

На правах рукописи

Сергеева Ольга Вячеславовна

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
МОРКОВНОЙ ЛИСТОБЛОШКИ *TRIOZA APICALIS* FÖRST.
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ДЛЯ БОРЬБЫ С НЕЙ**

Шифр и наименование специальности:
06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург - Пушкин
2021

Работа выполнена на кафедре защиты и карантина растений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Научный руководитель:

Долженко Татьяна Васильевна, доктор биологических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Есипенко Леонид Павлович, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией интегрированной защиты растений ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»

Ермолаева Лариса Васильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела генетики ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» МСХ РФ (ФГБНУ «ВНИИЗР») (Воронежская обл., п. Рамонь)

Защита диссертации состоится 20 мая 2021 года в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 006.015.01 на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» по адресу: 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3, факс: 470-51-10; E-mail: dissovet@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ВИЗР и на сайте vizrspb.ru Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений

Автореферат разослан « » _____ 2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Гусева Ольга Геннадьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Наибольшую опасность для моркови столовой представляет морковная листоблошка *Triosa apicalis* Förster, 1848 (Hemiptera, Triozidae), особенностью которой являются частые периоды увеличения роста численности, чередующиеся с короткими периодами депрессии. В настоящее время защита посевов моркови столовой от морковной листоблошки строится, как правило, на применении химических средств защиты растений. В связи с этим, наиболее важным направлением снижения её вредоносности является поиск альтернативных, экологически безопасных методов защиты растений, из которых приоритетными являются агротехнический и микробиологический, в том числе – использование препаратов на основе производных штаммов актиномицетов рода *Streptomyces*.

Степень разработанности темы. Аналитический обзор литературы показал, что в фауне Ленинградской области вид *Triosa apicalis* впервые был обнаружен Ошаниным В.Ф. в 1907 году. Исследования биоэкологических особенностей, вредоносности морковной листоблошки, разработка защитных мероприятий в отношении данного вредителя были продолжены Логиновой М.М. (1962, 1964), Москалёвой А.А. (1987, 1989), Файзуллаевым К.И. (1990), Надеиной Л.А., Ермолаевой Л. В. (1992, 1993, 1998), Хмелинской Т.В. (1998), Ивановой О.В., Морозовой Г.Д. (1998), Асякиным Б.П. (1990, 2000, 2001). Новые сведения по вредоносности морковной листоблошки, поиску устойчивых сортов и гибридов моркови столовой в условиях Северо-Запада Российской Федерации принадлежат работам Асякина Б.П. (2000, 2003), Ермолаевой Л. В., Хмелинской Т.В. (2001, 2009, 2010, 2016). Однако, многие аспекты развития, вредоносности морковной листоблошки, вопросы регуляции её численности на посевах моркови столовой остаются неясными.

Цель работы: биоэкологическое обоснование защиты моркови столовой от морковной листоблошки (*Triosa apicalis* Först.) в условиях Северо-Запада Российской Федерации.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- уточнить биологические и экологические особенности развития морковной листоблошки;
- оценить вредоносность фитофага и повреждаемость сортов и гибридов моркови столовой морковной листоблошкой;
- усовершенствовать агротехнические мероприятия для защиты моркови столовой от морковной листоблошки;
- оценить биологическую эффективность лабораторных образцов препаратов, экспериментальных препаратов и инсектицидов на основе штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* против морковной листоблошки.

Научная новизна. Установлены биоэкологические особенности и изучена многолетняя динамика численности морковной листоблошки в условиях Северо-Запада Российской Федерации; получены новые данные по влиянию морковной листоблошки на повреждённость, биохимические показатели и урожайность

сортов и гибридов моркови столовой; обосновано и оценено применение агротехнических защитных мероприятий (сроки посева, укрывные материалы и регуляторы роста растений); оценена биологическая эффективность лабораторных образцов препаратов, экспериментальных препаратов и инсектицидов на основе штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* в отношении морковной листоблошки: лабораторные образцы препаратов на основе штаммов *Str. herbaricolor* S-100 и *Str. loidensis* П-56; экспериментальный препарат Актинин и его формы – Актинин Л, МЭ и Актинин М, П на основе штамма *Str. globisporus* 0234; инсектициды – Фитоверм, КЭ (д.в. Аверсектин С) и Акарин, КЭ (д.в. Авертин N) на основе штамма *Str. avermitilis* M.S.T.D.

Теоретическая и практическая значимость работы. Получены новые данные по сезонной активности, динамике численности и вредоносности морковной листоблошки на Северо-Западе Российской Федерации; разработаны защитные мероприятия для моркови столовой от морковной листоблошки, которые позволяют оптимизировать систему её защиты, снизить повреждённость растений фитофагом, существенно повысить урожайность и улучшить экологическую обстановку на посевах моркови столовой.

Положения, выносимые на защиту:

- биоэкологические особенности развития, многолетняя динамика численности и вредоносность морковной листоблошки на Северо-Западе Российской Федерации;
- агротехнические мероприятия по ограничению численности морковной листоблошки;
- биологическая эффективность лабораторных образцов препаратов, экспериментальных препаратов и инсектицидов на основе вторичных метаболитов штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* в борьбе с морковной листоблошкой.

Методология и методы исследования. Методология научных исследований основана на концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, анализе литературы, определении цели, задач исследований, постановке лабораторных и полевых мелкоделяночных опытов, учётах и наблюдениях, математической обработке экспериментальных данных и обобщении полученных результатов. Исследования проводили в строгом соответствии со стандартными методами энтомологических исследований. Их подробное описание представлено в разделе «Материал и методы исследований».

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности обоснована многолетними исследованиями и проведением статистических обработок. Основные результаты и материалы диссертационной работы были доложены и обсужданы на конференции ППС и аспирантов СПбГАУ «Защита растений от вредителей, болезней и сорняков» (Санкт-Петербург–Пушкин, 1997 г.); на международных конференциях: «Advisory systems for reduced pesticide use in agriculture and horticulture» (Тарту, Эстония, 17-22 мая 1999 г.), «Эколого-генетические основы современных агротехнологий» ФГБНУ ВИЗР (Санкт-Петербург, 27-29 апреля 2016 г.); на международных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО СПбГАУ: «Научное обеспечение развития АПК в

условиях реформирования» (Санкт-Петербург–Пушкин, 7-9 февраля 2007 г.), «Научное обеспечение развития сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере» (Санкт-Петербург–Пушкин, 26-28 января 2017), «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург–Пушкин, 24-26 января 2019 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 14 работ, из них 6 – в журналах, включенных в Перечень ВАК Российской Федерации, 8 – в других научных изданиях и сборниках, материалах съездов и конференций.

Личный вклад автора. Представленная диссертационная работа является результатом многолетних научных исследований, выполненных лично автором. Диссертанту принадлежит подготовка и проведение лабораторных, полевых мелкоделяночных исследований, учётов и наблюдений (1995-2018 гг.), анализ полученных результатов, написание диссертации и научных статей.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, приложений и практических рекомендаций. Диссертация изложена на 221 странице, содержит 51 таблицу, 47 рисунков. Список цитированной литературы включает 289 источников, в том числе 84 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Биоэкологические особенности морковной листовёртки *Trioza apicalis* Först. и приёмы ограничения её численности на Северо-Западе Российской Федерации (обзор литературы)

В главе рассмотрены биоэкологические особенности, вредоносность и вопросы устойчивости моркови столовой к морковной листовёртке. Приведены сведения о мерах борьбы с данным вредителем.

Глава 2. Место, материал и методы исследований

Исследования по теме диссертационной работы выполнялись на кафедре защиты и карантина растений (биологической защиты растений) ФГБОУ ВО СПбГАУ, в лаборатории экспериментальной энтомологии и теоретических основ биометода ФГБУН Зоологического института Российской академии наук (ЗИН РАН), в полевых условиях ЗАО «Племенное хозяйство им. Тельмана», СПК «Шушары» (АСХО «Шушарь»), АОСХ «Бугры», ФГБОУ ВО СПбГАУ в течение 1995-2018 гг.

Материалом исследований служили:

1. Природная популяция морковной листовёртки *Trioza apicalis*;
2. Сорта и гибриды моркови столовой, включённые в реестр селекционных достижений и, допущенные к использованию на Северо-Западе Российской Федерации: Красный великан, Форто, Нантская, Нантская 4, Витаминная 6, Каллисто F₁, Шантенэ 2461, Лосиноостровская 13, Парижский рынок, Каротель F₁, Грибовская×230;

3. В качестве регуляторов роста растений использовались следующие препараты, рекомендованные Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов..., 2019, 2020 гг. для использования на овощных культурах: Эпин-Экстра, Р (д. в. 24-эпибрасинолид), (0,025 г/л); ОберегЪ (д.в. арахидоновая кислота), (0,15 г/л); Циркон, Р (д.в. гидроксикоричная кислота), (0,1 г/л); цитокининовые фиторегуляторы – Бемитил и Дибазол;

4. Лабораторные образцы препаратов, экспериментальные препараты на основе штаммов вторичных метаболитов актиномицетов рода *Streptomyces* sp. любезно предоставлены ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, ФГБНУ ВНИИ защиты растений: *лабораторные образцы препаратов на основе вторичных метаболитов штамма Str. loidensis П-56 и штамма Str. herbaricolor S-100*; *Актинин, Ж и Актинин, П* – экспериментальные препараты; *производные Актинина – Актинин Л, МЭ (липидная фракция) и Актинин М, П (макротетралидная форма)*; препараты Фитоверм, КЭ (2 г/л) и Акарин, КЭ (2 г/л); *Фитоверм, КЭ (2 г/л)* – действующее вещество Аверсектин С, *Акарин, КЭ (2 г/л)* – действующее вещество Авертин N. В качестве эталона использовались препараты, разрешённые для применения на моркови столовой: *Актеллик, КЭ (500 г/л), Каратэ Зеон, МКС (50 г/л), Алатар, КЭ (225 + 50 г/л)*.

При проведении лабораторных и полевых исследований за основу были взяты методики Г.Е. Осмоловского (1964), К.К. Фасулати (1971), И.Я. Полякова (1975), А.П. Де-Милло (1980), К.Е. Воронина (1986), Танского В.И. (1988), Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве (1986), Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве (2004, 2009). Оценку степени повреждённости моркови столовой морковной листоблошкой проводили по шкале Б.П. Асякина и др. (1996), биохимические исследования – по методике А.И. Ермакова (1987). Изучение влияния фотопериода и температуры на индивидуальное развитие морковной листоблошки проводили в лаборатории экспериментальной энтомологии и теоретических основ биометода ФГБУН Зоологического института Российской академии наук (ЗИН РАН). Изучение видового состава природных энтомофагов морковной листоблошки проводили с помощью обследования полей моркови столовой методом кошения энтомологическим сачком, с использованием жёлтых клеевых ловушек и учётных площадок. Статистическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову (1985) методами дисперсионного, корреляционного анализов с использованием электронных таблиц «Microsoft Office Excel» и пакета прикладной программы «Statistica 6».

Глава 3. Биоэкологические особенности и вредоносность морковной листоблошки

3.1 Сопряженность развития морковной листоблошки с фазами онтогенеза моркови столовой

Представлены результаты многолетних исследований онтогенетической специфичности развития морковной листоблошки и моркови столовой. Выявлены

различия в сроках перелёта имаго с мест зимовки из-за погодных условий и фазы развития моркови столовой. Многолетнее изучение эколого-физиологических закономерностей развития морковной листоблошки позволило установить чёткую зависимость сроков наступления её фаз от онтогенеза моркови столовой и от погодных условий для определения сроков проведения защитных мероприятий, оказывающих большое влияние на характер причинённых повреждений, а через них – на потери урожая и качество растений. Обследования дикорастущих зонтичных (сельдерейных) растений весной и осенью в качестве возможных мест зимовки имаго морковной листоблошки показали их отсутствие и, подтвердили, что имаго морковной листоблошки могут зимовать только на хвойных растениях.

3.2 Биологические особенности и динамика численности морковной листоблошки

Проведённые исследования показали, что за период с 1995 по 2016 годы динамика численности популяции морковной листоблошки характеризовалась резко выраженными флуктуациями (рис. 1). Депрессии характеризовались низкой плотностью популяции и незначительной вредоносностью.

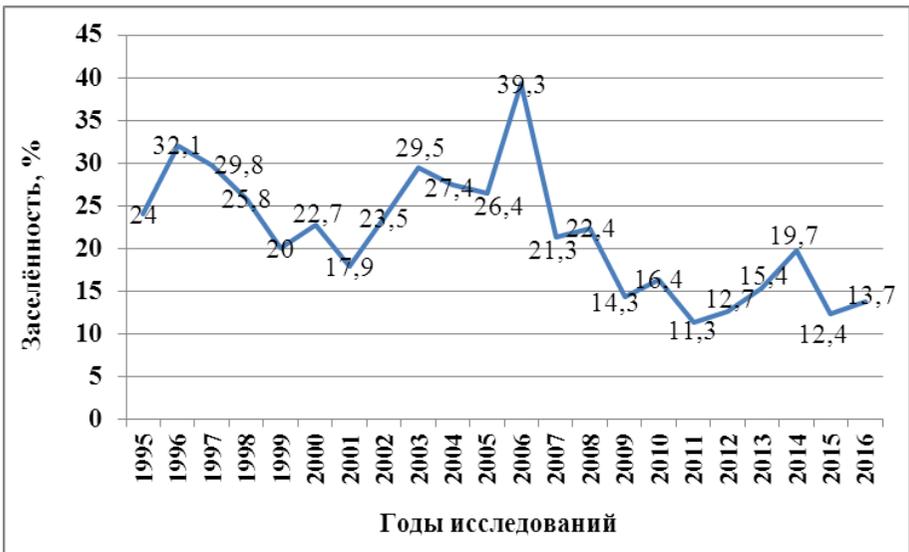


Рисунок 1 – Заселённость растений моркови столовой сорта Лосиноостровская 13 морковной листоблошкой в годы исследований (фаза всходов, СПбГАУ)

Отмечено, что связь между среднемесячной температурой за июнь и степенью заселённости растений моркови столовой морковной листоблошкой слабая, обратная (коэффициент корреляции $-0,237$). Связь между осадками за май

и степенью заселённости растений моркови средняя, прямая (коэффициент корреляции 0,491). Связь между осадками за июнь и степенью заселённости растений морковной листоблошкой слабая, прямая (коэффициент корреляции 0,201). Анализ погодных условий, проведённый за 1995-2007 годы показал, что связь между суммой эффективных температур, $^{\circ}\text{C} \geq 10$ (в среднем за декаду) за май и степенью заселённости растений морковной листоблошкой слабая, обратная (коэффициент корреляции -0,173). Также установлена зависимость развития морковной листоблошки от влажности воздуха в феврале. Коэффициент корреляции составил -0,685, что достоверно доказывает, что при увеличении количества осадков (мм) в феврале снижается заселённость растений морковной листоблошкой в последующий год.

На рисунке 2 представлены результаты расчёта коэффициента размножения морковной листоблошки в период проведения исследований. Так, установлено, что при коэффициенте $K_p > 1$ был отмечен рост численности морковной листоблошки (годы исследований – 1996, 2000, 2002, 2003, 2005, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013 и 2015 гг.). Наибольший рост численности был установлен для 1996, 2005 и 2008 гг. исследований. При $K_p = 1$, численность морковной листоблошки оставалась на том же уровне (годы исследований – 1997, 1998, 1999, 2004, 2007, 2016 гг.). При $K_p < 1$ – численность вредителя снижалась (годы исследований – 2001, 2006, 2010, 2014 гг.).

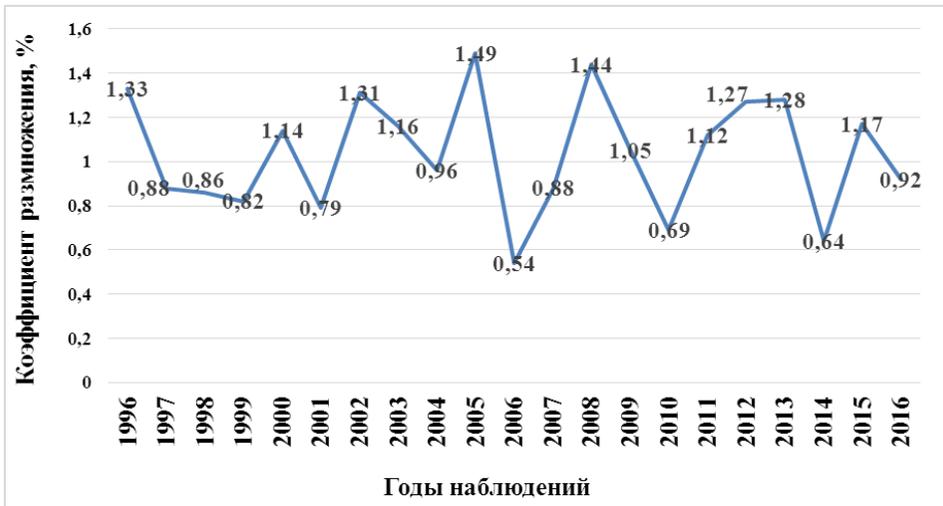


Рисунок 2 – Коэффициент размножения морковной листоблошки на моркови столовой сорта Лосиноостровская 13 (СПБГАУ)

Применяя коэффициент изменения численности популяции в отношении морковной листоблошки, можно проследить за её динамикой развития и численности. Наибольший коэффициент изменения численности имаго морковной

листоблошки выше 2-х отмечен в 2008 году, ниже 1 в 1996, 1998, 2001, 2004, 2006, 2007, 2009, 2011 и 2015 годах. Коэффициент изменения численности яиц морковной листоблошки выше 1,5 отмечен в 2004, 2015, 2016 годах. Коэффициент изменения численности яиц морковной листоблошки выше 1 отмечен в 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, 2008, 2010, 2011, 2013 и 2016 годах. Коэффициент изменения численности популяции морковной листоблошки имаго нового поколения показал наличие её всплесков в 2003, 2005, 2007 и 2010 годах (рис. 3).

Отмечено слабое увеличение численности яиц морковной листоблошки по годам (коэффициент корреляции $-0,343$). Отмечено небольшое снижение численности личинок морковной листоблошки (коэффициент корреляции $0,603$). За годы исследований отмечен небольшой рост численности имаго морковной листоблошки нового поколения (коэффициент корреляции $-0,115$).

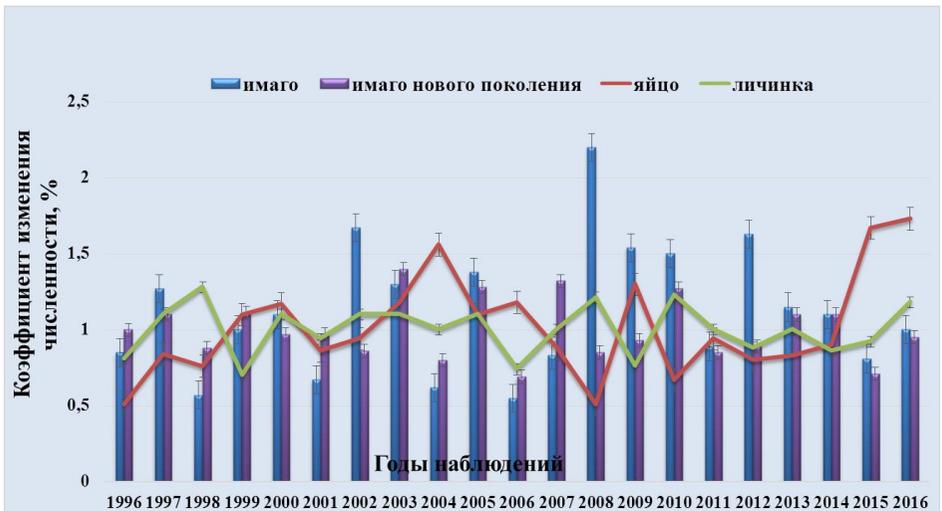


Рисунок 3 – Коэффициент изменения численности популяции морковной листоблошки на моркови столовой сорта Лосиноостровская 13, % (СПБГАУ)

Исследования по изучению биологии морковной листоблошки в естественных условиях и в лаборатории (температура воздуха – $16-24^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха – $41-44\%$) выявили существенную разницу в её развитии. Фазы развития морковной листоблошки в условиях лаборатории наступали несколько раньше, чем в полевых условиях. Результаты изучения роли фотопериода и температуры на индивидуальное развитие морковной листоблошки в условиях биоклиматокамер показали, что искусственно создаваемые условия среды обитания могут оказать существенное влияние на скорость её развития.

3.3 Энтомофаги

Из числа энтомофагов, являющихся компонентами агроценоза моркови столовой, за годы исследований в посевах были выявлены жужелицы *Pterostichus melanarius* Ill., *Bembidion lampros* Hbst. и *B. properans* Steph. (Coleoptera, Carabidae); стафилиниды *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera, Staphylinidae); божьи коровки *Coccinella septempunctata* Linn. и *Calvia decemguttata* Linn. (Coleoptera, Coccinellidae); мухи-журчалки (Diptera, Syrphidae) и златоглазки (Neuroptera, Chrysopidae). Численность данных энтомофагов в годы исследований была незначительна, в пределах 1-2 экз./10 взмахов энтомологического сачка и единичные особи на учётную площадку. Роль их в снижении численности морковной листоблошки в работе не рассматривалась.

3.4 Вредоносность морковной листоблошки

В результате проведения многолетних исследований (1999-2009 гг.) была установлена зависимость между степенью повреждения листьев морковной листоблошкой и структурой урожая моркови столовой. Так, достоверно выявлена обратная зависимость между степенью повреждения листьев моркови столовой, её биометрическими и биохимическими показателями. Определены достоверные связи между степенью повреждения листьев морковной листоблошкой, биохимическими показателями в листьях и корнеплодах различных сортов и гибридов моркови столовой и её урожайностью. Выявлены менее повреждаемые морковной листоблошкой сорта и гибриды моркови столовой, такие как Форто, Витаминная 6, Каротель F₁, Шантенэ 2461, Красный великан и Каллисто F₁.

Глава 4. Совершенствование агротехнических мероприятий для защиты моркови столовой от морковной листоблошки

Важная роль в экологизации мероприятий по защите моркови столовой от морковной листоблошки отводится системе агротехнических мероприятий, включающей оптимальные сроки посева, применение укрывных материалов и регуляторов роста растений.

4.1 Сроки посева

В работе представлена оценка влияния сроков посева моркови на вредоносность морковной листоблошки и биохимические показатели моркови столовой. Мониторинг развития морковной листоблошки показал, что при посеве моркови во второй половине мая заселённость всходов моркови была незначительной. Так, численность яиц и личинок фитофага в среднем на 1 растение в фазу 2-3-х настоящих листьев составила 2,3 экз. и 0,7 экз. (посев 15 мая) и 1,3 экз. и 0,5 экз. соответственно (посев 3 июня). В фазу 3-4-х настоящих листьев численность яиц на 1 растение составила – 2,6 экз. (посев 15 мая) и 0,8 экз. (посев 3 июня). Численность личинок составила 1,2 экз. и 1,3 экз. соответственно (таблица 1).

В результате проведённых исследований установлено, что наиболее оптимальным сроком посева моркови столовой в условиях Ленинградской

области служит вторая половина мая, когда численность морковной листоблошки на посевах моркови столовой снижается.

Таблица 1 – Влияние сроков посева моркови столовой на динамику численности морковной листоблошки (сорт Нантская 4, СПбГАУ, 2016)

Дата посева	Численность морковной листоблошки, экз./растение			
	Фаза развития моркови			
	2-3 настоящих листьев		3-4 настоящих листьев	
	Яйцо	Личинка	Яйцо	Личинка
04.05	7,7±0,4	2,2±0,2	10,2±2,1	3,6±1,3
15.05	2,3±0,2	0,7±0,3	2,6±0,8	1,2±0,5
03.06	1,3±0,1	0,5±0,3	0,8±0,3	1,3±0,2
НСР ₀₅	0,3	0,06	0,05	0,07
г	0,993	0,972	0,998	0,984

4.2 Использование укрывных материалов

Укрывные материалы могут служить механической преградой для заселения моркови столовой перезимовавшими имаго морковной листоблошки. Использование укрывных материалов на ранних сроках посева снижает степень повреждения растений. Кроме того, было отмечено, что использование укрывных материалов может способствовать повышению урожайности и качества корнеплодов моркови столовой. Так, опыты по влиянию укрывного материала Спанбонд на урожайность корнеплодов моркови показали, что на делянке с использованием укрывного материала урожайность корнеплодов с 1м² была в два раза выше и составила в среднем 3,7±0,7 кг. Полученные данные статистически достоверны, коэффициент корреляции составил 0,613-0,998. Результаты биохимического анализа, проведённого в фазу товарной спелости, показали, что содержание сухого вещества, суммы сахаров, каротина в корнеплодах моркови столовой в вариантах опыта существенно не отличаются.

4.3 Регуляторы роста растений

Изучение влияния регуляторов роста растений ОберегЪ, Эпин - Экстра, Циркон на численность яиц, личинок морковной листоблошки и на биометрические показатели проводили на моркови столовой сорта Нантская 4. Как показали опыты, регуляторы роста растений не оказали существенного влияния на степень заселённости растений моркови столовой морковной листоблошкой. Растения, обработанные препаратами, оказались наиболее привлекательными для откладки яиц фитофагом. В ответ на повреждения морковной листоблошкой растения моркови восполняли утраченный ассимиляционный аппарат. Отмечено, что урожайность моркови столовой с симптомами повреждений морковной листоблошкой (1 балл) при обработке препаратами повышалась на 25-38 % в сравнении с контролем. Лучшие

показатели урожайности и качества продукции моркови были получены при обработке растений препаратом Циркон. Согласно результатам исследований установлено, что регуляторы роста растений обеспечили повышение урожайности моркови на 7-13 %. Кроме того, было выявлено существенное влияние регуляторов роста растений на биохимические показатели корнеплодов моркови столовой. Так, при использовании регуляторов роста в корнеплодах моркови столовой содержание каротина и сахара было выше, чем в контроле. Регуляторы роста растений оказали влияние и на количество сухого вещества в корнеплодах моркови столовой. Лучшие результаты были получены при использовании препаратов Циркон и Эпин - Экстра, содержание сухого вещества в них составило 9,5 и 11,1 % соответственно.

Глава 5. Биологическая эффективность лабораторных образцов препаратов, экспериментальных препаратов и инсектицидов на основе вторичных метаболитов штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* в борьбе с морковной листоблошкой

Изучение инсектицидного действия лабораторных образцов на основе штаммов актиномицетов *Streptomyces herbaricolor* S-100, СП и *Streptomyces loidensis* П-56, СП в отношении морковной листоблошки показало, что для обработки растений моркови столовой в отношении яиц и личинок наиболее эффективна 0,25 %-ная концентрация для обоих лабораторных образцов препаратов, так как биологическая эффективность их в обеих концентрациях практически одинакова (рис. 4).

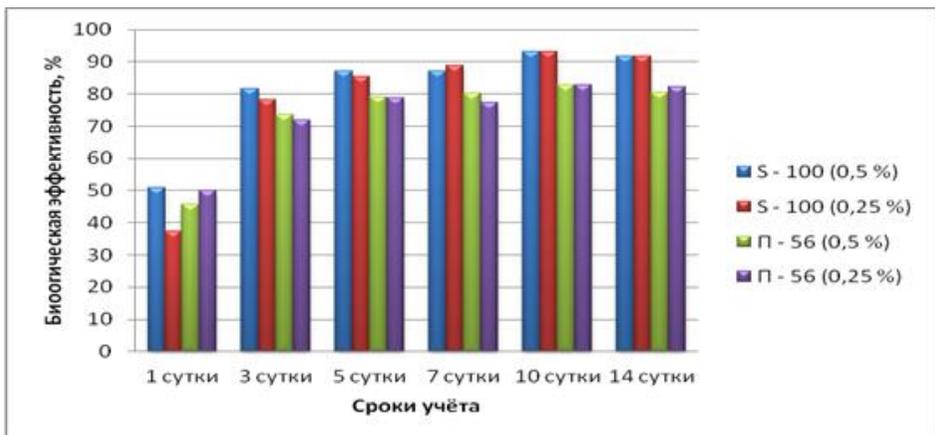


Рисунок 4 – Биологическая эффективность лабораторных образцов на основе штаммов актиномицетов S-100 и П-56 в отношении морковной листоблошки (сорт Лосиноостровская 13, СПбГАУ, 2007)

Положительные результаты оценки биологической эффективности экспериментального препарата Актинин и его производных, лабораторных

образцов препаратов S-100 и П-56 на основе штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* в отношении морковной листоблошки убедили нас в необходимости изучения эффективности промышленных препаратов на основе авермектинов.

В результате проведения экспериментов по оценке биологической эффективности препарата Фитоверм, КЭ, (д.в. Аверсектин С) в отношении яиц и личинок морковной листоблошки было установлено, что препарат начинает гарантированно действовать уже на третьи сутки после обработки. Из данных, представленных в таблице 2, следует, что биологическая эффективность Фитоверма, КЭ в концентрациях 0,5 % и 1,0 % в лаборатории в отношении личинок морковной листоблошки на 3-е сутки после обработки составила 96,8-97,0 %, на 10-е сутки – 100 %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность препарата Фитоверм, КЭ (2 г/л) в снижении численности личинок морковной листоблошки (сорт Лосиноостровская 13, лаборатория кафедры защиты и карантина растений СПбГАУ, 2016)

Вариант опыта	Концентрация препарата, %	Численность личинок, экз. (в среднем на 1 растении)				Снижение численности личинок относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учётов, %				
		до обработки	после обработки по суткам учётов				суткам учётов, %			
			3	7	10	14	3	7	10	14
Фитоверм, КЭ (2 г/л)	0,5	2,1	0,1	0,1	0,0	0,0	96,8	97,0	100	100
	1,0	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	97,0	100	100	100
Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) /эталон/	0,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100
Контроль (вода)	-	3,1	4,6	5,2	5,3	5,5	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	-	0,6	0,9	0,2	0,1	0,12	0,14	0,0	0,0

В полевом эксперименте обработка растений моркови Фитовермом, КЭ в тех же концентрациях препарата показала, что уже на 3-е сутки во всех вариантах применения Фитоверма, КЭ было отмечено небольшое снижение численности яиц морковной листоблошки. Так, его биологическая эффективность на 3-е сутки после обработки составила 13,0 % и 17,0 % соответственно, на 10-е сутки – 45,0 и 64,0 %, на 14-е сутки после обработки биологическая эффективность препарата составила 59,0 % и 80,0 % соответственно. Данные показатели были ниже эталона (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность препарата Фитоверм, КЭ (2 г/л) в снижении численности яиц морковной листоблошки на моркови столовой сорта Нантская 4 (учебно-опытное поле СПбГАУ, 2016)

Вариант опыта	Концентрация препарата, %	Численность яиц, экз. (в среднем на 1 растение)					Снижение численности личинок относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учётов, %			
		до обработки	после обработки по суткам учётов				3	5	10	14
			3	5	10	14				
Фитоверм, КЭ (2 г/л)	0,5	3,8	3,6	3,1*	2,9	2,8	13,0	32,0*	45,0	59,0
	1,0	4,4	4,0	3,0*	2,2	1,6	17,0	43,0*	64,0	80,0
Каратэ Зеон, МКС /эталон/	0,1	4,3	3,4	0,2	0,1	0,0	28,0	96,0	98,0	100
Контроль	–	5,4	5,9	6,5	7,5	9,7	–	–	–	–
НСР ₀₅	–	–	0,8	0,3	0,3	0,4	0,7	1,12	0,8	1,1

*Примечание.** – проведена вторая обработка

Из данных таблицы 4 видно, что биологическая эффективность препарата Фитоверм, КЭ в условиях полевого мелкоделяночного опыта в отношении личинок морковной листоблошки на 5-е сутки после обработки в концентрации 0,5 % составила – 33,0 %, в концентрации 1,0 % – 49,0 %. После проведения второй обработки препаратом на 10-е сутки учётов биологическая эффективность Фитоверма, КЭ достигла 72,0 % и 83,0 %, на 14-е сутки – 84,0 и 91,0 % соответственно, что позволило сдерживать численность фитофага.

Совместное применение Фитоверма, КЭ и регуляторов роста растений (Эпин-Экстра, Циркон, ОберегЪ) способствовало снижению повреждений растений фитофагом. Их биологическая эффективность была сопоставима с применением химического инсектицида Каратэ Зеон МКС (50 г/л) (таблица 5). Установлено, что применение Фитоверма, КЭ в комплексе с регуляторами роста растений способствует также сохранению урожая моркови, что даёт возможность использовать их как перспективную экологически безопасную альтернативу химическим средствам защиты растений. На рисунках 5 и 6 представлены результаты полевых мелкоделяночных опытов по оценке биологической эффективности препаратов Акарин, КЭ (2 г/л) и Фитоверм, КЭ (2 г/л) в отношении яиц и личинок морковной листоблошки.

Выявлено инсектицидное действие Акарина, КЭ в отношении яиц морковной листоблошки в концентрации 0,6 % и Фитоверма, КЭ в концентрации 0,6 %: 90,3 % и 78,8 % соответственно. Также все препараты в различных концентрациях показали высокую биологическую эффективность в отношении личинок морковной листоблошки – от 90,2 до 100 %. Существенных различий между изученными препаратами по эффективности инсектицидного действия отмечено не было.

Таблица 4 – Биологическая эффективность препарата Фитоверм, КЭ (2 г/л) в снижении численности личинок морковной листоблошки на моркови столовой сорта Нантская 4 (учебно-опытное поле СПбГАУ, 2016)

Вариант опыта	Концентрация препарата, %	Численность личинок, экз. (в среднем на 1 растение)					Снижение численности личинок относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учётов, %			
		до обработки	после обработки по суткам учётов				3	5	10	14
			3	5	10	14				
Фитоверм, КЭ (2 г/л)	0,5	2,4	2,2	1,9*	1,1	0,7	15,0	33,0*	72,0	84,0
	1,0	2,5	2,1	1,5*	0,7	0,4	20,0	49,0*	83,0	91,0
Каратэ Зеон, МКС /эталон/	0,1	2,3	0,8	0,2	0,1	0,1	68,0	93,0	97,0	98,0
Контроль (вода)	–	2,7	2,9	3,2	4,4	4,8	–	–	–	–
НСР ₀₅	–	0,2	0,31	0,08	0,06	0,23	1,2	0,8	0,7	0,5

Примечание. * – проведена вторая обработка

Таблица 5 – Биологическая эффективность совместного применения препарата Фитоверм, КЭ (1,0 %) и регуляторов роста растений на моркови столовой (сорт Нантская 4, учебно-опытное поле СПбГАУ, 2016)

Вариант опыта	Снижение численности морковной листоблошки относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учётов после обработки, %			
	яйцо		личинка	
	5 сутки	14 сутки	5 сутки	14 сутки
Фитоверм, КЭ (2 г/л) + Эпин-Экстра (0,025 г/л)	41,1	76,4	38,1	83,2
Фитоверм, КЭ (2 г/л) + ОберегЪ (0,15 г/л)	40,2	77,1	42,7	80,3
Фитоверм, КЭ (2 г/л) + Циркон (0,1 г/л)	35,1	79,4	39,1	82,6
Фитоверм (2 г/л) /эталон/	32,3	59,2	33,3	75,4
Каратэ Зеон, МКС 50 г/ л	95,7	100	94,0	97,6
НСР ₀₅	1,05	1,3	0,6	0,4

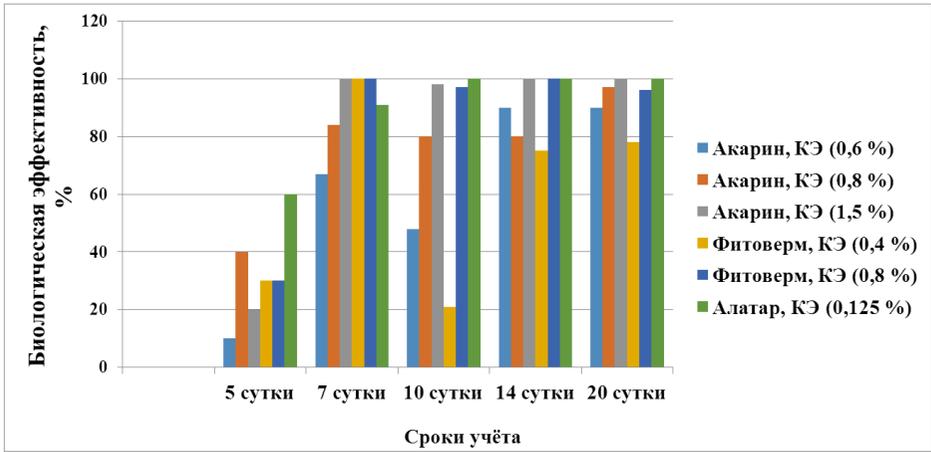


Рисунок 5 – Биологическая эффективность Акарина, КЭ и Фитоверма, КЭ в снижении численности яиц морковной листоблошки на моркови столовой (сорт Лосиноостровская 13, СПбГАУ, 2018)

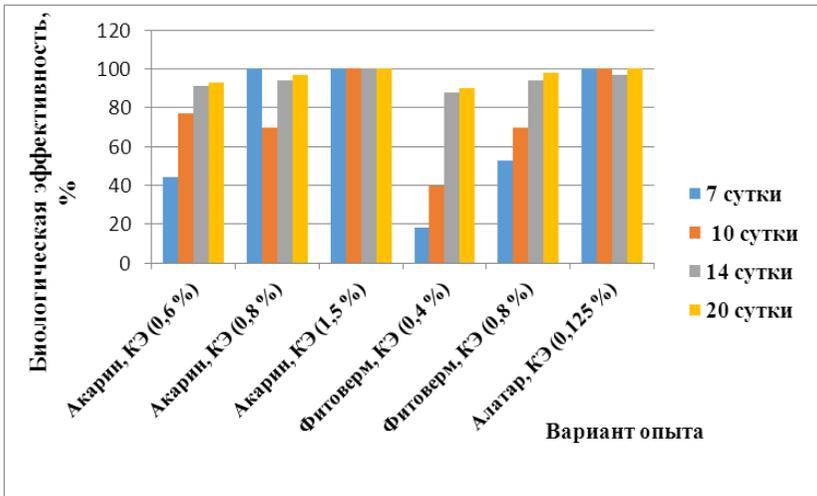


Рисунок 6 – Биологическая эффективность Акарина, КЭ и Фитоверма, КЭ в снижении численности личинок морковной листоблошки на моркови столовой (сорт Лосиноостровская 13, СПбГАУ, 2018)

Установлено, что препараты Акарин, КЭ и Фитоверм, КЭ по биологической эффективности не уступают эталону (Алатар, КЭ) и эффективны в борьбе с морковной листоблошкой на посевах моркови столовой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Многолетнее изучение закономерностей развития морковной листоблошки на Северо-Западе Российской Федерации позволило установить чёткую сопряжённость сроков наступления фаз её развития от онтогенеза моркови столовой и от погодных условий. Результаты исследований по изучению динамики развития морковной листоблошки показали изменение её численности в разные годы. Многолетняя динамика популяции морковной листоблошки характеризуется резко выраженными колебаниями её численности, периоды депрессии вида сменялись периодами массового размножения. Увеличение численности морковной листоблошки выявлено в 1996, 2000, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013 и 2015 годах, снижение численности фитофага было отмечено в 2001, 2006, 2010, 2014 годах. Коэффициент изменения численности популяции морковной листоблошки нового поколения показал наличие её всплеск в 2003, 2005 и 2007 годах.

2. Изучение биологических особенностей и фенологии морковной листоблошки в полевых и лабораторных условиях показало, что абиотические факторы среды могут оказывать существенное влияние на скорость её развития. Так, в условиях лаборатории при температуре 16-24⁰С и влажности воздуха 41-44 % фазы развития морковной листоблошки наступали несколько раньше, чем в полевых условиях. А искусственно созданные условия среды в условиях климокамер: температура 20⁰С и 20-ти часовой фотопериод, способствовали появлению второго поколения фитофага.

3. Получены новые данные по влиянию морковной листоблошки на урожайность и биохимический состав листьев и корнеплодов моркови столовой. Так, установлена обратная зависимость между степенью повреждения листьев моркови столовой и структурой её урожая. Чем выше балл повреждения листьев, тем ниже биометрические показатели моркови столовой: средняя длина, вес корнеплода и урожайность. Потери урожая корнеплодов моркови столовой при повреждении листьев фитофагом в ранний период могут составлять 63,2-83,1 %. Отмечено, что небольшие повреждения листьев (1 балл) приводят к повышению количества в них сахара (0,421 %), хлорофилла (180 мг/100 г), каротина (6,45 мг/100 г) и сухого вещества (28,2 %). При сильном повреждении листьев (4 балла) в них отмечено снижение содержания сахара (0,146 %) и каротина до 0,293 мг/100 г, растёт количество хлорофилла (209 мг/100 г). Кроме того, установлена положительная зависимость (коэффициент корреляции 0,889) между повреждённостью листьев морковной листоблошкой и содержанием сухого вещества в корнеплодах моркови столовой. Чем выше степень повреждения листьев, тем выше содержание сухого вещества в корнеплодах. Установлена сильная отрицательная зависимость между повреждениями листьев и содержанием сахара и каротина в корнеплодах (-0,954 и -0,905 соответственно). Чем выше балл повреждения листьев моркови морковной листоблошкой, тем ниже содержание сахара и каротина в корнеплодах.

4. Выявлены наиболее повреждаемые морковной листоблошкой сорта и гибриды моркови столовой: Лосиноостровская 13, Нантская и Грибовская×230.

Заселённость растений составила 36,5 %, 30,1 % и 27,0 % соответственно. Средними по повреждённости сортами и гибридами моркови оказались Витаминная 6, Шантенэ 2461, Красный великан, Каротель F₁, Каллисто F₁. Заселённость растений составила 3,75 %, 5 %, 5 %, 5 % и 8,75 % соответственно. Незначительные повреждения листьев фитофагом были отмечены у сорта Форто (1,0 %).

5. Установлено, что агротехнические мероприятия для защиты моркови столовой от морковной листоблошки, включающие использование оптимальных сроков посева семян (вторая половина мая), укрывных материалов (повышение урожайности в 1,5 раза) и применение регуляторов роста растений, способствуют сохранению урожая, улучшению качества корнеплодов, минимизируют отрицательное влияние неблагоприятных факторов среды на структуру урожая моркови столовой.

6. За годы исследований в агроценозе моркови столовой были выявлены жужелицы *Pterostichus melanarius* Ill., *Bembidion lampros* Hbst. и *B. properans* Steph. (Coleoptera, Carabidae); стафилиныды *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera, Staphylinidae); божьи коровки *Coccinella septempunctata* Linn. и *Calvia decemguttata* Linn. (Coleoptera, Coccinellidae); мухи-журчалки (Diptera, Syrphidae) и златоглазки (Neuroptera, Chrysopidae). Однако численность их была незначительной и составляла – 1-2 экз./10 взмахов энтомологического сачка и единичные особи на учётную площадку.

7. Определена биологическая эффективность экспериментального препарата Актинин на основе штамма *Str. globisporus* 0234 в отношении яиц и личинок морковной листоблошки в различных препаративных формах и нормах применения. В условиях лабораторного опыта биологическая эффективность Актинина составила 91,4-100 %, а в полевых условиях 69,2-100 %. Лучшие результаты в отношении личинок морковной листоблошки были получены при использовании жидкой формы Актинина. Биологическая эффективность Актинина Л, МЭ в лабораторных условиях составила 94,7-100 %, в поле – от 67,0 до 86,3 %. Результаты лабораторного опыта показали, что биологическая эффективность Актинина М, П (0,003 %) в регуляции численности яиц морковной листоблошки на 14 сутки составила 57,0 %; в варианте с применением Актинина Л, МЭ (0,01 %) – 75,0 %.

8. Биологическая эффективность лабораторных образцов препаратов S-100 на основе штамма *Str. herbaricolor* и П-56 на основе штамма *Str. loidensis* в отношении морковной листоблошки составила 82,8-93,2 %.

9. Установлено, что биологическая эффективность препарата Фитоверм, КЭ (2 г/л) в борьбе с морковной листоблошкой повышается с увеличением концентрации от 0,4 до 1,0 % и может составлять от 59,0 до 100 %.

10. Совместное применение Фитоверма, КЭ и регуляторов роста растений способствует снижению повреждений растений вредителем (потери урожая снижаются в 2 раза по сравнению с контролем), что даёт возможность использовать их, как перспективную экологически безопасную альтернативу химическим средствам защиты растений.

11. Биологическая эффективность препарата Акарин, КЭ (2 г/л) в отношении яиц морковной листоблошки на 14-е сутки после обработки составила от 75,1 % до 90,3 %, в отношении личинок – от 91,3 % до 100 %, в зависимости от концентрации препарата. В отношении личинок фитофага биологическая эффективность Акарина, КЭ в концентрации 1,5 % уже на 7-е сутки после обработки достигала 100 %. Это позволяет считать Акарин, КЭ перспективным инсектицидом для экологизации защитных мероприятий на моркови столовой.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На Северо-Западе Российской Федерации рекомендуется использование сортов и гибридов моркови столовой, таких, как Красный великан, Витаминная 6, Шантенэ 2461, Каротель F₁ и Форто, как наименее повреждаемых морковной листоблошкой.
2. Агротехнические мероприятия, включающие оптимальные сроки посева семян, применение укрывных материалов и регуляторов роста растений и, направленные на создание оптимальных условий для роста и развития растений моркови столовой, одновременно служат и мерами защиты моркови от морковной листоблошки.
3. Результаты оценки биологической эффективности препаратов Фитоверм, КЭ и Акарин, КЭ могут быть использованы в процессе Государственной регистрации, как перспективные инсектициды для борьбы с морковной листоблошкой.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Сергеева, О.В.** Биологические основы вредоносности морковной листоблошки (*Trioza apicalis* F.) / **О.В. Сергеева** // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 8. – С. 43-46.
2. **Сергеева, О.В.** Изучение действия штаммов актиномицетов рода *Streptomyces* на морковную листоблошку / **О.В. Сергеева** // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 15. – С. 60-63.
3. **Сергеева, О.В.** Мониторинг развития морковной листоблошки (*Trioza apicalis* F.) и её влияние на антиоксидантные свойства моркови / **О.В. Сергеева** // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 41. – С. 69-73.
4. **Сергеева, О.В.** Изучение устойчивости моркови к морковной листоблошке *Trioza apicalis* F. / **О.В. Сергеева** // Вестник защиты растений. – 2016. – № 2(88). – С. 56-57.
5. **Сергеева, О.В.** Совершенствование агротехнологических приёмов возделывания моркови и оценка их влияния на урожайность и вредоносность морковной листоблошки / **О.В. Сергеева, Л.Е. Колесников** // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 45. – С. 85-90.

6. **Сергеева, О.В.** Биологическая эффективность Аверсектина С в отношении сосущих вредителей / **О.В. Сергеева, Т.В. Долженко** // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (51). – С. 89-94.

В других научных изданиях и сборниках, материалах съездов и конференций

7. **Харитонова (Сергеева), О.В.** Особенности применения Актинина в борьбе с морковной листоблошкой / **О.В. Харитонова (Сергеева), О.А. Цыбульская** // Сб. науч. тр. СПбГАУ. Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 1997.– С. 36-41.

8. **Харитонова (Сергеева), О.В.** Результаты испытаний микробиологического препарата Актинина Л в защите моркови от морковной листоблошки / **О.В. Харитонова (Сергеева), М.В. Сергеева** // Актуальные проблемы биологической защиты растений: Материалы научно-практической конференции. – Минск, 1998. – С. 106-107.

9. **Харитонова (Сергеева), О.В.** Возможность использования микробиологического препарата Актинина Л в защите моркови от морковной листоблошки *Trioza apicalis* F. (Trioziidae, Homoptera) / **О.В. Харитонова (Сергеева), М.В. Сергеева** // Сб. науч. тр. СПбГАУ. Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. – СПб., 1999.– С.74-77.

10. **Сергеева, О.В.** Изучение вредоносности морковной листоблошки (*Trioza apicalis* F.) / **О.В. Сергеева** // Сб. науч. тр. СПбГАУ. Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – СПб., 2006.–С.68-72.

11. **Сергеева, О.В.,** Изучение действия препаратов на основе актиномицетов на преимагинальные фазы морковной листоблошки *Trioza apicalis* F. / **О.В. Сергеева, А.В. Кононенко** // Сб. науч. тр. СПбГАУ. Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – СПб., 2007. – Ч. 1. – С. 177-182.

12. **Сергеева, О.В.** Изучение влияния морковной листоблошки *Trioza apicalis* F. на антиоксидантные свойства моркови / **О.В. Сергеева** // Материалы Международного конгресса «Агрорусь». – СПб., 2014. – С. 121-122.

13. **Сергеева, О.В.** Изучение вредоносности морковной листоблошки / **О.В. Сергеева** // Материалы Международного конгресса «Сельское хозяйство – драйвер Российской экономики». – СПб., 2016. – с. 111.

14. **Сергеева, О.В.** Биологическое обоснование комплексного применения фитоверма и регуляторов роста растений в системе защиты моркови от морковной листоблошки / **О.В. Сергеева** // Информационный бюллетень ВПРС МОББ 52. – СПб., 2017. – С. 251-254.