»), способствуют увеличению аэрации и освещенности в зоне куста и, как результат, уменьшению влажности в среднем на 4 – 9 %. Такие условия благоприятны для развития обыкновенного паутинного клеща, но являются ограничивающим фактором для размножения его хищника – фитосейулюса (Колодочка, 1978; Прушинский, 1979).

Во-вторых, подъем численности вредителя поздней осенью может объясняться замедлением размножения, развития и активного хищничества фитосейулюса в связи со снижением температурного режима (днем в среднем 20 °С, ночью 16 °С). Таким образом, осеннее и отчасти зимнее увеличение заселенности вредителем связано с депрессивным состоянием хищника, а не с активным развитием вредителя (Попов, Худякова, 1989, 2008).

Вывод о влиянии состояния куста в связи с уходом (обрезка, пригибка) и возрастом (смена оборота) на развитие вредителя подтверждается и изменением среднегодового балла заселенности кустов вредителем по многолетним наблюдениям. На рисунке 12 на фоне устойчивого снижения балла заселенности растений вредителем в предыдущие годы, в 2015 году отмечается не только прекращение этого процесса, но даже незначительный рост популяции вредителя (таблица 12). В этом году была произведена значтельная замена старых посадок на молодые на производственной площади около 50% на сортах Red Naomi, Peach Avalanche, Aqua, Wow, Heaven, Miss Piggy, Dolomiti. Очевидно, что на посадках после формирующих мероприятий и на молодых растениях, не сформировавших куст, необходимо увеличивать норму внесения хищника, а в случае увеличения заселенности вредителем более 2-х баллов применять акарициды (раздел 3.1.4.). Несмотря на остановку снижения заселенности растений вредителем в 2015 году, уже на следующий год этот процесс возобновился (Рисунок 12). Такая же ситуация наблюдается после сезонного (зимнего и весеннего) роста вредителя. В конце весны – начале лета происходит спад заселенности растений вредителем

(Рисунок 13). Этот спад продолжается весь летний период, поскольку конец весны и лето характеризуются весьма благоприятным микроклиматом для развития фитосейулюса. Кроме повышения температуры значительно увеличивается влажность в зоне куста как за счет активного нарастания зеленной массы, так и за счет притенения с помощью шторок и использования системы туманообразования при температурах выше 25 °С. Результатом оптимального микроклимата и постоянного наличия источников питания является значительный рост популяции фитосейулюса и, как следствие, существенное сокращение популяции паутинного клеща.

Анализ норм и сроков колонизация фитосейулюса за 2012–2014 гг. выявил более рациональное время внесения хищника (Таблица 13). Сравнение распределения общей годовой нормы акарифага по месяцам показало, что уменьшение доли внесения акарифага в зимний период и увеличение в весенний не снижает его эффективности. Норма внесения за период с 2012 до 2014 года снизилась в 1,64 раза, при этом балл заселенности вредителем снизился в 1,41 раза (Таблица 12). Такое распределение связано с особенностями развития хищника по сезонам. Как уже обсуждалось выше, в зимний период происходит торможение развития фитосейулюса, и даже увеличение нормы его внесения не приводит к ожидаемому торможению развития популяции вредителя, особенно в ранневесенний период, но приведет к увеличению расходов на акарифага.

Таблица 13. Внесения акрифага *Ph. persimilis* по сезонам в долях (%) от общего количества

Год / Сезон	2012	2013	2014
декабрь-февраль	26,58	12,68	15,25
март-май	37,19	48,09	55,03
июнь-август	18,33	15,28	12,73
сентябрь-ноябрь	13,24	21,31	12,99
среднее кол-во *Ph. persimilis* за год особей на 1 $м^2$	177,0	147,9	108,1

Но условия, складывающиеся в конце марта, апреле и мае, в такой степени стимулируют развитие акарифага, что в летний период уже нет необходимости в его значительных выпусках.

При многолетнем использовании хищника *Ph. persimilis* на многолетней культуре розы в оптимальных условиях теплиц популяция его жертвы *Tetranychus urticae* истощается. К концу наблюдений (на протяжении 8 лет) средний балл заселенности вредителем сократился в 2,9 раза относительно первоначального. Численность акарифага, вносимого в теплицы (особей на 1 $м^2$), уменьшилась в 3 раза от первоначальной. Наиболее благоприятным временем начала массовой колонизации хищника является начало весны (март), а продолжительность и количество определяется степенью (баллом) заселенности вредителем. Перераспределение акарифага по сезонам позволит сократить общее количество внесенного за год хищника, то есть снизить расход средств на применение акарифага. По результатам наших исследований максимальная доля акарифага вносится в период с первой декады марта по вторую декаду июня (Таблица 13). Среднегодовая норма хищника за период от 2012 по 2018 гг. составляет 110,7 особей на 1 $м^2$.

Полученные многолетние результаты развития вредителя при использовании фитосейулюса дают возможность планировать оптимальные сроки и нормы внесения акарифага не только по сезонам в течение года, но и в многолетней перспективе выращивания роз с учетом периодического обновления кустов.

3.3. Особенности (характер) заселения розы оранжерейной белокрылкой в процессе выращивания растений по малообъемной технологии

Закладка первой оранжереи (отделение № 1), в которой выращивались розы на срезку по малообъемной технологии в ЗАО «Агролидер», где впоследствии проводилась экспериментальная работа, была проведена в 2009 году. Посадочный материал 18 сортов розы был приобретен в Голландии. Уже в первый год эксплуатации возникла достаточно сложная ситуация с

защитой розы от обыкновенного паутинного клеща, как было отмечено ранее, поскольку вредитель был завезен с посадочным материалом и, попав в благоприятные условия, быстро размножился.

В первые 2 года выращивания растений в отделении № 1 не наблюдалось, по крайней мере, заметного при фитосанитарном мониторинге присутствия оранжерейной белокрылки, в том числе и на желтых клеевых ловушках, традиционно применяемым на комбинате для сигнализации появления имаго этого вредителя. Однако при запуске 2-го отделения в 2010 году вредитель был завезен на комбинат с посадочным материалом. Первые единичные особи имаго оранжерейной белокрылки были обнаружены в отделении № 2 в конце 2011 года на ловушках. В течение 2012 года размножение вредителя происходило возле транспортных труб нижней, верхней и боковой систем отопления, где температура воздуха была выше на 3-4 °С и создавались более благоприятные условия для развития фитофага. Эти очаги постоянно обрабатывались инсектицидами, разрешенными для применения против оранжерейной белокрылки на культурах защищенного грунта. Их эффективность была низкой, кратковременной, и численность вредителя постоянно нарастала. Из этих очагов имаго постепенно распространились на всю площадь теплицы, быстро расселяясь от мест интенсивного развития. Значительное увеличение численности оранжерейной белокрылки в отделении № 2 отмечалось уже в 2013 году, а в 2014 году она заселила растения и в отделении № 1.

Наблюдения за распределением и интенсивностью развития оранжерейной белокрылки на выращиваемых в обеих теплицах сортах розы не выявили каких-либо различий по степени их заселенности, в том числе и от технологических приемов формирования куста, как было установлено у обыкновенного паутинного клеща. Пространственное распределение имаго происходило равномерно на все сорта и зависело только от места локации сорта относительно очагов развития белокрылки. Численность вредителя формировалась практически одинаково на всех сортах и колебалась, в том

числе, в зависимости от сезона, несмотря на досвечивание. В зимний период численность имаго вредителя была умеренной, и на желтых клеевых ловушках отмечались единичные особи. В весенний период в конце апреля при значительном увеличении светового дня и солнечной активности начинался рост численности фитофага. Так, за месяц (с середины апреля по середину мая) количество нимф увеличивалось в 10 раз (Рисунок 29), и такая численность уже негативно сказывалась на качестве срезки цветов.

Как уже отмечалось, оранжерейная белокрылка была завезена с посадочным материалом. Очаговое применение инсектицидов в первый год вегетации, как и последующие сплошные обработки, даже при увеличении их кратности, не давали необходимого эффекта. Так, за 6 месяцев с апреля по октябрь в 2018 г. потребовалось 19 обработок разными препаратами (3 обработки в месяц), чтобы в какой-то степени снизить численность вредителя. Анализ этой ситуации свидетельствует, что завезенная популяция оранжерейной белокрылки имела низкую чувствительность к инсектицидам, а многократные обработки дополнительно способствовали развитию множественной резистентности ко всем используемым препаратам, как это было установлено в отношении обыкновенного паутинного клеща в ЗАО «Цветы» (Иванова и др., 2004).

К 2014 году на комбинате были достигнуты значительные успехи по применению фитосейулюса против обыкновенного паутинного клеща, его численность при регулярных выпусках хищника снижалась. В то же время стала возрастать численность оранжерейной белокрылки и, как уже было отмечено, проводились многократные обработки инсектицидами. Использование инсектицидов против белокрылки снижало эффективность применения фитосейулюса. Это обстоятельство привело к необходимости поиска и подбора активных в отношении оранжерейной белокрылки энтомофагов для создания их комплекса с целью максимального снижения использования инсектицидов против этого фитофага.

Глава 4. Эффективность комплекса хищных клещей и паразитоида энкарзии против сосущих вредителей при выращивании розы по малообъемной технологии

4.1. Фитосейиды разных видов и жизненных типов в борьбе с обыкновенным паутинным клещом

4.1.1. Эффективность двух культур фитосейулюса разного географического происхождения

В 2015 году была получена выборка из популяции фитосейулюса из тепличных хозяйств (притепличное пространство) Египта (условное название культуры - Египетская). Ее первичная оценка показала ряд особенностей поведения и размножения хищного клеща. В частности, клещи этой культуры активно ищут жертву на верхней стороне листа растения, в то время как фитосейулюс из культуры ВИЗР предпочитает в большей степени обитать на нижней стороне листа. Скорость роста Египетской культуры достоверно выше, чем у культуры ВИЗР, что связано с продолжительностью развития эмбрионов и временем перед откладкой яиц нового поколения (Козлова и др., 2017). Эти характеристики делают Египетскую культуру весьма перспективной для применения в борьбе с паутинным клещом в защищенном грунте. В задачи данного исследования входило проведение сравнения эффективности Египетской культуры (Еп) фитосейулюса с эффективностью культуры ВИЗР (Вп) при защите розы от обыкновенного паутинного клеща для оценки перспективности дальнейшего ее использования и селекционного улучшения.

Эксперимент по сравнительной оценке эффективности 2-х популяций хищного клеща фитосейулюса в производственых условиях проводили с середины декабря 2016 г. до середины ноября 2017 г. Первый выпуск фитосейулюса каждой из 2-х популяций был проведен 16.12. при одинаковой норме расхода 20 особей на 1 $м^2$, поскольку как по заселенности роз паутинным клещом в баллах, так и по средней численности вредителя на лист

достоверных различий между вариантами нет (при P=0.05). Последующие выпуски проводили с частотой 1 раз в 2-3 недели (иногда реже), ориентируясь на необходимость снизить заселенность культуры розы паутинным клещом до 1 балла и ниже. Ежемесячные объемы выпусков фитосейулюса представлены в таблице 14, а усредненные результаты оценки заселенности роз обыкновенным паутинным клещом – на рисунке 14.

Таблица 14. Объем выпусков хищного клеща фитосейулюса из двух разных популяций в производственных теплицах ООО «Агролидер» для борьбы с обыкновенным паутинным клещом на розе по месяцам

Месяцы выпусков	Выпущено фитосейулюса, особей на 1 м²		Соотношение фитосейулюса из двух культур – Египетская : ВИЗР
	Культура ВИЗР	Египетская культура	
декабрь	19,7	19,7	1 : 1
январь	26,3	8,22	1 : 3,2
февраль	19,7	8,22	1 : 2,4
март	19,7	19,7	1 : 1
апрель	19,7	16,4	1 : 1,19
май	13,2	9,87	1 : 1,33
июнь	13,2	0	
июль	0	0	
август	0	0	-
сентябрь	13,2	0	-
октябрь	39,5	8,22	1 : 4,8
ноябрь	26,3	8,22	1 : 3,2
Всего	210,5	98,7	1 : 2,13

Из представленных материалов (Рисунок 14) видно, что хищный клещ из Египетской культуры (Еп) более эффективен в борьбе с паутинным клещом на розах в сравнении с фитосейулюсом из культуры ВИЗР. Уже через месяц после начала эксперимента в отсеке, где выпускали Египетскую культуру, средняя заселенность роз паутинным клещом (баллы) снизилась более чем на 60 %, средняя численность вредителя на лист более чем на 20 % (Рисунок 15). В другом опытном отсеке, где выпускали фитосейулюса из культуры ВИЗР (Вп), показатели развития вредителя оставались высокими, их снижение за месяц

всего 10–11 %, несмотря на то что в этот отсек было выпущено в 1,64 раза больше фитосейулюса (Приложение Е, таблица 1).

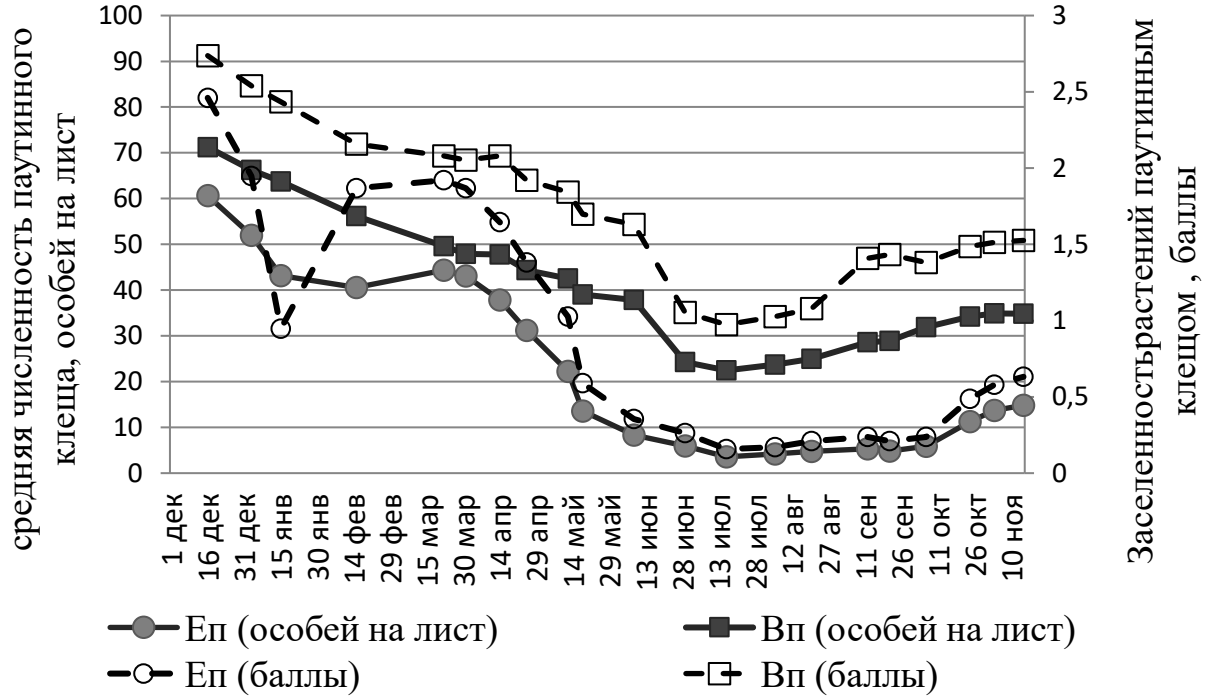


Рисунок 14. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща на розе сорта Red Naomi при выпусках хищного клеща фитосейулюса из двух культур разного происхождения. Примечание: (Е.п.) – в варианте с использованием Египетской культуры, (В.п.) – с использованием культуры ВИЗР; баллы – степень заселенности паутинным клещом в баллах; особей на лист – средняя численность паутинного клеща на лист.

На протяжении следующего месяца к середине февраля в варианте с Египетской культурой по показателю заселенности вредителем произошел подъем до уровня этого показателя в варианте с культурой ВИЗР. Но по показателю средней численности паутинного клеща на лист наблюдается снижение численности вредителя в варианте с Египетской культурой, которое опережает более чем на 10 % снижение вредителя в варианте с культурой ВИЗР.

В дальнейшем до конца марта уровень вредителя по обоим показателям и в баллах и по средней численности на лист, в вариантах с культурами Египетской и ВИЗР находились на одном уровне (достоверных различий не

было при P=0.05), но к середине апреля снижение показателей в варианте с Египетской культурой ускорилось. А к середине мая уровень вредителя на участке с Египетской культурой по баллам и по средней численности клеща на лист уменьшился в 1,8 и 1,9 раза соответственно в сравнении с участком, где использовали культуру ВИЗР.

Снижение эффективности Египетской культуры в период с февраля до конца марта, возможно, связано с двумя причинами. Во-первых, с мероприятиями по сбору урожая и уходу за растениями, а именно с пригибкой побегов, которые проводили во второй половине января до начала наблюдений. В разделе 3.1.4. анализируется влияние мероприятий по уходу за кустами на развитие популяции паутинного клеща и делается вывод о том, что уменьшение листовой массы куста в области верхней части куста после сбора урожая и пригибки побегов приводит к увеличению степени заселенности паутинным клещом молодых побегов. В данных экспериментах степень развития паутинного клеща увеличивается как в баллах, так и по количеству вредителя на лист. На участке с культурой ВИЗР, где не отмечено такое увеличение заселенности растений паутинным клещом, во второй половине февраля массовый сбор урожая проводился за 2 недели до начала наблюдений – в середине декабря. Более высокое развитие популяции паутинного клеща в этом варианте и в этот период (начало наблюдений) подтверждает наше предположение. Вторая причина скорее дополняет и усиливает первую, поскольку экспериментальные участки расположены около транспортных труб отопления. Это делает данные участки более прогретыми и сухими по сравнению с остальной частью теплицы и способствует развитию паутинного клеща, что особенно заметно именно в зимний период, когда отопление и досвечивание создают климат в теплице.

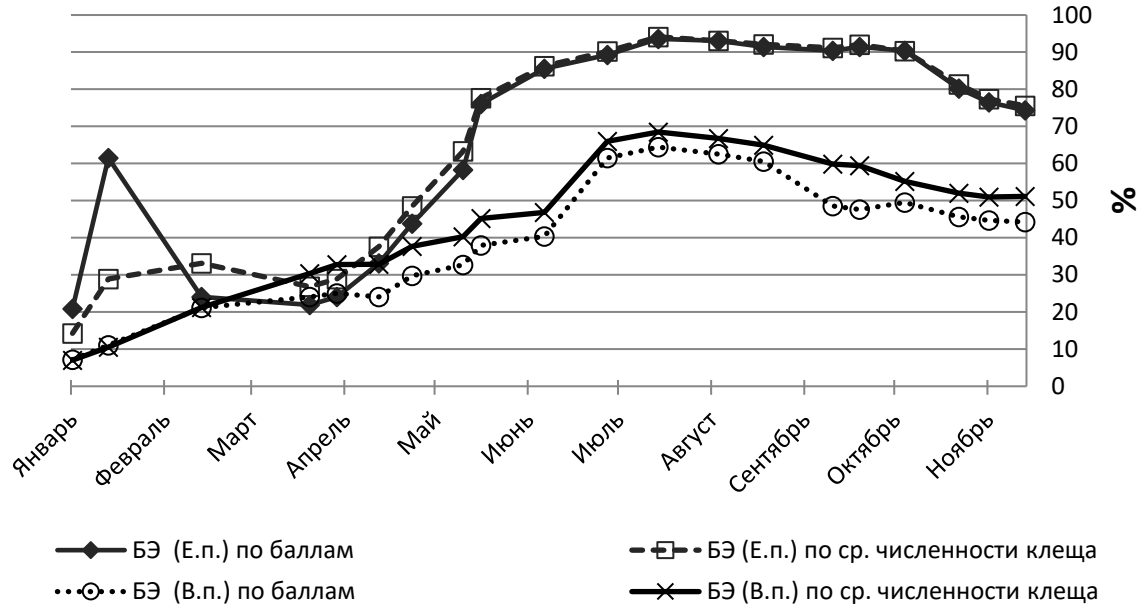


Рисунок 15. Биологическая эффективность (Б.Э.) фитосейулюса культур разного происхождения. Примечание: БЭ (Е.п.) –биологическая эффективность в варианте с использованием Египетской культуры, (В.п.) – с использованием культуры ВИЗР; по баллам – биологическая эффективность рассчитывалась исходя из степени заселенности паутинным клещом в баллах; по ср. численности клеща – биологическая эффективность рассчитывалась исходя из средней численности паутинного клеща на лист.

За весь период, с февраля и до середины мая, в варианте с фитосейулюсом Египетской культуры, акарифага было внесено в 1,57 раза меньше, чем в варианте с культурой ВИЗР (Таблица 14). Затем на протяжении 4-х месяцев с июня по сентябрь на участке с использованием Египетской культуры фитосейулюса акарифагов не вносили, но при этом снижение популяции вредителя продолжалось и к середине июля Б.Э. досигла 94 % (Приложение Е, таблица 1). Низкий уровень популяции вредителя в этом варианте сохранялся, до конца октября по заселенности вредителем не превышая 0,5 баллов, а до конца учетов в середине ноября не достигая 0,7 баллов, что достоверно не отличается от 0,5 баллов (при P=0.05).

Очевидно, такая динамика обыкновенного паутинного клеща в этом варианте связана с развитием фитосейулюса Египетской культуры, средняя численность которого с января до конца апреля была выше, чем в варианте с

культурой ВИЗР (Таблица 15). Но максимальные и достоверные (при P=0.05) различия по этому показателю (3,9 и 4,1 особей на лист) достигаются в конце марта и середине апреля. При этом соотношение хищник: жертва достигает оптимального уровня 1: 10 – 1: 9, после чего происходит интенсивное снижение численности вредителя в этом варианте. Снижение средней численности на лист фитосейулюса Египетской культуры по сравнению с культурой ВИЗР в мае, очевидно, связано со снижением численности жертвы паутинного клеща и постепенным уходом фитосейулюса из уменьшающихся колоний. Тем не менее необходимо отметить, что на протяжении всего времени наблюдений соотношение хищник: жертва в варианте с Египетской культурой фитосейулюса превышает показатели этого признака в варианте с культурой ВИЗР, причем уже с конца марта более чем в 1,5 раза, а в конце наблюдений в 1,75 раза (Таблица 15). При этом соотношение хищник: жертва с конца марта оптимальное и до конца наблюдений сохраняется на уровне 1: 6 – 1: 7 (Таблица 15). Таким образом несмотря на то, что часть хищника Египетской культуры покидает колонии жертвы, в очагах всегда остается необходимое количество акарифага, препятствующего повторному накоплению вредителя. Этого мы не наблюдаем в варианте с культурой ВИЗР. Минимальная численность жертвы в соотношении хищник: жертва не опускается ниже 10,6 особей и наблюдается в конце июня – июле, когда биологическая эффективность в этом варианте также достигает максимума. Биологическая эффекивность по баллам 60-64 %, по средней численности вредителя на лист 65-68 % (Приложение Е, таблица 1).

Количество жертвы в соотношении хищник: жертва уже в августе увеличивается до 1:12,4 – 1:12,6, (Таблица 15), но биологическая эффективность сохраняется на достигнутом уровне до начала сентября. Затем до конца наблюдений численность жертвы в соотношении хищник: жертва сохраняется на уровне выше 12 особей (1:12,4–1:14,7) а биологическая эффективность уменьшается до 45–50 % по баллам и до 51–60 % по средней численности вредителя на лист.

Таблица 15. Динамика численности фитосейулюса и соотношение фитосейулюса и паутинного клеща при применении культур хищного клеща разного происхождения

Даты учета	Культура «Египетская»		Культура «ВИЗР»	
	Средняя численность *Ph. persimilis* на лист, шт.	Соотношение хищник: жертва **1:**	Средняя численность *Ph. persimilis* на лист, шт.	Соотношение хищник: жертва **1:**
3 янв	2,07 ±0,251	25,2	1,85 ± 0,2278	35,8
15 янв	2,9 ± 0,356	14,9	2,2 ± 0,2374	28,9
15 фев	3,05 ± 0,283	13,3	2,63 ± 0,232	21,3
22 мар	3,08 ± 0,287	14,4	2,78 ± 0,248	17,8
31 мар	3,97 ± 0,450	10,8	2,82 ± 0,284	17,0
14 апр	4,12 ± 0,465	9,2	2,93 ± 0,286	16,3
25 апр	3,62 ± 0,419	8,6	2,95 ± 0,272	15,0
12 май	2,63 ± 0,318	8,4	3,03 ± 0,349	14,0
18 май	1,63 ± 0,264	8,3	3,05 ± 0,353	12,8
8 июн	1,17 ± 0,231	7,1	3,35 ± 0,508	11,3
29 июн	0,883 ± 0,231	6,7	2,28 ± 0,379	10,6
16 июл	0,55 ± 0,165	6,5	2,07 ± 0,346	10,9
5 авг	0,63 ± 0,187	6,6	1,92 ± 0,270	12,4
20 авг	0,73 ± 0,223	6,5	1,98 ± 0,226	12,6
12 сен	0,88 ± 0,247	6,1	2,48 ± 0,270	11,5
21 сен	0,82 ± 0,249	5,9	2,23 ± 0,265	12,9
6 окт	1,10 ± 0,243	5,3	2,42 ± 0,299	13,2
24 окт	1,62 ± 0,285	6,9	2,32 ± 0,272	14,7
3 ноя	1,97 ± 0,321	6,9	2,63 ± 0,207	13,2
15 ноя	2,08 ± 0,344	7,1	2,80 ± 0,255	12,4

По результатам этого эксперимента можно заключить, что хищный клещ фитосейулюс Египетской культуры справился с подавлением обыкновенного паутинного клеща на розахюолее эффективно, чем фитосейулюс из культуры ВИЗР. Как мы уже отмечали, в лабораторных исследованиях Козловой и др. (2017) была выявлена более высокая скорость нарастания Египетской культуры по сравнению с культурой ВИЗР, что связано с продолжительностью развития эмбрионов и временем перед откладкой яиц нового поколения (Козлова и др., 2017). В наших экспериментах, проводимых в производственных условиях, увеличение скорости роста Египетской культуры

акарифага более значительное по сравнению с культурой ВИЗР именно в те периоды, когда происходит рост численности вредителя, это видно на рисунке 16.

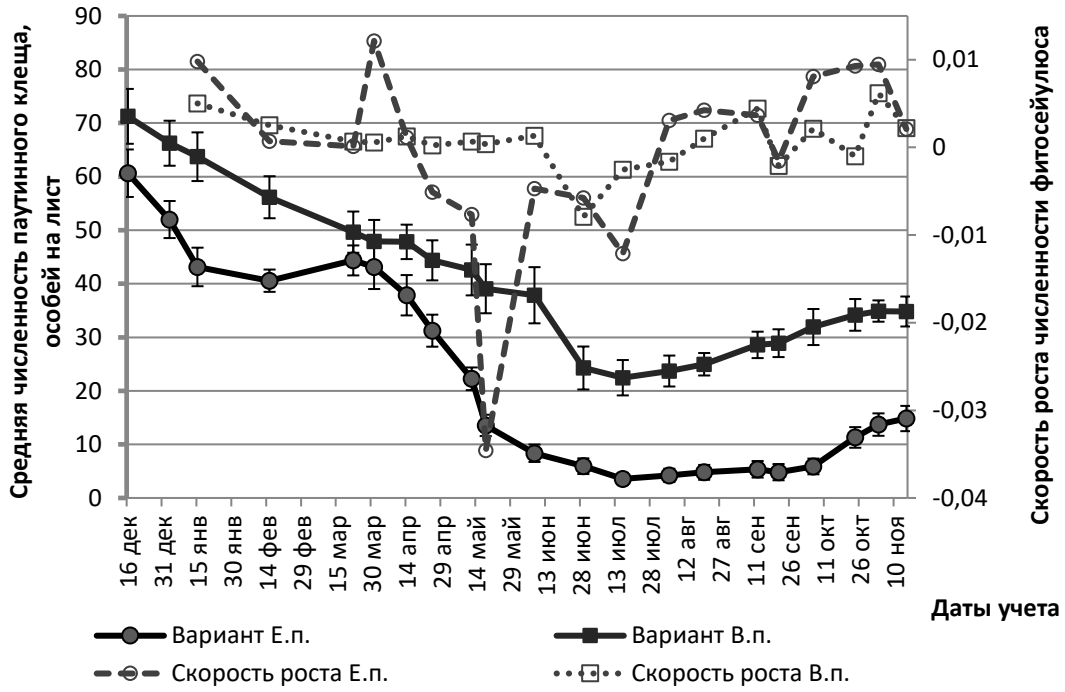


Рисунок 16. Изменение численности обыкновенного паутинного клеща и скорости роста (R) популяции фитосейулюса. Примечание: Вариант Е.п. – средняя численность паутинного клеща на лист в варианте с применением фитосейулюса Египетской культуры; Вариант В.п. – с применением культуры ВИЗР.

Увеличение скорости роста обоих популяций акарифага в период увеличения популяций вредителя – естественный процесс, поскольку репродуктивный потенциал фитосейулюса реализуется при наличии жертвы. Но разный характер изменения скорости роста у двух популяции акарифага может объясняться только тем, что скорость развития генерации у фитосейулюса Египетской культуры выше, чем у фитосейулюса культуры ВИЗР, и, кроме того, время между генерациями у фитосейулюса Египетской культуры меньше, чем у фитосейулюса культуры ВИЗР. Эти два фактора уменьшают неэффективное время, когда хищник не уничтожает вредителя. Но при этом, по данным Е.Г. Козловой и др. (2017), время развития нимф, то есть основное время потребления жертвы, не уменьшено относительно культуры

ВИЗР. Все это в целом увеличивает эффективное время хищника, а при более быстром развитии генерации и более быстром появлении нового поколения увеличивает эффективность популяции в целом. Особенность развития Египетской культуры фитосейлюса, возможно, связана с условиями среды, в которой хищник обитает длительное время, а именно с высокими температурами и низкой влажностью воздуха в летний период, который в Египте весьма продолжительный. Известно, что наиболее уязвимая стадия развития в таких условиях именно эмбриональная. Вероятно, в указанных условиях происходил естественный отбор в направлении ускорения прохождения уязвимой стадии развития в условиях высокой температуры. То, что не укорачивается время нимфального развития, можно объяснить тем, что активное потребление жертвы дает возможность виду выживать и при низкой влажности.

Применение Египетской культуры фитосейулюса может дать гораздо больший биологический и экономический эффект. Для сдерживания численности вредителя на уровне ниже 1 балла фитосейулюса Египетской культуры потребовалось почти в 2,1 раза меньше, чем фитосейулюса культуры ВИЗР (98,7 и 210,5 особей на 1 м^2 соответственно) за все время наблюдений – 11 месяцев. Также при использовании Египетской культуры фитосейулюса подавление паутинного клеща в очагах происходит значительно (в 1,7 раза) быстрее (Козлова и др. 2018). В целом можно заключить, что исследуемая популяция перспективна для дальнейшего применения, изучения и селекционного улучшения по хозяйственно важным признакам.

Второй эксперимент, целью которого было уточнение норм внесения хищника каждой из двух популяций при разных степенях заселенности паутинным клещом, проводился в июне – июле. В этот период температурные условия были благоприятны для развития как фитофага, так и хищника. Экспериментальные участки выбирали таким образом, что начальная средняя численность паутинного клеща на лист на каждом уровне заселенности не

имела достоверных различий между оцениваемыми популяциями (Рисунки 17 А и Б).

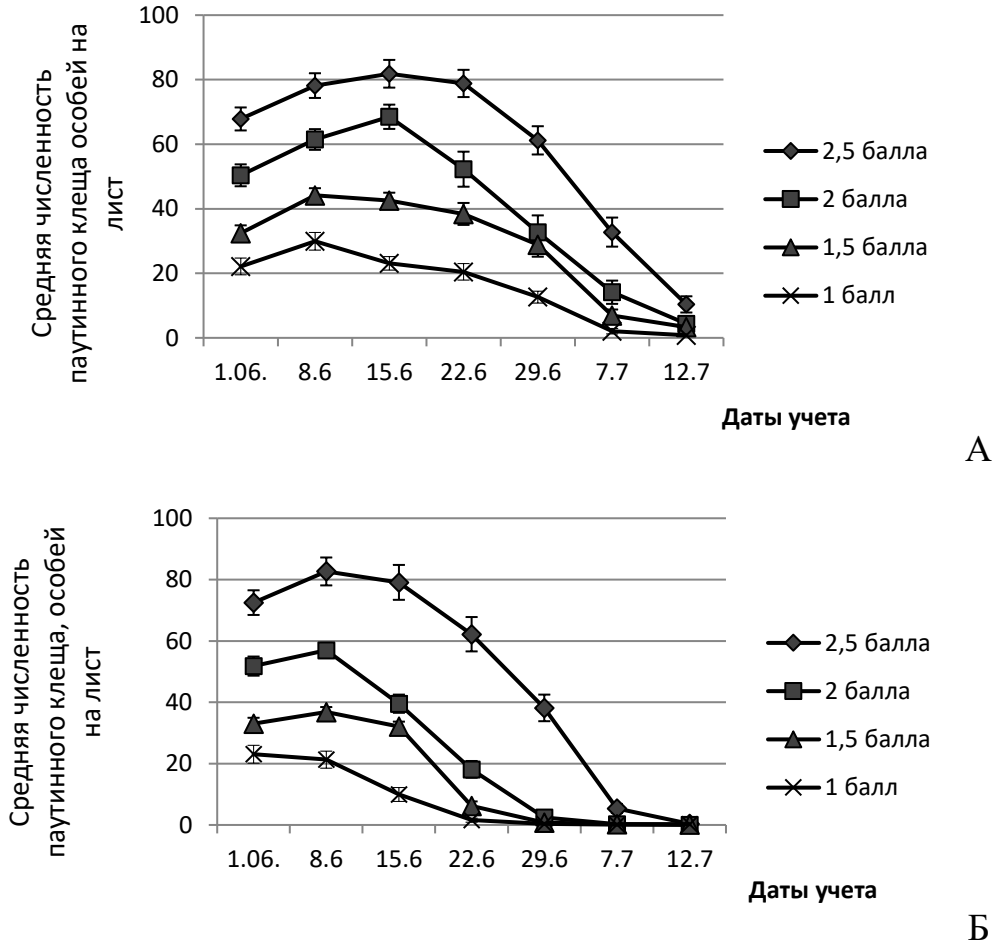


Рисунок 17. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща на розе сорта Red Naomi при выпусках хищного клеща фитосейулюса из двух культур разного происхождения на участки с разной заселенностью фитофагом. (А) кульура фитосейулюса ВИЗР, (Б) культура фитосейулюса Египетская.

Через неделю после первого внесения акарифага такое состояние паутинного клеща изменилось. Во всех вариантах внесения фитосейулюса культуры ВИЗР наблюдается увеличение численности вредителя, и различия достоверны (при P=0.05). Но в вариантах с Египетской культурой акарифага увеличение численности паутинного клеща наблюдается только в вариантах 1,5; 2; 2,5 балла заселенности вредителем, и оно незначительно, особенно в варианте 1,5 балла (различия недостоверны при P=0.05), а в варианте 1 балл наблюдалось незначительное уменьшение численности вредителя.

Еще через неделю во всех вариантах внесения Египетской культуры фитосейулюса численность паутинного клеща начала снижаться. В группе вариантов, где вносили фитосейулюса культуры ВИЗР, значительное изменение (снижение численности вредителя) отмечено только в варианте 1 балл. В остальных вариантах изменения были незначительными (недостоверны при P=0.05), в вариантах 2 и 2,5 балла продолжал наблюдаться рост численности вредителя, а в варианте 1,5 балла – остановка роста. Различия средней численности паутинного клеща между вариантами с внесением Египетской культуры фитосейулюса и культуры ВИЗР оказались высоко достоверными (при P=0.01) в вариантах 1; 1,5 и 2 балла.

На 3, 4, 5 и 6-ю недели темпы снижения паутинного клеща в группе вариантов с использованием Египетской культуры хищника были таковы, что различия по средней численности вредителя на лист между одинаковыми вариантами культур ВИЗР и Египетская были высоко достоверны (при P=0.05). Исключение составляет вариант 1 балл во время последнего учета, где различия между популяциями по численности вредителя были недостоверны.

В целом темпы снижения численности обыкновенного паутинного клеща при использовании фитосейулюса Египетской культуры были значительно выше, чем у культуры ВИЗР. Биологическая эффективность более 95% наблюдалась в вариантах с внесением фитосейулюса Египетской культуры через 4 недели в вариантах 1; 1,5 и 2 балла, и только в варианте 2,5 балла в этот момент биологическая эффективность была 47 % (Таблица 16). При использовании фитосейулюса культуры ВИЗР только в варианте 1 балл был достигнут такой же уровень биологической эффективности – 96 %, но на 2 недели позже, чем в вариантах с Египетской кульурой. В остальных вариантах с культурой фитосейулюса ВИЗР на момент последнего учета биологическая эффективность составляла 90, 91 и 85 % в вариантах 1, 5, 2 и 2,5 балла соответственно, что ниже, чем в вариантах с Египетской культурой. Эти

различия между популяциями достоверны у вариантов 2 и 2,5 балла (при P=0.05).

Таблица 16. Биологическая эффективность (%) применения фитосейулюса культур разного географического происхождения при разной степени заселенности обыкновенным паутинным клещом

Даты учета	Культура ВИЗР, баллы				Культура Египетская, баллы			
	2,5	2	1,5	1	2,5	2	1,5	1
1.06	0	0	0	0	0	0	0	0
8.06	0	0	0	0	0	0	0	7,66 ±5,54
15.06	0	0	0	0	0	23,7 ±5,91	2,82 ±2,88	56,9± 10,31
22.06	0	0	0	7,53 ±5,61	14,2 ±4,10	64,9 ±6,63	81,3 ±6,78	93,2 ±5,24
29.06	9,78± 3,61	35,1± 6,72	11,2 ±5,53	42,9± 10,52	47,4 ±5,86	95,2 ±2,96	97,8 ±2,56	98,3± 2,72
7.07	51,7 ±6,07	71,9± 6,33	78,6 ±7,19	90,7± 6,18	92,6 ±3,07	99,4 ±1,05	99,3 ±1,46	99,6 ±1,37
12.07	84,7 ±4,37	91,3± 3,96	89,7± 5,33	96,4± 3,97	99,5 ±0,83	100±	99,5± 1,23	98,9 ±2,08

Опережение по снижению численности паутинного клеща при внесении фитосейулюса Египетской культуры по сравнению с культурой ВИЗР, очевидно, связано с разными темпами накопления хищника после выпусков. Средняя численность фитосейулюса на лист при внесении Египетской кульуры хищника в первые две недели учетов была значительно выше, чем у культуры ВИЗР во всех вариантах заселенности вредителем (Рисунки 18 А, Б).

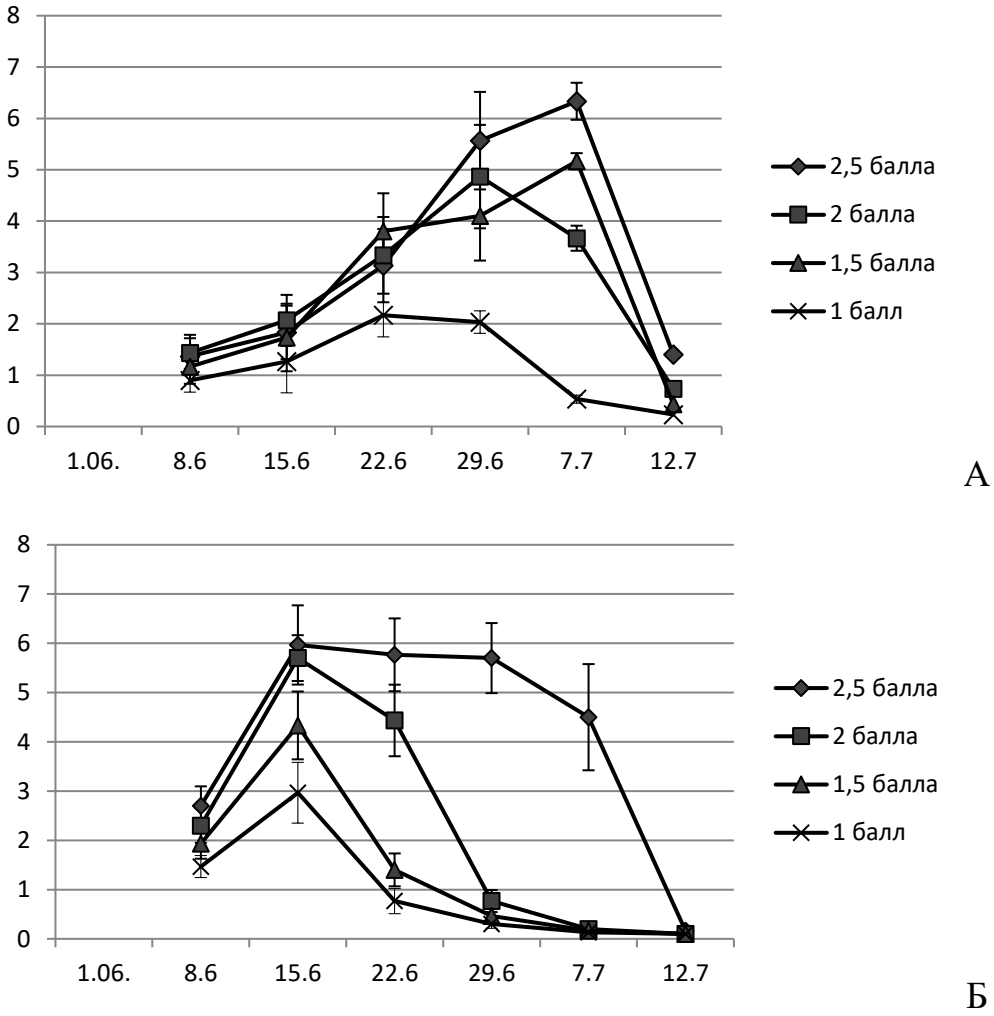


Рисунок 18. Динамика численности фитосейулюса на розе сорта Red Naomi при выпусках хищного клеща из двух культур разного происхождения на участки с разной заселенностью обыкновенным паутинным клещом. (А) культура ВИЗР, (Б) культура Египетская

Через неделю после внесения – в 2 раза выше в варианте 2,5 балла и в 1,6 раз выше в вариантах 2; 1,5 и 1 балл (достоверно при P=0.05). Через 2 недели – в 3,2; 2,7; 2,5 и 2,3 раза выше в вариантах 2,5; 2; 1,5 и 1 балл соответственно (достоверно при P=0.01).

Благоприятное соотношение хищник: жертва в варианте с культурой фитосейулюса Египетская сложилось уже на 2-ю неделю после внесения (средняя численность от 3 до 6 особей на лист), а в варианте с культурой фитосейулюса ВИЗР – только на 4-ю неделю после начала выпусков хищника (от 2 до 5,5 особей на лист) (Таблица 17). Дальнейшее снижение средней численности хищника на лист при использовании культуры фитосейулюса

Египетская на 4, 5 и 6-ю недели связано со снижением численности жертвы. Соотношение хищник: жертва в этом варианте на протяжении всего времени наблюдения было выше, чем в вариантах, где использовали популяцию ВИЗР (Таблица 17).

Таблица 17. Нормы внесения фитосейулюса и динамика соотношения хищник: жертва у культур разного географического происхождения и в разных вариантах заселенности обыкновенным паутинным клещом

Культуры	Заселенность паутинным клещом, баллы	Норма внесения фитосейулюса, особей на м^2							Всего особей на 1 м^2
		Соотношение хищник: жертва **1:**							
		1.06	8.06	15.06	22.06	29.06	7.07	12.07	
«ВИЗР»	2,5	40	40	40	40				160
			57,2	44,6	25,2	10,9	5,17	7,40	
	2	40	40	40					120
			42,9	33,2	15,7	6,72	3,85	5,95	
	1,5	40	40	40					120
			37,9	24,5	10,1	7,03	1,34	7,69	
	1	40	40						120
			33,3	18,2	9,45	6,21	3,88	3,43	
«Египетская»	2,5	40	40						80
			30,6	13,3	10,8	6,70	1,19	2,20	
	2	40	40						80
			24,8	6,94	4,09	3,22	1,50	0,00	
	1,5	40	40						80
			19,1	7,41	4,40	1,57	1,40	1,67	
	1	40							40
			14,5	3,35	2,04	1,33	0,75	2,33	

При этом необходимо отметить, что количество внесений хищника и соответственно норма хищника на 1 м^2 при использовании фитосейулюса Египетской культуры было меньше, чем при использовании культуры ВИЗР в 2; 1,5; 1,5 и 2 раза в вариантах 2,5; 2; 1,5 и 1 балл соответственно (Таблица 17).

Таким образом, очевидно, что более быстрое снижение численности вредителя при использовании фитосейулюса Египетской культуры связано со значительно более быстрым накоплением хищника из этой популяции по сравнению с фитосейулюсом из культуры ВИЗР.

Также по результатам этого эксперимента можно отметить, что средняя численность фитосейулюса – 4–6 особей на лист является оптимальной даже при достаточно высокой численности паутинного клеща на лист (2.5 балла). При такой численности акарифага наблюдается благоприятное соотношение хищник: жертва, и это является сигналом, что дополнительные внесения фитосейулюса не требуются. Этот факт подтверждает правильность методики учета фитосейулюса, дающего сигнал об отмене внесений акарифага при 5 самках на лист (глава Материалы и методы).

4.1.2. Эффективность совместного и раздельного применения хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Neoseiulus californicus*

Помимо того что *N. californicus* относят к промежуточному (между 2-м и 3-м) жизненному типу по классификации McMurtry & Croft (1997) и поэтому этот вид способен переживать отсутствие или низкий уровень целевой жертвы – паутинного клеща, этого хищника рекомендуют применять против паутинного клеща самостоятельно или чаще с *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. в условиях пониженной влажности (Intraspecific variation …, 2007). В таких условиях у фитосейулюса снижается скорость роста популяции по причине гибели эмбриональнй и личиночной стадий развития. Исследования S. Blümel и A. Walzer (2002) на розах показали успешное совместное применение двух хищников *Ph. persimilis* и *N. californicus,* но одиночное применение *N. californicus* было неэффективным в связи со стремительным развитием вредителя, несмотря на присутствие хищника на растениях. По результатам исследования авторы делают вывод, что необходимы исследования по выявлению оптимального времени внесения хищников.

В связи с этим мы провели эксперименты по оценке эффективности двух акарифагов *Ph. persimilis* и *N. californicus* при совместном и раздельном применении в весенний период с начала марта, когда начинался рост популяции паутинного клеща до середины июня, на протяжении 15 недель.

Участки для проведения наблюдений выбирали таким образом, что численность паутинного клеща в вариантах с *Ph. persimilis* достоверно не различалась при P=0.05) и была больше, чем в варианте с отдельным применение *N. californicus,* поскольку этот вид рекомендуется применять профилактически или при низкой численности вредителя.

В варианте с использованием одного фитосейулюса средняя начальная численность паутинного клеща – 14,9 особей на 1 лист (Рисунок 19). В первые 4 недели (на протяжении марта) наблюдается очень медленное накопление фитосейулюса на растениях, несмотря на то что в этот период было внесено

25 особей на 1 м^2 – более трети (36 %) от всего количества внесенного хищника. Очевидно, в связи с медленным накоплением фитосейулюса наблюдалось увеличение численности паутинного клеща в течение первых 7-ми недель (в 3,7 раза).

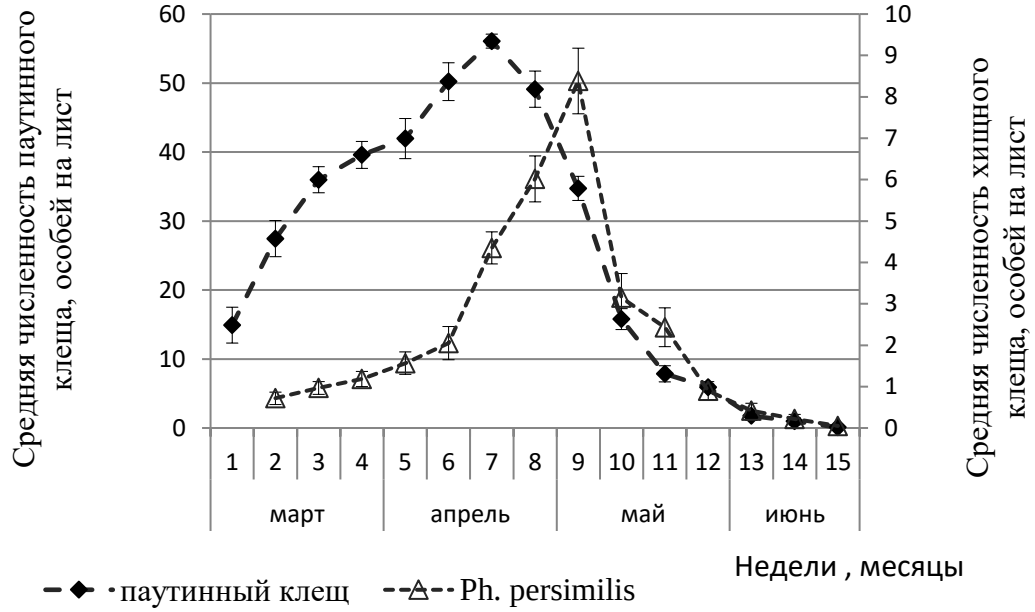


Рисунок 19. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща при использовании хищногоклеща *Ph. persimilis*

Соотношение хищник: жертва на протяжении всего марта была не оптимальная – от 1: 38 до 1: 33 (Таблица 18). Более активное накопление акарифага началось во второй половине апреля – начале мая (7– 9 недели). После того как соотношение хищник: жертва достигла 1: 12,9, наблюдалась остановка роста численности паутинного клеща. А при соотношении 1:8,2 началось интенсивное (за 3 недели в 3,5 раза) снижение вредителя. За этот период (8–10 недели) численность паутинного клеща вернулась к первоначальному уровню. Биологическая эффективность 88 % была достигнута через 3 месяца (на 13-й неделе начало июня) после начала эксперимента. К концу учетов на 15- й неделе эффективность достигла 99,4 %.

Таблица 18. Биологическая эффективность и соотношение хищник: жертва при внесении *Ph. persimilis*

Месяцы	Недели	Биологическая эффективность, %	Соотншение *Ph. persimilis*: *T. urticae*
март	2		1: 38,3
	3		1: 37,2
	4		1: 33,4
апрель	5		1: 26,8
	6		1: 24,5
	7		1: 12,9
	8		1: 8,16
май	9		1: 4,14
	10		1: 5,01
	11	47,4	1: 3,23
	12	60,6	1: 6,54
июнь	13	88,04	1: 4,28
	14	93,5	1: 4,46
	15	99,4	1: 1,67

Таким образом, для контроля численности вредителя потребовалось длительное время, что объясняется медленным накоплением акарифага в марте и, очевидно, связано с недостаточно оптимальными для интенсивного развития хищника температурой (средняя температура марта 19,5 °C), относительная влажность воздуха изменялась от 60 % до 70 %. В конце апреля условия изменяются: дневная температура в солнечную погоду достигает 25–27 °C, влажность в зоне куста увеличивается до 75 %. Благоприятные условия температуры и влажности в мае и июне способствовали значительному накоплению хищника и уничтожению вредителя. Снижение численности фитосейулюса на опытном участке в конце наблюдений объясняется отсутствием жертвы и миграцией хищника в поисках новых колоний паутинного клеща.

В варианте с отдельным использованием *N. californicus* был выбран участок с самой низкой начальной численностью паутинного клеща, в среднем 5,7 особей на лист (Рисунок 20). Это связано с тем, что *N. californicus*, используемый для биологической борьбы с паутинными клещами на

различных полевых (McMurtry & Croft, 1997) и тепличных культурах (Greco et al. 2005; Comparison of single …, 2006; Biocontrol of two-spotted …, 2003; Elmoghazy et al., 2011), проявляет более низкие функциональные и численные реакции на *T. urticae*, чем *Ph. persimilis* (Friese, Gilstrap, 1982; Gilstrap, Friese, 1985). Кроме того, исследования Schausberger и Walzer (2001) показали, что слабый генералист *N californicus* питается на окраинах колонии жертвы, тогда как *Ph. persimilis* кормился на ее середине, и борьбу с паутинным клещом на таких растениях можно было бы усилить последовательным выпуском этих двух видов. (Schausberger, Walzer, 2001).

В связи с этим ожидалось эффективное сдерживание роста численности вредителя на низком уровне на протяжении длительного времени. Но полученный результат не подтвердил ожидаемой эффективности. На протяжении 6-ти недель, от начала эксперимнта до середины апреля, происходило интенсивное нарастание численности вредителя, которая за этот период увеличилась более чем в 6 раз (Рисунок 20). Весь этот период количество хищного клеща *N. californicus* изменялось не последовательно, а скачкообразно, из чего следует, что хищник не накапливался на растениях, а скачкообразное увеличение его численности наблюдалось только сразу после очередного внесения акарифага. Однако в середине апреля рост численности паутинного клеща остановился, и это торможение роста вредителя продолжалось до середины мая.

Далее, в середине мая (10-я неделя), несмотря на все предупредительные меры (см. Материалы и методы), отмечено появление акарифага - специалиста *Ph. persimilis,* в связи с чем *N. californicus* больше не вносили. Несмотря на остановку внесения *N. californicus*, наблюдалось не только сохранение, но даже рост (статистически достоверный при P=0.01) численности этого хищника на протяжении всего мая в 2 раза после последнего внесения, что, возможно, связано с увеличением температуры в этот период.

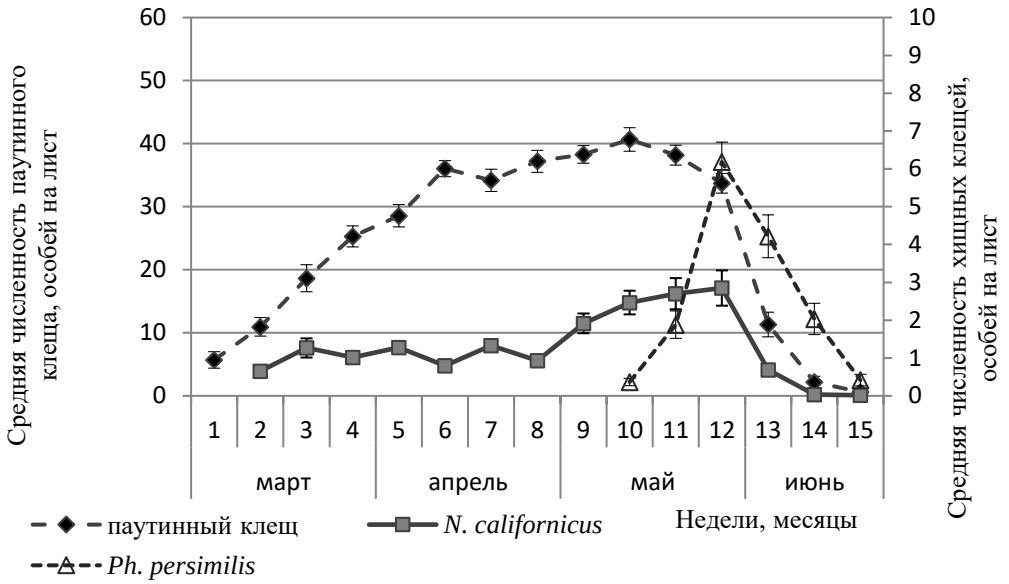


Рисунок 20. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща и двух хищных клещей при отдельном внесении *N. californicus*

После периода роста численность хищника опять снизилась значительно, вместе со значительным снижением численности вредителя, но полной элиминации *N. californicus* до конца наблюдений не отмечалось (Таблица 19).

Таблица 19. Биологическая эффективность и соотношение хищник: жертва при внесении *N. californicus*

Месяцы	Недели	Биологическая эффективность, %	Соотношение *N. californicus* : *T. urticae*	Соотношение *Ph. Persimilis* : *T. urticae*
март	2		1: 16,8	
	3		1: 14,7	
	4		1: 24,9	
апрель	5		1: 22,3	
	6		1: 45,0	
	7		1: 25,6	
	8		1: 39,9	
май	9		1: 19,9	
	10		1: 16,5	1: 110,9
	11		1: 14,1	1: 20,3
	12		1: 11,8	1: 5,5
июнь	13		1: 16,6	1: 2,7
	14	61,7	1: 65,5	1: 1,1
	15	89,5	1: 36,0	1: 1,4

Отсутствие сдерживания роста популяции вредителя в период март - середина апреля, вероятно, связано с тем, что прожорливость присутствовавшего на растениях хищника была недостаточно высокой. В то же время, по литературным данным, при низкой численности вредителя (до 10 особей) *N. californicus* уничтожает более 80% жертвы (Friese, Gilstrap, 1982).

Значительная связь эффективности с хищнической активностью подтверждается тем, что соотношение *N. californicus*: паутинный клещ в марте (3, 4 неделя) и в мае (10–11 недели) (Таблица 19) были одинаковыми, но динамика численности паутинного клеща имела разные направления. Поэтому, вероятно, хищническая активность *N. californicus,* как и репродуктивная, определились температурными условиями, которые не-высоки в марте и начале апреля. В результате повышения температуры в середине апреля (6-я неделя) и началось торможение развития обыкновенного паутинного клеща, очевидно, в связи с увеличением потребления жертвы хищником *N. californicus* и ростом его популяции с начала мая. В то же время стабильное снижение численности паутинного клеща началось, после того как на участке был обнаружен и начал накапливаться фитосейулюс *Ph. persimilis* в конце мая – начале июня (12, 13 недели). Поэтому значительное увеличение биологической эффективности в конце июня – 89,5 %, очевидно, связано с появленем этого хищника (Таблица 19). Появление фитосейулюса на участке с *N. californicus* можно объяснить миграцией клеща с участка с одиночным использованием *Ph. persimilis,* несмотря на пространственную изоляцию и дополнительную обработку соседних участков акарицидом. Появление фитосейулюса на участке с *N. californicus* на 10-й неделе совпало со снижением его численности на участке с одиночным использованием *Ph. persimilis,* где численность жертвы также значительно снизилась. А после достижения соотношения фитосейулюс: паутинный клещ - 1:5,5 (12-я неделя) началось устойчивое снижение численности паутинного клеща (Таблица 19).

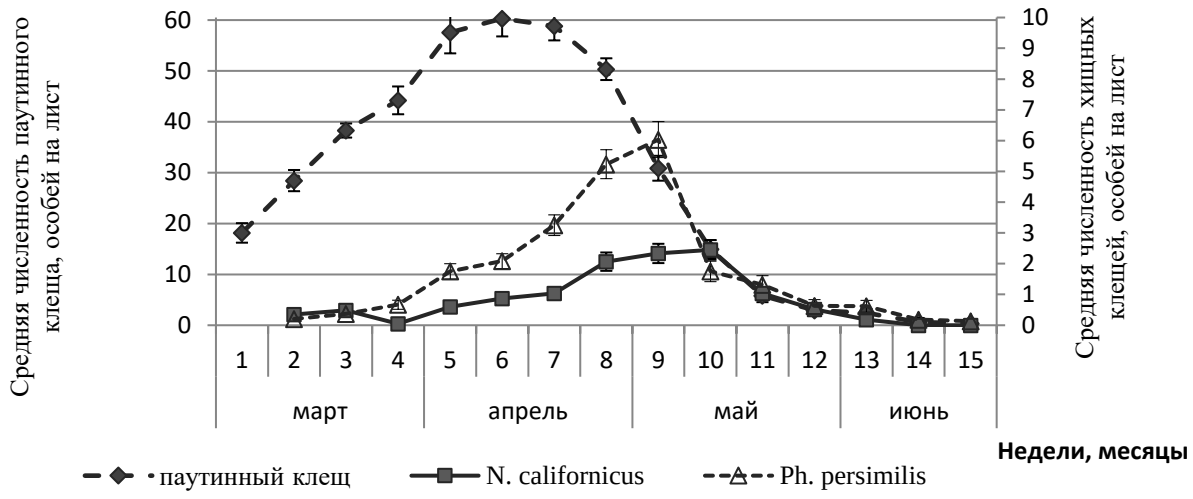


Рисунок 21. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща при совместном использовании *Ph. persimilis* и *N. californicus*

При совместном внесении *Ph. persimilis* и *N. californicus* начало заметного уменьшения численности вредителя отмечено, когда сложилось соотношение фитосейулюс: паутинный клещ 1: 11,3. Более значительное снижение, в 2 раза, при достижении соотношения 1: 8,2 (Таблица 20).

Таблица 20. Биологическая эффективность применения хищников и соотношение хищник: жертва при внесении *Ph. persimilis* и *N. californicus*

Месяцы	Недели	Биологическая эффективность, %	Соотношение *N. californicus* : *T. urticae*	Соотношение *Ph. Persimilis* : *T. urticae*
март	2		1: 81,2	1: 142,2
	3		1: 79,2	1: 104,4
	4		1: 884,3	1: 75,5
апрель	5		1: 95,9	1: 33,6
	6		1: 69,6	1: 28,9
	7		1: 56,9	1: 17,7
	8		1: 24,4	1: 11,3
май	9		1: 13,2	1: 8,2
	10	17,4	1: 6,11	1: 8,6
	11	67,8	1: 5,66	1: 4,44
	12	83,8	1: 5,7	1: 4,63
июнь	13	86,7	1: 13,2	1: 3,92
	14	96,6		1: 3,36
	15	98,1		1: 2,62

При совместном применении двух хищных клещей такое оптимальное соотношение фитосейулюс: паутинный клещ достигнуто на неделю позже,

чем при отдельном применении *Ph. persimilis*. Возможно, это связано с более низкой нормой внесения *Ph. persimilis* совместно с *N. californicus,* чем при внесении фитосейулюса отдельно и в связи с этим более медленным его накоплением. Общая норма 55 особей на м^2, что на 22 % ниже, чем в варианте с *Ph. persimilis*.

Но, несмотря на небольшое запаздывание накопления популяции фитосейулюса, биологическая эффективность более 60 % в варианте с совместным применение хищников достигнута на неделю раньше, чем при применении фитосейулюса отдельно. Сходный уровень биологической эффективности – 86 % и 88 % также был достигнут через 3 месяца – на 13-ю неделю после начала учетов, как и в варианте с *Ph. persimilis* (Таблица 20). Развитие популяции *N. californicus,* как уже отмечалось, в обоих вариантах его применения в марте и апреле не наблюдалось. Отмечено было накопления хищника в мае с увеличением численности в 2-2,5 раза. В дальнейшем в июне происходило снижение численности хищника до нуля. Влияние *N. californicus* на популяцию вредителя проявлялось только в торможении развития популяции вредителя, наблюдаемом в обоих вариантах с *N. californicus* в середине апреля (6-я – 7-я недели наблюдений) (Рисунок 21). На рисунках 20 и 21 диаграмма численности паутинного клеща в этот период образует плато, причем в варианте с отдельным *N. californicus* это плато продолжается дольше, до тех пор, пока не появляется *Ph. persimilis* (на 10-й неделе). А в варианте с совместным применением хищных клещей плато короткое, всего 3 недели. Вероятно, *N. californicus* при внесении уничтожает фитофага и тормозит его дальнейшее развитие, но происходит это в определенных условиях. Как уже отмечалось, *N. californicus* теплолюбив и его хищническая и репродуктивная активность была недостаточна в марте, когда происходило накопление вредителя. В апреле при повышении температуры клещ, очевидно, становится более активным и способен в определенной мере сдерживать рост популяции вредителя, а в конце мая даже способен накапливаться, как отмечалось в варианте с отдельным применением этого хищника. Возможно,

в этом варианте *N. californicus* внес свой вклад в снижение численности вредителя, благодаря этому накоплению, но в связи со значительным развитием фитосейулюса невозможно оценить значимость деятельности *N. californicus* в конце мая.

Начальное соотношение *N. californicus*: паутинный клещ различалось в двух вариантах. В варианте с отдельным применением клеща начальное соотношение 1: 16,8 (Таблица 19), при совместном применении с фитосейулюсом – 1: 81 (Таблица 20). Это объясняется тем, что в этот период в двух вариантах имелось значительное различие средней численности паутинного клеща на лист (Рисунки 20, 21), в то время как по средней численности хищника на лист достоверное различие не наблюдалось. Тем не менее в обоих вариантах динамика паутинного клеща сходная, и снижение численности паутинного клеща начинается только тогда, когда соотношение *Ph. persimilis*: паутинный клещ достигает оптимального уровня в варианте с совместным применением хищников 1: 13 на 9-ю неделю, в варианте с отдельным применением *N. californicus* 1: 5,5 на 3 недели позже (12-я неделя). В работе M. El-Saiedy и M. Fahim (2021) *N. californicus* предлагалось вносить при начальном соотношении 1:7 (El-Saiedy, Fahim, 2021). В наших экспериментах такое соотношение было достигнуто только в варианте с совместным применением хищников на 10, 11, 12 недели, что, конечно, в большей стпени связано со снижением численности паутинного клеща и в меньшей в связи с ростом численности *N. californicus*.

Таким образом, по результатам эксперимента не было отмечено высокоэффективного регулирования вредителя хищным клещом *N. californicus* при одиночном применении, а наблюдалось только сдерживание роста численности популяции паутинного клеща при увеличении численности *N. californicus,* которая отмечалось только в мае (в 2-2,5 раза), когда температура в теплице повысилась в дневное время до 25-26°C. Во всех вариантах успех защиты был обеспечен присутствием и развитием популяции *Ph. persimilis*.

Результат нашего эксперимента отличается от результатов, полученных в Австрии S. Blümel и A. Walzer (2002) на розах, выращиваемых на срезку. Эти эксперименты в отличие от наших были более длительными, с марта по сентябрь, но начинались в одно время с нашими. По их результатам наиболее эффективным оказался вариант с совместным применением двух видов хищников. При этом *N. californicus* сохранялся дольше и был более многочисленым, чем *Ph. persimilis* и, по мнению авторов, возможно, вытеснил *Ph. persimilis* к концу наблюдений. Такого же рода ситуация наблюдалась в исследованиях J.H. Buxton (1999), где два хищника также применялись совместно для борьбы с паутинным клещом на растении Ceanothus в открытом грунте. К концу наблюдений, когда паутинный клещ был уничтожен, *N. californicus* остался на растениях и стал доминирующим, в то время как *Ph. persimilis* элиминировался. J.H. Buxton (1999) предположил, что это связано с тем, что наблюдения проводились на открытом воздухе и *N. californicus* обладает более высокой толерантностью к низким температурам (Buxton, 1999). По нашему мнению, оба эти предположения спорны. Что касается вытеснения хищника-специалиста (*Ph. persimilis*) хищником – генералистом (*N. californicus*) скорее всего, наблюдается не вытеснение, а замещение, поскольку известно, что дейтонифы и взрослые стадии развития фитосейулюса мигрируют с растений с низкой плотностью жертвы или при ее отсутствии (Zemek, Nachman, 1998). Это связано с тем, что фиосейулюс является специалистом (I жизненный тип) по McMurtry & Croft (1997). В то же время *N. californicus* относится ко II-му жизненному типу по McMurtry и Croft (1997) и может находиться на растениях с низким уровнем жертвы и даже в ее отсутствии. Поэтому в исследованиях S. Blümel & A. Walzer (2002) и J.H. Buxton (1999) снижение численности фитосейулюса к концу наблюдений скорее связано с его миграцией.

Что касается более высокой толерантности к низким температурам у *N. californicus* по сравнению с *Ph. persimilis*, это идет вразрез с данными экспериментов ряда европейских авторов. D. Vangansbeke с соавторами в

условиях умеренных температур (при температурах 15 °С и 20 °С и переменных 20/5 °С и среднесуточной 15 °С) показали, что демографические показатели: скорость роста популяции $\mathbf{r_m}$, продуктивность самок (по самкам) R_0 и среднее время удвоения популяции DT у *Ph. persimilis* достоверно выше, чем у *N. californicus* (Alternating temperatures …, 2013).

Отсутствие реализации предполагаемой эффективности *N. californicus* в наших экспериментах, вероятно, связана с тем, что в условиях их проведения (теплиц с розами на срезку на Северо-западе России) период более низкой влажности и невысокой численности вредителя, когда клещ *N. californicus* должен быть более эффективен, чем *Ph. persimilis*, как правило, наблюдается в зимне-ранневесенний период и связан с более низкой температурой, а не с высокой, как в условиях субтропикой и регионов с мягким климатом. Среднесуточная температура в нашей теплице с ноября по апрель – 19-20 °С. Такие условия оптимальны, но недостаточны для интенсивного развития *Ph. persimilis* и, как следствие, повышения его эффективности. Но и для *N. californicus* они не являются благоприятными. Даже в оптимальных условиях 25-26°С *N. californicus* развивается почти в 2 раза медленнее фитосейулюса (Zhang, 2003). Плодовитость *N. californicus* в оптимальных условиях в 1,7–2,2 раза ниже, чем у фитосейулюса (Biology and predation …, 2006; Nguyen, Amano, 2009).

Таким образом, ожидаемая эффективность *N. californicus* в отношении паутинного клеща не реализуется в тот же период что и у фитосейулюса в связи с неблагоприятными условиями развития. А в благоприятных условиях скорость роста популяции *Ph. persimilis* и, как результат, эффективность значительно превышают таковые у *N. californicus*. Особенно это проявляется в значительных колониях жертвы в так называемых горячих точках. Вероятно, эффективность *N. californicus* реализуется в регионах, где климатические условия таковы, что пониженная влажность воздуха связана с температурами выше умеренных – более 25– 26°С. Возможно, также, что при внесении *N. californicus* в таком количестве, чтобы соотношение хищник: жертва было 1:

7, как рекомендуют в своих исследованиях M. El-Saiedy и M. Fahim (2021), результат был бы более успешным, но в таком случае стоимость применения этого хищника была бы возможно выше, чем при использовании *Ph. persimilis*, поскольку исходя из данных наших экспериментов начальное внесение должно было бы быть минимум в 2 максимум в 10 раз больше, чем вносили мы.

Тем не менее благодаря сдерживающему действию *N. californicus*, проявившемуся в благоприятных условиях при совместном применении двух хищников, снижается норма внесения *Ph. persimilis* на 21 % и норма внесения *N. californicus* снижается в такой же пропорции (на 25 %).

Таким образом, акарифаг *N. californicus,* не будучи сильным специалистом, но и не являясь также сильным генералистом, может использоваться только как дополнительное средство для повышения эффективности *Ph. persimilis* и снижения норм внесения этого эффективного, но значительно более дорогого акарифага.

4.1.3.Эффективность совместного и раздельного применения хищных клещей *Phytoseiulus persimilis* и *Amblyseius andersoni*

Amblyseius andersoni, относящийся к клещам - генералистам 3-го типа по классификации McMurtry и Croft (1997), способен питаться и размножаться, используя в качестве пищи многие виды клещей, насекомых, пыльцу растений, медвяную росу и споры грибов. Благодаря такой широкой пищевой специализации клещ способен лучше выживать в отсутствии целевой жертвы (паутинного клеща) в сравнении с хищником - специалистом *Ph. persimilis*. Поэтому *A. andersoni* рекомендуют применять профилактически или при низкой плотности жертвы для контроля клещей-фитофагов на декоративных и плодовых культурах, на виноградниках, в древесных питомниках и в защищённом грунте (*Amblyseius* ..., 2022 a; Andersoni-Breeding-System ..., 2022). Кроме того, этот вид не так теплолюбив, как субтропические виды *Ph. persimilis* и *N. californicus*. В Нидерландах, например, *A. andersoni* был отмечен как часто встречающийся и даже доминирующий вид, приуроченный к обыкновенному паутинному клещу на розах в открытом грунте (van der Linden, 2004). A. van der Linden (2004) провел успешную колонизацию *A. andersoni* на розах в открытом грунте.

В связи с вышесказанным было решено оценить *A. andersoni* отдельно и совместно с *Ph. persimilis* в зимне-весенний период, когда эффективность *Ph. persimilis* недостаточно высока для сдерживания роста вредителя.

Оба вида начали выпускать в январе на участках, где вредитель не отмечался или его численность была очень низкой.

В варианте с отдельным использованием *A. andersoni* был выбран участок, где паутинного клеща не выявили. Ожидалось, что хищник будет сдерживать популяцию вредителя в случае появления паутинного клеща на низком уровне.

На протяжении первых 5-ти недель (весь январь) появление вредителя действительно не отмечалось, но в феврале появились первые небольшие очаги паутинного клеща (Рисунок 22). С этого момента начался рост

популяции вредителя на этом участке. Средняя численность вредителя на лист увеличивалась до конца мая и достигла опасного уровня 56,8 особей на лист. Самая высокая численность вредителя из 3-х вариантов опыта. На протяжении всего этого срока *A. andersoni* вносили на экспериментальный участок, постепенно увеличивая норму внесения, от 10 до 100 особей на 1 м^2. Общая численность внесенного хищника составила 930 особей на 1 м^2 за период с января до конца мая.

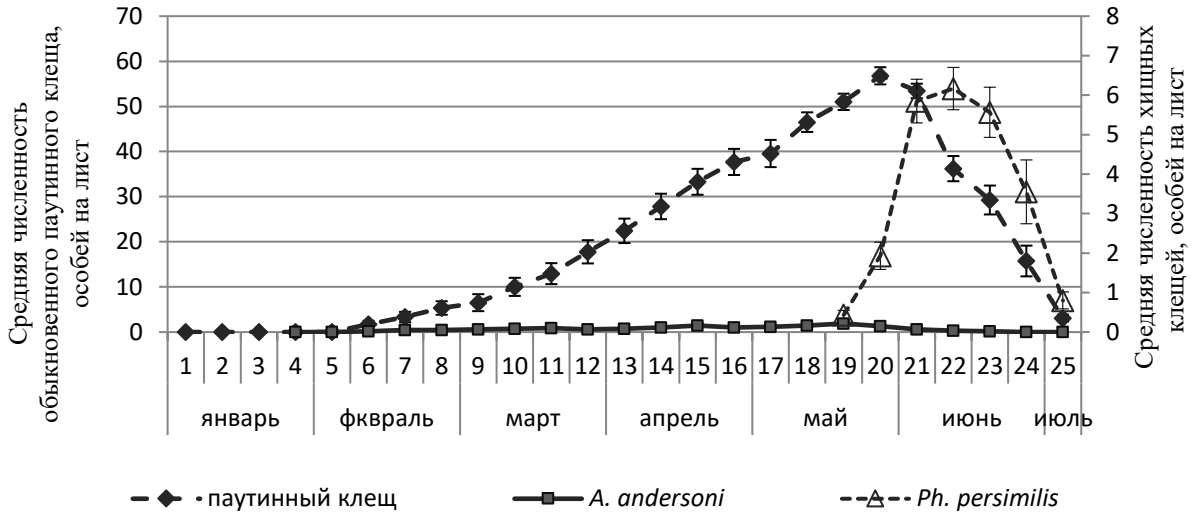


Рисунок 22. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща и хищных клещей при использовании *A. andersoni*

Несмотря на регулярные внесения, численность хищника не увеличивалась. Встречались только единичные особи. Очевидно, в связи с этим наблюдалось увеличение популяции паутинного клеща, и потенциально этот участок был бы подвергнут обработке акарицидом, если бы в конце мая на нем не был обнаружен фитосейулюс. Вероятно, хищник-специалист, выпускаемый на участках других вариантов (и в целом в теплице) и накопившийся на них, перешел на участок этого варианта в поисках жертвы. Фитосейулюс появился на участке с *A. andersoni* в тот момент, когда в варианте с выпуском *Ph. persimilis* соотношение хищник: жертва достигло уровня 1: 4,2, а перед этим на протяжении 4-х недель держалось на уровне 1: 6,4-5,6, и численность жертвы была низкой. *Ph. persimilis* преодолел

расстояние 16,24 м поперек восьми спаренных рядов роз с междурядьями. Также (см. гл. Материалы и методы) участки между вариантами 1 раз в неделю обрабатывали акарицидом для предотвращения перехода хищников, что не помешало фитосейулюсу.

A. andersoni последний раз внесли на 20-й неделе наблюдений, когда фитосейулюс уже 2 недели присутствовал на участке. На 21-ю неделю (3-ю от момента появления фитосейулюса) соотношение фиосейулюс: паутинный клещ было оптимальным – 1: 9,1, и началось снижение численности вредителя (Таблица 21). К концу эксперимента через 5 недель после начала снижения вредителя его численность не представляла опасности.

В варианте с использованием *Ph. persimilis* в отличие от варианта с *A. andersoni* жертва (паутинный клещ) присутствовала, но в незначительном количестве (2,1 особи на лист в среднем). Рост популяции паутинного клеща продолжался в этом варианте до конца марта. Максимальное количество составило 39 особей в среднем на лист, что в 1,5 раза меньше, чем в варианте с *A. andersoni* (Рисунок 23). После этого пика, в последнюю неделю марта, популяция фитосейулюса значительно возросла, и установилось соотношение хищник: жертва – 1: 8,02 (Таблица 21), после чего началось постепенное снижение численности вредителя. Это снижение продолжалось 2 месяца до достижения низкого первоначального уровня, что произошло в начале июня (Рисунок 23).

Таблица 21 Соотношения хищник: жертва в разных вариантах внесения хищных клещей

Варианты		*Ph. persimilis*	*Ph. persimilis*+*A. andersoni*		*A. andersoni*	
Месяцы	Недели	*Ph.p.*: *T.u.**	*N.a.*: *T.u.*	*Ph.p.*: *T.u.*	*N.a.*: *T.u.*	*Ph.p.*: *T.u.*
январь	2	1: 38,3	1: 101,5	1: 29,0	0	
	3	1: 23,1	1: 148,5	1: 33,0	0	
	4	1: 21,2	1: 137,0	1: 29,3	0	
февраль	5	1: 24,6	1: 107,2	1: 31,5	0	
	6	1: 24,4	1: 122,0	1: 33,9	1: 105,0	
	7	1: 25,6	1: 187,7	1: 34,1	1: 66,7	
	8	1: 23,0	1: 158,2	1: 35,1	1: 106,7	
март	9	1: 21,5	1: 181,3	1: 35,2	1: 97,7	
	10	1: 20,4	1: 251,8	1: 27,5	1: 120,2	
	11	1: 14,1	1: 246,6	1: 26,2	1: 129,5	
	12	1: 8,0	1: 198,0	1: 24,1	1: 266,7	
апрель	13	1: 6,4	1: 206,3	1: 17,6	1: 269,2	
	14	1: 8,0	1: 192,7	1: 14,5	1: 238,6	
	15	1: 6,5	1: 196,5	1: 12,1	1: 199,8	
	16	1: 6,4	1: 175,6	1: 10,3	1: 323,1	
май	17	1: 6,3	1: 251,7	1: 6,8	1: 296,7	
	18	1: 5,6	1: 371,0	1: 5,9	1: 279,1	
	19	1: 4,2	1: 276,5	1: 5,2	1: 235,5	1: 117,7
	20	1: 4,4	1: 67,7	1: 4,8	1: 378,6	1: 29,4
июнь	21	1: 4,4	1: 85,0	1: 4,3	1: 801,5	1: 9,1
	22	1: 4,2	0	1: 4,9	1: 1086,5	1: 5,9
	23	1: 4,8	0	1: 5,9	1: 1756,0	1: 5,3
	24	0	0	0	0	1: 4,4
июль	25	0	0	0	0	1: 3,9

*Примечание: *Ph.p. - Ph. persimilis; A.a. - A. andersoni; T.u. - T. urticae*

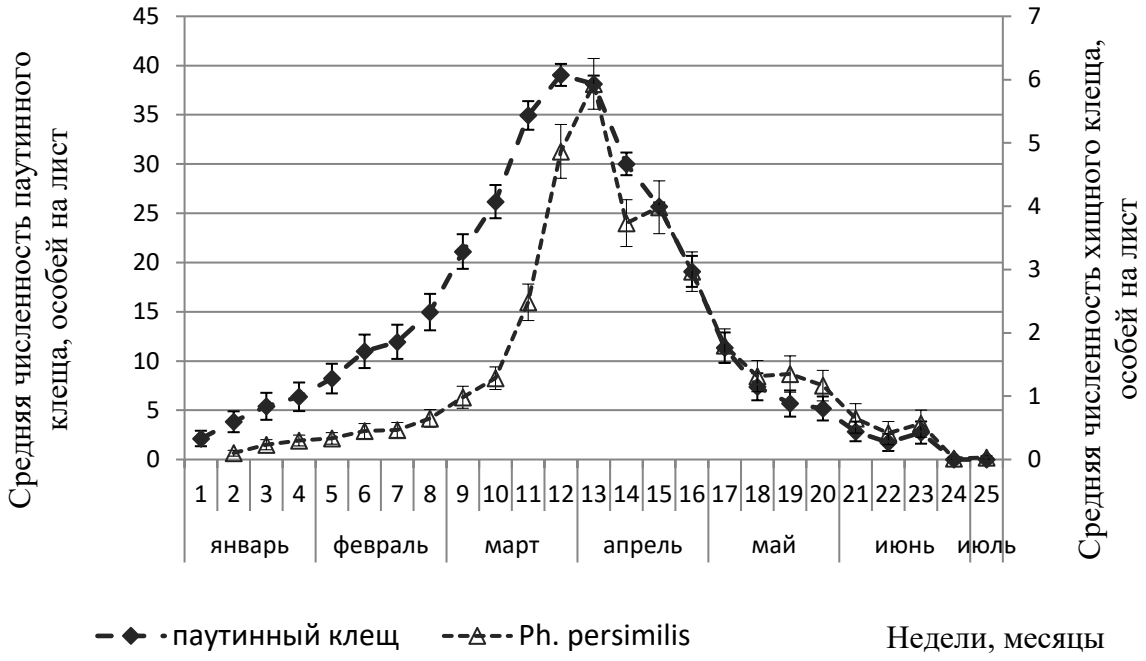


Рисунок 23. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща и хищного клеща при использовании *Ph. persimilis*

А к концу июня паутинный клещ на этом участке не обнаруживался, несмотря на присутствие единичных особей фитосейулюса.

В варианте с совместным использованием *Ph. persimilis* и *A. andersoni* начальная численность паутинного клеща занимала промежуточное положение и была ниже (в 2,1 раза), чем в варианте с применением *Ph. persimilis*. В этом варианте также наблюдался постепенный рост популяции паутинного клеща, максимальная численность вредителя была ниже, чем в варианте с *Ph. persimilis* (36,02 особей на лист) и была отмечена позже на 3-ю неделю апреля (15-я неделя) (Рисунок 24). Снижение численности вредителя началось в начале мая (на 17-ю неделю), когда популяция фитосейулюса возросла в 30 раз относительно начальной численности и установилось соотношение хищник: жертва – 1: 10,3 (табл. 21). Первоначального уровня численности паутинного клеща в этом варианте достигли через 7 недель после пика численности (22-я неделя). К концу эксперимента так же, как в варианте с фитосейулюсом, вредитель не отмечался.

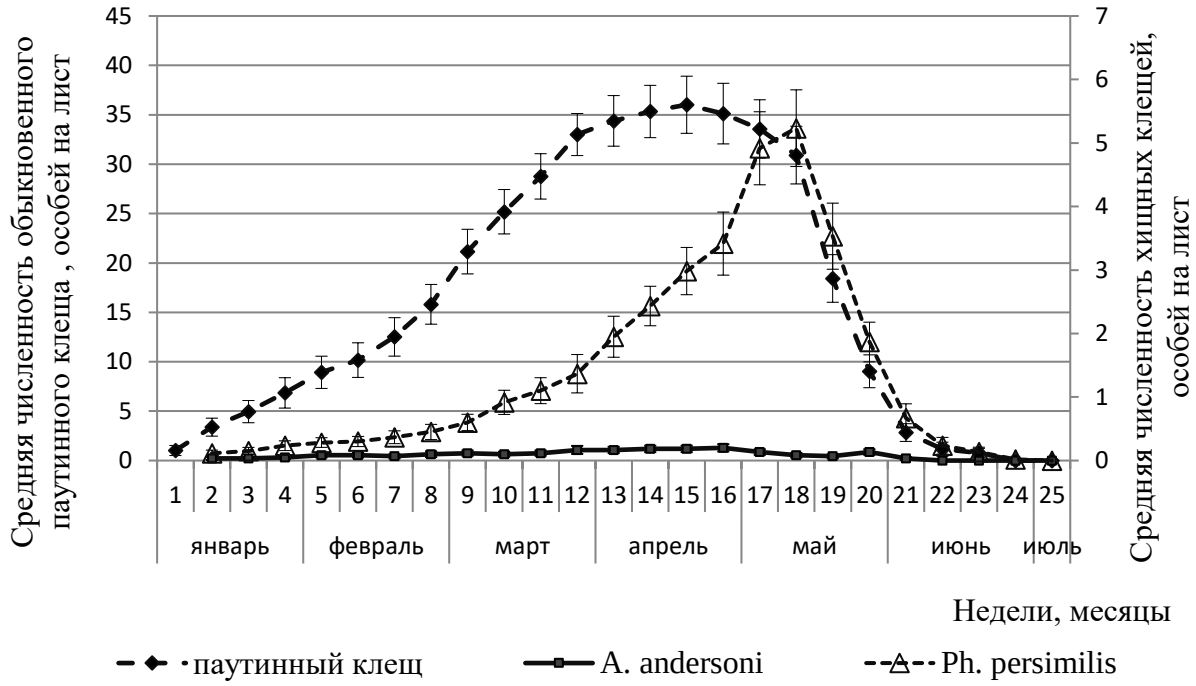


Рисунок 24. Динамика численности обыкновенного паутинного клеща и хищных клещей при совместном использовании *Ph. persimilis* и *A. andersoni*

Позднее, почти с трехнедельной разницей, началось снижение численности паутинного клеща в варианте с совместным применением хищников по сравнению с вариантом, где фитосейулюс применялся один. Это, может быть, связано с более низкой нормой внесения *Ph. persimilis* при совместном использовании двух хищных клещей, а также с полным отсутствием какой-либо хищнической деятельности со стороны *A. andersoni.*

На основании полученых результатов можно заключить, что уменьшение популяции паутинного клеща связано с численностью именно *Ph. persimilis* и соотношением этого хищника и его жертвы - паутинного клеща.

Таким образом, в проведенных экспериментах деятельность *A. andersoni* неочевидна, так как в варианте с его отдельным применением в начале наблюдений вредитель отсутствовал, а при его появлении хищник был неэффективен. Торможение развития популяции вредителя в январе и феврале наблюдается во всех вариантах и поэтому, вероятно, связано не с деятельностью *A. andersoni*, а с умеренными температурами, уровнем освещенности в это время. В марте – апреле, когда численность

обыкновенного паутинного клеща начинает расти лавинообразно, что, очевидно, определяется активным выходом из диапаузы зимующего запаса вредителя в связи с увеличением светового дня, этот хищник не сдерживал рост вредителя. Мы не отметили его размножения в теплице и накопления даже в небольших очагах вредителя. A. van der Linden (2004) отметил, что при отборе очагов с паутинными клещами сложилось впечатление, что *A andersoni* не особенно агрегирует на листьях с высокой плотностью паутинных клещей. Это согласуется с исследованиями C. Duso и M. Pasini (2003).

Кроме того, по данным A. van der Linden (2004), несмотря на то, что этот вид хорошо показал себя на розах в открытом грунте, где рост популяции вредителя, как правило, незначителен, в защищенном грунте, где условия таковы, что даже очень небольшие колонии разрастаются крайне быстро в условиях высоких температур, *A andersoni* не справился с вредителем, и вынуждены были применить фитосейулюса (van der Linden, 2004).

Таким образом, применение *A. andersoni* как отдельно, так и совместно с фитосейулюсом в теплицах на розе, выращиваемой методом гидропоники в условиях Северо-Запада России, весьма спорно. Когда численность паутинного клеща низкая в зимний период в связи с невысокими температурами и умеренной освещенностью, деятельность этого хищника не очевидна, а когда начинается весенний рост популяции вредителя, этот вид неэффективен.

4.2. Эффективность паразитоида энкарзии и хищных клещей в борьбе с оранжерейной белокрылкой

4.2.1. Применение энкарзии

Эксперимент с энкарзией было решено проводить не ранее середины мая. В мае численность белокрылки еще не очень высока, популяция не успевает накопиться после зимней депрессии из-за умеренных температур, и благодаря этому использование пестицидов против белокрылки также ограничено. В то же время в мае температурные условия (20,5–21,5 °С) и освещенность уже достаточно благоприятны как для начала роста популяции фитофага, так и для паразитоида. В летний период средняя температура так- же благоприятна 21,5–22,5 °С. Суточные колебания температуры от 16–20 °С ночью до +25–27 °С в солнечную погоду и +22–25 °С в пасмурную погоду должны благоприятно влиять на эффективность паразитоида (Milliron, 1940). Планируя эти эксперименты, мы полагали, что условия на культуре розы благоприятны для развития и размножения энкарзии. Кроме того, технология выращивания культуры розы благоприятна для накопления паразитоида в отличие от овощных культур, где в современных теплицах с интенсивным ростом растений скорость обрезки листьев (2 раза в неделю) такова, что из мумий не успевают вылетать имаго, а это не способствует накоплению энтомофага. Некоторые агрономы по защите растений оставляют листья с большим количеством мумий до выхода имаго. Но этот технологический ход, как правило, зависит от решения конкретного специалиста в определенных ситуациях. На культуре розы при интенсивном выращивании срез цветка на одном месте происходит в среднем 1 раз в 2 недели, достаточное время для развития паразитоида и его вылета. Поэтому ожидалось получение достаточно высокой эффективности применения энкарзии и регулирования ею популяции белокрылки в летний период. Эксперименты планировались таким образом, чтобы выяснить оптимальные нормы внесения энтомофага.

Эксперимент 1 проводили на двух одинаковых участках по 608 м^2 с одинаковой (значительно не различающейся при P=0.1) начальной

численностью белокрылки (средняя численность имаго на лист 0,93 ±0,249 и 1,54±0,354 и личинок 2,1±0,601 и 2,53±0,646 в экспериментах 1 и 2 соответственно). Варианты различались нормой внесения энтомофага. В варианте 1 норма внесения меньше – 40 мумий на 1 м^2 (Рисунок 25 А), в варианте 2 – в 2 раза больше – 80 мумий на 1 м^2 (Рисунок 25 Б).

Результаты эксперимента показывают, что на протяжении всего времени наблюдения происходил рост популяции белокрылки в обоих вариантах, и к концу эксперимента численность как имаго, так и личинок между вариантами достоверно не различалась. Но можно отметить, что скорость роста численности имаго и личинок имела разную динамику в двух вариантах в разные промежутки времени (Таблица 22).

После внесения энкарзии в обоих вариантах численность личинок белокрылки увеличивалась интенсивно на протяжении всего времени наблюдений. Уже через 2 недели после первого учета численность личинок белокрылки увеличилась в 10,7 и 8,6 раз в вариантах с 1 и 2 соответственно. Но увеличение численности личинок происходило быстрее в варианте 1, где норма внесения энкарзии была ниже (в 2 раза) (Рисунок 25 А, Б).

Рост численности имаго происходит медленнее. В первую неделю наблюдения в середине мая количество имаго значимо не увеличилось. В последующие 7 дней начался рост численности имаго белокрылки относительно первоначальной – в 5,3 и 3,4 раза в вариантах 1 и 2 соответственно. Таким образом, тенденция более быстрого роста численности вредителя в варианте 1, наблюдаемая на личинках, повторилась и на имаго на протяжении первых 3-х недель.

Первые мумии энкарзии были обнаружены на листьях через 2 недели (после первых 2-х выпусков), но это не остановило дальнейшего роста численности белокрылки.

В середине наблюдений (через 3 недели после 3-х выпусков энкарзии) численность имаго в варианте 1 возросла значительнее (в 15,2 раза), чем в

варианте 2 в (6,4 раза). В варианте 1 средняя численность имаго на лист составила 14,1 ±1,69 особей, в варианте 2 – 9,8 ±1,35 (различия достоверны при P=0.05). Скорость роста численности имаго в варианте 1 была в 1,6 выше, чем в варианте 2 (Таблица 22). Значительных различий численности личинок между вариантами в этот период не наблюдали, но в целом их численность значительно возросла, в 22 и 20 раз в 1-ом и 2-ом вариантах соответственно. Далее на протяжении недели увеличение численности как имаго, так и личинок в обоих вариантах было незначительным, скорость роста численоти фитофага уменьшилась в обоих вариантах. В варианте 1 значительнее уменьшилась скорость роста имаго, а в варианте 2 уменьшилась скорость роста личинок (Таблица 22).

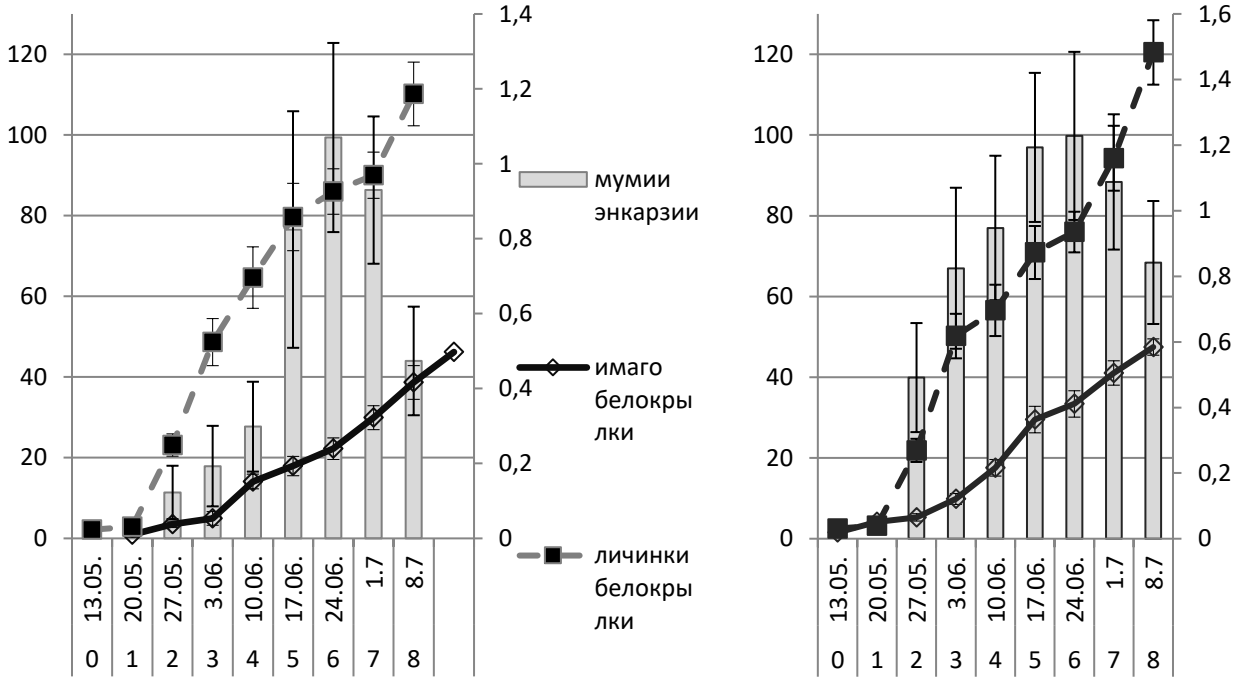
Таблица 22. Изменение скорости роста (R) популяции оранжерейной белокрылки и ее паразитоида энкарзии

Объект учета	В	13.05	20.05	27.05	3.06	10.06	17.06	24.06	1.07	8.07
Im. белокрылки	в.1		0,082	0,022	0,065	0,015	0,013	0,018	0,016	0,011
L. белокрылки	в.2		0,061	0,015	0,040	0,035	0,032	0,0077	0,013	0,009
Im. белокрылки	в.1		0,018	0,13	0,046	0,017	0,013	0,005	0,003	0,013
L. белокрылки	в.2		0,015	0,12	0,052	0,007	0,014	0,004	0,013	0,015
мумии энкарзии	в.1				0,028	0,027	0,063	0,016	-0,009	-0,042
мумии энкарзии	в.2				0,032	0,009	0,014	0,002	-0,008	-0,016

Примечание: В – вариант опыта; Im. – взрослые особи; L. – личинки

Однако уже через неделю (17.06.) было отмечено увеличение скорости роста численности личинок белокрылки в варианте 2 в 2 раза. Скорость роста

численности имаго не изменилась, но оставалась выше, чем в варианте 1, в 2,4 раза. В последние 2 недели наблюдений ситуация по скорости роста в двух вариантах опять изменилась. Скорость роста численности имаго значительно уменьшилась в варианте 2 и увеличилась в варианте 1. Скорость роста численности личинок сначала уменьшилась в обоих вариантах, но затем увеличилась в варианте 2. Таким образом, в первые 3 недели скорость роста популяции белокрылки в варианте 2 была ниже, чем в варианте 1, но дальнейшие скачки этого показателя в двух вариантах привели к тому, что численность как имаго, так и личинок на дату последнего учета (8.07.) не имела достоверных различий между вариантами (при P=0.05) и составляла 110.2±7,91, 120.5±7,98 личинок на лист и 46.2±4.18, 47.5±2.01 имаго на лист в 1 и 2 вариантах соответственно (Рисунок 25).



А Б

Рис. 25. Динамика численности оранжерейной белокрылки и энкарзии при норме внесения паразитоида 40 мумии на 1 м^2 (А) в варианте 1 и 80 мумии на 1 м^2 (Б) в варианте 2

Характер изменения численности мумий энкарзии сходен с изменением скорости роста популяции белокрылки в двух вариантах. В варианте 2, где

норма внесения энкарзии была в 2 раза выше, численность мумий паразитоида в первые 3 недели после их появления была также достоверно выше (при P=0.05), чем в варианте 1 (в 4, 4 и 3 раза через 2, 3 и 4 недели соответственно). Но уже на 5-ю неделю, несмотря на сохранение тенденции преобладания мумий, в варианте 2 различие между вариантами было уже недостоверным (при P=0.05), что, вероятно, связано с накоплением паразитоида в варианте 1 после 4-го выпуска. Тем не менее в дальнейшем (6, 7, 8-я недели) до конца эксперимента численность мумий в обоих вариантах не увеличивалась, а в последний учет даже уменьшилась и не имела достоверных различий между вариантами (при P=0.05).

Соотношение паразитоид: хозяин, которое оценивали в отношении появившихся на листьях мумий нового поколения и нимф белокрылки на протяжении всего времени наблюдения в варианте 2 было выше, чем в варианте 1 (Рисунок 26).

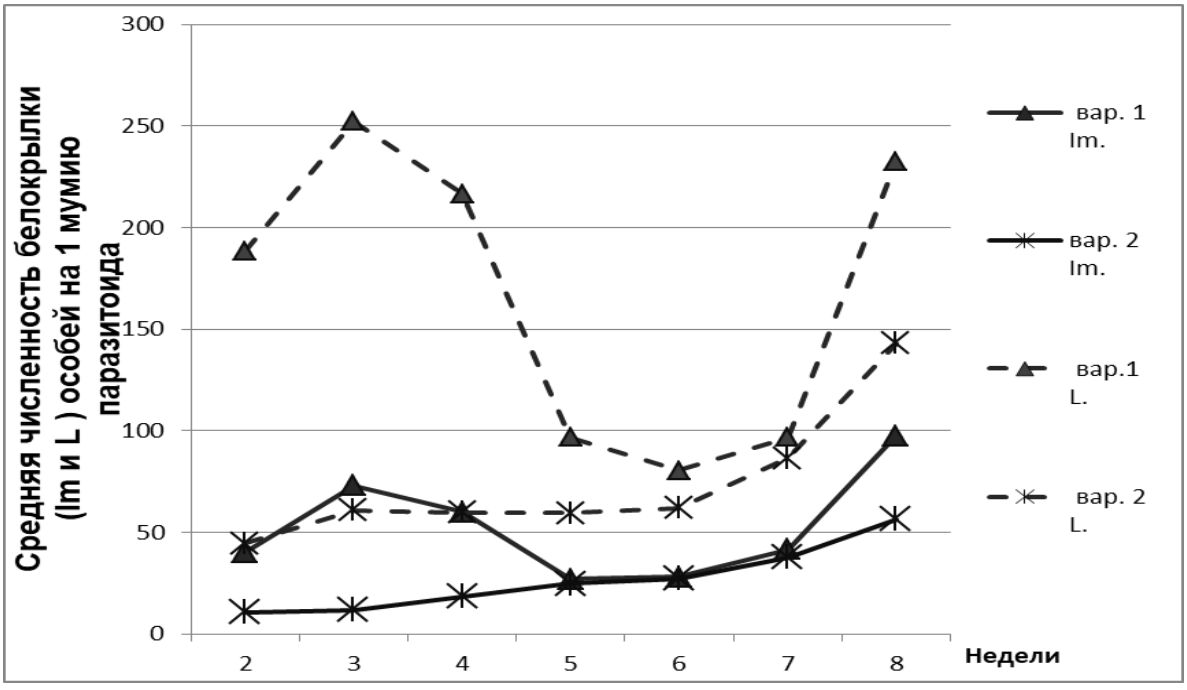


Рисунок 26. Изменение соотношения паразитоид: хозяин при норме внесения паразитоида 40 мумий на 1 м^2 в варианте 1 и 80 мумий на 1 м^2 в варианте 2

В первые 3 недели после появления первых мумий различия были значительными – в 4,2, 4,1 и 3,6 раз на 2, 3 и 4 недели соответственно. В

дальнейшем это различие уменьшилось до 1,6, 1,2 и 1,1 раз на 5, 6, 7 недели соответственно. Такая же тенденция наблюдалась и при сравнении соотношения паразитоид: хозяин по имаго (Рисунок 26).

Тем не менее, как мы уже отметили, появление мумий нового поколения не препятствовало росту популяции белокрылки, который был настолько интенсивным, что через 8 недель наблюдения в начале июля была проведена обработка экспериментального участка инсектицидом Моспилан.

Эксперимент 2 провели в июле – августе, когда температурные условия также благоприятны для развития энкарзии. Норма внесения паразитоида была увеличена в 6,6 раза относительно эксперимента 1 варианта 1 и в 3,3 раза относительно эксперимента 1 варианта 2. Начальная численность белокрылки 2,6 имаго на лист и 3,3 личинок на лист.

Так же, как и в двух вариантах первого эксперимента, в эксперименте 2 наблюдался рост численности вредителя, но с меньшей скоростью (Рисунок 27). На 4, 5 неделях наблюдалось небольшое торможение в увеличении численности личинок. Поскольку начальная численность имаго и личинок в этом эксперименте не имела значимых различий с начальной численностью, в варианте 2 1-го эксперимента (в отличии от варианта 1, где имелись значимые различия по имаго), мы сравнили изменение численности вредителя в этих двух экспериментах.

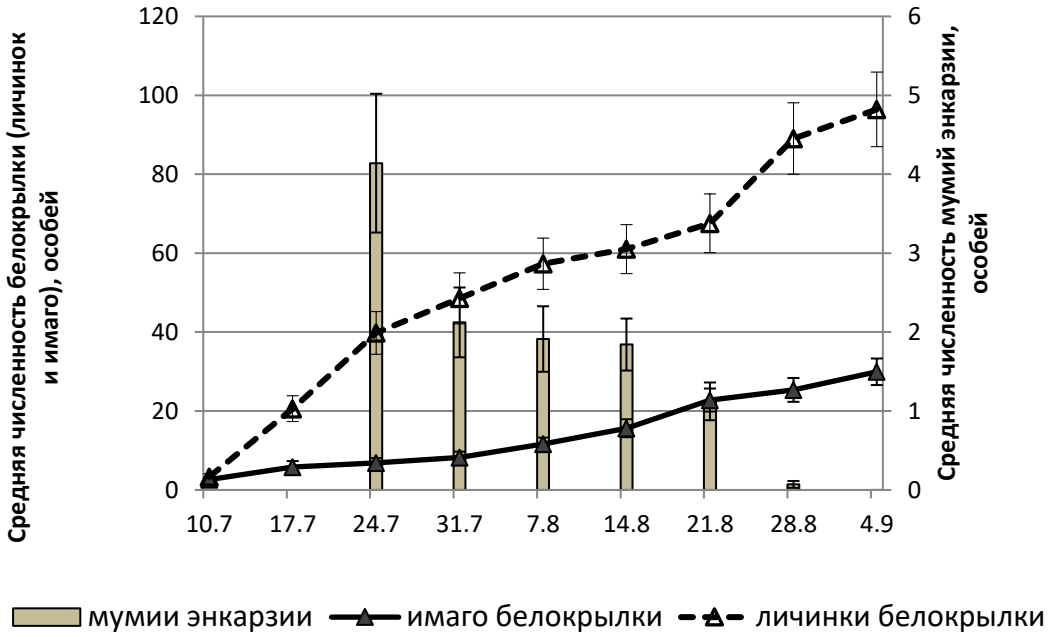


Рисунок 27. Динамика численности оранжерейной белокрылки и энкарзии при норме расхода 263 мумии на 1 м^2

Изменение популяции вредителя в эксперименте 1 варианте 2 происходило значительно быстрее, чем в эксперименте 2 (Рисунок 28). На 8-й неделе наблюдений снижение биологической эффекивности по имаго и личинкам в эксперименте 2 была в 2,7 и 1,6 раза соответственно выше, чем в эксперименте 1 варианте 2. То есть рост популяции белокрылки в эксперименте 3 был более медленным, чем в эксперименте 2. Очевидно, это связано с тем, что численность образовавшихся мумий уже через 2 недели после выпуска была в 8 раз выше, чем в эксперименте 1 вариант 2. Кроме того, необходимо отметить, что начальное соотношение паразитоид: хозяин в этот же период также было весьма благоприятным для сдерживания популяции белокрылки 1: 1,7 по имаго и 1: 9,6 по личинкам, что 6,5 и 4,6 раз больше, чем в эксперименте 1 варинте 2.

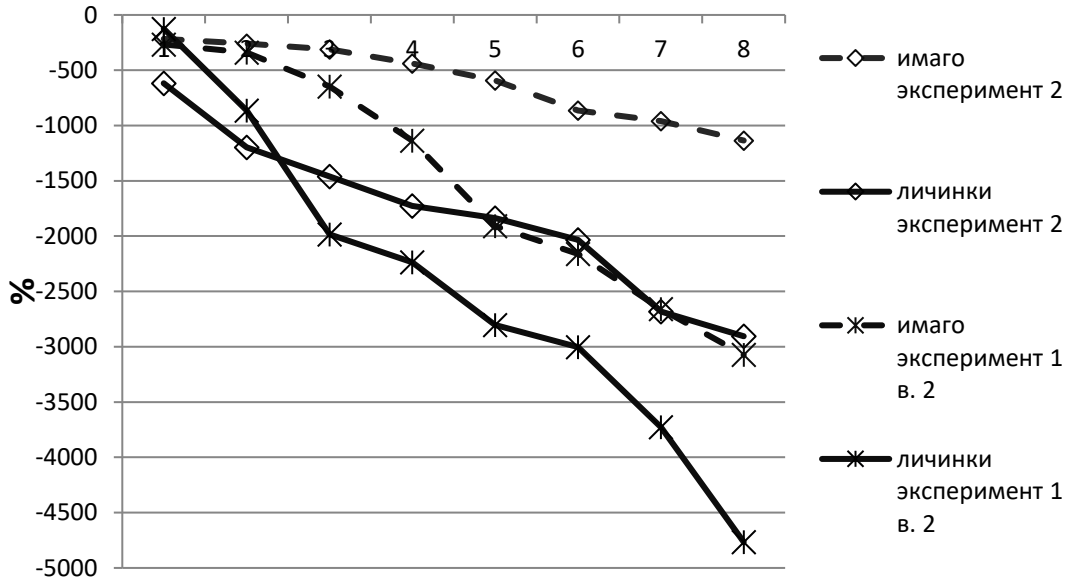


Рисунок 28. Изменение биологической эффективности применения энкарзии по личинкам и имаго оранжерейной белокрылки в эксперименте 1 вариант 2 и в эксперименте 2

Но, несмотря на такие различия и явно благоприятную начальную ситуацию по соотношению паразитоида нового поколения и хозяина, удержать рост популяции белокрылки в этом эксперименте также не удалось.

Объяснить такое отсутствие эффективного сдерживания вредителя можно только репродуктивным поведением паразитоида. Наблюдения показывают наличие мумий только в первом поколении, но этой доли паразитированных особей белокрылки, видимо, недостаточно для значительного снижения численности вредителя. Важно то, что в дальнейшем рост популяции энкарзии не отмечается. Мумий второго поколения также не было отмечено. Причиной такого поведения энкарзии могут быть только неблагоприятные условия именно для процесса паразитирования.

На способность паразитировать хозяина в значительной степени влияет интенсивность света, (Hussey et.al., 1976; Ekbom, 1982; Агекян, 1981), длина дня (Progress towards …, 1976) и температура (van der Laan, 1982; van Vianen, van Lenteren, 1986; Shishehbor, Brennan, 1996).

Однако в летний период в световой зоне, к которой относится Ленинградская область, интенсивность света, длина дня и температура вполне достаточны для удовлетворительного развития и паразитоидической

активности *E. formosa*. Из личного обмена информацией с агрономом по защите растений ТК ООО «Круглый Год» Орловой Г.С. известно, что в условиях Ленинградской области на продленной культуре томатов, выращиваемой без дополнительного освещения в летний период, энкарзия развивается стабильно хорошо. При выпусках 120–200 тыс. особей на га в месяц (12–20 особей на 1 м^2, выпуск каждые 2 недели) энкарзия развивается и накапливается в количестве, способном подавлять очаги тепличной белокрылки и обходиться без обработок инсектицидами.

В связи с этим на культуре розы, выращиваемой также методом малообъемной гидропоники, в летний период без дополнительного освещения фактор освещенности не должен лимитировать развитие энкарзии и ее паразитоидическую активность. Также культура розы не является неблагоприятным растением – хозяином для паразитоидоида по сравнению с культурой томата.

Возможно, на имаго энкарзии влияет работа туманообразующих установок, имеющихся в современных теплицах для снижения температуры в жаркие солнечные летние дни. Туман создается разбрызгиванием воды из специальных форсунок в мелкодисперсном состоянии с определенной частотой (от 45 секунд до 1 минуты). При использовании туманообразователей в теплице на уровне растений создается высокая влажность до 90 % при достаточно высокой температуре 25–26 °C. По данным некоторых источников, эффективность энкарзии снижается при влажности выше 75 % и высокой температуре (Beneficial insects, 2022).

H. van Roermund (1995) и B.S. Ekbom (1977) сообщили, что биологический контроль чаще терпел неудачу, когда *E. formosa* выпускалась при высокой влажности (Ekbom, 1977; van Roermund, 1995). Чрезмерное повышение относительной влажности воздуха (90% и выше) снижает плодовитость самок энкарзии, увеличивает сроки развития и сокращает продолжительность жизни (Kajita, 1979; van Roermund, 1995).

В целом же еще в 1940 году H. E. Milliron отмечал, что даже в чрезвычайно благоприятной для энкарзии среде, ее биотический потенциал явно ниже, чем у хозяина (белокрылки), особенно во время сильных заражений вредителем. Поэтому, когда возникает какой-либо негативный фактор (в нашем случае неблагоприятная влажность в определенные моменты в летний период), маловероятно, что с помощью паразитоида может быть достигнут полный контроль в условиях теплицы (Milliron, 1940).

4.2.2. Использование разных видов хищных клещей

Amblyseius swirskii Athias-Henriot – хищник-генералист (McMurtry, Croft, 1997), рекомендуемый и широко используемый в настоящее время для борьбы с белокрылкой и трипсом на овощных культурах. Несмотря на широкий круг растений, на которых наблюдался хищник в естественных условиях, публикации, посвященные вопросу эффективности, сообщают, что вид защищаемого растения кардинально влияет на динамику популяции хищника и, следовательно, на особенности его применения. Так, на культурах сладкого перца (Bolckmans et al., 2005) и огурца (Calvo et al., 2011) отмечалась его высокая эффективность относительно трипсов и белокрылки благодаря способности хорошо размножаться на этих культурах и поддерживать высокую плотность популяции.

На культуре розы нет исследований, подтверждающих способность *A. swirskii* хорошо размножаться. В исследованиях A. Chow с соавторами (2010) показано, что накопления хищника не происходит, а реализуется только клещ, выходящий из саше. Для достижения результата по сдерживанию роста трипса внесение энтомофага необходимо осуществлять ежемесячно с нормой расхода 670 особей хищного клеща на 1 м^2 в среднем (Chow et al., 2010).

В наших исследованиях было решено не только оценить эффективность *A. swirskii*, но также сравнить его эффективность с другим видом клеща из рода *Amblyseius* – *A. cucumeris* (Oudemans) (*Neoseiulus cucumeris* (Oudemans)). J.A. McMurtry и B.A. Croft (1997) отмечают, что этот клещ – также хищник-генералист, как и *A. swirskii*, но он является более дешевым продуктом производителей биологических средств защиты растений.

Сравнительные исследования этих двух видов на розах не проводились. Имеющиеся сравнительные исследования велись в отношении трипсов на сладком перце в Нидерландах (Bolckmans et al. 2005) и во Флориде (Evaluation of Neoseiulus …, 2009). По их результатам сделано заключение о более высокой эффективности *A. swirskii* по сравнению с *N. cucumeris*. Но в

исследованиях S. Arthurs с соавторами (2009) отмечается, что потребление жертвы и откладка яиц у двух видов не различается, а более высокая эффективность *A. swirskii* связана, видимо, с высокими, до 40 °С, летними температурами в этих регионах, что относительно хорошо переносится *A. swirskii* , но экстремально для *N. cucumeris*. В исследованиях K. Bolckmans с соавторами (2005) также отмечается, что в Южной Европе *N. cucumeris* весьма эффективен в зимний период, но летом его эффективность резко снижается, что, по мнению авторов, связано с высокой температурой в комбинации с низкой влажностью.

Оценка влияния *A. swirskii* на динамику популяции оранжерейной белокрылки в производственных условиях

В первом эксперименте динамику белокрылки при выпусках хищного клеща *A. swirskii* сравнивали с динамикой вредителя в контрольном варианте, где при значительном увеличении численности вредителя применяли препарат Адмирал (пирипроксифен) КЭ (100 г/л) в смеси с супер-смачивателем Сильвет Голд (0,08 %).

Первое внесение было произведено в середине апреля (15.04.) – 125 особей на 1 $м^2$, когда начальная численность белокрылки была на опытном участке 1,2 имаго и 2,2 личинки в среднем на лист, а на контрольном участке – 0,81 имаго и 2,3 личинки на лист.

Начальная численность белокрылки на участке с внесением хищного клеща по имаго была достоверно (при P=0.05) выше, чем на контрольном участке, где в дальнейшем применялся инсектицид – 1,2 и 0,81 имаго в среднем на лист соответственно. По личинкам различия были очень малы и недостоверны – 2,2 и 2,3 личинок в среднем на лист соответственно.

После первого внесения хищного клеща на протяжении семи дней численность имаго белокрылки не увеличивалась, а численность личинок немного сократилась. Еще через неделю численность личинок начала расти, а через 3 недели начался и рост имаго. Поскольку увеличение количества

вредителя было очень небольшое и не имело значимых различий (при P=0.05) с его начальной численностью, было решено не вносить хищников, а продолжить наблюдение за динамикой популяции белокрылки. Через 8 суток (13 мая), то есть почти через месяц после начала эксперимента, численность вредителя уже значительно (при P=0.05) отличалась от всех предыдущих учетов. Численность имаго и личинок к 13 мая возросла в 2 раза (Рисунок 29).

В связи с этим было проведено второе внесение хищных клещей в той же норме – 125 особей на 1 м^2 (14.05). После этого рост численности вредителя замедлился, и через неделю количество имаго и личинок белокрылки было незначительно выше первоначальной. Далее через 8 дней продолжилось увеличение популяции вредителя и 27.05. численность личинок была в 1,4 раза больше, чем перед вторым внесением хищника. Эти различия были достоверными (при P=0.05) (рисунок 29). Таким образом, скорость роста популяции белокрылки значительно увеличилась, а период, за который произошло увеличение количества вредителя (при P=0.05) сократился до 2-х недель, то есть практически в 2 раза. В связи с этим было решено увеличить норму третьего внесения до 500 особей на 1 м^2.

После 3-го внесения хищника (27.05) рост популяции вредителя опять замедлился. В течение 8 дней численность личинок и имаго белокрылки изменилась незначительно и недостоверно (при P=0.05). Затем скорость роста численности фитофага опять возросла, а еще через 9 дней численность имаго увеличилась в 2,1 раза, а личинок – в 1,6 раза. Было проведено 4-е внесение хищного клеща (12.06) в такой же норме – 500 особей на 1 м^2. После этого изменение численности популяции белокрылки было таким же, как в период после 3-го внесения энтомофага с конца мая и в первую декаду июня. В первые 7 дней наблюдалось сдерживание вредителя и очень медленное нарастание его численности, а затем на протяжении последующих 8-ми дней отмечалось значительное увеличение скорости роста вредителя. К концу июня численность белокрылки возросла: имаго – в 2,7 раза, личинок – в 2,9 раз,

после чего необходимо было произвести обработку экспериментального участка инсектицидом, и эксперимент закончился.

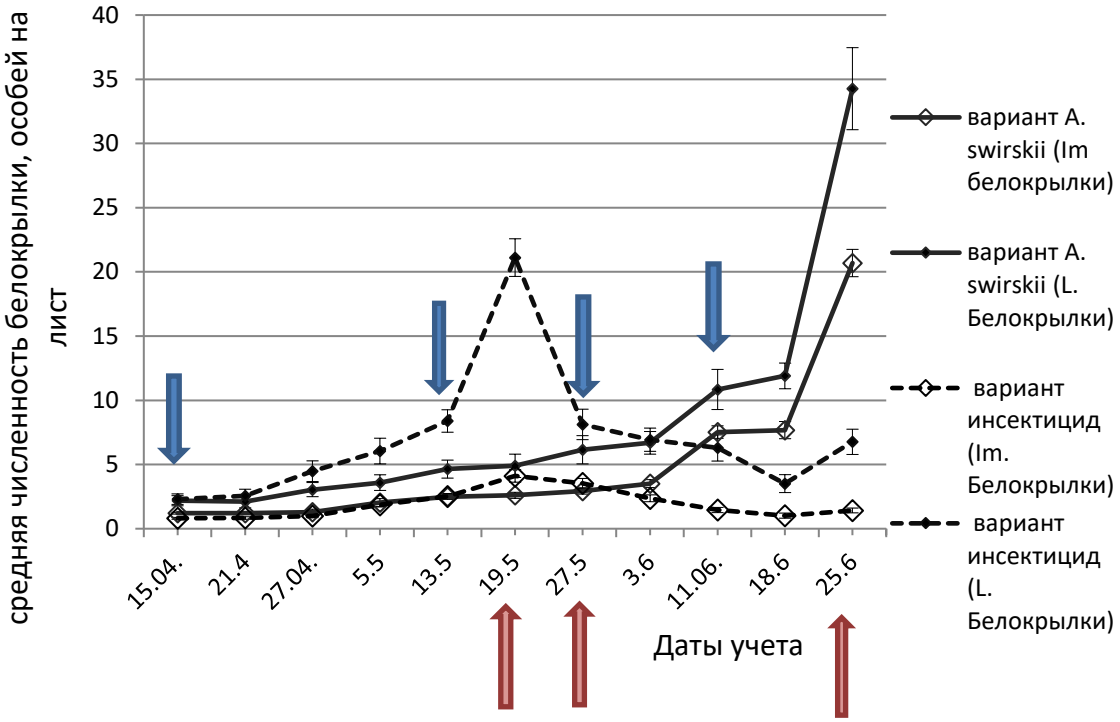


Рисунок 29. Изменение численности оранжерейной белокрылки при использовании хищного клеща *A. swirskii* и инсектицида Адмирал. Примечание: восходящими стрелками обозначены даты применения инсектицида, нисходящими – даты внесения хищного клеща. Im. - взрослые особи; L. - личинки.

Применение инсектицида на участке, где энтомофага не применяли, произвели, когда численность имаго была не очень высокой – 4,9 особей на лист, но количество личинок возросло значительно (более 20 на лист), и в некоторых местах появились листья, покрытые падью. Обработку провели 2 раза с интервалом в 8 дней. После первого опрыскивания численность личинок белокрылки сократилась более чем в 2 раза (до 8,1 особей на лист). После второй обработки численности личинок продолжала снижаться и через 20 дней составила 3,1 особи на лист. Численность имаго сократилось в 4 раза, до 1,02 особей на лист. В дальнейшем, через неделю (к 25.06) было отмечено очередное нарастание численности личинок вредителя. И поскольку в этот период и на участке с применением хищного клеща численность личинок и

имаго белокрылки значительно возросла – до 34 и 20 особей на лист, соответственно была проведена общая обработка.

Таким образом, на протяжении всего периода наблюдений мы не отмечали уменьшения численности вредителя при внесении хищного клеща. Но отмечалось замедление роста численности популяции вредителя. Максимальный период такого незначительного роста отмечался в начале эксперимента с середины апреля до середины мая. При последующих внесениях хищника сдерживание роста вредителя продолжалось только первые 7-8 дней, после чего наблюдалось увеличение скорости роста белокрылки.

Таблица 23. Биологическая эффективность с поправкой на контроль хищного клеща *A. swirskii* в борьбе с оранжерейной белокрылкой на розах

Даты учета	Изменение численности белокрылки относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учетов, %	
	имаго	личинки
21.04.	1,8	12,8
27.04.	11,7	28,2
5.05.	26,6	37,3
13.05.	33,9	41,5
19.05.	57,6	75,5
27.05.	44,0	20,1
3.06.	0,6	-1,9
11.06.	-246	-82,1
18.06.	-403	-257,9
25.06.	-874	-434,8

Однако в целом при сравнении нарастания вредителя с использованием формулы Хендерсона–Тилтона на участках с применением и без применения энтомофага эффективность хищника к 19 мая (перед использованием инсектицидов) в отношении личинок была высокой – 75,5 % и также значительной в отношении имаго вредителя – 57,6 % (таблица 23). То есть на протяжении 1,5 месяца использование клеща было эффективно и сдерживало рост вредителя на уровне ниже ЭПВ. ЭПВ белокрылки в защищенном грунте

составляет: на огурцах – 40 особей на лист, на томатах – 10 особей на лист (Энтомофаги в защите …, 2001). За этот период было произведено 3 внесения энтомофага – общая численность 750 особей на м^2 (125, 125 и 500 особей на м^2 при 1-м, 2-м и 3-м внесениях). К сожалению, в дальнейшем, несмотря на 4-е внесение хищника (500 особей на 1 м^2), его присутствие не оказало значительного влияния на рост популяциии белокрылки.

Поскольку начальные результаты эксперимента были обнадеживающими и, кроме того, отмечено заметное снижение роста вредителя в первые дни после внесения хищника, было решено повторить испытание хищных клещей, используя другие нормы внесения. А также оценить влияние длительности периодов между внесениями хищников на конечную эффективность защитных мероприятий.

Сравнение эффективности двух видов фитосейидных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* для контроля роста популяции оранжерейной белокрылки на розах в производственных условиях (2018 г.)

Сравнение эффективности двух видов фитосейидных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* для контроля роста популяции белокрылки проводили в 2018 году. Наблюдения за численностью вредителя и внесением хищных клещей *A. swirskii и N. cucumeris* начались в конце апреля и продолжались 6,5 месяцев – до середины ноября (Рисунок 30) (Kozlova, Moor, Krasavina, 2020)

При первом учете (25.04) на экспериментальных участках, предназначенных для внесения *A. swirskii и N. cucumeris*, средняя численность белокрылки на лист не имела достоверных различий и варьировала от 0,36 до 0,42 имаго на лист (Приложение Ж, таблица 1).

Начальную норму выпуска клещей было решено вносить не одномоментно, а частями. Половину вышеуказанной нормы – при первом учете вредителя 25 апреля и половину – через 7 дней. После этого, на 17- й день эксперимента (11.05), в варианте с *N. cucumeris* численность белокрылки значительно (в 4,8 раза) снизилась, а в варианте с *A. swirskii* осталась без

изменений. Но уже через две недели (24 мая) количество вредителя по сравнению с первоначальным увеличилось в 4,6 и 4,8 раза у *A. swirskii и у N. cucumeris* соответственно (Рисунок 30). В связи с этим было проведено дополнительное внесение хищников в такой же норме, как за два первоначальных внесения (993 особей клеща на 1 м^2).

В следующем месяце, июне, хищников вносили также 3 раза, но с одинаковым временным интервалом в 10 дней, по 662 особи клеща на 1 м^2. В течение этого месяца численность вредителя в обоих вариантах снизилась в сравнении с 24 мая. На 27 июня в варианте с *N. cucumeris* – незначительно (при P=0.05), а в варианте с *A. swirskii* – значительно, в 1,5 раза, (при P=0.05). Различия между вариантами недостоверны (при P=0.05). В связи со стабильной ситуацией и низкой численностью вредителя в июне следующее внесение хищных клещей не проводили две недели. Оценка состояния популяции вредителя в начале второй декады июля продемонстрировала, что такой длительный период между внесениями хищников не является оптимальным. К 10 июля численность вредителя возросла в 3,1 и 5,5 раза в вариантах с *N. cucumeris* и *A. swirskii* соответственно. В результате норму внесения хищников увеличили на 25 %, до 828 особей на 1 м^2. В течение недели после этого численность вредителя значительно не увеличилась, но еще через неделю выросла в 1,7 и 2,0 раза в вариантах с *N. cucumeris* и *A. swirskii* соответственно. Было проведено еще одно внесение хищников в таком же количестве – 828 особей на 1 м^2. Таким образом, в июле провели только 2 внесения хищников, а общее их количество меньше, чем в июне, на 20% (Kozlova, Moor, Krasavina, 2020).

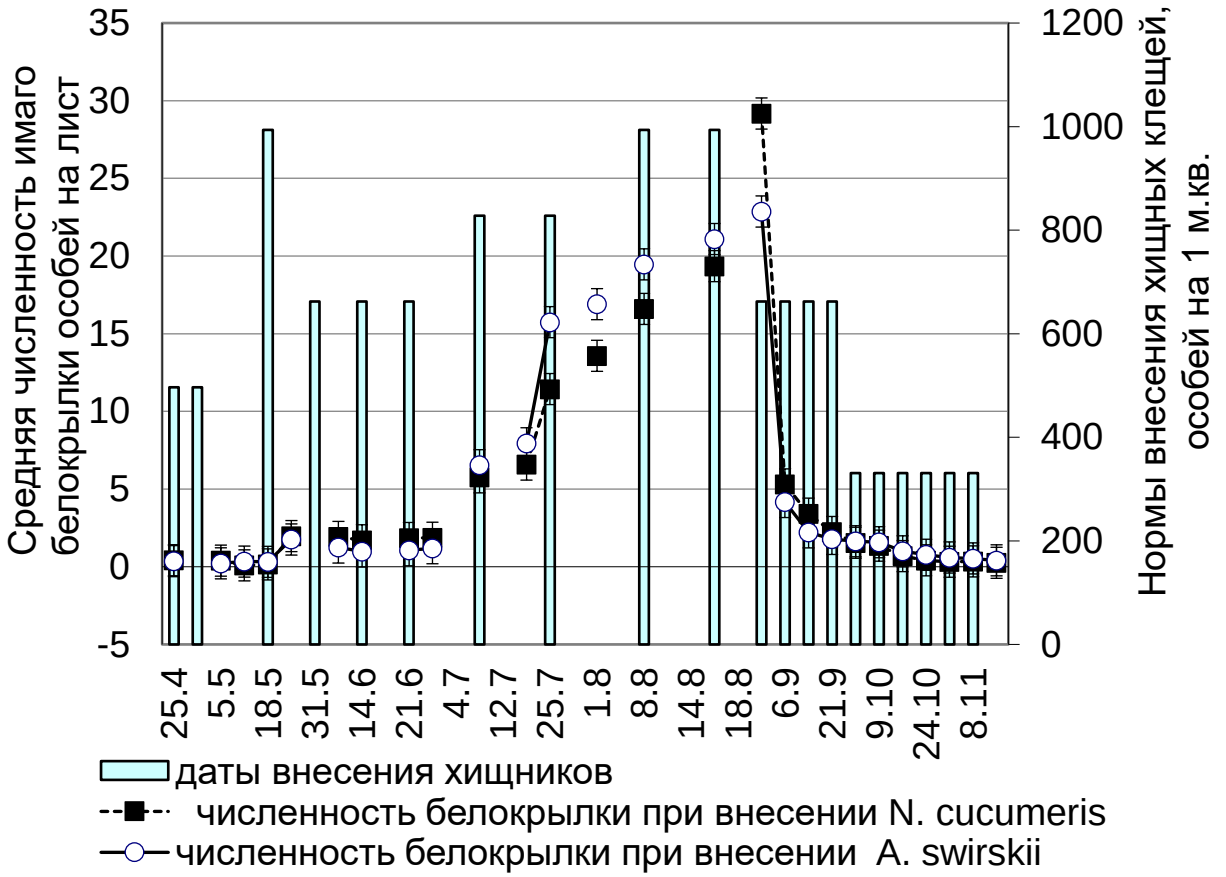


Рисунок 30. Изменение численности оранжерейной белокрылки по датам учета при внесении двух видов хищных клещей.

Чтобы выяснить, что является причиной такого экстремального увеличения вредителя – недостаточное количество хищников, кратность внесения или интервал между внесениями, было решено в августе увеличить общую норму внесения хищников до нормы реализации в мае и июне, сохранив при этом кратность внесения, как в июле (2 раза), с интервалом в 10–14 дней. При таком использовании хищников численность белокрылки продолжала увеличиваться и достигала в среднем 29,2 и 22,8 имаго на лист в вариантах с *N. cucumeris* и *A. swirskii* соответственно, что в 2,5 и 1,5 раза больше, чем в конце июля (Рисунок 30). Необходимо отметить, что, несмотря на значительное количество белокрылки в обоих вариантах, при использовании клеща *A. swirskii* увеличение вредителя происходило в 1,7 раза медленнее. Также в конце августа более низкая численность белокрылки в

этом варианте значительно отличается от показателя в варианте с *N. cucumeris* (при P = 0,05).

В связи с высокой численностью вредителя в конце августа были использованы инсектициды Моспилан + Сильвит Голд. Применение инсектицидов позволило снизить численность белокрылки в 5,5 раз в обоих вариантах.

Поскольку только увеличение месячной нормы внесения хищников в августе без изменения схемы их применения не сдерживало рост вредителя, было решено увеличить количество внесений в сентябре до 4-х раз. Хищных клещей выпускали еженедельно по 662 особи клеща на 1 м^2. Месячная норма внесений клещей в сентябре также увеличилась и составила 2649 особей на 1 м^2. В результате численность белокрылки в течение месяца снизилась более чем в 2,5 раза, до 1,54 и 1,64 имаго на лист в вариантах с *N. cucumeris* и *A. swirskii* соответственно.

В октябре была уменьшена общая месячная норма внесения энтомофагов – до 1324 особей на 1 м^2, но кратность внесения сохранили, как в сентябре, – 4 раза еженедельно. Численность белокрылки продолжала уменьшаться до 0,32 и 0,59 имаго на лист в вариантах *N. cucumeris* и *A. swirskii* соответственно. Различия между вариантами как в сентябре, так и в октябре не являются значимыми (при P=0.05) (Kozlova, Moor, Krasavina, 2020).

Также проведены наблюдения за динамикой численности хищных клещей после их внесения с разной частотой и на разном расстоянии от точек выпуска. Эксперименты проводились с целью уточнения способности *N. cucumeris и A. swirskii* к размножению и расселению на культуре розы.

Первый эксперимент проводили в июле и августе. Клещей выпускали 1 раз в точку 1. Норма выпуска клещей – 830 особей на 1 м^2. На 7-й день после выпуска средняя численность клещей в точке выпуска 1 составила 5,2 и 6,3 особи на лист для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно. На 14-й день произошло значительное снижение численности клещей в точке выпуска – в 4,8 и 5,2 раза в вариатах *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно. Через 1 метр

от точки выпуска (2) клещи наблюдаются на 7-е сутки после выпуска, но численности их ниже, чем в точке выпуска, в 2,7 и 5,9 раза для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно, а на 14-й день клещи в точке 2 не отмечались. В 2-х метрах и через проход клещи отмечены не были (Рисунок 31, Приложение Ж табл. 2) ни на 7-й, ни на 14-й день (Моор, Козлова, 2022).

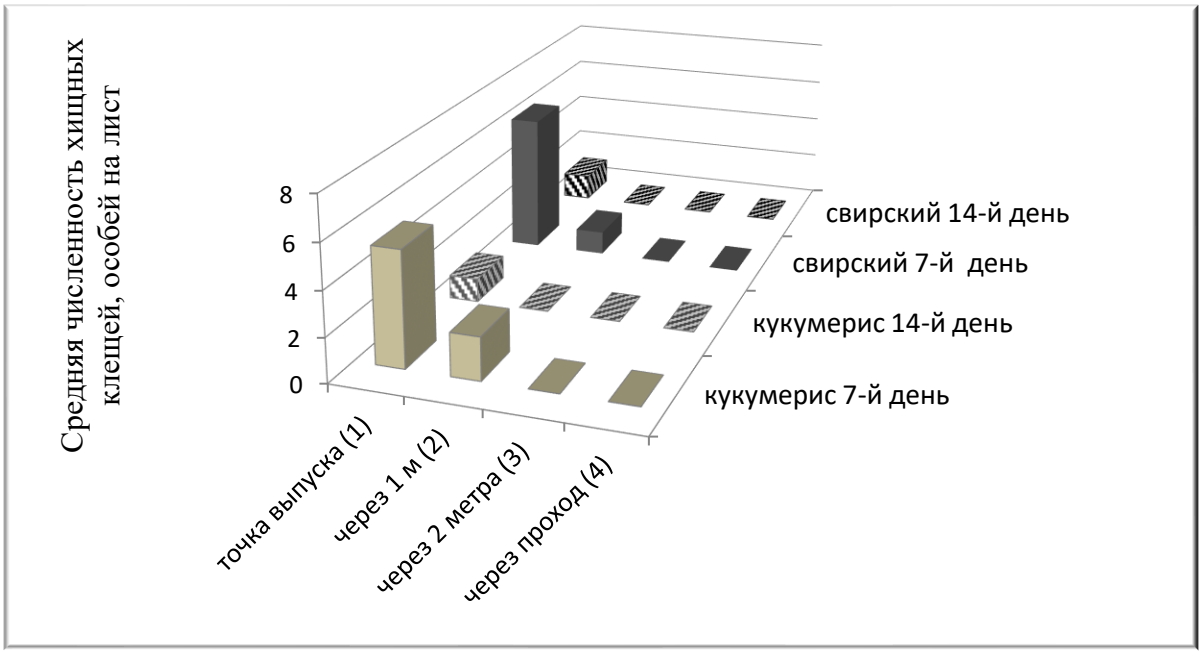


Рисунок 31. Численности хищных клещей на разном расстоянии от точек выпуска при однократном внесении в августе.

Во втором эксперименте в сентябре проводили 2 внесения хищных клещей. Первое – в точке (1), второе – через 8 дней (на следующий день после первого учета) в точке (2) через 1 метр от первой. Нормы внесения одинаковые – 660 особей на 1 м^2 (Рисунок 32).

На 7-й день после выпуска средняя численность клещей в первой точке выпуска 1 составила 6,7 и 4,9 особей на лист для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно, что достоверно (при P=0.05) не отличалось от численности клещей на 7-й день в первом эксперименте, несмотря на то что норма внесения была ниже на 20 %, чем в первом эксперименте. На 14-й день снижение численности клеща в точке выпуска (1), также как и в первом эксперименте, значительная – в 2,8 и 7,3 раза для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно.

Через 1 метр от точки (1) в точке (2) клещи наблюдаются на 7-е сутки после выпуска в более низком количестве, чем в точке выпуска (1) в 1,7 и 4,5 раза для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно (Рисунок 32 Приложение Ж табл. 3).

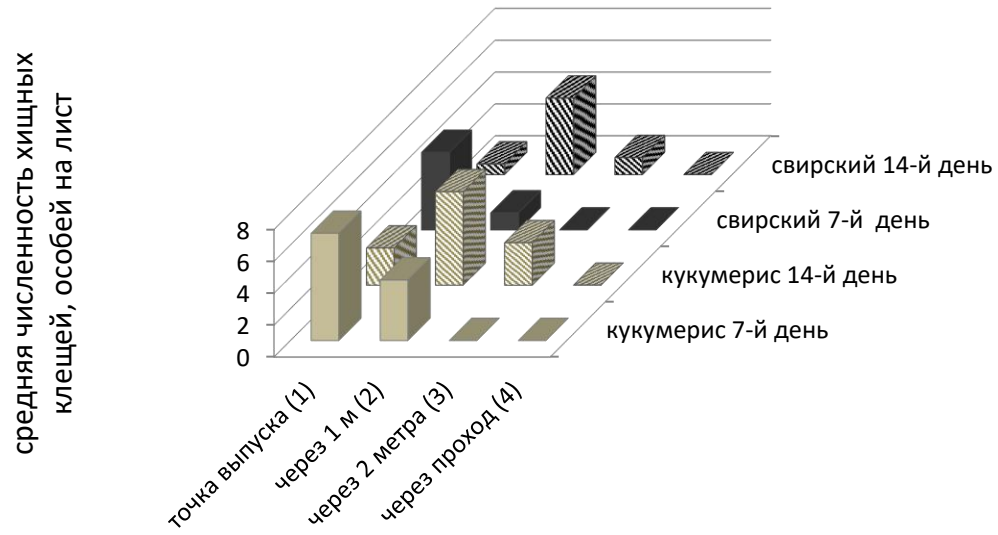


Рисунок 32. Численности хищных клещей на разном расстоянии от точек выпуска при двухкратном внесении в сентябре

Однако на 14-й день в точке (2) численность клещей увеличивается в 2,5 и 7,2 раза и достоверно (при P=0.05) не отличается от численности клещей на 7-й день в точке 1 раза для *N. cucumeris и A. swirskii* соответственно. Очевидно, это связано с дополнительным внесением клещей в точке 2 через 8 дней после первого выпуска. Этим же можно объяснить и присутствие клещей в точке (3) через 2 метра от первой именно на 14-й день учетов, то есть через неделю после второго выпуска хищников, проведенного в точку (2), которая находится на равном расстоянии от точек 1 и 3. Численность клещей в точках 1 и 3 (на 14-й день) достоверно не различается (при P=0.05). В точке 4 через проход хищные клещи не были обнаружены.

Наблюдения в 2-х экспериментах демонстрируют отсутствие накопления клещей обоих видов на розе и элиминацию хищников через 2 недели после выпуска. Отмечено, что клещи плохо мигрируют, поскольку не обнаруживаются через 2 м от точки выпуска и через проход между рядами.

Полученные результаты показывают необходимость регулярного внесения хищных клещей (через 7– 8 дней) со сдвигом точки выпуска на 1 м для получения постоянного присутствия хищника на растениях и повышения эффективности их использования против белокрылки (Моор, Козлова, 2022).

Полученные результаты динамики вредителя по месяцам показывают, что на изменение его численности влияет не только количество используемых хищников, но также частота их внесения и промежуток времени между внесениями. Это подтверждается сравнением динамики вредителя при разных вариантах использования хищников. В мае и июне месячные нормы внесения хищников были одинаковыми, но в мае был отмечен значительный рост численности белокрылки после длительного, двухнедельного, перерыва между внесениями клещей. В июне внесение хищников производили равномерно каждые 10 дней и рост белокрылки не отмечался (Kozlova, Moor, Krasavina, 2020).

В результате в конце июня численность вредителя была ниже, чем в конце мая. В июле и августе различались нормы внесения хищников (в августе в 1,2 раза выше), но частота применения была одинаковая (2 раза в месяц), при этом рост вредителя был значительным за оба месяца (при P=0.05). В сентябре и октябре при еженедельном внесении хищников наблюдалось устойчивое снижение численности белокрылки, несмотря на то, что общее количество хищников в октябре было в 2 раза ниже, чем в сентябре. Таким образом, длительный (более 10 дней) перерыв между внесениями хищников приводит к росту численности белокрылки. Это свидетельствует о том, что оба вида хищных клещей не размножаются на культуре розы при использовании их против оранжерейной белокрылки. Значительные различия по влиянию *A. swirskii и N. cucumeris* на динамику численности белокрылки наблюдалось только в конце августа на фоне максимального за весь период наблюдений количества вредителя. Более низкая численность белокрылки в варианте с *A. swirskii* может объясняться термопреферендумами двух видов. Несмотря на то

что интервал оптимальных для развития температур у обоих видов лежит в пределах от 20 °С до 32 °С, исследования влияния температуры на развитие двух видов демонстрируют различия, которые могут отражаться и на их эффективности. Для *A. swirskii* благоприятны температуры от 25 °С до 30 °С (Lee, Gillespie, 2011; Thermal dependence …, 1995). Кроме того, *A. swirskii* еще достаточно эффективен при температурах выше 32 °С, в отличие от *N. cucumeris,* который находится в депрессии при таких температурах (Thermal dependence …, 1995). И, напротив, температуры ниже 25 °С благоприятны для *N. cucumeris* (Thermal dependence …, 1995), в то время как у *A. swirskii* наблюдается деградация популяции (Lee, Gillespie, 2011).

Результаты наших наблюдений демонстрируют не только отсутствие накопления клещей обоих видов на розе, но, напротив, практически полную элиминацию хищников через 2 недели (Моор, Козлова, 2022).

Широкое распространение хищников – генералистов в мире связано с тем, что они могут питаться широким кругом жертв, соответственно иметь более сбалансированную диету и благодаря этому иметь более устойчивую популяционную численность. Это отчасти делает их производство значительно более дешевым. Кроме того, предполагалось, что это свойство будет способствовать их развитию на защищаемых растениях. На культурах перца и огурца, как уже было сказано в обзоре литературы, эти ожидания оправдались в отличие от наших результатов на розе. Отсутствие устойчивого накопления отмечено и для других декоративных культур, в частности на хризантеме (Buitenhuis et al., 2010). Для поддержания популяции этих хищников-генералистов на декоративных культурах проводились эксперименты с внесением дополнительного питания пыльцой разных растений. Однако стабильных результатов получено не было. Популяции хищников элиминировали при одновременном наличии и жертвы, и дополнительной пищи (Delisle et al., 2015). Также по результатам наших экспериментов необходимо отметить, что оба вида не обладают высокой

миграционной активностью на розе, что отмечалось и на хризантеме (Buitenhuis et al., 2010). Возможно, отсутствие миграции может быть связано с низкой плотностью популяции клещей, не накапливающихся на культуре розы.

В целом полученные результаты показывают, что в климатических условиях Северо-Запада России влияние двух видов хищных клещей *A. swirskii* и *N. cucumeris* на динамику белокрылки практически не различается на протяжении почти всего времени наблюдения за исключением конца августа при используемых в наших наблюдениях нормах внесения. Оба вида не размножаются на культуре розы, что требует регулярных внесений хищников. Регулярное, не реже чем в 7-10 дней, внесение хищников способно сдерживать рост численности белокрылки при одновременной норме внесения 660 особей на м^2 в летний период и 330 особей на м^2 в позднеосенний и ранневесенний периоды. Поскольку стоимость *N. cucumeris* ниже, чем у *A. swirskii,* возможно их совместное использование с уменьшением норм внесения каждого вида, что будет более выгодно. Однако, выбирая стратегию борьбы с белокрылкой, необходимо учитывать не только стоимость энтомофагов, но и их эффективость в изменяющихся климатических условиях. Поэтому летом при температурах выше 27 °С нормы внесения *A. swirskii* и *N. cucumeris* необходимо корректировать в сторону увеличения *A. swirskii*.

Выводы

1. В производственных условиях выращивания розы по малообъемной технологии сорта различались по заселенности обыкновенным паутинным клещом. Эти различия определялись морфологическими особенностями куста, поскольку лабораторное тестирование не выявило связи плодовитости и выживаемости обыкновенного паутинного клеща с уровнями заселенности вредителем исследуемых сортов в теплице.

2. Исследование 12-ти характеристик морфологической структуры куста на 18-ти сортах розы показало, что только площадь листовой поверхности короны, всего куста и дольки листа достоверно коррелирует с заселенностью обыкновенным паутинным клещом и нормой выпуска акарифага. Чем выше показатели площади листовой поверхности короны, всего куста розы и дольки листа, тем меньше степень заселенности обыкновенным паутинным клещом и необходимая норма внесения акарифага. Это описывается уравнением прямолинейной регрессии, где в качестве аргумента используется произведение площадей дольки листа и короны куста.

3. При регулярном использовании *Phytoseiulus persimilis* на многолетней культуре розы потребность в дополнительных выпусках хищного клеща снижается. К концу наблюдений, продолжавшихся 8 лет, средний балл заселенности обыкновенным паутинным клещом сократился в 2,9 раза относительно первоначального, а численность вносимого акарифага уменьшилась в 2,8 раза. Кроме того, на слабо заселяемых паутинным клещом сортах при многолетнем использовании хищного клеща *Ph. persimilis* снижение степени заселенности вредителем более значительное, чем на сильно заселяемых.

4. В процессе формирования куста розы площадь листовой поверхности верхней части (короны) снижается. Это изменяет микроклимат в зоне куста: увеличивает температуру и снижает влажность воздуха. Такие условия способствуют интенсивности размножения обыкновенного паутинного клеща,

но неблагопритны для размножения фитосейулюса. Это снижает эффективность акарифага и требует увеличения норм выпуска минимум в 4 раза.

5. Фитосейулюс, завезенный из Египта, более эффективен в борьбе с обыкновенным паутинным клещом, чем культура ВИЗР, благодаря скорости роста популяции. При использовании фитосейулюса из Египта подавление обыкновеннго паутинного клеща в очагах происходит в 1,7 раза быстрее. Норма его внесения для достижения эффективности 98–99 % в 1,5–2 раза меньше, чем при использовании культуры ВИЗР.

6. В борьбе с обыкновенным паутинным клещом на розе выпуски одного *Neoseiulus californicus* неэффективны. В то же время при совместном применения *N. californicus* с *Ph. persimilis* в условиях дневной температуры воздуха выше +25 °С отмечено ускорение роста биологической эффективности в сравнении с применением одного *Ph. persimilis*. Это свидетельстует о перспективности совместного применения фитосейид и дает возможность снижения норм их выпусков.

7. На эффективность использования хищных клещей *Amblyseius swirskii* и *Neoseiulus cucumeris* для борьбы с оранжерейной белокрылкой влияют как норма, так и частота их внесения, поскольку размножения этих фитосейид на розе в условиях Северо-Запада не отмечается. Необходимая частота их внесения в режиме наводняющей колонизации – 1 раз в 7–10 дней. Потребность в количестве хищников определяется сезоном. В летний период норму внесения необходимо увеличивать минимум в 2 раза.

8. Полученные результаты влияния сорта, формирования куста на развитие обыкновенного паутинного клеща и хищного клеща *Ph. persimilis*, а также особенности применения комплекса фитосейид перспективны для использования в усовершенствованных системах защиты розы, выращиваемой с использованием технологии малообъемной гидропоники, от сосущих вредителей.

Практические рекомендации

1. Выращивание розы по интенсивной малообъмной технологии должно сопровождаться фитосанитарным мониторингом весь период эксплуатации посадки с обязательными профилактическими выпусками комплекса фитосейид. Для оценки заселенности розы обыкновенным паутинным клещом рекомендуется использовать балльную систему.

2. Для предварительного прогноза заселенности растений паутинным клещом рекомендуется использование разработанного нами уравнения прямолинейной регрессии: $y = 2{,}89-0{,}127xz$, где y – среднегодовая заселенность данного сорта роз обыкновенным паутинным клещом; x – средняя площадь дольки сложного листа розы данного сорта, $см^2$; z – средняя площадь короны куста данного сорта розы, $см^2$.

3. Для прогнозирования объемов массового разведения или закупки хищного клеща фитосейулюса для борьбы с обыкновенным паутинным клещом рекомендуется использовать уравнения: $y = 345-11{,}3xz$ для первого года применения акарифага, и $y = 278-11{,}1xz$ при дальнейшем использовании хищного клеща (y – число особей фитосейулюса, необходимое для выпуска на 1 $м^2$ посадок данного сорта розы в год; x – средняя площадь дольки сложного листа розы данного сорта, $см^2$; z – средняя площадь короны куста данного сорта розы, $см^2$).

Список литературы

Агекян, Н.Г. О биологических особенностях наездника Encarsia formosa Gahan / (Hymenoptera, Aphelinidae) / Н.Г. Агекян // Энтомологическое обозрение. – 1981. – Т. 60, вып. 1. – С. 92–95.

Адашкевич, Б.П. Энтомофаги вредителей овощных культур / Б.П. Адашкевич. – Москва: Колос, 1975. – 190 с.

Акимов, И.А. Хищные клещи в закрытом грунте / И.А. Акимов, Л.А. Колодочка. – Киев: Наукова думка, 1991. – 167 с.

Бегляров Г.А. Хищный клещ – перспективный энтомофаг табачного трипса / Г.А. Бегляров, Ф.А. Сучалкин // Защита растений. – 1983. – № 9. – С. 24–25.

Бегляров, Г.А. О возможности использования хищного клеща фитосейулюса (*Phytoseiulus persimilis* А.-Н.) для борьбы с паутинным клещом на различных растениях / Г.А. Бегляров, Н.А. Малов // Тезисы докладов II акарологического совещания. Ч. 1. – Киев: Наукова думка, 1970. – С. 5.

Бегляров, Г.А. Влияние температуры и влажности на развитие паразитоида энкарзию / Г.А. Бегляров, В.В.Лебедев, Р.И. Хлопцева // Биологическая защита овощных культур от вредных организмов. – Кишинев, 1978. – С. 9–10.

Бегляров, Г.А. Некоторые итоги изучения биологии энкарзии – паразитоида тепличной белокрылки / Г.А. Бегляров, В.В. Лебедев // Состояние интродукции и акклиматизации перспективных энтомофагов, акарифагов и фитофагов важнейших вредителей и сорняков в странах – членах ВПС МОББ. – Киев, 1979. – С. 108–116.

Бегляров, Г.А. Экология хищного клеща фитосейулюса (*Phytoseiulus persimilis* Ath.-H.) и результаты его применения в СССР / Г.А. Бегляров, А.Т. Ущеков // Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych. – Warszawa, 1972. – P. 93–101.

Бондаренко, Н.В Особенности диапаузы у паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) / Н.В. Бондаренко // Зоологический журнал. – 1958. – Т. 37, вып.

7. – С. 1012–1023.

Бондаренко, Н.В. Вредные нематоды, клещи, грызуны / Н.В. Бондаренко, Л.А. Гуськова, С.Г. Пегельман. – Москва: Колос, 1993. – 271 с.

Бондаренко, Н.В. К вопросу об оценке роли естественных врагов в регулировании численности паутинных клещей и тлей / Н.В. Бондаренко, Я.Я. Гавелка // Биологические основы интеграции в защите хлопчатника от вредителей. – Ленинград, 1977. – С. 1247–1250.

Бондаренко, Н.В. Клещи - вредители овощных культур / Н.В. Бондаренко. – Ленинград: Колос, 1972. – 234 с.

Бондаренко, Н.В. Особенности возникновения диапаузы у разных географических популяций паутинного клеща / Н.В. Бондаренко, К. Хай-Юань // Доклады Академии наук СССР. – 1958. – Т. 119, № 16. – С. 1247–1250.

Бондаренко, Н.В. Особенности диапаузы паутинного клеща и пути управления его численностью в условиях защищенного грунта / Н.В. Бондаренко //Сборник трудов по защите растений. – Рига: Издание АН Латвийской ССР, 1956. – С.127–132.

Бондаренко, Н.В. Паутинный клещ и борьба с ним в парниках и теплицах / Н.В. Бондаренко. – Москва; Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 1952. – 53 с.

Бондаренко, Н.В. Тетраниховые клещи – вредители сельскохозяйственных культур нечерноземной зоны (биология, экология, обоснование мер борьбы): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Николай Васильевич Бондаренко; Ленинградский сельскохозяйственный институт. – Ленинград, 1967. – 32 с.

Вильницкая, Е.В. Паутинный клещ в пленочных теплицах / Е.В. Вильницкая // Защита растений. – 1972. – № 7. – С. 18–21.

Вредители и болезни овощных культур и меры борьбы с ними / И.П. Масленников, М.В. Ореховская, Н.Н. Корганова, А.И. Мельникова. – Москва: Россельхозиздат, 1974. – 156 с.

Долженко Т.В. Чувствительность хищных и паразитоидических

насекомых к химическим и биологическим инсектицидам / Т.В. Долженко, О.В. Долженко // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. – 2017. – № 52. – С. 108–111.

Еськов И.Д. Защита растений в цветоводстве защищенного грунта / И.Д. Еськов, Э.А. Таккель, О.М. Касынкина. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2013. – 159 с.

Жукова, В.П. К механизму питания паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch / В.П. Жукова // Труды НИИЗР. – Ташкент, 1963. – Вып. 6. – С. 13–18.

Забудская, И.А. Биологические особенности энкарзии – паразитоида оранжерейной белокрылки / И.А. Забудская // Биологическая борьба с вредителями и болезнями овощных культур. – Кишинев, 1978. – С.18 – 22.

Заурембеков, А.А. Выращивание роз в теплицах. Ч. 4. Основные параметры микроклимата в теплицах для выращивания роз. Свет / А.А. Заурембеков. – 2019. URL: http://фитосветильники.рф/2019/04/выращивания-роз-в-теплицах/

Заурембеков, А.А. Выращивание роз в теплицах. Ч. 3. Основные параметры микроклимата в теплицах для выращивания роз. Температурный режим. Влажность воздуха / А.А. Заурембеков. – 2013 а. URL: http://growplants36.ru/teplichnye-texnologii/55/mikroklimat-dlja-vyrashivanija-roz/

Заурембеков, А.А. Выращивания роз на срез / А.А. Заурембеков.– 2013 б. URL: https://greentalk.ru/topic/2508/?ysclid=ltu6s6jfqr569096880

Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей: Справочник (Определение видов, методы выявления и учета, биология и морфология, вредоносность, борьба) / С.С. Ижевский, А.К. Ахатов, К.Н. Олейнин [и др.]. – Москва: Издательство КМК Scientific Press Ltd., 1999. – 399 с.

Зорин, П.Н. Борьба с вредителями огурцов в теплицах и парниках / П.Н. Зорин // Сборник научных трудов ВИЗР. – Ленинград, 1934. – С. 176–178.

Зуева, Л. И. Оптимизация использования полезных видов членистоногих в биологической защите овощных культур от вредителей в теплицах ЦНЗ

России: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (06.01.11) / Любовь Ивановна Зуева; Всерос. науч.-исслед. институт защиты растений. – Санкт-Петербург, 2007. – 19 с.

Иванова, Г.П., Проблема защиты роз от обыкновенного паутинного клеща в условиях новой технологии выращивания / Г.П. Иванова, М.К. Баринов, Е.И. Ложкина // Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 137–138.

Иванова, Г.П. Хищный клещ фитосейулюс как фактор снижения акарицидного пресса на тепличной культуре розы / Г.П. Иванова // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. – 2017. – № 52. – С. 135–138.

Игнатьева, Т.Н. Энтомофаги оранжерейной белокрылки / Т.Н. Игнатьева, В.В. Пилипюк, В.И. Пилипюк // Защита и карантин растений. – 1998. – № 6. – С. 26–27.

Исаичев, В.В. Дифференцированное применение химических средств против паутинного клеща на землянике / В.В. Исаичев // Защита плодовых и ягодных культур от вредителей и болезней в Нечерноземной зоне РСФСР: сборник науч. работ. – 1978. – Т. 12. – С. 176–178.

Козлова, Е.Г., Применения *Phytoseiulus persimilis* против паутинного клеща на разных сортах роз/ Е.Г. Козлова, В.В. Моор // Защита и карантин растений. – 2012. – № 12. – С. 16–20.

Козлова, Е.Г. Сравнительная оценка показателей. Репродуктивного потенциала двух популяций хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* / Е.Г. Козлова, А.И. Анисимов, Н.М. Семененко // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. – 2017. – № 52. – С. 167–172.

Козлова, Е.Г. Сравнительная оценка эффективности разных популяций хищного клеща Phytoseiulus persimilis А.–Н. в условиях производственных теплиц / Е.Г. Козлова, А.И. Анисимов, В.В. Моор // Вестник защиты растений. – 2018. – № 3 (97). – С. 23–28.

Козлова, Е.Г. Изменчивость сортов роз, выращиваемых на срез, по показателям архитектоники их куста / Е.Г. Козлова, А.И. Анисимов, В.В. Моор // Агробиотехнология–2021: материалы Международной научной конференции. – Москва: РГАУ–МСХА, 2021. – С. 864–871.

Колодочка, Л.А. Руководство по определению растениеобитающих клещей – фитосейид / Л.А. Колодочка. – Киев: Наукова думка, 1978. – С. 4–13.

Малов, Н.А. Некоторые особенности развития обыкновенного паутинного клеща (*Tetranychus urticae* Koch.) на землянике / Н.А. Малов, И.П. Шевлекова // Зоологический журнал. – 1973. – Т. 52, вып. 2. – С. 197–202.

Метод наименьших квадратов. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Метод_наименьших_квадратов. (дата обращения 11.02.2022)

Методические принципы оценки действия пестицидов на хищных и паразитоидических членистоногих, выпускаемых в защищенном грунте против вредителей овощных и цветочных культур / Г.И. Сухорученко, Н.А. Белякова, Г.П. Иванова [и др.] // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. 2017. – № 52. – С. 278–282.

Методические рекомендации по оценке устойчивости огурцов к бахчевой тле по показателю численности фитофага / В.А. Раздобурдин, Л.П. Красавина, С.В. Васильев. – Ленинград, 1991. – 18 с.

Методические указания по испытанию системы биологической защиты огурцов и зеленых культур от вредителей и болезней в защищенном грунте / Н.В. Бондаренко, Г.А. Бегляров. – Москва: Колос, 1981. – С. 8–12.

Методические указания по массовому разведению и применению хищного клеща фитосейулюса для борьбы с паутинными клещами в защищенном грунте на огурцах / Г.А. Бегляров. – Москва: Колос, 1968. – 21 с.

Методические указания по массовому разведению и применению хищного клеща фитосейулюса для борьбы с паутинными клещами в защищенном грунте на огурцах / Г.А. Бегляров. – Москва: Колос, 1976.– 25 с.

Методические указания по разведению и применению фитосейулюса на

розах / Н.А. Попов, Г.В. Худякова, Г.А. Памукчи. – Кишинев: ВНИИБМЗР, 1989. – 26 с.

Мешков, Ю.И. Хищный клещ для защиты тепличных роз / Ю.И. Мешков // Защита растений в тепличном хозяйстве. – 2008. – Прил. № 3. – С. 4–5.

Моор, В.В. Влияние формирования куста розы на динамику паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch и хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. в условиях малообъемной гидропоники в ООО «Агролидер» / В.В. Моор, Е.Г. Козлова // Эколого-генетические основы современных агротехнологий: материалы конференции (27–29 апреля 2016 г.). – Санкт-Петербург, 2016. – С. 115–116.

Моор, В.В. Многолетнее применение фитосейулюса против паутинного клеща на розе / В.В. Моор, Е.Г. Козлова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 11. – С. 15–19. http://doi.org/10.47528/1026-8634-2021-11-15

Моор, В.В. Вариабельность заселяемости сортов розы паутинным клещом *Tetranychus urticae* на фоне биологической и химической защиты / В.В. Моор, А.И. Анисимов, Е.Г. Козлова // Вестник защиты растений. – 2021. – Т. 104, вып. 4. – С. 218–222. https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-4-15129

Моор, В.В. Динамика численности и способность к миграции хищных клещей *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot) и *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) при использовании против белокрылки на культуре розы / В.В. Моор, Е.Г. Козлова // XVI съезд Русского энтомологического общества (Москва, 22–26 авг. 2022 г.): тезисы докладов – Москва: Тов-во науч. изданий КМК, 2022. – С. 116.

https://doi: 10.5281/zenodo.6976546

Моор, В.В. Связь заселяемости сортов роз паутинным клещом с элементами структуры куста в условиях применения хищного клеща фитосейулюса в теплицах / В.В. Моор, Е.Г. Козлова, А.И. Анисимов // Сельскохозяйственная биология. – 2023. – Т. 58, № 3. – С. 458–472. https://doi.org/ 10.15389/agrobiology.2023.3. 458rus

Определитель вредных и полезных беспозвоночных закрытого грунта / под ред. В.А Павлюшина. – Санкт-Петербург: ВИЗР, 2003. – 172 с.

Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.Ф. Трифонова, А.Х. Заверюха, В.Е. Ещенко. – Москва: Колос, 1996. – 361 с.

Оценка устойчивости гибридов и сортов огурца к паутинному клещу *Tetranychus atlanticus* McGregor / С.Я Попов, В.В. Слотин, А.В. Борисов, А.В. Кондряков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 3. – С.110–123.

Петров, В.М. Зависимость развития и плодовитости паутинных клещей от температуры и относительной влажности воздуха / В.М. Петров // Известия АН Латвийской ССР. – 1973. – № 3. – С. 20–26.

Петрова, В.И. Развитие экспериментальных популяций обыкновенного паутинного клеща при различной первоначальной плотности заселения / В.И. Петрова, В.М. Петров // Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями растений в защищенном грунте: тезисы докладов. – Рига, 1983. – С. 35–36.

Петрушов, А.З. Закономерности распределения паутинного клеща / А.З. Петрушов, А.В. Белева // Защита растений. – 1986. – № 8. – С. 9.

Пономаренко, Е.К. Обоснование порогов вредоносности атлантического паутинного клеща (*Tetranychus atlanticus*) на землянике садовой с помощью биофизических (физиологических) показателей поврежденности: диссертация на соискание учѐной степени кандидата биологических наук // Пономаренко Екатерина Константиновна; Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева Москва. – 2018. – 126 с.

Попов, С.Я. Анализ различных параметров флуоресценции хлорофилла в листьях земляники садовой при повреждении атлантическим паутинным клещом *Tetranychus atlanticus* McGregor / С.Я. Попов, Е.К. Пономаренко, М.С. Гинс, А.А. Байков // Плодоводство и ягодоводство России: сборник науч. трудов. – 2016. – Т. 46. – С. 323–329.

Попов, С.Я. Прогностическая оценка сортов земляники на устойчивость

(восприимчивость) к паутинному клещу / С.Я. Попов, Е.К. Пономаренко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – Вып. 5. – С. 55–67.

Попов, С.Я. Репродуктивные таблицы хищных клещей-фитосейид: *Phytoseiulus persimilis*, *Galendromus occidentalis* и *Neoseiulus cucumeris* / С.Я. Попов, А.В. Кондряков // Зоологический журнал. – 2008. – Т. 87, №7. – С. 790–798.

Прушинский, С.А. Интродукция *Phitoseiulus persimilis* А-Н. и его применение в борьбе с паутинным клещом в Польше: доклады симпозиума / С.А. Прушинский. – Киев, 1979. – С. 128–141.

Раздобурдин, В.А. Взаимодействия акарифагов в системе «растение – паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) – фитосейулюс *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. (Parasitiformes, Phytoseiidae) + галлица *Feltiella luboviae* Fedotova et Kozlova (Diptera, Cecidomyiidae)» на различных сортообразцах огурца / В.А. Раздобурдин, Е.Г. Козлова // Энтомологическое обозрение. – 2019. – Т. 98, вып. 4. – С. 694–705.

Раздобурдин, В.А. Взаимодействия в системе «растение–паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) – клещеядная галлица *Feltiella* spp. (Diptera, Cecidomyiidae)» на различных сортообразцах огурца / В.А. Раздобурдин, Е.Г. Козлова // Энтомологическое обозрение. – 2016. – Т. 95, вып. 4. – С. 748–757.

Раздобурдин, В.А. Специфика проявления устойчивости огурцов к паутинному клещу: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Виктор Алексеевич Раздобурдин; Всесоюзный НИИ защиты растений. – Ленинград, 1984. – 21с.

Рак, Н.С. Биологическая защита тропических и субтропических растений в полярно-альпийском ботаническом саду / Н.С. Рак, Л. П. Красавина // Гавриш. – 2011. – № 4. – С. 30–34.

Сидляревич, В.И. Некоторые биологические особенности тепличной белокрылки и паразитоида энкарзии / В.И. Сидляревич, О.Т. Новикова //

Защита растений, Минск. – 1984. – Ч. 2. – 156 с.

Скорость формирования резистентности и ее реверсии в популяциях вредителей тепличных культур / Г.П. Иванова, В.С. Великань, В.Г. Корнилов, Н.Л. Маммаева // Вестник защиты растений. – 2002. – № 1. – С.15–21.

Старовир, И.С. Морфологические и функциональные особенности пищеварительной системы клещей фитосейид: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Иван Степанович Старовир; Институт зоологии. – Киев, 1974. – 27 с.

Твердюков, А.П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте / А.П. Твердюков, П.В. Никонов, Н.П. Ющенко. – Москва: Колос, 1993. – 284 с.

Тер-Симонян, Л.Г. Вредители и болезни огурца / Л.Г. Тер-Симонян, З.П. Блинова // Защита растений. – 1989. – № 4. – С. 34–36.

Технологии и методы оценки побочных эффектов от пестицидов на примере преодоления резистентности вредителей культур защищенного грунта к пестицидам / Г.И.Сухорученко, В.И.Долженко, Г.П.Иванова [и др.]. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2008. – 66 с.

Урбах, В.Ю. Биометрические методы / В.Ю. Урбах. – Москва: Наука, 1964. – 416 с.

Успенский, Ф.М. Обыкновенный паутинный клещ в орошаемых районах Средней Азии / Ф.М. Успенский. – Ташкент, I960. – 248 с.

Чалков, А.А. Биологическая борьба с вредителями овощных культур защищенного грунта / А.А. Чалков. – Москва: Колос, 1986. – 95 с.

Чижик, Р.И. Итоги работы по изучению *Encarsia formosa* и макролофуса в защищенном грунте / Р.И. Чижик, Т.В. Крыжановская. – Киев, 1979. – С. 123-127.

Шапиро, И.Д. Устойчивость сельскохозяйственных культур к вредителям / И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова. – Москва, 1973. – 64 с.

Эйтмонтене, Г.Б. Экологическое и агрохимическое обоснование путей повышения эффективности биологических средств защиты огурца в теплицах

(на примере паутинного клеща *Tetranychus urticae* и фитосейулюса *Phytoseiulus persimilis*): автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Геноэфа Брониславовна Эйтмонтене; Всесоюзный НИИ защиты растений. – Ленинград; Санкт-Петербург, 1992. – 23 с.

Эколого-физиологические основы триотрофа и стратегия защиты растений / И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова, К.В. Новожилов [и др.] // Экологическая физиология насекомых и проблемы защиты растений: труды ВИЗР. – 1979. – С. 5–17.

Энтомофаги в защите растений / А.С. Бабенко, М.В. Штерншис, И.В. Андреева [и др.]. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2001. – 205 с.

Яркулов, Ф.Я. Методы учета и биологическое подавление тепличной белокрылки в защищенном грунте / Ф.Я. Яркулов // Вестник Дальневосточного гос. аграрного ун-та. – 2011. – № 1. – С. 16–21.

Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands / J. Khajehali, P. van Nieuwenhuyse, P. Demaeght [et. al.] // Pest management science. – 2011. – Vol. 67, N 11. – P. 1424–1433. https://doi.org/10.1002/ps.2191

Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite Tetranychus urticae and other important Acari: a review / T. van Leeuwen, J. Vontas, A. Tsagkarakou [et al.] // Insect biochemistry and molecular biology. – 2010. – Vol. 40, N 8. – P. 563–572. https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008

Against mites mite Andersoni. URL: https://www.agriexpo.online/prod/biobest-group-nv/product-176934-72055.html (дата обращения 22.03.2022)

Allen, C.M. Thermal biology and behaviour of two predatory phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipes* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). PhD Thesis /Allen Claire Marie – University of Birmingham, 2009. – 206 p.

Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae*

(Acari: Tetranychidae) / D. Vangansbeke, L. De Schrijver, T. Spranghers [et. al.] // Experimental and applied acarology. 2013. – Vol. 61. – P. 285–298. https://doi.org/10.1007/s10493-013-9704-8

Amano, H. Life history and reproduction of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) / H. Amano, D.A. Chant // Canadian Journal of Zoology. – 1977. – Vol. 55. – P. 1987–1983.

Amblyseius andersoni Амблисейус андерсони – URL: http://www.flora-center.ru/product/amblyseius-andersoni-amblisejus-andersoni/ (дата обращения 20.12. 2023)

Amblyseius andersoni хищник паутинного клеща. URL: Amblyseius andersoni хищник паутинного клеща | (bioplanet.eu) (дата обращения 02.11. 2022 a)

Andersoni-Breeding-System - steady stream of hungry predators targets harmful mites. URL: https://www.biobestgroup.com/products/andersoni-breeding-system?buildId=1694417260636 (дата обращения 01.10. 2022)

Amblyseius andersoni. URL: https://www.koppert.com/crop-protection/biological-pest-control/predatory-mites/amblyseius-andersoni/ (дата обращения 11.10. 2022 b)

Amblyseius swirskii (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Horn.: Aleyrodidae) in protected sweet pepper crops in Southern Spain / J. Calvo, P. Fernandez, K. Bolckmans, J.E. Belda // IOBC/WPRS Bulletin. – 2006. – Vol. 29, N 4. – P. 77–82.

Andow, D.A. Plant structural complexity and host-finding by a parasitoid / D.A. Andow, D.R. Prokrym // Oecologia. – 1990. – Vol. 82, N 2. – P. 162–165. https://doi.org/10.1007/BF00323530.

Augmentation and conservation of indigenous generalist acarine predators for the control of citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora*, in Israel / Y. Argov, S. Domeratzky, U. Gerson [et. al.] // IOBC/WPRS Bulletin. – 2007. – Vol. 30, N 5. – P. 9–15.

Babikir, E.-T. A. Factors affecting biological control of the red spider mite in glasshouses. The effect of fungicides and light intensity on the population dynamics of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* with reference to the efficiency of biological control in glasshouses: DPhil Thesis / E.-T.A. Babikir. – University of Bradford, UK, 1978.

Barbar, Z. Survey of phytoseiid mite species (Acari: Phytoseiidae) in citrus orchards in Lattakia governorate, Syria / Z. Barbar // Acarologia. – 2013. – Vol. 53, N 3. – P. 247–261. https://doi.org/10.1051/acarologia/20132098

Barbosa, M.F.C. Evaluation of astigmatid mites as factitious food for rearing four predaceous phytoseiid mites (Acari: Astigmatina; Phytoseiidae) / M.F.C. Barbosa, G.J. de Moraes // Biological control. – 2015. – N 91. – P. 22–26.

Beneficial insects. URL: https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/biosecurity/plants/insects/beneficial/whitefly-parasitoids (дата обращения 22.04.2022)

Bennison, J.A. Integrated control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in UK cucumber crops – evaluation of a controlled release system of introducing *Amblyseius cucumeris* / J.A. Bennison, R. Jacobson // Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent. – 1991. – Vol. 56. – P. 251–258.

Bennison, J.A. Integrated control of thrips on cucumber in the United Kingdom / J.A. Bennison // Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent. – 1988. – Vol. 53. – P. 961–966.

Bernstein, C. Some aspects of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) dispersal behavior / C. Bernstein // Entomophaga. – 1983. – Vol. 28. – P. 185–198.

Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* / A. Barber, C.A.M. Campbell, H. Crane, E. Tregidga // Biocontrol science technology. – 2003. – N 13. – P. 275–284. https://doi.org/10.1080/0958315031000110300

Biological control in cut flowers / E. Dogan, S. Kazaz, E. Kaplan [et. al.] // Acta horticulturae: proc. International symposium on ornamental horticulture. – 2019. – P. 315–324. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1263.42

Biological control of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* with the predatory mite *Amblyseius swirskii* in sweet pepper crops / H. Hoogerbrug-ge, J. Calvo, Y.M. van Houten [et. al.] // IOBC/WPRS Bulletin. – 2005. – Vol. 28, N 1. – P.119–122.

Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one / G. Messelink, R. van Maanen, S.E.F. van Steenpaal, A. Janssen // Biological Control. – 2008. – Vol. 44, N 3. – P. 372–379.

Biological control of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) by *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acarina: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber in Adana, Turkey // C. Kazak, K. Karut, S. Yildiz, E. Sekeroulu // Acta horticulturae. – 1999. – N 492. – P. 169–174.

Biological control of western flower thrips on sweet pepper using the predatory mites *Amblyseius cucumeris*, *Iphiseius degenerans*, *A. andersoni* and *A. swirskii* / Y.M. Houten, M.L. Ostilie, H. Hoogerbrugge, K. Bolckmans // IOBC/WPRS Bulletin. – 2005. – Vol. 28, N 1. – P. 283–286.

Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) / L.J. Canlas, H. Amano, N. Ochiai, M. Takeda // Systematic & applied acarology – 2006. – Vol. 11. – P. 141–157.

Biswas, G.C. Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch / G.C. Biswas, W. Islam, M.M. Haquel // Journal bioscience. – 2007. – Vol. 15. – P. 1–5. http://www.banglajol.info/index.php/JBS/index

Blümel, S. Efficacy of different release strategies of *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae) for the control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on greenhouse cut roses / S. Blümel, A. Walzer // Systematic and applied acarology. – 2002. – Vol. 7. – P. 35–48. URL: http://www.bioone.org/doi/full/10.11158/saa.7.1.5.

Bolckmans, K. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) Dans / K. Bolckmans, Y. van Houten, H. Hoogerbrugge // Second International symposium on biological control of

arthropods. – Davos, Switzerland, 2005. – P. 555–565.

Brodeur, J. Potential of four species of predatory mites as biological control agents of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae) / J. Brodeur, A. Bouchard, G. Turcotte // Canadian entomologist. – 1997. – Vol. 129. – P. 1–6.

Buitenhuis, R. Dispersal of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on potted greenhouse chrysanthemum / R. Buitenhuis, L. Shipp, C. Scott-Dupree // Biological control. – 2010. – Vol. 52. – P. 110–114. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.10.007

Buxton, J.H. Integrated pest management in AYR chrysanthemums / J.H. Buxton, R. Finlay // Bulletin OILB/SROP. – 1993. – Vol. 16, N 8. – P. 33–41.

Calvitti, M. Acari predatori fitseidi presenti su alcune colture erbacee nel lazio / M. Calvitti, H. Tsolakis // Redia. – 1992. – Vol. 75, N 2. – P. 529–535.

Calvo, F.J. Control of Bemisia tabaci and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii* / F.J. Calvo, K. Bolckmans, J.E. Belda // BioControl. – 2011. – Vol. 56. – P.185–192. https://doi.org/10.1007/s10526-010-9319-5

Calvo, F.J. Development of a biological controlbased Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops / F.J. Calvo, K. Bolckmans, J.E. Belda // Entomologia experimentalis et applicata. – 2009. – Vol. 133, N 1. – P. 9–18.

Caracteres morfológicos y bioquímicos de Rosa x hybrid contra *Tetranychus urticae* Koch en invernadero / R. Flores-Canales, R. Mendoza-Villareal, J. Landeros-Flores [et al.] // Revista Mexicano de ciencias agrícolas. – 2011. – Vol. 3. – P. 473–482.

Castagnoli, M. Biology and prospects for mass rearing of *Amblyseius cucumeris* (Oud.)(Acarina: Phytoseiidae) using *Dermatophagoides farinae* Hughes (Acarina: Pyroglyphidae) as prey / M. Castagnoli // Redia. – 1989. – Vol. 72. – P. 389–402.

Castagnoli, M. Mass-rearing of *Amblyseius californicus* (Acari: Phy-toseiidae)

on two alternative food sources / M. Castagnoli, S. Simoni, N. Biliotti // Ecology and evolution of the acari. – 1999. – P. 425–431.

Castagnoli, M. Suitability of *Polyphagotarsonemous latus* (Banks) (Acari Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari, Phytoseiidae) / M. Castagnoli, L. Falchini // Redia. – 1993. – Vol. 76. – P. 273–279.

Chow, A. Compatibility of *Amblyseius* (*Typhlodromips*) *swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses / A. Chow, A. Chau, K.M. Heinz // Biological control. – 2010. – Vol. 53. – P. 188–196. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.12.008

Clark, T.L. Foraging behavior of lacewing larvae (Neuroptera: Chrysopidae) on plants with divergent architectures / T.L. Clark, F.J. Messina // Journal of insect behavior. – 1998. – Vol. 11. – P. 303–317. https://doi.org/10.1023/A:1020979112407

Cloyd, R.A. Effects of plant architecture on the attack rate of *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae) / R.A. Cloyd, C.S. Sadof // Environmental entomology. – 2000. – Vol. 29, N 3. – P. 535–541. https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.3.535

Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars / A. Golizadeh, S. Ghavidel, J. Razmjou [et al.] // Acarologia. – 2017. – Vol. 57, N 3. – P. 607–616. https://doi.org/10.24349/acarologia/20174176

Comparative studies on the influence of temperature and food on the development of *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus fallacis*, *Galendromus longipilus* and *Typhlodromus pyri* Acari: Phytoseiidae) / M. Genini, A. Klay, J. Baumgartner [et. al.] // Entomophaga. – 1991. – Vol. 36. – P. 1139–1154. https://doi.org/10.1007/BF02374645

Comparative study of two predatory mites *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *Transeius montdorensis* (Schicha) by predator-prey models for improving

biological control of greenhouse cucumber / M.M. Tellez, T. Cabello, M. Gamez [et. al.] // Ecological modelling. – 2020. Vol. 431. – P. 109-197. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109197

Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, and Acramite (bifenazate) for control of twospotted spider mites in strawberries / E.M. Rhodes, E. Oscar, O.E. Liburd [et. al.] // Experimental and applied acarology. – 2006. – Vol. 39. – P. 213–225. https://doi.org/10.1007/s10493-006-9005–6

Courcy Williams, M. de. *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) in the control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) on cyclamen / M. de Courcy Williams // Bulletin OILB/SROP. – 1993. – Vol. 16. – P. 48–52.

Croft, B.A. Comparative life histories and predation types: are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar Type II selective predators of spider mites / B.A. Croft, L.N. Monetti, P.D. Pratt // Environmental entomology. – 1998. – Vol. 27. – P. 531–538.

Cut rose biological control program. URL: https://www.appliedbio-nomics.com/wp-content/uploads/466-rose.pdf (дата обращения 27.06.2022)

Delisle, J.F. Apple pollen as a supplemental food source for the con-trol of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum / J.F. Delisle, L. Shipp, J. Brodeur // Experimental and applied acarology. – 2015. – Vol. 65. – P. 495–509. https://doi.org/10.1007/s10493-014-9863-2

Dicke, M. Prey preference of the phytoseiid mite *Typhlodromus pyri*. 1. Response to volatile kairomones / M. Dicke // Experimental and applied acarology. – 1988. – Vol. 4. – P. 1–13.

Dissevelt, M. Comparison of different *Orius* species for control of *Frankliniella occidentalis* in glasshouse vegetable crops in the Netherlands / M. Dissevelt, K. Altena, W.J. Ravensberg // Mededelingen Faculteit Land-bouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. – 1995. – Vol. 60. – P. 839–845.

Duso, C. Biological control of tetranychid mites in peach orchards of northern Italy: Role of *Amblyseius finlandicus* (Oud.) (Acari: Phytoseiidae) / C. Duso // Acta phytopathologica et entomologica Hungarica. – 1992a. – Vol. 27. – P. 211–217.

Duso, C. Role of *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari, Phytoseiidae) in vineyards III. Influence of variety characteristics on the success of *A. aberrans* and *T. pyri* releases / C. Duso // Journal of applied entomology. – 1992b. – Vol. 114. – P. 455–462. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01151.x

Duso, C. Distribution of the predatory mite *Amblyseius andersoni* chant (Acari: Phytoseiidae) on different apple cultivars. Anzeiger für Schädlingskunde / C. Duso, M. Pasini // Journal of pest science. – 2003. – Vol. 76, N 2. – P. 33–40. https://doi.org/10.1046/j.1439-0280.2003.03003.x

Duso, C. Mite population dynamics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari: Phytoseiidae) / C. Duso, E. Vettorazzo // Experimental and applied acarology. – 1999. – Vol. 23. – P. 741–763. https://doi.org/10.1023/A:1006297225577

Duso, C. Role of the predatory mites *Amblyseius aberrans* (Oud.), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari, Phytoseiidae) in vineyards. I. The effect of single or mixed phytoseiid population releases on spider mite densities (Acari, Tetranychidae) / C. Duso // Journal of applied entomology. – 1989. – Vol. 107. – P. 474–492. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1989.tb00283.x

Easterbrook, M.A. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae) / M.A. Easterbrook, J.D. Fitzgerald, M.G. Solomon // Experimental and applied acarology. – 2001. – Vol. 25. – P. 25–36.

Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Phytoseiidae): implications for biological control on apple, caneberry, strawberry and hop / B.A.

Croft, R.H. Mesing, J.E. Dunley, W.B. Strong // Experimental and applied acarology. – 1993. – Vol. 17. – P. 451–459. https://doi.org/10.1007/BF00120503

Effects of temperature on a Chinese population of *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) fed with *Tetranychus urticae* / Y.J. Li, Q.V. Liu, J. Chang [et. al.] // Acarologia. – 2019. – Vol. 59, N 4. – P. 475–483. https://doi.org/10.24349/acarologia/20194344

Effects of Tetranychus urticae and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) on the chlorophyll of rosal plants (*Rosa* sp.) / J.C. Chacon-Hernandez, I. Camacho-Aguilar, E. Cerna-Chavez [et. al.] // Agrociencia. – 2018. – Vol. 52, N 6. – P. 895–909.

Ekbom, B.S. Development of a biological control program for greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) using its parasitoid *Encarsia formosa* (Gahan) in Sweden / B.S. Ekbom // Zeitschrift für angewandte Entomologie. – 1977. – Bd. 84. – S. 145–154.

Ekbom, B.S. Diurnal activity patterns of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) / B.S. Ekbom // Protection ecology. – 1982. – Vol. 4. – P. 141–150.

El-Laithy, A.Y. Laboratory studies on growth parameters of three predatory mites associated with eriophyid mites in olive nurseries / A.Y. El-Laithy // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. – 1998. – Bd. 105, H. 1. – S. 78–83.

El-Laithy, A.Y.M. Life table parameters of the two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* A.–H. (Acari, Phytoseiidae) in Egypt / A.Y.M. El-Laithy, A.H. Fouly // Journal of applied entomology. – 1992. – Vol. 113, N 1. – P. 8–12. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb00631.x

Elmoghazy, M.M.E. Integrated control of the two spotted spider mite *Tetranychu surticae* Koch (Tetranychidae) on faba bean *Vicia faba* (L.) in an open field at Behaira Governorate, Egypt / M.M.E. Elmoghazy, E.M.A. El-Saiedy, A.H.M. Romeih // International journal of environmental science and engineering.

– 2011. – Vol. 2. – P. 93–100.

El-Saiedy, M. Evaluation of two predatory mites and acaricide to suppress *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry / M. El-Saiedy, Sh.F. Fahim // Bulletin of the National Research Centre (Egypt). – 2021. – Vol. 45, N 1. – P. 2–9.

Encarsia formosa whitefly parasitoid. URL: https://bioplanet.eu/en/encarsia-formosa-2/ (дата обращения 24.06. 2021).

Enkegaard, A. *Encarsia formosa* parasitizing the poinsettia-strain of the cotton whitefly *Bemisia tabaci* on poinsettia: bionomics in relation to temperature / A. Enkegaard // Entomologia experimentalis et applicata. – 1993. – Vol. 69. – P. 251–261.

Environmental and macroeconomic impact assessment of different development scenarios to organic and low-input farming in Croatia / D. Znaor, J. Pretty, J. Morrison, S.K. Todorov. – Colchester: University of Essex; Zagreb: Ecologica, 2005. – 225 p.

Establishment of *Amblyseius swirskii* in greenhouse crops using food / D. Vangansbeke, D.T. Nguyen, J. Audenaert [et. al.] // Systematic and applied acarology. – 2016. – Vol. 21, N 9 (suppl. August). – P. 1174–1184. https://doi.org/10.11158/saa.21.9.2

Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper / S. Arthurs, C.L. McKenzie, J. Chen [et. al.] // Biological Control. – 2009. – Vol. 49. – P. 91–96. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.01.002

Evaluation of the effectiveness of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) as a predator of *Tuta absoluta* (Meyrick) / M.M. Al-Azzazy, S.S. Alhewairini, N.F. Abdel-Baky [et. al.] // Brazilian Journal of Biology – 2022. – Vol. 82. – P. 1–9. https://doi.org/10.1590/1519-6984.255753

Evans, B. Susceptibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) to commonly used insecticides approved for managing

arthropod pests in Florida strawberries / B. Evans, K. Krey, J. Renkema. – Extension, ENY-996. – University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2018. – 6 p. https://doi.org/10.32473/edis-in1216-2018

Evert, C. van. Enige aspecten van de biologie van *Trialeurodes vaporariorum* en *Encarsia formosa*: M. Sc. thesis / C. van Evert, H. Schutte; University of Leiden, 1983. – 116 p.

Experimental studies on *Typhlodromips* (*Amblyseius*) *swirskii* in greenhouse cucumber / Y. Trottin-Caudal, J.-M. Leyre, V. Baffet [et. al.] // IOBC/WPRS Bulletin. – 2008. – Vol. 32. – P. 213–217.

Experimental studies on *Typhlodromips* (*Amblyseius*) *swirskii* in greenhouse cucumbers / Y. Trottin-Caudal, J.-M. Leyre, V. Baffert [et. al.] // IOBC wprs Bulletin OILB srop. – 2008. – Vol. 32. – P. 213–219.

Fathi, S.A.A. The abundance of *Orius niger* (Wolf.) and *O. minutus* (L.) in potato fields and their life table parameters when fed on two prey species / S.A.A. Fathi // Journal of pest science. – 2009. – Vol. 82, N 3. – P. 267–272.

First massive occurrence of greenhouse whitefly parasitoid, *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) on greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* [Westwood] (Homoptera: Aleyrodidae) in Slovenia October 2009 / K. Kos, Z. Tomanov, H. Rojht [et. al.] // Acta agriculturae Slovenica. – 2009. – Vol. 93, N 3. – P. 285–291. https://doi.org/10.2478/v10014-009-0017-x

Fitzgerald, J. The spatial and temporal distribution of predatory and phytophagous mites in field-grown strawberry in the UK / J. Fitzgerald, X. Xu, M. Solomon // Experimental and applied acarology. – 2008. – Vol. 44. – P. 293. https://doi.org/10.1007/s10493-008-9151-0

Freese, G. Structural refuges in two stem boring weevils on *Rumex crispus* / G. Freese // Ecological entomology. – 1995. – Vol. 20, N 4. – P. 351–358. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1995.tb00467.x

Friese, D.D. Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae) / D.D. Friese, F.E. Gilstrap // International

journal of acarology. – 1982. – Vol. 8. – P. 85–89. https://doi.org/10.1080/01647958208683283

Gacheri, C. Hot-spot application of biocontrol agents to replace pesticides in large scale commercial rose farms in Kenya / C. Gacheri, Th. Kigen, L. Sigsgaard // BioControl. – 2015. – Vol. 60, N 6. – P. 795–803. https://doi.org/10.1007/s10526-015-9685-0

Gerson, U. Mites (Acari) for pest control / U. Gerson, R. Smiley, R. Ochoa. – Oxford: Blackwell Science, 2003. – 558 p.

Ghahari, H. Morphological and biological studies of greenhouse whitefly [*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae)] in Isfahan / H. Ghahari, B. Hatami // Journal of science and technology of agriculture and natural resources. – 2000. – Vol. 4, N 2. – P. 141–154.

Ghasemzadeh, S. Biological control of Echinothrips americanus by phytoseiid predatory mites and the effect of pollen as supplemental food / S. Ghasemzadeh, A. Leman, G.J. Messelink // Experimental and applied acarology. – 2017. – Vol. 73, N 2. – P. 209–221. https://doi.org/10.1007/s10493-017-0191-1

Gillespie, D.R. Biological control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris* / D.R. Gillespie // Entomophaga. – 1989. – Vol. 34. – P. 185–192.

Gilstrap, F.E. The predatory potential of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae) / F.E. Gilstrap, D.D. Friese // International journal of acarology. – 1985. – Vol. 11, N 3. – P. 163–168. https://doi.org/10.1080/01647958508683410

Gontijo, L.M. Effects of plant architecture and prey distribution on the foraging efficiency and behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) / L.M. Gontijo, – Manhattan, KS: Kansas State University. – 2008. – 98 p.

Gough, N. Long term stability in the interaction between *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* producing successful integrated control on roses in southeast Queensland (Australia) / N. Gough // Experimental and applied acarology.

– 1991. – Vol. 12, N 1–2. – P. 83–102.

Grasselly, D. Biological control of the thrips *Frankliniella occidentalis* on cucumber / D. Grasselly, P. Millot, C. Alauzet // Infos Paris, 1995. – Vol. 110. – P. 34–37.

Greco, N.M. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry / N.M. Greco, N.E. Sanchez, G.G. Liljesthrom // Experimental and applied acarology. – 2005. – Vol. 37. – P. 57–66. https://doi.org/10.1007/s10493-005-0067-7

Greco, N.M. Spatial distribution and coincidence of *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on strawberry / N.M. Greco, G.G. Liljesthrom, N.E. Sanchez // Experimental and applied acarology. – 1999. – Vol. 23. – P. 567–580.

Grevstad, F. The influence of plant architecture on the foraging efficiencies of a suite of ladybird beetles feeding on aphids / F. Grevstad, B.W. Klepetka // Oecologia. – 1992. – Vol. 92, N 3. – P. 399–404.
https://doi.org/10.1007/BF00317466

Grundy, T. Whitefly parasitoids. – Queensland: Government, 2019. URL: https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/crop-growing/beneficials/whitefly-parasitoids

Guo, Y.J. Effect of fluctuating temperature and relative humidity on the development and survival of *Phytoseiulus persimilis* / Y.J. Guo, H.F. Dong // Chinese journal of biological control. – 1987. – Vol. 3. – P. 19–22.

Health and environmental risk of the predatory mite *Amblyseius andersoni* // Plant Health Report no: 2020:04, Published: 30.04.2020. URL: https://vkm.no/english/riskassessments/allpublications/

Helgesen, R.G. Biological control of greenhouse whithefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae: Homoptera), on short-term crops by manipulating biotic and abiotic factors / R.G. Helgesen, M.J. Tauber // Canadian entomologist. – 1974. – Vol. 106. – P. 1175–1188.

Hessein, N.A. Predatory mites help control thrips on floriculture crops / N.A. Hessein, M.P. Parrella // California agriculture. – 1990. – Vol. 44, N 6. – P. 19–21.

Higgins, C.J. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouses: population dynamics, distribution on plants, and associations with predators / C.J. Higgins // Journal of economic entomology. – 1992. – Vol. 85. – P. 1891–1903.

Hoddle, M.S. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* / M.S. Hoddle, R.G. van Driesche, J.P. Sanderson // Annual review entomology. – 1998. – Vol. 43. – P. 645–669. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.645

Hoogerbrugge, H. Properties – combating which infestations / Hoogerbrugge, R. Boer, G. Messelink // All about swirskii. – 2009. URL: http://www.allaboutswirskii.com/Combatingwhich-infestations.11661.0.html.

Host plant and humidity effects on phytoseiid mite, *Gynaeseius liturivorus* (Acari: Phytoseiidae) egg hatchability / Z. Nakai, K. Shimizu, H. Oida, Sh. Sonoda // Experimental and applied acarology. – 2021. – Vol. 84, N 1. – P. 1–13. https://doi.org/10.1007/s10493-021-00617-3

Houten, Y.M van. Spider mite control by four phytoseiid species with different degrees of polyphagy / Y.M. van Houten, H. Hoogerbrugge, K.J.F. Bolckmans // IOBC/WPRS Bulletin. – 2007. – Vol. 30, N 5. – P.123–127.

Hull, L. Know your friends: *Stethorus punctum* / L. Hull // Midwest Biological Control News Online. – 1995. – Vol. 2, N. 12.

Hussey, N.W. Studies on the dispersal of the whitefly parasite *Encarsia formosa* / N.W. Hussey, W.J. Parr, D.L. Stacey // IOBC/ WPRS Bulletin. – 1976. – N 4. – P.117–120.

Hussey, N.W. The effect of whitefly populations on the cropping of tomatoes / N.W. Hussey, W.J. Parr, B. Gurney // Glasshouse crops research Institute / Annual report. – 1958. – P. 79–86.

Influence of Greenhouse microclimate on *Neoseiulus* (*Ambyseius*) *cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) predation on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripdae) and oviposition on greenhouse cucumber / T. Jones, J. Shipp, C. Scott-Dupree, C.R. Harris / Journal of the Eentomological Society of Ontario. – 2005. –

Vol. 136. – P. 71–83.

Influence of leaf trichome type and density on the host plant selection by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) / B. Avery Pasco, V. Kumar, S.J. Simmonds Monique, J. Faull // Applied Entomology and Zoology. – 2015. – Vol. 50. – P. 79–87.

Influence of light intensity, photoperiod, and temperature on the efficacy of two aphelinid parasitoids of the greenhouse whitefly / G.M.G. Zilahi-Balogh, J.L. Shipp, C. Cloutier, J. Brodeur // Environental entomology. – 2006. – Vol. 35, N 3. – P. 581–589.

Intraspecifc variation in humidity susceptibility of the predatory mite *Neoseiulus californicus*: survival, development and reproduction / A.M. Walzer, S. Castagnoli, M. Simoni [et. al.] // Biological control. – 2007. – Vol. 41. – P. 42–52. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.11.012

Jacobson, R.J. Integrated pest management in cucumbers – prevention of establishment of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) / R.J. Jacobson // Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. – 1995. – Vol. 60, N 3. – P. 857–863.

Jarosik, V. *Phytoseiulus persimilis* and its prey *Tetranychus urticae* on glasshouse cucumbers and peppers: key factors related to biocontrol efficiency / V. Jarosik // Acta entomologica bohemoslovica . – 1990. – Vol. 87. – P. 414–430.

Johansen, N.S. effect of continuous light on the biology of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, on roses / N. S. Johansen // Entomologia experimentalis et applicata. – 2009. – Vol. 133, N 3. – P. 244–250. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00927.x

Jung, C. Ambulatory and aerial dispersal among specialist and generalist predatory mites (Acari: Phytoseiidae) / C. Jung, B.A. Croft // Environmental entomology. – 2001. – Vol. 30. – P. 1112–1118.

Kajita, H. Effects of temperature and humidity on fecundity and lon-gevity of *Encarsia formosa* Gahan, an introduced parasite of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) / H. Kajita // Proceedings of the

Association of plant protection of Kyushu. – 1979. – Vol. 25. – P. 112–114.

Kajita, H. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera, Aleyrodidae). XIII. Effect of low temperatures on egg maturation of *Encarsia formosa* / H. Kajita, J.C. van Lenteren // Zeitschrift für angewandte Entomologie. – 1982. – Bd. 93. – S. 430–439.

Kanour, W.W. *Trichogramma nubilale* (Hym. Trichogrammatidae) field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn borer (Lep.: Pyralidae) / W.W. Kanour, P.P. Burbutis // Journal of economic entomology. – 1984. – Vol. 77, N 1. – P. 103–107. https://doi.org/10.1093/jee/77.1.103

Krips, O.E. Plant effects on biological control of spider mites in the ornamental crop gerbera: PhD dissertation / O.E. Krips. – Wageningen: Landbouw universiteit, 2000. – 113 p.

Kozlova, E. Application of phytoseiid mites for whitefly control on roses in the North-West of Russia / E. Kozlova, V. Moor, L. Krasavina // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol. 18. https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800016

Kuştutan O. Development, fecundity, and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (McGregor) fed *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval Turk / O. Kustutan, I. Cakmak // Turkish Journal of Aagriculture and Forestry. – 2009. – Vol. 33. – P. 19–28.

Laan van der, E.M. Oviposition frequency, fecundity, and life-span of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) and migration capacity of *E. formosa* at low greenhouse temperatures / E.M. van der Laan, Y.D. van Burggraaf-Nierop, J.C. van Lenteren // Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniviversiteit Gent. – 1982. – Vol. 47. – P. 511–521.

Lawton, J.H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects / J.H. Lawton // Annual review of entomology. – 1983. – Vol. 28. – P. 23–39. https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000323

Lee, D.H. Effect of host experience of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes*

vaporariorum, on trap cropping effectiveness / D.-H. Lee, J.P. Nyrop, P.J. Sanderson // Entomologia experimentalis & applicate. – 2010. – Vol. 137, N 2. – P. 193–203. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01052.x

Lee, H.-S. Life table and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures / H.-S. Lee, D.R. Gillespie // Experimental and applied acarology. – 2011. – Vol. 53. – P. 17–27. https://doi.org/10.1007/s10493-010-9385-5

Legrand, A. Plant morphological complexity impacts foraging efficiency of adult *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) / A. Legrand, P. Barbosa // Environmental entomology. – 2003. – Vol. 32, N 5. – P. 1219–1226. https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.5.1219

Life histories of three predatory mites feeding upon *Carpoglyphus lactis* (Acari, Phytoseiidae; Carpoglyphidae) / Ji Jie, Yan-Xuan Zhang, Jian-Zhen Lin [et al.] // Systematic and Applied Acarology. – 2015. – Vol. 20, N 5. – P. 491–496. http://dx.doi.org/10.11158/saa.20.5

Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) Qiu Y.T., van Lenteren J.C, Drost Y.C. [et. al.] // European Journal of Entomology. – 2004 – N 101. – P. 83–94.

Lindquist, R.K. Effect of greenhouse whiteflies on yields of greenhouse tomatoes / R.K. Lindquist, W.L. Bauerle, R.R. Spadafora // Journal of economic entomology. – 1972. – Vol. 65. – P. 1406–1408.

Luh, H.-K. Classification of generalist or specialist life styles of predaceous phytoseiid mites using a computer genetic algorithm, information theory, and life history traits / H.-K. Luh, B.A. Croft // Environmental entomology. – 1999. – Vol. 28. – P. 915–923.

Madueke, E.D.N. Temperature requirements of the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) / E.D.N. Madueke, T.H. Coaker. // Entomologia generalis. – 1984. – Vol. 9. – P. 149–154.

Maini, S. Biological control of the European corn borer in protected pepper by *Trichogramma maidis* Pint. and Voeg. and *Bacillus thuringiensis* Berl. / S. Maini, G. Burgio // Trichogramma and other egg parasitoids: proc. 3rd International Symposium. – Paris, 1990. – P. 213–216.

Manzano, M.R. Life history parameters of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different environmental conditions on two bean cultivars / M.R. Manzano, J.C. van Lenteren // Neotropical entomology. – 2009. – Vol. 38, N 4. – P. 452–458.

https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000400002

McDevitt, C.E.S. The effect of light on oviposition by *Encarsia formosa* / C.E.S. McDevitt // Project report of the school of biological sciences. – University of Bath, 1973. – 30 p.

McMurtry, J.A. Dynamics and potential impact of "generalist" phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species / J.A. McMurtry // Experimental and applied acarology. – 1992. – Vol. 14. – P. 371–382. https://doi.org/10.1007/BF01200574

McMurtry, J.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control / J.A. McMurtry, B.A. Croft // Annual review of entomology. – 1997. – Vol. 42. – P. 291–321.

McMurtry, J.A. Nutritional ecology of phytoseiid mites and spider / J.A. McMurtry, J. Rodriquez; eds. F. Slansky, J Rodriquez. – New York: John Wiley and Sons, 1987. – 1016 p.

Messelink, G. Do whiteflies help controlling thrips? / G. Messelink, A. Janssen // IOBC/WPRS Bulletin. – 2008. – Vol. 32. – P. 131–134.

Messelink, G. *Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phyto-seiidae): a new predator for thrips control in greenhouse cucumber / G. Messelink, S. van Steenpaal, W. van Wensveen // IOBC/WPRS Bulletin. – 2005. – Vol. 28, N 1. – P. 183–186.

Messelink, G.J. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber / G.J. Messelink, S.E.F. Steenpaal, M.J.

Ramakers // BioControl. – 2006. – Vol. 51, N 5. – P. 753–768.

Milliron, H.E. A study of some factors affecting the efficiency of *Encarsia formosa* Gahan, an Aphelinid parasite of the greenhouse white fly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) / H.E. Milliron // Technical Bulletin / Michigan agricultural experiment station. – 1940. – N 173. – 23 p.

Mixed release of two parasitoids and a polyphagous ladybird as a potential strategy to control the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* / X. Tan, N. Hu, F. Zhang [et. al.] // Scientific Reports. – 2016. – Vol. 6. – P. 1–9. https://doi.org/10.1038/srep28245

Momen, F.M. Biology and feeding-behavior of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae) / F.M. Momen, S.A. El-Saway // Acarologia. – 1993. – Vol. 34, N 3. – P. 199–204.

Morewood, W.D. Cold storage of *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae) / W.D. Morewood // Experimental and applied acarology. – 1992. – Vol. 13. – P. 231–236.

Morewood, W.D. Diapause induction in the thrips predator *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) under greenhouse conditions / W.D. Morewood, L.A. Gilkeson // Entomophaga. – 1991. – Vol. 36. – P. 253–263.

Nakao, H. Mass production of predatory mites / H. Nakao, Y. Saito, H. Mori // The use of natural enemies to control agricultural pests. – 1990. – N 40. – P. 184–189.

Nawar, M.S. *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), a predator of white-fly *Bemisia tabaci* (Gennadius) / M.S. Nawar, A.A. El-Sherif // Bulletin of the Entomological Society of Egypt. – 1993. – Vol. 71. – P. 9–17.

Nguyen, T.P. Mating duration and egg production of the predaceous mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) vary with temperature / T.P. Nguyen, H. Amano // Journal of Asia-Pacific entomology. – 2009. – Vol. 12. – P. 297–299.

Nomikou, M. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources / Nomikou, A. Janssen, M.W. Sabelis // Experimental and applied acarology. – 2003. – Vol. 31, N 1–2. – P. 15–26.

A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods / J.F. Briere, P. Pracros, A.Y. Le Roux, J.S. Pierre // Environmental entomology. – 1999. – Vol. 28. – P. 22–29.

Olfactory responses of *Phytoseiulus persimilis* to rose plants with or without prey or competitors / M. Bahador, Z.G. Azadeh, S. Alireza, M. Sara // Acarologia. – 2013. – Vol. 53, N 3. – P. 273–284. https://doi.org/10.1051/acarologia/20132096

Osborne, L. Temperature-dependent development of greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa* / L. Osborne // Environmental entomology. – 1982. – Vol. 11. – P. 483–485.

Overmeer, W.P.J. The effect of different kinds of food on the induction of diapause in the predacious *Amblyseius potentillae* / W.P.J. Overmeer, A.Q. Zon // Entomologia experimentalis & applicate. – 1983. – Vol. 33. – P. 27–30.

Overmeer, W.P.J. The preference of *Amblyseius potentillae* (Garman) (Acarina: Phytoseiidae) for certain plant substrates / W.P.J. Overmeer, A.Q. van Zon // Acarology, Chichester. – 1984. – Vol. 1. – P. 391–396.

Patenaude, S. Cyclamen mite (Acari: Tarsonemidae) monitoring in eastern Canada strawberry (Rosaceae) fields and its potential control by the predatory mite *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) / S. Patenaude, S. Tellier, V. Fournier // Canadian entomologist. – 2020. – Vol. 152, N 2. – P. 249–260. https://doi.org/10.4039/tce.2019.75

Peña, J.E. Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae) in greenhouses and field trials using introductions of predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) / J.E. Peña, L. Osborne // Entomophaga. – 1996. – Vol. 41. – P. 279–285.

Photosynthetic response of cotton to spider mite damage: interaction with light and compensatory mechanisms / A.A. Reddalla, L.J. Wilson, P.C. Greggb, V.O. Sadras // Crop science. – 2007. – Vol. 47, N 5. – P. 2047–2057.

Phototactic behaviour of the parasitoid Encarsia formosa (Hymenop-tera: Aphelinidae) / Zh. Chen, R. Xua, R.-P. Kuang, R. Suna // Biocontrol science and technology. – 2015. – Vol. 26, N 2. – P. 250–262.

http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2015.1099071

Physiological responses of cotton to two-spotted spider mite damage / A. Reddalla, V.O. Sadrasb, L.J. Wilson, P.C. Gregg // Crop science. – 2004. – Vol. 44, N 3. – P. 835–846.

Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci* / M. Nomikou, A. Janssen, R. Schraag, M.W. Sabelis // Experimental and applied acarology. – 2001. – Vol. 25. – P. 271–291.

Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food / M. Nomikou, A. Janssen, R. Schraag, M.W. Sabelis // Experimental and applied acarology. – 2002. – N 1–2. – P. 275–277.

Phytoseiidae mites (Acari: Mesostigmata) in French orchards and assessment of their spatial distribution / M.S. Tixier, I. Lopes, G. Blanc [et. al.] // Acarologia. – 2014. – Vol. 54, N 1. – P. 97–111. https://doi.org/10.1051/acarologia/20142114

Plant architecture and prey distribution influence foraging behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) / L.M. Gontijo, J.R. Nechols, D.C. Margolies, R.A. Cloyd // Experimental and applied acarology. – 2012. – Vol. 56, N 1. – P. 23–32. https://doi.org/10.1007/s10493-011-9496-7

Plant architecture, prey distribution and predator release strategy interact to affect foraging efficiency of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on cucumber / L.M. Gontijo, D.C. Margolies, J.R. Nechols, R.A. Cloyd // Biological control. – 2010. – Vol. 53, N 1. – P. 136–141. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.11.007

Plant spatial distribution and predator–prey ratio affect biological control of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) / B. Amoah, L. Murray, D. Erram [et al.] // Biocontrol science and technology. – 2016. – Vol. 26, N 4. – P. 548–561. https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1133807

Popov, N.A. Development of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina, Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Acarina, Tetranychidae) on various food plants / N.A. Popov, O.A. Khudyakova // Acta entomologica Fennica. – 1989. – Vol. 53. – P. 43–

46.

Pozzebon, A. Effects of some fungicides on phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) in north Italian vineyards / A. Pozzebon, C. Duso, E. Pavanetto // Anzeiger fur Schadlingskunde. – 2002. – Bd. 75, H. 5. – S. 132–136. https://doi.org/10.1046/j.1472-8206.2002.02037.x

Progress towards a biological control program for glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on tomatoes / W.J. Parr, H.J. Gould, N.H. Jessop, F.A.B. Ludlam // Annals of applied biology. – 1976. – Vol. 83. – P. 349–363.

Quality control of mass-reared arthropods: nutritional effects on performance of predatory mites / M. Dicke, M. De Jong, M.P.T. [et al.] // Journal of of applied entomology. – 1989. – Vol. 108 – P. 462–475.

Raghu, S. Influence of host plant structure and microclimate on the abundance and behavior of a tephritid fly / S. Raghu, R.A.I. Drew, A.R. Clarke // Journal of insect behavior. – 2004. – Vol. 17, N 2. – P. 179–190. https://doi.org/10.1023/B:JOIR.0000028568.90719.2a

Ragusa, S. Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs / S. Ragusa, E. Swirski // Entomophaga. – 1977. – Vol. 22, N 4. – P. 383–392.

Ranabhat, N.B. Life tables of *Neoseiulus cucumeris* exclusively fed with seven different pollens / N.B. Ranabhat, I. Goleva, C.P.W. Zebitz // BioControl. – 2013. – Vol. 59. – P. 195–203.

Rao, K.S. Recent update on the role of predatory mites in biological control programmes / K.S. Rao, A. Padmanabhan, R. Vishnupriya // Research jornal agricultural science. – 2018. – Vol. 9, N 3. – P. 473–479.

Rasmy, A.H. Cannibalism and interspecific predation of the phytoseiid mite, *Amblyseius swirskii* / A.H. Rasmy, G.M. Abou-El-Ella, H.E. Hussein // Journal of pest science. – 2004. – Vol. 77. – P. 23–25.

Raworth, D.A. Location, reproduction and movement of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) during the autumn, winter and spring in orchards

in the south of France / D.A. Raworth, G. Fauvel, P. Auger // Ex-perimental and applied acarology. – 1994. – Vol. 18. – P. 593–602.

Release of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) by aircraft for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn / C.H. Pickett, F.E. Gilstrap, R.K. Morrison, L.F. Bouse // Journal of economic entomology. – 1987. – Vol. 80. – P. 906–910.

Research and application of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) for control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on sweet pepper in plastic greenhouse / Y.X. Zhang, J.Z. Lin, G.Q. Zhang [et al.] // Fujian journal of agricultural sciences. – 2011. – Vol. 26. – P. 91–97.

Response of the anthocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in plastic houses in Murcia, Spain / J.A. Sanchez, F. Garcia, A. Lacasa [et al.] // Bulletin OILB/SROP. – 1997. – Vol. 20, N 4. – P. 177–185.

Rhodes, E. M. Predatory mite, *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). 1 / E.M. Rhodes, O.E. Liburd // University of Florida, Institute of food and agricultural sciences. – Gainesville, 2019. https://doi.org/10.32473/edis-in639-2005

Rhodes, E.M. Evaluation of predatory mites and Acramite for control of twospotted spider mites in strawberries in north central Florida / E.M. Rhodes, O.E. Liburd // Journal of economic entomology. – 2006. – Vol. 99, N 4. – P. 1291–1298.

Romero, G.Q. The effects of plant structure on the spatial and microspatial distribution of a bromeliad-living jumping spider (Salticidae) / G.Q. Romero, J. Vasconcellos-Neto // Journal of animal ecology. – 2005. – Vol. 74, N 1. – P. 12–21. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2004.00893.x

Rott, A.S. Improving the control of *Tetranychus urticae* on edible glasshouses crops using a specialist coccinellid (*Stethorus punctillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseius californicus* McGregor) as biocontrol agents / A.S. Rott, D.J. Ponsonby // Biocontrol science and technology. – 2000. – Vol. 10. – P. 487–498.

Sabelis M. W. Evolution of life-history patterns in the Phytoseiidae / W. Sabelius Maurice, A. Janssen // Mites ecological and evolutionary analyses of life-history patterns. – Dordrecht, 1994. – P. 70–98.

Sarwar, M. Influence of host plant species on the development, fecundity and population density of pest *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and predator *Neoseiulus pseudolongispinosus* Xin, Liang and Ke (Acari: Phytoseiidae) / M. Sarwar // New Zealand journal of crop and horticultural science. – 2014. – Vol. 42, N 1. – P. 10–20. https://doi.org/10.1080/01140671.2013.817444

Schausberger, P. Combined versus single species release of predaceous mites: predator–predator interactions and pest suppression /// P. Schausberger, A. Walzer // Biological control. – 2001. – Vol. 20. – P. 269–278.

Scopes, N.E.A. The effect of environment on the development of and balance between pestsand their natural enemies / N.E.A. Scopes // Bulletin OILB/WPRS. – 1973. – Vol. 73, N 4. – P. 53–54.

Selection for non-diapause in *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius barkeri* and exploration of the effectiveness of selected strains for thrips control / Y.M. van Houten, P. van Stratum, J. Bruin, A. Veerman // Entomologia experimentalis et applicate. – 1995. – Vol. 77. – P. 289–295.

https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1995.tb02326.x

Sengonca, C. Laboratory studies on the suitability of *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera, Thripidae) as prey for the development, longevity, reproduction and predation of four predatory mite species of the genus *Amblyseius* (Acari, Phytoseiidae) / C. Sengonca, K. Drescher // Journal of plant diseases and protection. – 2001. – Vol. 108, N 1. – P. 66–76.

Shaddick C. Midge versus mite / C. Shaddick // Grower. – 1995. – Vol. 9. – P. 13–14.

Shishehbor P. A parasitism of the castor whitefly, *Trialeurodes ricini* (Homoptera: Aleyrodidae) by *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae): bionomics in relation to temperature / P. Shishehbor, P. Brennan // Bulletin of entomological research. – 2009. – Vol. 86, N 1. – P. 67–72.

https://doi.org/10.1017/S0007485300052214

Singh, V. First record of *Encarsia formosa* Gahan, an aphelinid parasitoid of greenhouse whitefly from India and its dynamics on tomato grown under protected environment / V. Singh, A.K. Sood // Journal of biological control. – 2018. – Vol. 32, N 1. – P. 1–7. https://doi.org/10.18311/jbc/2018/16317

Skirvin, D. Of mites and movement: the effects of plant connectedness and temperature on movement of *Phytoseiulus persimilis* / D. Skirvin, J.S. Fenlon // Biological control. – 2003. – Vol. 27, N 3. – P. 242–250. https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00022-7

Skirvin, D.J. Differential effects of plant species on a mite pest (*Tetranychus urticae*) and its predator (*Phytoseiulus persimilis*): implications for biological control / D.J. Skirvin, M. de Courcy Williams // Experimental and applied acarology. – 1999. – Vol. 23, N 6. – P. 497–512. https://doi.org/10.1023/a:1006150521031

Slobodkin, L.B. Growth and regulation of animal populations / L.B. Slobodkin. – New-York: Hold Rinehart and Winston, 1962. – 184 p.

Smith, V.A. Economic analysis of two-spotted spider mite management on greenhouse-grown poplars / V.A. Smith, D.B. Orr, E.R. Hart // Tree plant notes. – 1993. – Vol. 44, N 4. – P. 154–156.

Stamp, N.E. Presence of predatory wasps and stinkbugs alters foraging behavior of cryptic and non-cryptic on plantain (*Plantago lanceolata*) / N.E. Stamp, M.D. Browers // Oecologia. – 1993. – Vol. 95, N 3. – P. 376–384. https://doi.org/10.1007/BF00320992

Stanton, G. Thrips management and biological control / G. Stanton // Grower talks. – 1994. – N 58. – P. 36–40.

Stavrinides, M.C. The effect of chrysanthemum leaf trichome density and prey spatial distribution on predation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) / M.C. Stavrinides, D.J. Skirvin // Bulletin of entomological research. – 2003. – Vol. 93. – P. 343–350.

Strong, W.B. Release strategies and cultural modifications for biological

control of twospotted spider mite by *Neoseiulus fallacis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on hops / B.B. Strog, B.A. Croft // Environmental entomology. – 1996. – Vol. 25. – P. 529–535.

Studies on integrated control of major insect pests of sweet pepper in a greenhouse [in Japan]. 3. Control of *Thrips palmi* with 2 species of predators, *Orius sauteri* and *Amblyseius cucumeris* / S. Kurogi, M. Nakamura, Y. Kawasaki [et. al.] // Proceedings of the Association for plant protection of Kyushu. – 1997. – N. 43. – P. 106–109.

Svensson, B. Successful biocontrol of the strawberry mite *Phytonemus pallidus* with the predatory mite *Neoseiulus cucumeris* in organic outdoor production of strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) in Sweden / B. Svensson // Acta horticulturae. – 2009. – P. 657–660. https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2009.842.141

Swirski, E. Laboratory studies on the feeding, development and reproduction of the predacious mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances / E. Swirski, S. Amitai, N. Dorzia // Israel journal of agricultural research. – 1967. – Vol. 17. – P. 101–119.

Szabó, A. New method for the release of *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) in young apple orchards / A. Szabo, B. Penzesa // European journal entomology. – 2013. – Vol. 110, N 3. – P. 477–482. https://doi.org/10.14411/eje.2013.063

Takahashi, F. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Survivorship and reproduction / F. Takahashi, D.A. Chant // International journal acarology. – 1994. – Vol. 20. – P. 87–97.

Tal, C. Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* by the predaceous mite *Amblyseius swirskii* / C. Tal, M. Coll, P. Weibtraub // IOBC/WPRS Bulletin. – 2007. – Vol. 30, N 5. – P. 111–115.

The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

(Homoptera: Aleyrodidae) XVI. Food effects on oogenesis, oviposition, life-span, and fecundity of *Encarsia formosa* and other hymenopterous parasites / J.C. van Lenteren, A. van Vianen, H.F. Gast, A. Kortenhoff // Journal of applied entomology. – 1987. – Vol. 103. – P. 69–84.

The potential for biological control of thrips in greenhouse capsicums using the predatory mite, *Amblyseius cucumeris* / P.J. Workman, J.J. Dymock, N.A. Martin, I.L. Ennis // Proceedings of the forty seventh New Zealand plant protection conference (9–11 August). – Rotorua, 1994. – P. 139–143.

The predatory mite *Neoseiulus cucumeris* for control of the strawberry mite *Phytonemus pallidus* on strawberry runner plants / V. Petrova, I. Samsone, L. Jankevica, Z. Cudare // Sustainable fruit growing: proc. of International scientific conf. – Dobele, 2008. – P. 250–256.

The species of phytoseiid mites on Chinese wolfberry in the city of Bayan Nur in Inner Mongolia / J.Q. Liu, X.D. Fang, Q.Y. Liu, R.X. Meng // Journal Shanxi agricultural science. – 2019. – Vol. 47, N 2. – P. 256–258.

Thermal dependence of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in greenhouses / C. Cloutier, D. Arodokoun, S.G. Johnson, L. Gelinas // Thrips biology and management. – New York, 1995. – P. 231–235.

Thorpe, K.W. Effects of height and habitat type on egg parasitism by *Trichogramma minutum* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / K.W. Thorpe // Agricultural ecosystems environmental. – 1985. – Vol. 12, N 3. – P. 117–126. https://doi.org/10.1016/0167-8809(85)90072-6

Toyashima, S. Effect of prey density on sex ratio of two predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae) / S. Toyashima, H. Amano // Experimental and applied acarology. – 1998. – Vol. 22. – P. 709–723.

Typha angustifolia L. pollen as an alternative food for the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) / M.S. Pascua, M. Rocca, N. Greco, P. de Clercq // Systematic and applied acarology. – 2020. – Vol. 25, N 1.

– P. 51–62. https://doi.org/10.11158/saa.25.1.4

Van Alphen, J.J.M. Enige aspecten van de biologische bestrijding van *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en *Encarsia formosa* Gahan / J.J.M. van Alphen. – Dept. of population biology. – Leiden, 1972. – 72 p.

Van de Vrie, M. Greenhouse ornamentals // Spider mites – their biology, natural enemies and control. – Amsterdam: Elsevier, 1985. – Vol. 1B. – P. 273–283.

Van der Linden, A. *Amblyseius andersoni* Chant (Acari: Phytoseiidae), a successful predatory mite on *Rosa* spp. / A. van der Linden // Communications in agricultural and applied biological sciences. – 2004. – Vol. 69, N 3. – P.157–163.

Van Lenteren, J.C. Temperature thresholds for oviposition of *Encarsia formosa*, *E. tricolor,* and *E. pergandiella* in larvae of *Trialeurodes vaporariorum* / J.C. van Lenteren, A.W.J. van der Schaal // Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent. – 1981. – Vol. 46. – P. 457–464.

Van Lenteren, J.C. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) XXXVII. Adult emergence and initial dispersal pattern of *E. formosa* / J.C. van Lenteren, P. Szabo, P.W.T. Huisman // Journal of appied entomology. – 1992. – Vol. 114. – P. 392–399.

Van Lenteren, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake / J.C. van Lenteren // Biological control. – 2012. – Vol. 57, N 1. – P. 1–20.

https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1

Van Lenteren, J.C. Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects / J.C. van Lenteren, L.P.J.J. Noldus // Whiteflies: their bionomics, pest status and management. – Andover, 1990. – P. 47–89.

Van Rijn, P.C.J. Does alternative food always enhance biological control? The effect of pollen on the interaction between western flower thrips and its predators / P.C.J. van Rijn, M.W. Sabelis // Bulletin OILB/SROP. – 1993. – Vol. 16, N 8. – P. 123–125.

Van Rijn, P.C.J. Pollen availability and its effect on the maintenance of

populations of *Amblyseius cucumeris*, a predator of thrips / P.C.J. van Rijn, M.W. Sabelis // Mededelingen van de Faculteit Landbouwweten-schappen, Rijksuniversiteit Gent. – 1990. – Vol. 55, N 2a. – P. 335–34.

Van Roermund Herman, J.W. Understanding biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa*: from individual behaviour to population dynamics / H. J.W. Van Roermund // Thesis Wageningen Agricultural University, Department of Entomology and Department of Theoretical Production Ecology. – Wageningen, 1995. – 243 p.

Van Roermund, H.J.W. The parasite host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) XXXV. Life history parameters of the greenhouse whitefly parasitoid Encarsia formosa as a function of host stage and temperature / H.J.W. van Roermund, J.C. van Lenteren // Life history parameters of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, and the parasitoid *Encarsia formosa*. – Wageningen, 1992. – P. 106–147.

Van Vianen, A. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera, Aleyrodidae) XV. Oogenesis and oviposition of *Encarsia formosa* / A. van Vianen, J.C. van Lenteren // Journal of applied entomology. – 1986. – Vol. 102. – P. 130–139.

Van Zon, A.Q. Carotenoids function in photoperiodic induction of diapause in a predacious mite / A.Q. van Zon, W.P.J. Overmeer, A. Veerman // Science. – 1981. – Vol. 213. – P. 1131–1133.

Veerman, A. Diapause in phytoseiid mites: a review / A. Veerman // Experimental and applied acarology. – 1992. – Vol. 14. – P. 1–60.

Veerman, A. Photoperiodic and thermoperiodic control of diapause in plantinhabiting mites: a review / A. Veerman // Netherlands journal of zoology. – 1994. – Vol. 44, N 1–2. – P. 139–155.

Weber, H. Lebensweise und Umweltbeziehungen von *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). / H. Weber // Zetschrift für

Morphologie, Ökologie Tiere. – 1931. – N 23. – S. 575–753.

Wimmer, D. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii* / D. Wimmer, D. Hoffmann, P. Schausberger // Biocontrol science and technology. – 2008. – Vol. 18, N 6. – P. 541–550.

Xu, Rumei. A system approach to greenhouse whitefly population dynamics and strategy for greenhouse whitefly control in China / Xu Rumei, Zhu Quo-ren, Zhang Zhi-li // Zeitschrift für angewandte Entomologie. – 1984. – Bd. 97. – S. 305–313.

Xu, Rumei. Density effect on fecundity and mortality on greenhouse whitefly populations / Xu Rumei // IOBC/WPRS Bulletin. – 1983. – Vol. 6, N 3. – P. 101–106.

Xu, X. Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* / X. Xu, A. Enkegaard // Journal of insect science. – 2010. – Vol. 10. – P. 149. https://doi.org/10.14910.1673/031.010.14109

Yano, E. Factors affecting population growth of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) / E. Yano / Japanese journal of applied entomology and zoology. – 1989. – Vol. 33, N 3. – P. 122–127. https://doi.org/10.1303/jjaez.33.122

Yano, E. The population dynamics of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) and the parasitoid *Encarsia formosa* Gahan / E. Yano // Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. – 1988. – N 2. – P. 143–200.

Zemek, G. Nachman Interactions in a tritrophic acarine predator – prey metapopulation system: prey location and distance moved by *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) / G. Zemek // Experimental and applied acarology. – 1999. – Vol. 23. – P. 21–40.

Zemek, R. Interactions in a tritrophic acarine predator – prey metapopulation

system: effects of *Tetranychus urticae* on the dispersal rates of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae) / R. Zemek, G. Nachman // Experimental and applied acarology. – 1998. – Vol. 22. – P. 259–278.

Zhang, Z.-Q. Mites of greenhouses identification, biology and control / Z.-Q. Zhang. – Wallingford: CABI Publishing, 2003. – 256 p.

https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000010390.50912.d9

Приложение А. Глава 2. Место, материалы, объекты и методы исследования

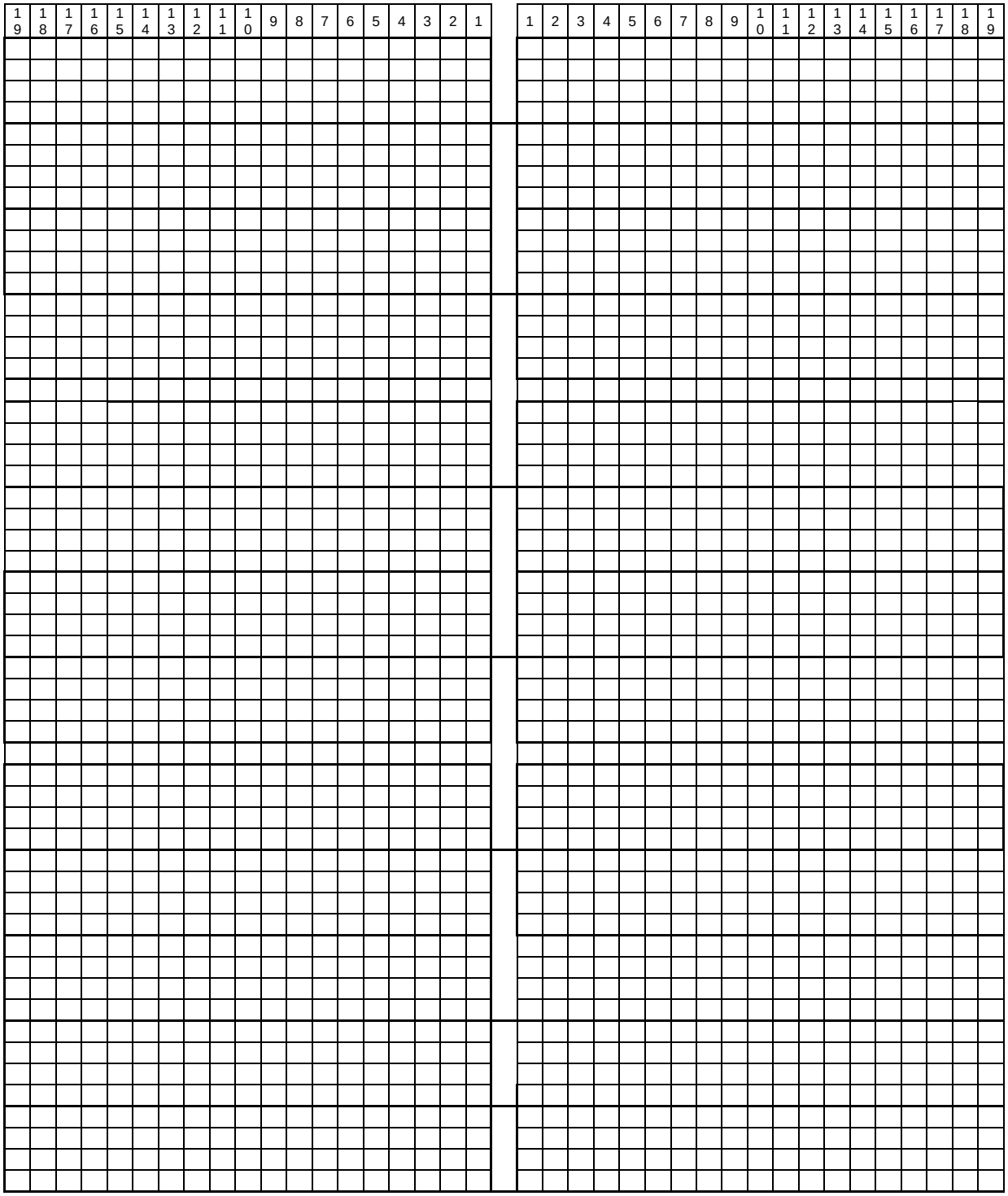
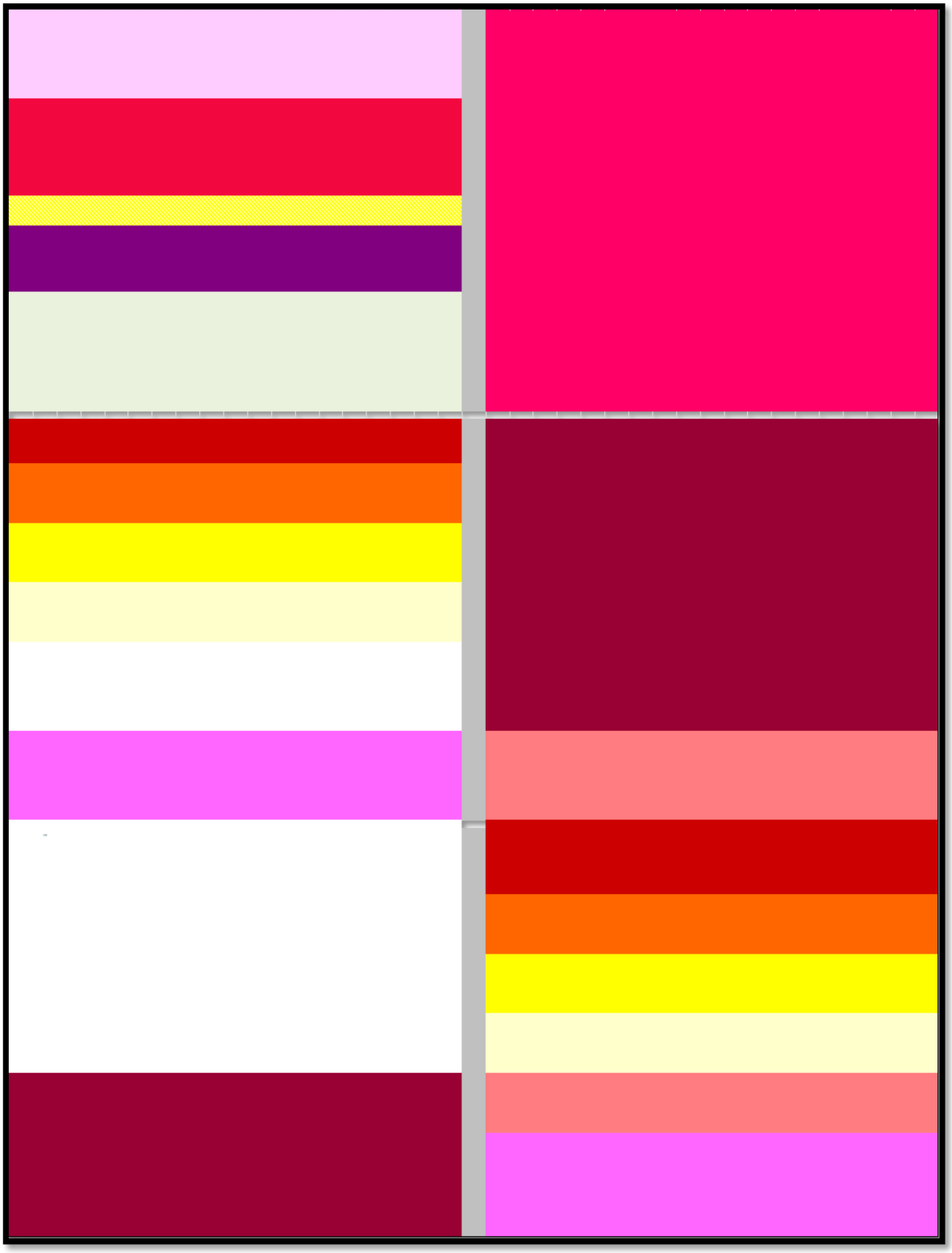
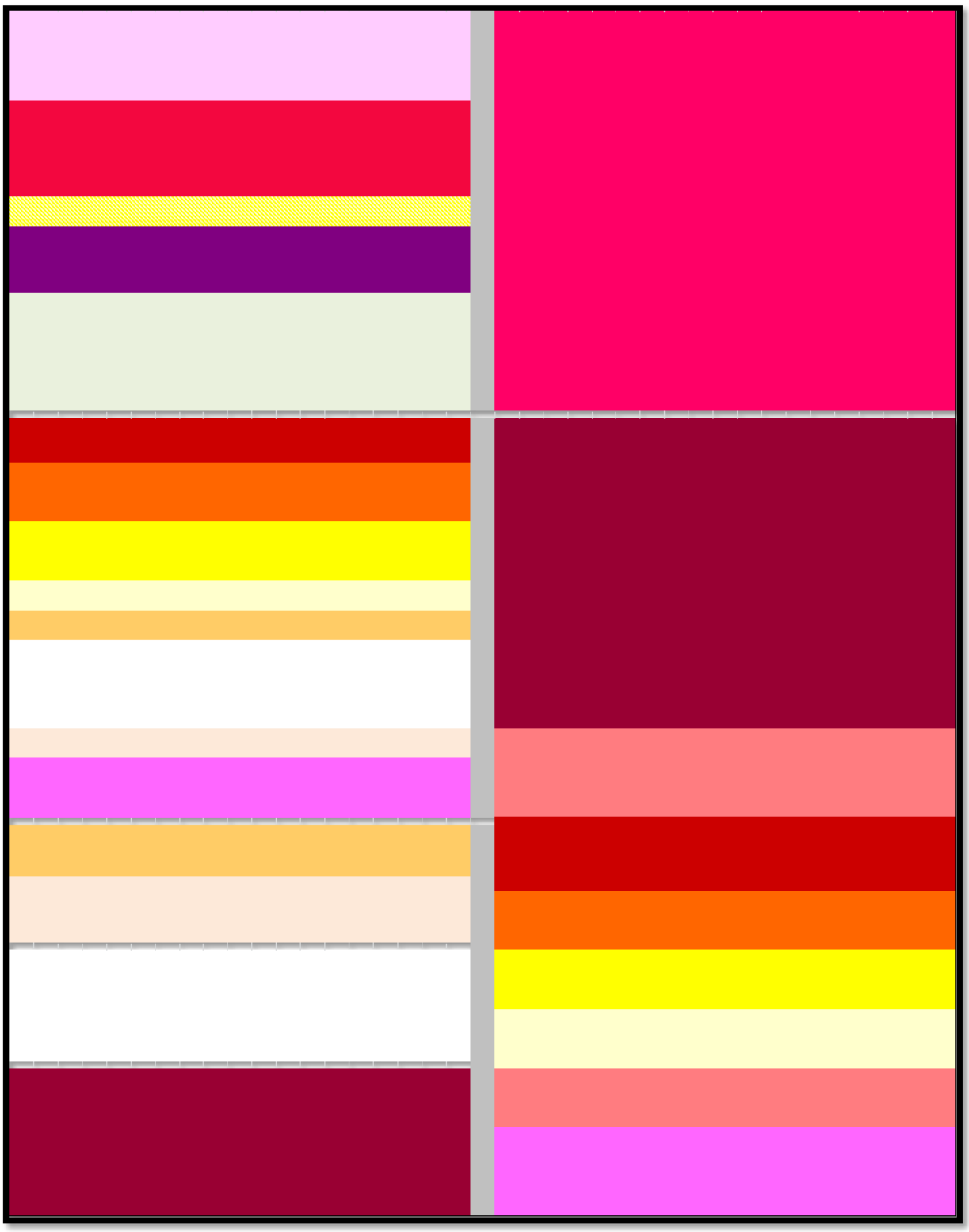


Рис. 1 Схема разбивки тепличного пространства на учетные площадки (участки) для проведения мониторинга на площади 1,5 га (ООО «Агролидер»)



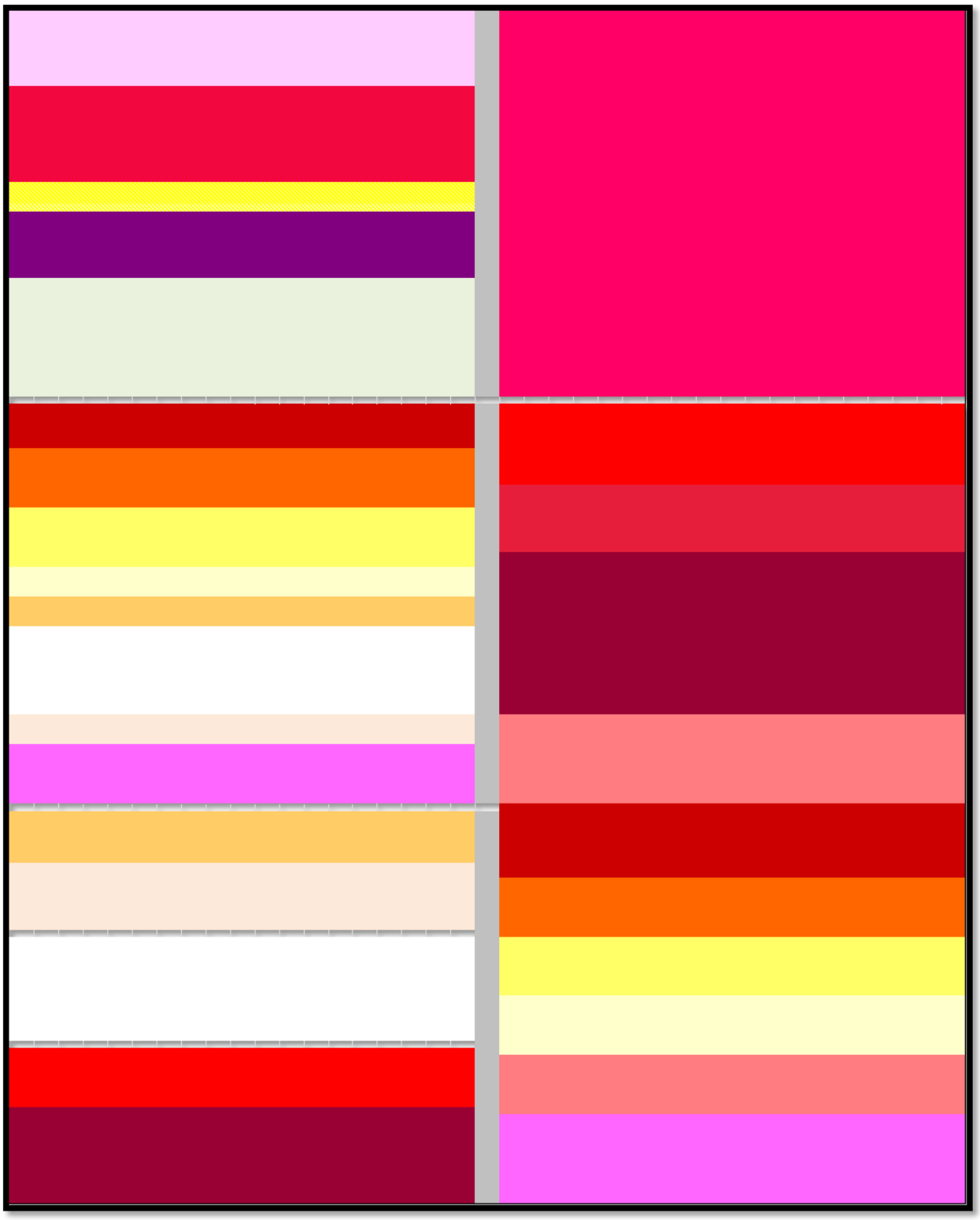
Aqua	Avalanche		Peach Avalanche		Wow
Dark Wow	Grand Prix		Miss Piggy		Brazil
Dolomiti	Deep water	Fiesta	Hot Short	Heaven	Red Naomi

Рис. 2 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2011г.)



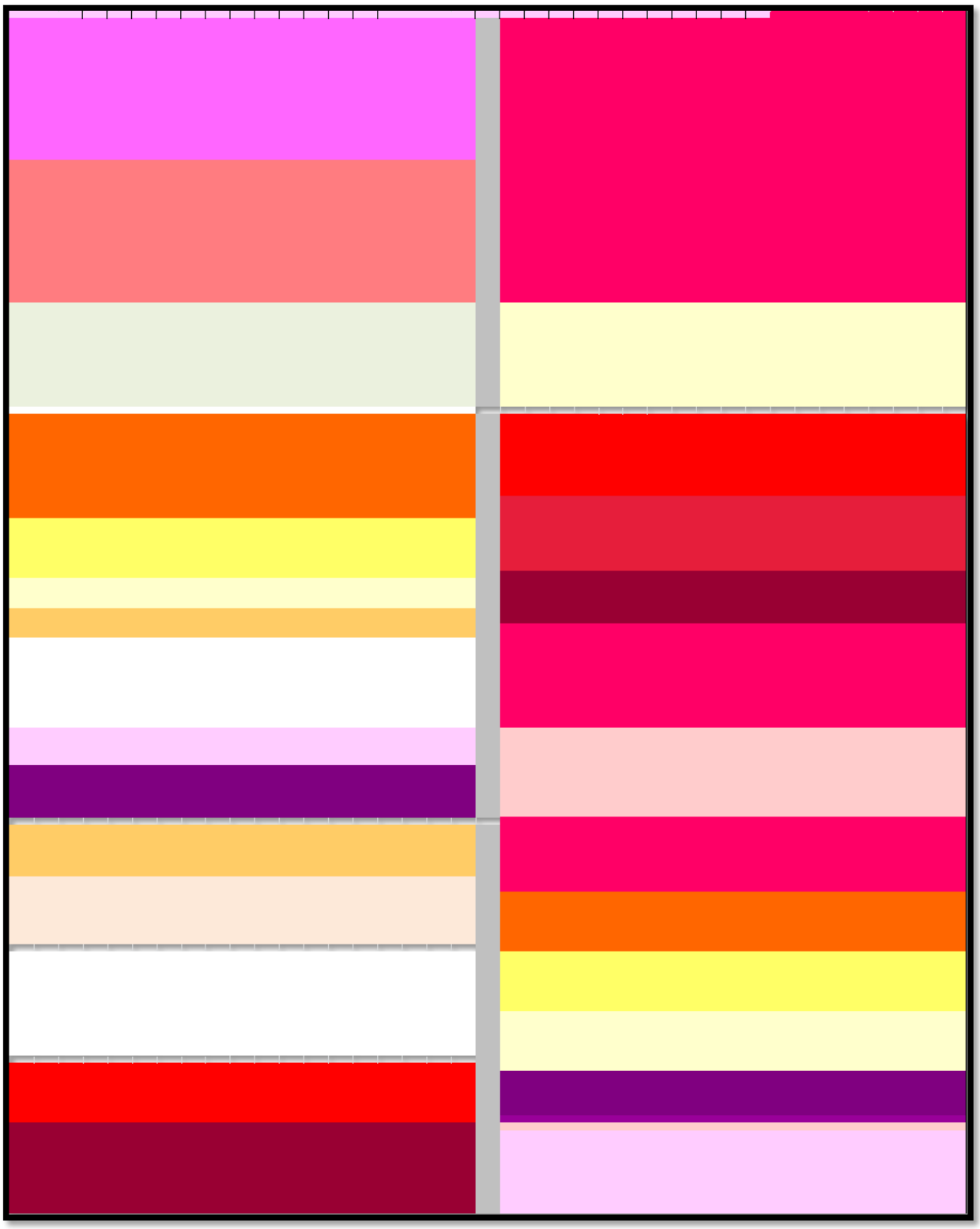
Aqua	Avalanche	Peach Avalanche	Penny Lain	Wow	Taleya
Dark Wow	Grand Prix		Miss Piggy		Brazil
Dolomiti	Deep water	Fiesta	Hot Short	Heaven	Red Naomi

Рис. 3 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2013г.)



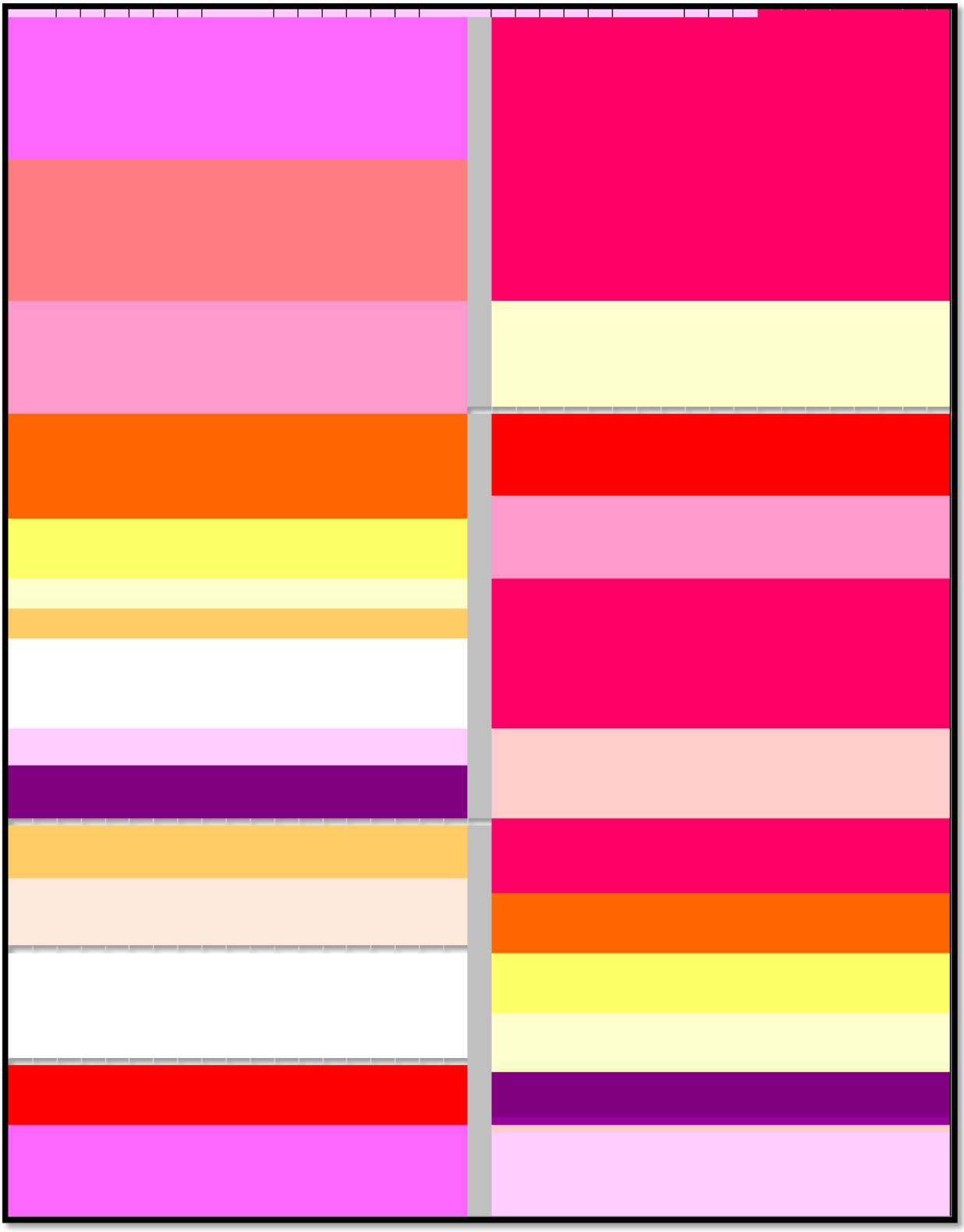
Aqua	Avalanche	Peach Avalanche	Penny Lain	Wow	Taleya
Dark Wow	Grand Prix	Myrna	Miss Piggy	Red Naomi	
Dolomiti	Deep water	Fiesta	Hot Short	Heaven	

Рис. 4 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2014г.)



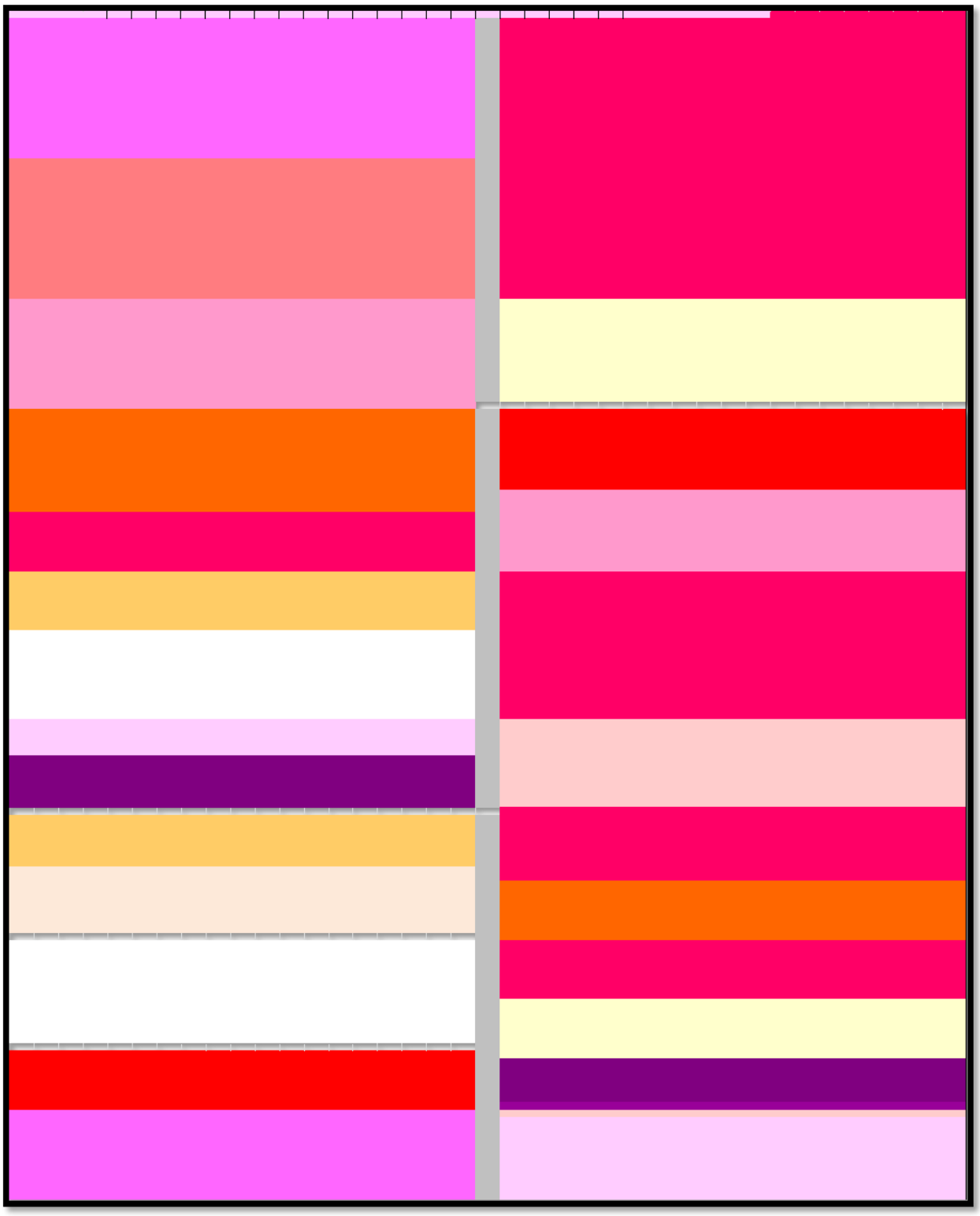
Aqua	Avalanche	Peach Avalanche	Penny Lain	Wow	Taleya
Grand Prix		Myrna	Miss Piggy		Red Naomi
Dolomiti	Deep water	Fiesta	Hot Short	Heaven	

Рис. 5 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2015г.)



Aqua	Avalanche	Peach Avalanche	Penny Lain	Wow	Taleya
Jumilia		Myrna	Miss Piggy		Red Naomi
Deep water		Fiesta	Heaven		

Рис. 6 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2016 г.)



Aqua	Avalanche	Peach Avalanche	Wow	Taleya
Jumilia		Myrna	Miss Piggy	Red Naomi
Deep water		Penny Lain	Heaven	

Рис. 7 Схема размещения сортов в теплице площадью 4,5 га (ООО «Агролидер» 2017 г.)

Приложение Б. Глава 3, раздел 3.1.3.

Таблица 1. Средние значения некоторых показателей, определяющих специфику архитектоники кустов, разных сортов роз

Сорт розы		Длинна стебля, см. ± SE	Количество стеблей, шт. ± SE		Число долек у листа, шт. ± SE
№	название		в короне куста	на всём кусте	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	Aqua	60.5 ± 1.83 *f* (17)	7.1 ± 0.27 *h* (4)	10.5 ± 0.42 *pq* (5)	4.7 ± 0.14 *w* (18)
2	Deep Water	70.8 ± 1.17 *bcd* (6)	4.9 ± 0.15 *k* (8)	7.2±0.20 *stu* (11-13)	5.1±0.13*xyzα* (11-12)
3	Jumilia	65.0 ± 2.18 *ef* (15)	4.5±0.23*klm*(12-13)	6.7 ± 0.31 *uv* (17)	4.8 ± 0.14 *wx* (17)
4	Peach Avalanch	67.6 ± 1.46 *de* (13)	9.5 ± 0.43 *g* (1)	13.9 ± 0.62 *o* (1)	5.4 ± 0.15 *zαβ* (4-8)
5	Avalanche	67.4 ± 2.18 *cde* (14)	9.3 ± 0.67 *g* (2)	13.7 ± 0.86 *o* (2)	5.3 ± 0.14 *yzαβ* (9)
6	Taleya	69.4±0.91 *bcde* (12)	6.2 ± 0.13 *i* (6)	10.1 ± 0.23 *q* (6)	5.3 ± 0.13 *yzα* (10)
7	Wow	70.7±1.71 *abcd* (7)	4.5±0.11 *klm* (14)	7.3 ± 0.20 *stu* (10)	4.9±0.23*wxyz*(14-15)
8	Fiesta	74.1 ± 1.12 *a* (2)	3.9 ± 0.12 *n* (17)	6.9 ± 0.18 *tu* (16)	4.8 ± 0.22 *wxy* (16)
9	Dark Wow	71.8 ± 1.24 *abc* (5)	4.3 ± 0.13 *m* (16)	7.0 ± 0.24 *stu* (15)	4.9±0.23*wxyz*(14-15)
10	Hot Shot	70.1 ± 0.84 *bcd* (8)	4.7±0.15 *kl* (9-10)	7.2 ± 0.23 *stu* (14)	5.1±0.13*xyzα* (11-12)
11	Myrna	69.8±1.07 *bcde* (10)	4.7±0.17 *kl* (9-10)	7.6 ± 0.28 *s* (9)	5.4 ± 0.15 *zαβ* (4-8)
12	Red Naomi	73.3 ± 1.79 *ab* (4)	4.7±0.20 *klm* (11)	7.6 ± 0.32 *st* (8)	5.4 ± 0.15 *zαβ* (4-8)
13	Heaven	60.4 ± 0.98 *f* (18)	7.0 ± 0.28 *h* (5)	10.9 ± 0.44 *pq* (4)	5.7 ± 0.17 *β* (1)
14	Dolomiti	70.0 ± 0.94 *bcde* (9)	5.8 ± 0.13 *j* (7)	9.4 ± 0.17 *r* (7)	5.4 ± 0.15 *zα* (4-8)
15	Miss Piggy	62.5 ± 1.39 *f* (16)	7.4 ± 0.34 *h* (3)	11.3 ± 0.41 *pqrs* (3)	5.7 ± 0.17 *β* (2)
16	Penny Lane	73.6 ± 1.36 *a* (3)	4.5 ± 0.12 *lm* (15)	7.2±0.20 *stu* (10-12)	5.4 ± 0.13 *αβ* (3)
17	Grand Prix	74.1 ± 1.49 *a* (1)	4.5±0.20*klm*(12-13)	7.2±0.33 *stu* (10-12)	5.4 ± 0.15 *zαβ* (4-8)
18	Brazil	69.7±1.13 *bcde* (11)	3.6 ± 0.14 *n* (18)	6.2 ± 0.21 *v* (18)	5.00 ± 0.032 *x* (13)

Сорт розы		Количество листьев, шт. ± SE:			
№	название	на всём стебле	на 10 см стебля	в короне куста	на всём кусте
1	Aqua	9.6±0.38*cdef* (13-14)	1.58 ± 0.043 *ij* (3)	68.2 ± 3.73 *st* (4)	101 ± 6.6 *γδ* (5)
2	Deep Water	12.4 ± 0.33 *a* (2)	1.74 ± 0.025 *h* (1)	60.8 ± 2.44 *uv* (7)	89 ± 3.1 *δε* (8)
3	Jumilia	7.8 ± 0.27 *g* (18)	1.22 ± 0.036 *q* (18)	35.5 ± 2.16 *z* (18)	53 ± 3.5 к (18)
4	Peach Avalanch	9.1 ± 0.45 *def* (15)	1.31 ± 0.031 *pq* (17)	83.1 ± 3.93 *r* (2)	125 ± 7.4 *αβ* (1)
5	Avalanche	8.9 ± 0.35 *ef* (16)	1.34 ± 0.039 *nop* (16)	84.8 ± 7.55 *rs* (1)	122 ± 10.8 *α* (2)
6	Taleya	10.2 ± 0.30 *c* (6)	1.47 ± 0.031 *kl* (6)	63.6 ± 2.30 *tu* (5)	104 ± 4.1 *βγ* (4)
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
7	Wow	9.7 ± 0.32 *cdef* (8)	1.37±0.024*mnop*(13)	43.7 ± 1.81 *xy* (14)	71 ± 3.4 *ηθί* (13)
8	Fiesta	12.5 ± 0.32 *a* (1)	1.67 ± 0.020 *i* (2)	48.6 ± 1.93 *wx* (10)	85 ± 2.5 *εζ* (9)
9	Dark Wow	10.2 ± 0.26 *c* (5)	1.41 ± 0.018 *lmn* (9)	43.4 ± 1.75 *y* (15)	71 ± 2.9 *ηθί* (15)
10	Hot Shot	10.9 ± 0.21 *b* (3)	1.56 ± 0.016 *j* (4)	51.8 ± 1.91 *w* (9)	78 ± 2.4 *ζη* (10)
11	Myrna	9.6 ± 0.27 *cde* (11)	1.38±0.027*mnop*(12)	45.6 ± 2.11 *xy* (13)	73 ± 3.2 *ηθ* (12)
12	Red Naomi	10.0 ± 0.40 *cd* (8)	1.35 ± 0.026 *nop* (14)	47.0 ± 2.72 *wxy* (11)	75 ± 4.0 *ζηθ* (11)
13	Heaven	8.8 ± 0.29 *f* (17)	1.45 ± 0.031 *klm* (8)	61.5 ± 3.19 *tuv* (6)	96 ± 5.0 *γδε* (6)
14	Dolomiti	9.9 ± 0.25 *cd* (10)	1.41±0.023*lmno* (10)	57.8 ± 1.91 *uv* (8)	93 ± 2.7 *δε* (7)
15	Miss Piggy	9.6±0.30*cdef* (13-14)	1.52 ± 0.027 *jk* (5)	70.8 ± 4.11 *st* (3)	108 ± 6.1 *αβγ* (3)
16	Penny Lane	9.6 ± 0.30 *cdef* (12)	1.38±0.016 *nop* (11)	40.3 ± 2.24 *y* (16)	70 ± 3.1 *θί* (16)
17	Grand Prix	10.0 ± 0.38 *cd* (7)	1.34 ± 0.025 *op* (15)	45.8 ± 2.61 *wxy* (12)	71 ± 2.9 *ηθί* (14)
18	Brazil	10.2 ± 0.20 *c* (4)	1.46 ± 0.013 *k* (7)	36.6 ± 1.57 *z* (17)	63 ± 1.9 *í* (17)

Сорт розы		Площадь листовой поверхности ± SE:			
№	название	листа, $см^2$	дольки листа, $см^2$	короны куста, $м^2$	всего куста, $м^2$
1	Aqua	116±3.8 *efg* (12)	24.8 ± 1.00 *kl* (8)	0.79 ± 0.050 *qrst* (4)	1.16 ± 0.076 *αβγδ* (5)
2	Deep Water	129 ± 4.1 *bc* (6)	25.4 ± 0.98 *kl* (6)	0.79 ± 0.040 *qrst* (5)	1.16 ± 0.058 *αβγ* (6)
3	Jumilia	173 ± 7.6 *a* (1)	35.2 ± 1.35 *i* (1)	0.61±0.046 *uvwx* (12)	0.91 ± 0.066 *ζη* (15)
4	Peach Avalanch	111±4.1 *fgh* (16)	20.5 ±0.57 *no* (15)	0.94 ± 0.066 *q* (2)	1.37 ± 0.097 *α* (2)
5	Avalanche	113±4.4 *fgh* (14)	20.9 ± 0.68 *no* (13)	0.95 ± 0.091 *qr* (1)	1.40 ± 0.125 *α* (1)
6	Taleya	128±4.2 *bcd* (7)	24.3 ± 0.70 *l* (9)	0.81 ± 0.040 *qrs* (3)	1.32 ± 0.065 *α* (3)
7	Wow	142±7.81 *bc* (2)	29.0 ± 0.95 *j* (2)	0.58 ± 0.038 *wx* (15)	0.94±0.063 *εζη* (14)

8	Fiesta	133 ± 6.9 *bc* (5)	27.6 ± 1.00 *jk* (4)	0.69 ± 0.047 *tuvw* (8)	1.22 ± 0.080 *αβ* (4)
9	Dark Wow	141 ± 7.6 *bc* (3)	28.7 ± 0.85 *j* (3)	0.61±0.041 *uvwx* (13)	1.00±0.069 *γδεζ* (12)
10	Hot Shot	128±4.6 *bcd* (8)	25.4 ± 0.96 *kl* (5)	0.66 ± 0.034 *uvw* (10)	1.00±0.052 *δεζ* (11)
11	Myrna	137 ± 3.9 *b* (4)	25.2 ± 0.80 *kl* (7)	0.62±0.034 *uvw* (11)	1.00±0.055 *γδεζ* (10)
12	Red Naomi	126 ± 3.8 *cde* (9)	23.2 ± 0.76 *lm* (10)	0.59±0.039 *vwx* (14)	0.96±0.062 *εζη* (13)
13	Heaven	116±5.1*defg* (11)	20.2 ± 0.76 *nop* (16)	0.71 ± 0.049 *stuv* (7)	1.11 ± 0.076 *βγδε* (8)
14	Dolomiti	115±4.1 *efg* (13)	21.2 ± 0.60 *no* (12)	0.66 ± 0.032 *uvw* (9)	1.07 ± 0.050 *βγδε* (9)
15	Miss Piggy	105 ± 5.8 *gh* (17)	18.2 ± 0.60 *p* (18)	0.74 ± 0.056 *rs* (6)	1.13 ± 0.079 *α-ε* (7)
16	Penny Lane	124±5.3 *b-f* (10)	22.2 ±0.68 *mn* (11)	0.53 ± 0.031 *x* (16)	0.86±0.051 *ζη* (16)
17	Grand Prix	112±4.3 *fgh* (15)	20.7 ± 0.68 *no* (14)	0.51 ± 0.035 *x* (17)	0.81 ± 0.057 *η* (17)
18	Brazil	101 ± 4.9 *h* (18)	20.2 ± 0.70 *o* (17)	0.37 ± 0.024 *y* (18)	0.64 ± 0.040 *θ* (18)

Примечания: одинаковыми буквами обозначены достоверно не отличающиеся значения (p > 0.05 по t-критерию Стьюдента); в скобках - номер сорта по убыванию данного показателя.

Таблица 2.

Коэффициенты вариации (% ± SE) некоторых показателей, определяющих специфику архитектуры кустов розы разных сортов

Сорт розы		Длинны стеблей	Количества стеблей:	
№	название		в короне куста	на всём кусте
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Aqua	16.6 ± 2.20 *abc* (3)	20.4 ± 2.74 *ijkl* (9)	22.2 ± 3.00 *pqrs* (7)
2	Deep Water	9.0 ± 1.17 *efg* (11)	16.4 ± 2.17 *klmn* (15)	15.3 ± 2.02 *rstuv* (14)
3	Jumilia	18.4 ± 2.45 *a* (1)	27.6 ± 3.83 *hi* (2)	25.4 ± 3.49 *opq* (2)
4	Peach Avalanch	11.9 ± 1.55 *bcde* (7)	24.8 ± 3.39 *ij* (4)	24.5 ± 3.35 *opq* (4)
5	Avalanche	17.7 ± 2.36 *ab* (2)	39.2 ± 5.79 *h* (1)	34.1 ± 4.89 *o* (1)
6	Taleya	7.2 ± 0.94 *fg* (17)	11.7 ± 1.53 *n* (18)	12.4 ± 1.62 *uv* (17)
7	Wow	13.6 ± 1.78 *abcd* (4)	14.0 ± 1.84 *lmn* (16)	15.1 ± 2.00 *stuv* (15)
8	Fiesta	8.4 ± 1.09 *efg* (14)	16.7 ± 2.22 *klmn* (14)	13.7 ± 1.80 *tuv* (16)
9	Dark Wow	9.6 ± 1.25 *def* (10)	17.2 ± 2.29 *jklm* (13)	19.2 ± 2.56 *pqrst* (10)
10	Hot Shot	6.5 ± 0.85 *g* (18)	17.5 ± 2.33 *jklm* (12)	17.6 ± 2.34 *pqrstu* (12)
11	Myrna	8.4 ± 1.09 *efg* (15)	20.0 ± 2.68 *ijkl* (10)	20.2 ± 2.71 *pqrs* (8)
12	Red Naomi	13.4 ± 1.76 *abcd* (5)	23.1 ± 3.14 *ijk* (6)	23.1 ± 3.13 *opq* (5)
13	Heaven	8.9 ± 1.15 *efg* (12)	21.8 ± 2.95 *ijk* (7)	22.4 ± 3.03 *pqr* (6)
14	Dolomiti	7.4 ± 0.96 *fg* (16)	12.0 ± 1.57 *mn* (17)	9.9 ± 1.29 *v* (18)
15	Miss Piggy	12.2 ± 1.60 *bcde* (6)	25.5 ± 3.50 *ij* (3)	19.8 ± 2.65 *pqrst* (9)
16	Penny Lane	10.1 ± 1.32 *def* (9)	18.3 ± 2.43 *jkl* (11)	16.1 ± 2.13 *qrstuv* (13)
17	Grand Prix	11.0 ± 1.44 *de* (8)	23.7 ± 3.23 *ijk* (5)	25.1 ± 3.43 *op* (3)
18	Brazil	8.9 ± 1.15 *efg* (13)	21.2 ± 2.87 *ijk* (8)	18.9 ± 2.52 *pqrst* (11)
Средние		**11.1 ± 0.85 *α***	**20.6 ± 1.53 *βγ***	**19.7 ± 1.36 *βγδ***

Сорт розы		Количества листьев:			
№	название	на всём стебле	на 10 см стебля	в короне куста	на всём кусте
1	Aqua	21.9 ± 2.96 *ab* (2)	14.9 ± 1.97 *fg* (3)	33.6 ± 4.81 *op* (4)	35.9 ± 5.19 *uv* (3)
2	Deep Water	14.6±1.93 *cde* (13)	7.8 ± 1.01 *ijklm* (13)	20.4 ± 2.74 *qrst* (13)	18.9 ± 2.52 *xyzя* (14)
3	Jumilia	18.7 ± 2.50 *abcd* (7)	16.3 ± 2.16 *f* (1)	36.6 ± 5.32 *op* (2)	36.3 ± 5.27 *uv* (2)
4	Peach Avalanch	21.6 ± 2.91 *ab* (4)	12.8 ± 1.68 *fgh* (4)	25.9 ± 3.56 *pqrs* (9)	28.2 ± 3.92 *vw* (7)
5	Avalanche	27.5 ± 3.80 *a* (1)	15.8 ± 2.09 *f* (2)	48.7 ± 7.64 *o* (1)	47.3 ± 7.34 *u* (1)
6	Taleya	16.0 ± 2.11 *bcd* (10)	11.5 ± 1.51 *fgh* (6)	18.5 ± 2.47 *rst* (16)	21.6±2.91*wxyzя* (13)
7	Wow	18.6 ± 2.47 *abcd* (8)	9.8 ± 1.28 *hijk* (10)	27.9 ± 3.84 *pq* (7)	27.2 ± 3.74 *vwx* (8)
8	Fiesta	14.6±1.92 *cde* (14)	6.8 ± 0.89 *klmn* (15)	18.6 ± 2.49 *rst* (15)	16.4 ± 2.17 *zя* (17)
9	Dark Wow	14.5±1.91 *cde* (15)	7.2 ± 0.93 *jklm* (14)	22.0 ± 2.96 *qrst* (12)	23.4±3.17*wxyzя* (11)
10	Hot Shot	10.7 ± 1.40 *e* (18)	5.5 ± 0.71 *mn* (17)	17.3 ± 2.30 *t* (18)	17.1 ± 2.28 *yzя* (15)
11	Myrna	15.5±2.05 *bcde* (11)	10.7 ± 1.40 *ghi* (7)	25.6±3.51 *pqrst* (10)	24.1±3.29*vwxyz* (10)

12	Red Naomi	21.7 ± 2.92 *ab* (3)	10.6 ± 1.38 *ghi* (8)	28.9 ± 4.03 *pq* (6)	29.4 ± 4.11 *vw* (5)
13	Heaven	18.1 ± 2.41 *bcd* (9)	11.8 ± 1.54 *fgh* (5)	27.4 ± 3.80 *pqr* (8)	28.4 ± 3.96 *vw* (6)
14	Dolomiti	13.6 ± 1.79 *de* (16)	8.8 ± 1.14 *hijkl* (12)	17.7 ± 2.35 *st* (17)	15.9 ± 2.10 *я* (18)
15	Miss Piggy	19.0 ± 2.53 *abcd* (6)	9.8 ± 1.28 *hijk* (11)	34.8 ± 5.00 *op* (3)	30.7 ± 4.32 *uvw* (4)
16	Penny Lane	15.3±2.02 *bcde* (12)	6.4 ± 0.83 *lmn* (16)	30.4 ± 4.27 *pq* (5)	24.4 ± 3.33 *vwxy* (9)
17	Grand Prix	20.5 ± 2.76 *abc* (5)	10.3 ± 1.35 *ghij* (9)	22.0 ± 2.98 *qrst* (11)	22.6±3.06*wxyzя* (12)
18	Brazil	10.7 ± 1.39 *e* (17)	4.8 ± 0.61 *n* (18)	18.7 ± 2.50 *rst* (14)	16.9 ± 2.25 *yzя* (16)
Средние		**17.4 ± 1.01 *αβ***	**10.1 ± 0.80 *α***	**26.4 ± 1.95 *δ***	**25.8 ± 1.94 *δ***

Сорт розы		Площади поверхности:		Числа долек у листа
№	название	листа	дольки листа	
1	Aqua	18.0 ± 2.40 *cde* (14)	47.7 ± 3.44 *fghi* (4)	16.2 ± 2.15 *m* (4)
2	Deep Water	17.2 ± 2.28 *de* (16)	47.9 ± 3.31 *fgh* (3)	14.0 ± 1.84 *m* (14-15)
3	Jumilia	24.1 ± 3.29 *abcd* (7)	46.8 ± 3.28 *fghij* (5)	15.4 ± 2.04 *m* (7)
4	Peach Avalanch	20.4 ± 2.74 *abcde* (11)	35.5 ± 2.21 *k* (17)	15.1 ± 1.99 *m* (8-12)
5	Avalanche	21.5 ± 2.90 *abcde* (9)	41.4 ± 2.67 *ghijk* (11)	14.2 ± 1.87 *m* (13)
6	Taleya	17.8 ± 2.38 *cde* (15)	36.2 ± 2.29 *k* (15)	13.1 ± 1.72 *m* (17)
7	Wow	29.6 ± 4.21 *a* (1)	39.0 ± 2.64 *jk* (14)	25.2 ± 3.52 *l* (1-2)
8	Fiesta	29.0 ± 4.05 *a* (3)	44.5 ± 3.03 *ghij* (7)	25.1 ± 3.38 *l* (3)

Таблица 2 (продолжение)

1	*2*	*3*	*4*	*5*
9	Dark Wow	29.1 ± 4.13 *ab* (2)	35.2 ± 2.33 *k* (18)	25.2 ± 3.52 *l* (1-2)
10	Hot Shot	19.6 ± 2.62 *bcde* (12)	46.8 ± 3.21 *fghij* (6)	14.0 ± 1.84 *m* (14-15)
11	Myrna	15.6 ± 2.07 *e* (18)	40.8 ± 2.61 *hijk* (12)	15.1 ± 1.99 *m* (8-12)
12	Red Naomi	16.5 ± 2.19 *de* (17)	41.7 ± 2.69 *ghijk* (9)	15.1 ± 1.99 *m* (8-12)
13	Heaven	24.1 ± 3.29 *abcd* (6)	49.4 ± 3.25 *fg* (2)	15.8 ± 2.09 *m* (6)
14	Dolomiti	19.5 ± 2.61 *bcde* (13)	36.2 ± 2.26 *k* (16)	15.1 ± 1.99 *m* (8-12)
15	Miss Piggy	26.4 ± 3.64 *abc* (5)	56.2 ± 3.85 *f* (1)	16.1 ±2.13 *m* (5)
16	Penny Lane	23.4 ± 3.19 *abcd* (8)	39.6 ± 2.48 *ijk* (13)	13.4 ± 1.76 *m* (16)
17	Grand Prix	21.0 ± 2.83 *abcde* (10)	41.6 ± 2.68 *ghijk* (10)	15.1 ± 1.99 *m* (8-12)
18	Brazil	26.5 ± 3.65 *abc* (4)	42.4 ± 2.86 *ghijk* (8)	0.0 + 0.460 *n* (18)
Средние		**22.2 ± 1.08 *γδ***	**42.7 ± 1.33 *ε***	**15.7 ± 1.33 *β***

Обозначения как в таблице 1.

Приложение В Глава 3 раздел 3.1.3.

Таблица 1 Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния площади дольки листа и площади короны куста разных сортов роз на их заселяемость паутинным клещом

Факторы	Дисперсия	Степеней свободы	F		Сила влияния фактора (%)	p
			фактическое	*0.05* **0.01** ***0.001***		
Случайные	1.38	14			34.2	
Площадь дольки листа	1.58	1	**15.97**	*4.6* **8.9** ***17.1***	39.0	< 0.01
Площадь листьев короны	1.08	1	**10.94**		26.7	< 0.01
Взаимодействие площадей дольки листа и короны куста	0.0024	1	0.02		0.05	>>0.05

Таблица 2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния площади дольки листа и площади листовой поверхности всего куста разных сортов роз на их заселяемость паутинным клещом

Факторы	Дисперсия	Степеней свободы	F		Сила влияния фактора (%)	p
			фактическое	*0.05* **0.01** ***0.001***		
Случайные	1.61	14			39.6	
Площадь дольки листа	1.78	1	**13.92**	*4.6* **8.9** ***17.1***	39.3	< 0.01
Площадь листьев всего куста	0.94	1	*7.34*		20.8	< 0.01
Взаимодействие площадей дольки листа и всего куста	0.016	1	0.123		0.35	> 0.05

Таблица 3 Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния среднего числа долек сложного листа розы и площади листовой поверхности короны куста ее разных сортов на заселяемость паутинным клещом

Факторы	Дисперсия	Степеней свободы	F		Сила влияния фактора (%)	p
			фактическое	*0.05* **0.01** ***0.001***		
Случайные (не учитываемые)	2.16	14			53.3	
Среднее число долек листа	0.021	1	0.137	*4.6* **8.9** ***17.1***	0.52	>0.05
Площадь листьев короны	0.99	1	*6.42*		24.4	< 0.01
Взаимодействие площадей дольки листа и короны куста	0.88	1	*5.71*		21.7	>>0.05

Таблица 4. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния среднего числа долек сложного листа розы и площади листовой поверхности всего куста разных сортов на заселяемость паутинным клещом

Факторы	Дисперсия	Степеней свободы	F		Сила влияния фактора (%)	p
			фактическое	*0.05* **0.01** ***0.001***		
Случайные	2.05	14			50.6	
Среднее число долек листа	0.0002	1	0.001	*4.6* **8.9** ***17.1***	0.0045	>>0.05
Площадь листьев всего куста	0.585	1	3.99		14.4	> 0.05
Взаимодействие площадей дольки листа и всего куста	1.42	1	**9.66**		34.9	< 0.01

Приложение Г. Глава 3, раздел 3.1.3.

Таблица 1 Разделение сортов на группы в соответствии с выбранными категориями

Сорт	Размер доли листа		Общая площадь короны куста		Общая площадь короны и фабрики куста	
	$см^2$	категория	$см^2$	категория	$см^2$	категория
Aqua	24,5	2	7 900,3	2	11 628,9	2
D. Water	25,4	2	7 855,6	2	11 572,2	2
Jumilia	35,2	3	6 123,8	1	9 050,6	1
Avalanche	20,9	1	9 542,4	3	14 040,9	3
P-Av	20,5	1	9 375,8	3	13 733,5	3
Taleya	24,3	2	8 148,7	3	13 247,0	3
Fiesta	27,6	3	6 481,1	1	11 462,5	2
Wow	29,0	3	6 199,3	1	10 034,8	1
D.Wow	28,7	3	6 109,0	1	9 996,5	1
Hot Shot	25,4	2	6 617,0	1	10 018,7	1
Myrna	25,3	2	6 231,2	1	10 048,8	1
Red Naomi	23,3	1	5 908,1	1	9 553,6	1
Dolomiti	21,2	1	6 625,0	1	10 713,7	2
Heaven	20,2	1	7 136,4	2	11 131,4	2
Miss Piggy	18,2	1	7 417,6	2	11 293,5	2
PennyLain	22,2	1	4 917,5	1	8 574,2	1
Gr.Prix	20,8	1	5 101,2	1	8 139,4	1
Brazil	20,2	1	3 701,9	1	6 436,7	1

Таблица 2. Результаты ковариационного анализа (с использованием программы SPSS) влияния площади дольки листа и площади короны кустов разных сортов роз на их заселенность паутинным клещом (в качестве ковариат использованы даты учетов заселенности и нормы внесения фитосейулюса)

Факторы	Сумма квадратов типа III	ст.св.	F	Значимость	Сила влияния фактора (частичная эта-квадрат)
Свободный член	20,953	1	181,4	,000	10,0
Норма внесения фитосейулюса, особей на м^2	157,900	1	1367,3	,000	45,6
Месяц	20,834	1	180,4	,000	10,0
Размер доли листа, балл	38,396	2	166,2	,000	16,9
Общая площадь короны, балл	34,859	2	150,9	,000	15,6
Взаимодействие размера доли листа и общей площади короны	31,851	2	137,9	,000	14,5

Примечания: ковариаты - нормы внесения фитосейулюса и месяц
F табличное при p 0.001 степени свободы1 F=10.8 степени свободы 2 F= 6.9

Таблица 3. Нормы внесения фитосейулюса в баллах в зависимости от размера доли листа и площади короны на (2011-2018 гг.)

Фактор	Категория	Среднее	Стандартная ошибка
Размер доли листа	1	126,052	7,520
	2	72,450	10,775
	3	71,810a	11,405
Общая площадь короны	1	118,152	7,834
	2	86,679	9,877
	3	69,750	13,615

Таблица 4. Результаты ковариационного анализа влияния площади дольки листа и площади короны кустов разных сортов роз на нормы внесения хищного клеща фитосейулюса на эти сорта определяемые потребностью

Факторы	Сумма квадратов типа III	ст.св.	F	Значимость	Сила влияния фактора (частичная эта-квадрат)
Свободный член	563720,195	1	206,4	,000	,689
Размер доли листа, балл	119664,631	2	21,9	,000	,320
Общая площадь короны, балл	61725,080	2	11,3	,000	,195
Взаимодействие размера доли листа и общей площади короны	37487,011	2	6,9	,002	,129

F табличное степени свободы 2 при p =0.05 F=3,07 при p =0.01 F= 4,79

Таблица 5. Парные коэффициенты корреляции ($r_n \pm S_r$) объемов выпусков фитосейулюса на разные сорта роз с некоторыми показателями структуры их кустов, уравнения прямолинейной регрессии и суммы квадратов отклонений фактических объемов выпусков от ожидаемых

Показатель архитектоники куста розы			$R_n \pm S_r$	Вероятность отличия от нуля	Уравнение регрессии (y=a+bx или y=a+bxz)	Сума квадратов отклонений
1	Стеблей в короне (x)		-0.37 ± 0.232	0.8 <P< 0.9	$y = 219 - 17.51x$	103706
2	Стеблей в кусте (x)		-0.32 ± 0.237	0.5 <P< 0.8	$y = 218 - 11.17x$	107549
3	Длина стебля (x)		0.18 ± 0.246	0.5 <P< 0.8	$y = -125 + 3.56x$	115345
4	Долек сложного листа (x)		0.22 ± 0.244	0.8<P<0.9	$y = -196 + 60.72x$	113984
5	Число листьев:	на всем стебле (x)	0.007 ± 0.250	P < 0.2	$y = 114.4 - 0.588x$	119898
6		на 10 см стебля (x)	-0.095 ± 0.249	0.5 <P< 0.8	$y = 208 - 60.61x$	118510
7		в короне куста (x)	-0.42 ± 0.227	0.9 <P< 0.95	$y = 250 - 2.348x$	98963
8		на всем кусте (x)	-0.36 ± 0.233	0.8 <P< 0.9	$y = 250 - 1.500x$	103908
9	Площадь:	дольки листа (x)	-0.44 ± 0.224	0.9 <P< 0.95	$y = 335 - 8.926x$	96208
10		всего листа (x)	-0.46 ± 0.222	0.9 <P< 0.95	$y = 408 - 2.303x$	94517
11		короны куста (x)	-0.71 ± 0.177	P> **0.995**	$y = 393 - 403.7x$	59751
12		всего куста (x)	-0.68 ± 0.182	P> **0.995**	$y = 426 - 288.2x$	62936
13		короны куста (x) и дольки листа (z)	-0.89 ± 0.116	P>***0.999999***	$y = 434 - 19.40xz$	25104
14		всего куста (x) и дольки листа (z)	-0.84 ± 0.134	P>***0.99999***	$y = 440 - 12.60xz$	33337

Приложение Д. Глава 3, раздел 3.1.4.

Таблица1 Динамика паутинного клеща (в баллах) на розах сорта Haeven

Время обрезки	15.12-30.12	20.12-10.01	05.01-25.01	±m			внесение фитосейулюса в среднем особей на 1 м^2
Участки	№1	№ 2	№ 3	№1	№ 2	№ 3	
Даты учета							
20 дек	1,54	1,46	1,67	0,076	0,074	0,080	10
25 янв	3,24	2,70	2,32	0,086	0,117	0,069	17
14 фев	3,10	2,99	2,82	0,081	0,071	0,079	29
22 фев							57
28 мар	1,95	2,47	2,88	0,077	0,058	0,079	37
18 апр	1,76	2,55	2,86	0,042	0,057	0,454	30
20 май	1,01	1,54	1,76	0,013	0,060	0,118	25
20 июн	0,87	1,04	1,39	0,039	0,022	0,052	15
20 июл	0,79	0,96	1,01	0,047	0,022	0,030	6

Даты учета	t-стьюдента		
	участок1-участок 2	участок 2-участок 3	участок 1-участок3
20 дек	0,75	1,93	1,19
25 янв	3,73	2,78	8,36
14 фев	1,05	1,53	2,44
28 мар	5,37	4,16	8,36
18 апр	11,05	0,67	2,41
20 май	8,59	1,70	6,33
20 июн	3,80	6,27	8,10
20 июл	3,28	1,42	4,02

Таблица 2. (А, Б, С) Температура и относительная влажности воздуха на участках сразу после пригибки и обрезки с несформированной короной и на участках с полностью сформированной короной (до пригибки и обрезки или после отрастания)

Участки №	1	3	1	3
Дата учета	18 января			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок до обрезки	Участок после обрезки	Участок до обрезки
Параметр	температура °С		влажность %	
1	23,2	21,6	64	68
2	23,3	21,8	63	67
3	22,4	21,5	64	67
4	22,9	21,6	65	69
5	22,7	22,5	64	68
6	22,5	21,6	66	69
7	23,2	21,9	61	68
8	23,3	22,4	64	69
9	22,6	22,3	64	68
10	23,1	22,2	64	67
Средняя	22,92	21,94	63,9	68,0
±m	0,10934146	0,119443	0,40688519	0,25819889
t -стьюдента		6,05189423		8,5080879
Разница между вариантами		0,98		4,1

А

Участки №	3	1	3	1
Даты учета	20 марта			

Состояние участка	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста
Параметр	температура °С		влажность %	
1	25,4	23,2	60	70
2	25,3	23,8	65	70
3	24,4	23,5	65	70
4	24,9	23,1	62	70
5	24,7	23,2	63	70
6	24,5	22,9	65	69
7	25,2	22,9	60	68
8	24,3	22,4	64	69
9	24,1	23,3	65	69
10	23,8	23,5	64	70
Средняя	24,66	23,18	63,3	69,5
±m	0,169444	0,1236482	0,633333	0,223607
t -стьюдента		7,055623		9,23103
Разница между вариантами		1,48		-6,2

Б

Участки №	3	1	3	1
Даты учета	18 апреля			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста
Параметр	температура °С		влажность %	
1	25,4	24,2	60	70
2	24,7	23,7	65	71
3	24,9	23,9	62	73
4	24,9	22,9	63	70
5	25,2	23,2	59	70
6	24,7	23,5	65	73
7	25,3	23,2	60	72
8	25,2	22,9	62	72
9	24,8	23,6	65	69
10	25,2	23,6	63	71
Средняя	25,03	23,47	62,4	71,1
±m	0,08171767	0,133375	0,70237692	0,43333333
t -стьюдента		9,97326125		10,541691
Разница между вариантами		1,56		8,7

С

Таблица 3 Динамика паутинного клеща (в баллах) на розах сорта Dolomiti

Время обрезки	10.12-20.12	5.01--20.01	10.01-25.01	25.02-10.03.	±m				внесение фитосейулюса, в среднем особей на м^2
Участки	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Даты учета									
25 дек	1,34	1,68	1,63	1,51	0,081	0,090	0,097	0,066	10
31 янв	2,76	1,97	1,97	1,47	0,083	0,114	0,124	0,092	20
6 фев	2,79	2,09	2,07	1,54	0,085	0,119	0,123	0,092	29
15 мар	2,63	2,16	2,08	1,72	0,074	0,089	0,088	0,059	29
28 мар	2,26	2,66	2,62	2,26	0,098	0,065	0,061	0,091	40
18 апр	2,13	2,09	2,08	2,53	0,058	0,031	0,033	0,039	30
20 май	1,24	1,16	1,41	2,08	0,079	0,068	0,042	0,049	17
20 июн	0,95	0,87	1,09	1,21	0,047	0,033	0,039	0,026	10
26 июл	0,79	0,75	0,84	0,91	0,033	0,042	0,050	0,047	

Даты учета	t-стьюдента					
	Участок 2-участок 3	Участок 3-участок 4	Участок 2-участок 4	Участок 1-участок 4	Участок 1-участок 2	Участок 1-участок 3
25 дек	0,40	1,01	1,53	1,64	2,83	-2,29
31 янв	0,00	3,24	3,42	10,46	5,61	5,29
6 фев	0,15	3,42	3,67	9,97	4,78	4,84
15 мар	0,63	3,36	4,06	9,61	4,08	4,81
28 мар	0,44	3,26	3,55	0,00	3,36	3,08
18 апр	0,29	8,71	8,70	5,67	0,60	0,79
20 май	3,13	10,38	10,98	9,06	0,76	1,91
20 июн	4,35	2,53	8,11	4,90	1,37	2,37
26 июл	1,41	0,96	2,50	2,05	0,73	0,88

Таблица 4. (А, Б, С) Условия температуры и относительной влажности воздуха на участках сразу после пригибки и обрезки с несформированной короной и на участках с полностью сформированной короной (до пригибки и обрезки или после отрастания)

Участки №	2	4	2	4
Дата учета	20 февраля			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок до обрезки	Участок после обрезки	Участок до обрезки
Параметр	температура °С		влажность %	
1	23,1	22,5	65	69
2	23,2	22,6	63	69
3	23,4	22,5	60	69
4	23,1	22,6	65	68
5	23,2	22,5	64	68
6	23,2	22,5	65	67
7	23,2	21,9	65	68
8	23,3	22,2	62	68
9	23,3	22,3	63	68
10	23,1	22,4	65	69
Средняя ± m	23,21±0,031	22,40±0,068	63,7±0,54	68,3±0,213
t -стьюдента		10,77079		7,941008
Разница между вариантами		0,81		4,6

А

Участки №	3	4	3	4
Дата учета	5 марта			

Состояние участка	Участок после обрезки	Участок до обрезки	Участок после обрезки	Участок до обрезки
Параметр	температура °С		влажность %	
1	24,5	23,2	64	70
2	24,4	23,4	64	70
3	24,2	22,9	65	71
4	24,6	22,7	64	72
5	24,2	23,2	64	69
6	24,7	23,4	60	70
7	24,5	23,5	65	68
8	24,2	24,5	65	69
9	24,7	22,9	62	69
10	24,5	23,4	65	70
Средняя ± m	24,45±0,062	23,31±0,156	63,8±0,512	69,8±0,359
t -стьюдента		6,767304		9,594032
Разница между вариантами		1,14		6

Б

Участки №	4	1	4	1
Дата учета	20 апреля			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста
Параметр	температура °С		влажность %	
1	24,9	24	66	71
2	24,8	24,1	66	71
3	25,2	23,3	61	69
4	25,2	23,2	60	69
5	25,1	23,5	62	70
6	24,8	23,4	65	73
7	25,1	23,5	60	70
8	25,1	23,4	61	72
9	24,9	23,5	65	71
10	25,1	23,5	61	70
Средняя ± m	25,02±0,049	23,54±0,091	62,7±0,789	70,6±0,40
t -стьюдента		14,33004		-8,925936
Разница между вариантами		1,48		7,9

С

Таблица 5 Динамика паутинного клеща (в баллах) на розах сорта Red Naomi

Время обрезки	05.01 - 30.01	15.12. -05.01	15.01 -5.02	15.03-5.02-посадка участка	±m				внесение фитосейулюса, в среднем особей на м^2
Участки	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Даты учета									
20.12.	1,17	1,30	1,29	0,00	0,043	0,073	0,072	0,000	20
25.01.	1,42	1,71	1,17	0,00	0,073	0,089	0,057	0,000	39
14.02.	2,25	2,63	1,88	0,00	0,075	0,081	0,077	0,000	35
15.03.	1,54	1,79	2,30	1,00	0,058	0,060	0,099	0,000	12
18.04.	1,04	1,00	1,28	1,68	0,044	0,050	0,052	0,068	27
20.05.	1,01	0,97	1,03	2,12	0,023	0,046	0,018	0,088	35
20.06.	0,97	0,99	1,30	2,29	0,018	0,013	0,053	0,081	6
26.07.	0,96	0,97	1,00	1,09	0,022	0,018	0,000	0,033	

Даты учета	t-Стьюдента					
	Участок 2-участок 3	Участок 3-участок 4	Участок 2-участок 4	Участок 1-участок 4	Участок 1-участок 2	Участок 1-участок 3
20.12.	0,13				1,55	1,41
25.01.	5,08				2,50	2,69
14.02.	6,69				3,44	3,42
15.03.	4,42	13,14	13,12	9,37	3,00	6,66
18.04.	3,86	4,77	8,13	7,97	0,60	3,50
20.05.	1,07	12,17	11,56	12,18	0,77	0,45
20.06.	5,78	10,17	15,83	15,79	0,58	5,86
26.07.	1,42	2,76	3,10	3,27	0,45	1,76

Таблица 6 (А, Б, С) Условия температуры и относительной влажности воздуха на участках сразу после пригибки и обрезки с несформированной короной и на участках с полностью сформированной короной (до пригибки и обрезки или после отрастания)

Участки №	2	3	2	3
Дата учета	14 февраля			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок до обрезки	Участок после обрезки	Участок до обрезки
Параметр	температура °С		влажность %	
1	23,1	22,2	65	67
2	23,2	22,4	65	69
3	23,5	22,2	64	68
4	22,9	22,5	64	70
5	23,9	22,1	65	69
6	23,4	22,4	65	68
7	23,5	21,5	64	69
8	22,8	22,9	64	69
9	23,9	23,1	62	70
10	23,8	22,2	65	69
Средняя ± m	23,4±0,126	22,35±0,139	64,3±0,30	68,8±0,29
t -стьюдента		5,59		10,77
Разница между вариантами		1,05		4,5

А

Участки №	1	3	1	3

Дата учета	18 марта			
Состояние участка	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста	Участок после обрезки	Участок после полного отрастания верхней части куста
Параметр	температура °С		влажность %	
1	24,6	23,5	64	69
2	24,5	23,6	65	70
3	24,8	23,1	61	70
4	24,4	23,5	64	70
5	24,3	23,1	64	69
6	24,5	23,5	65	70
7	24,6	23,4	65	70
8	24,4	23,2	64	69
9	24,6	22,9	64	69
10	24,9	23,1	61	70
Средняя ± m	24,6±0,058	23,3±0,075	63,7±0,473	69,6±0,163
t -стьюдента		13,36		11,8
Разница между вариантами		1,27		5,9

Б

Участки №	4	1	4	1
Дата учета	20 апреля			
Состояние участка	Новые посадки не сформировавшийся куст	после полного отрастания верхней части куста	Новые посадки не сформировавшийся куст	после полного отрастания верхней части куста
Параметр	температура °С		влажность %	
1	24,8	23,6	65	71
2	24,9	23,7	65	70
3	25,2	23,3	61	70
4	25,1	23,5	61	70
5	25,3	23,5	60	72
6	24,9	23,4	63	70
7	25,0	23,5	63	71
8	24,9	23,4	64	71
9	24,8	23,5	65	71
10	25,1	23,6	61	71
Средняя ± m	25,0±0,054	23,5±0,036	62,8±0,611	70,7±0,213
t -стьюдента		23,08		12,2
Разница между вариантами		1,50		7,9

С

Приложение Е. Глава 4, раздел 4.1.1.

Таблица 1. Биологическая эффективность (БЭ, %) фитосейулюса из разных культур

	Культура Египетская		Культура ВИЗР	
	БЭ по баллам (Е.п.)	$БЭ_2$ по ср. числ. п.кл. Е.п.	$БЭ_1$ по балл В.п.	$БЭ_2$по ср.числ. п.кл. В.п.
3 янв	20,8	14,3	7,21	7,04
15.янв	61,5	28,9	11,1	10,6
15.фев	24,1	33,1	21,2	21,2
22.мар	21,9	26,9	24,0	30,3
31.мар	24,1	28,9	25,0	32,8
14.апр	33,2	37,6	24,0	32,9
25.апр	43,8	48,5	29,8	37,7
12.май	58,3	63,3	32,7	40,3
18.май	76,0	77,7	37,9	45,2
08.июн	85,6	86,2	40,4	46,9
29.июн	89,3	90,2	61,5	65,9
16.июл	93,6	94,1	64,4	68,5
05.авг	93,0	93,0	62,5	66,7
20.авг	91,4	92,1	60,6	65,0
12.сен	90,4	91,2	48,6	59,9
21.сен	91,4	92,1	47,6	59,4
06.окт	90,4	90,3	49,5	55,2
24.окт	80,2	81,4	45,7	52,02
03.ноя	76,5	77,4	44,7	51,02
15.ноя	74,3	75,5	44,2	51,1

Примечание: БЭ (Е.п.) биологическая эффективность рассчитывалась в варианте с использованием Египетской культуры (В.п.) с использованием культуры ВИЗР; по баллам – биологическая эффективность рассчитывалась исходя из степени заселенности паутинным клещом в баллах; по ср. численности п.кл. клеща – биологическая эффективность рассчитывалась исходя из средней численности паутинного клеща на лист

Приложение Ж. Глава 4, раздел 4.2.2

Таблица 1. Динамика имаго белокрылки при внесении двух видов хищных клещей

Даты учетов	Численность белокрылки, штук на лист		± m		Нормы внесения хищных клещей на 1 м^2
	N. cucumeris	*A. swirskii*	*N. cucumeris*	*A. swirskii*	
25.4	0,42	0,36	0,081	0,095	
30.4					496,7
5.5	0,39	0,22	0,090	0,064	496,7
11.5	0,09	0,33	0,029	0,057	
18.5	0,15	0,32	0,036	0,059	
24.5	1,97	1,75	0,168	0,078	993,4
31.5					
7.6	1,92	1,24			662,3
14.6	1,70	0,98	0,332	0,273	
17.6					662,3
21.6	1,85	1,06	0,334	0,257	
27.6	1,87	1,19	0,286	0,202	662,3
4.7					
10.7	5,75	6,54	0,512	0,700	
12.7					827,8
17.7	6,58	7,95	0,672	0,874	
25.7	11,44	15,75	1,440	1,961	
26.7					827,8
1.8	13,58	16,90	1,113	1,454	
5.8					
8.8	16,60	19,46	1,043	1,321	
9.8					993,4
14.8					
17.8	19,35	21,10	0,832	0,982	
18.8					993,4
29.8	29,18	22,87	1,436	1,094	
6.9	5,30	4,17	0,372	0,366	662,3
14.9	3,44	2,21	0,228	0,110	662,3
21.9	2,11	1,93	0,136	0,151	662,3
29.9	1,54	1,64	0,253	0,311	662,3
9.10	1,36	1,58	0,197	0,268	331,1
17.10	0,68	0,99	0,136	0,150	331,1
24.10	0,41	0,77	0,101	0,127	331,1

31.10	0,32	0,60	0,088	0,112	331,1
8.11	0,34	0,54	0,084	0,123	331,1
15.11	0,25	0,41	0,078	0,077	331,1
общее количество клещей на 1м^2 за весь период наблюдений для каждого вида					12251,7

Таблица 2.

Вид клеща	*N. cucumeris*		*A. swirskii*	
Дни после выпуска клещей	7-й день	14-й день	7-й день	14-й день
точка выпуска (1)	5,2±0,6101	1,07±0,189	6,27±0,657	1,2±0,215
через 1 м (2)	1,93±0,325	0	1,06±0,178	0
через 2 метра (3)	0	0	0	0
через проход (4)	0	0	0	0

Таблица 3.

Вид клеща	*N. cucumeris*		*A. swirskii*	
Дни после выпуска клещей	7-й день	14-й день	7-й день	14-й день
точка выпуска (1)	6,73±0,614	2,33±0,286	4,87±0,439	0,67±0,138
через 1 м (2)	3,8±0,389	5,87±0,749	1,07±0,211	4,8±0,406
через 2 метра (3)	0	2,67±0,308	0	1,07±0,186
через проход (4)	0	0	0	0