

На правах рукописи

КУДРЯШОВА ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА *ECHINOTHRIPS*
AMERICANUS MORGAN И ПРИЁМЫ БОРЬБЫ С НИМ В ОРАНЖЕРЕЯХ
СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

Шифр и наименование специальности
06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург - 2015

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР)

Научный руководитель:

Сухорученко Галина Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Заслуженный работник сельского хозяйства РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЗР

Официальные оппоненты:

Орлинский Андрей Дорианович, доктор биологических наук,
Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР),
научный советник

Варфоломеева Елизавета Андреевна кандидат биологических наук, Ботанический институт
Российской академии наук (БИН РАН), научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
**«Всероссийский научно-исследовательский институт биологической
защиты растений» (ФГБНУ ВНИИБЗР)**

Защита диссертации состоится 22 октября 2015 г. в 10 часов на заседании
диссертационного совета Д 006.015.01 на базе Всероссийского научно-исследовательского
института защиты растений по адресу: 196608, Санкт-Петербург – Пушкин, шоссе Подбельского,
д.3, тел/факс (812) 470-51-10, e-mail: info@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ВИЗР и на сайте vizr.spb.ru

Автореферат разослан _____ 2015 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Наседкина Галина Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Американский трипс (*Echinothrips americanus* Morgan), родиной которого считается юго-восточная часть Северной Америки, является типичным инвазионным видом, расселившимся антропогенным путем в конце XX - начале XXI века по разным странам мира. Серьезный вредитель декоративных, цветочных и овощных культур, выращиваемых в защищенном грунте.

В Россию вредитель был завезен в 2005 г. с диффенбахией в оранжереи Ботанического сада им. В.Л. Комарова БИН РАН г. Санкт-Петербурга (Другова, Варфоломеева, 2006). В 2006 г. он был обнаружен в Ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) (Клишина, Великань, 2007). В последующие годы наблюдалось быстрое расселение американского трипса на выращиваемых декоративных растениях в тропических оранжереях этих ботанических садов, число которых увеличилось в 2009 г. до 101 вида из 51 семейства (Клишина, Другова, 2009).

По показателям фитосанитарного риска, рассчитанного И.С. Клишиной (2009) по схеме ЕОКЗР (Смит, Орлинский, 1999; Орлинский, 2002; 2006), американский трипс попадает под статус карантинного объекта и возникает необходимость его включения в Перечень карантинных объектов РФ (Ахатов, Ижевский, 2004; Ижевский, Миронова, 2008; Филиппова, 2009; Масляков, Ижевский 2011). Но, поскольку этот вид не получил в России статуса карантинного вредителя, против него не могут применяться радикальные карантинные меры, включая наложение карантина на оранжереи (Ижевский, Миронова, 2008).

Возникла необходимость в разработке мер, ограничивающих дальнейшее расселение американского трипса в защищенном грунте в связи с опасностью его проникновения в тепличные комбинаты Северо-Запада (Ижевский, Миронова, 2002; Клишина, Другова, 2009). Для разработки таких приемов требуется обстоятельное изучение биологии и экологии этого инвазионного вида в новых условиях обитания. Актуальность проблемы подтверждается обнаружением фитофага в 2014 г. на розе в теплицах Подмосковья (Ахатов, 2015).

Степень разработанности темы исследований. Биология американского трипса в условиях Северо-Запада, практически, не изучена. Имеющиеся в литературе сведения касаются, в основном, круга предпочитаемых им кормовых растений. В известной нам литературе, практически, отсутствуют данные об особенностях топической пищевой специализации этого вредителя и методах его раннего выявления. Для учета численности американского трипса на различных растениях используются трудоемкие визуальные методы. Важен так же выбор наименее опасных для человека приемов борьбы с этим вредителем, учитывая образовательную и экскурсионную деятельность ботанических садов. В этой связи ограничение распространения американского трипса в большей степени может быть достигнуто путем использования различных профилактических приемов (организационно-хозяйственных, агротехнических), биологических средств и экологически малоопасных способов применения инсектицидов.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключалась в биологическом обосновании приемов ограничения распространения американского трипса в закрытом грунте Северо-Запада России.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- изучить развитие фитофага в онтогенезе в новых для него условиях;
- исследовать особенности разных категорий пищевой специализации американского трипса;
- усовершенствовать методы выявления и учета численности американского трипса в условиях оранжерей;
- оценить в качестве эффективных приемов снижения численности вредителя профилактические агротехнические мероприятия, использование биологических средств и инсектицидов при разных способах применения.

Научная новизна исследований. Впервые изучены особенности биологии американского трипса в защищенном грунте Северо-Запада РФ. Установлено, что в оранжереях ботанического

сада вредитель развивается в 6-7 генерациях, достигая максимальной численности в оранжерее с сухим тропическим климатом в июне-июле, с влажным – в марте-апреле. Определено, что этот вид является филлобионтом тотофолиарного типа, приуроченным к питанию на разных частях листовой пластинки тканями мезофила. Выявлено, что специфика тканевой реактивности различных видов растений при повреждении фитофагом определяется особенностями его пищевой специализации различных категорий и проявляются в структурных морфофизиологических изменениях повреждаемых тканей листового аппарата. Показано, что высокая вредоносность трипса является результатом патологических реакций повреждаемых тканей, приводящих к нарушению процесса фотосинтеза растений.

Впервые установлена предпочтительность американским трипсом зоны цветового спектра с длиной волны 555-520 нм (зеленой) и для его мониторинга предложено использовать видоспецифичные зеленые клеевые ловушки. Впервые для учетов численности вредителя на ряде декоративных растений разработаны номограммы, позволяющие графически определять его плотность по проценту заселенных листьев.

Практическое значение результатов исследований. Для наблюдений за развитием американского трипса в оранжереях рекомендованы зеленые клеевые ловушки. Учет численности фитофага на ряде постоянно заселяемых декоративных растениях предлагается проводить с помощью номограмм, что значительно повышает производительность проводимых наблюдений. В борьбе с американским трипсом предложены профилактические агротехнические приемы снижения его численности (фитопрочистки наиболее заселенных декоративных растений и их частей, удаление растительных остатков и сорных растений), совмещение обработок растений микробиологическим препаратом БТБ с последующим выпуском хищного клопа *Orius laevigatus* Fieb., пролив наиболее заселенных растений системными препаратами, ограничение опрыскивания растений обработками против комплекса сосущих вредителей, включающего американского трипса.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- особенности развития американского трипса в защищенном грунте Северо-Западного региона;
- усовершенствованные методы выявления и учета численности американского трипса в оранжереях с использованием зеленых цветковых ловушек и номограмм, построенных на основе регрессионных моделей линеаризованной взаимосвязи численности с частотой встречаемости фитофага на листьях растений;
- тактика ограничения дальнейшего расселения вредителя и снижения нагрузки пестицидов на оранжереи, основанная на проведении комплекса профилактических агротехнических мероприятий, использовании биологических средств и локального применения инсектицидов.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность полученных данных обусловлена использованием общепринятых методов проведения исследований и их статистической обработкой.

Основные результаты исследований доложены на Международном агропромышленном конгрессе «Инновации – основа развития агропромышленного комплекса» (СПб., 2010 г.); методической комиссии по химическому методу ВИЗР (СПб., 2011, 2012, 2013 гг.); конференции профессорского-преподавательского состава СПб ГАУ (СПб, 2011 г.); XIV съезде Русского энтомологического общества (СПб., 2012 г.); III Всероссийском съезде по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем» (СПб., 2013 г.).

По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 3 – в изданиях, предусмотренных перечнем ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 148 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, выводов, заключения, практических рекомендаций, списка использованной литературы и приложения. Работа иллюстрирована 28 таблицами и 34 рисунками. Библиография включает 175 источников, в том числе 92 на иностранных языках.

Декларация личного участия автора. Диссертация содержит фактический материал, полученный лично автором в 2010 -2013 гг. Обобщение результатов исследований выполнены

диссертантом при частичном участии специалистов ВИЗР Г.П. Ивановой, Л.И. Нефедовой и Г.Е. Сергеева.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Дана общая характеристика работы: обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, показаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов, обозначены выносимые на защиту основные положения диссертации, приведены сведения об апробации и публикации материалов исследований, указаны объем и структура диссертации, декларация личного участия автора в выполнении работы.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ С АМЕРИКАНСКИМ ТРИПСОМ И МЕРАМИ БОРЬБЫ С НИМ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Приведены сведения литературы о систематическом положении, морфологии, методах идентификации и выявления американского трипса, Описаны хронология его распространении в мире, особенности биологии, круг кормовых растений и вредоносность. Рассмотрены карантинные, химические и биологические приемы снижения численности и локализации вредителя в тепличных хозяйствах разных стран.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика объекта и места проведения исследований

Объектом исследований была популяция американского трипса *E. americanus* из тропических оранжерей Ботанического сада СПбГУ, являющихся одним из очагов инвазии этого вида в России (Клишина, Великань, 2007). К началу нашей работы американский трипс в тропических оранжереях сада заселил более 86 видов растений из разных семейств. Исследования проводили в двух оранжереях сада – с сухим и влажным тропическим климатом. Температура воздуха и оранжерее в сухим тропическим климатом колеблется в пределах 18-25°C, относительная влажность – около 70 %. В оранжерее с влажным тропическим климатом температура воздуха близка к 30°C, относительная влажность - 88-90 % благодаря регулярным объемным поливам и наличию искусственных водоемов.

2.2. Методы учета численности американского трипса в оранжереях

Численность американского трипса в оранжереях ботанического сада учитывали общепринятым визуальным методом на различных видах растений (Великань, Иванова, 2004). Учеты проводили в течение года с интервалом 10 дней на растениях высотой ниже 1 м и со слабой степенью облиственности на всех листьях одного растения, более 1 м и со значительной облиственностью - на 20 листьях, случайно выбранных из разных ярусов растений.

Для определения цветовой предпочтительности американского трипса и возможности использования цветковых клеевых ловушек для мониторинга его развития в оранжереях оценивали ловушки белого, желтого, зеленого, синего и красного цветов, длину волны цвета которых определяли в соответствии со стандартной шкалой (www.google.ru/search?q=длина+волны). Стандартные ловушки прямоугольной формы площадью 150 см² (10x15 см) подвешивали на штативы, устанавливая их около растений с высотой до 1 м (аризема, сингониум, традесканция) на высоте 60 см; около растений выше 1 м (домбея, гибискус, филлантус) - на высоте 120 см или по периметру оранжереи на высоте 60 см. Повторность каждого варианта опыта 4-кратная. Учеты численности имаго, попавших в ловушки, проводили с интервалом 10 дней.

Для упрощения визуального метода учета численности американского трипса на разных кормовых растениях был предложен метод, позволяющий оценивать его плотность на лист по проценту заселенных им листьев во взятой выборке. Для этого проводили учеты численности вредителя на пяти видах тропических растений разных жизненных форм и высоты: сингониум (*Syngonium auritum* L.) — травянистая лиана длиной до 30 см, мирабилис (*Mirabilis jalapa* L.) — многолетнее травянистое растение высотой до 50 см, акалифа щетинистоволосистая (*Acalypha hispida* Burn.) — вечнозеленый кустарник высотой до 1 м, геттарда (*Guettarda* sp.) — листопадный кустарник высотой до 2 м и клеродендрум (*Clerodendrum thomsoniae* Balf.f.) — вечнозеленый

кустарник высотой до 3 м. На каждом растении просматривали по 20 листьев, случайно выбранных из разных ярусов. В течение года на каждом растении было проведено около тридцати учетов с интервалом в 10 дней, в результате которых были получены ряды плотностей трипса на лист (Y) и процента заселенных им листьев (X), на которых он был обнаружен. Из-за нелинейности взаимосвязи исследуемых параметров, вследствие высокого уровня асимметрии статистических распределений (Y) и (X), их значения были преобразованы в соответствующие значения « y » и « x » методом “симметризации” (“итерационной линеаризации”) по логарифмической функции, рассчитываемой применительно каждому виду растения (Сергеев и др., 2008). Ряды преобразованных значений y и x были подвергнуты линейному корреляционному и регрессионному анализам. Ввиду высоких корреляций, уравнения регрессии обеспечивали высокую точность оценок. После подстановки упомянутых выше линеаризующих функций в полученные линейные уравнения регрессии (y по x) были выведены соответствующие нелинейные уравнения регрессии (Y по X), и по этим уравнениям были построены номограммы. Номограммы позволяют графически оценивать плотность американского трипса на лист по проценту заселенных листьев во взятой выборке.

2.3. Методы биологических исследований

Изучали следующие категории пищевой специализации американского трипса: гостальную (приуроченность к питанию на определенных видах растений-хозяев) и топическую, которая подразделяется на органотропность (способность фитофага повреждать определенные органы растений) и гистотропность (приуроченность к питанию определенными тканями растений).

Изучение *гостальной пищевой специализации* американского трипса проводили визуальным методом на декоративных растениях, выращиваемых в обеих тропических оранжереях и в изолированном боксе теплиц ВИЗР при искусственном заселении рассады бархатцев (*Tagetes erecta* L.), циннии изящной (*Zinnia elegans* Jacq.) и астры китайской (*Aster chinensis* L.) (сем. *Asteraceae*) и гвоздики садовой (*Diáanthus caryophyllus* L.) (сем. *Caryophylláceae*).

Топическую специфичность американского трипса изучали на сильно повреждаемых им цветочно-декоративных растениях: абутилоне (*Abutilon* sp.) (сем. *Malvaceae*), акалифе щетиностоволистой (*Acalyha hispirida* Burm.) (сем. *Euhyorbiaceae*), стефании (*Stephania cephalantha* Hayata) (сем. *Menispermaceae*), аристолохии (*Aristolochia* sp.) (сем. *Aristolochiceae*), кислице (*Oxalis* sp.) (сем. *Oxalidaceae*) и на овощных культурах: огурец посевной (сорт Нежинский), перец овощной (сорт Ласточка), фасоль кустовая (сорт Сакса), петрушка листовая (сорт Глория), томат (сорты Торж, Карина, Невский, Новичок), а также на землянике садовой (сорт Виктория), выращиваемых в боксе и заселенных вредителем.

При этом органотропность определяли топографически путем выявления мест концентрации разных стадий развития вредителя на листьях, цветках и плодах исследуемых растений и нанесенных им повреждений (Фурст, 1979)

При изучении гистотропности вредителя проводили детальный морфоанатомический анализ листьев кормовых растений, выбранных из среднего яруса (не менее 20 листьев по каждому варианту опыта) и характеризующихся наиболее типичным для вида структурно сбалансированным строением (Фурст, 1979). Гистологические препараты (10-15 препаратов) изготавливали в соответствии с общепринятыми методиками. Срезы изготавливали с помощью бритвенного лезвия из неповрежденных и поврежденных участков листовых пластинок толщиной 20-25 мкм. Для частичного просветления срезы помещали на 10-15 мин в смесь дистиллированной воды и глицерина в соотношении 3:1, затем переносили на предметное стекло в каплю воды и глицерин, накрывая покровным стеклом. Анализ анатомических структур листьев проводили под микроскопом JENAVAL фирмы К.Цейс при постоянной оптической комбинации 10x40x1.5. Особое внимание было уделено строению мезофилла (столбчатой и губчатой паренхимы) листовой пластинки растений. Фотографии срезов заносили в компьютерную базу данных.

Изучение биологических характеристик американского трипса, проводили на ряде овощных культур из-за сложности лабораторного разведения насекомого на оранжерейных растениях. Включение овощных культур в исследование представлялось также важным из-за большой опасности для них вредителя в случае его проникновения в тепличные хозяйства. В 2011

г изучали длительность развития имаго, яиц, личинок и нимф трипса на фасоли в лабораторных условиях, которую в фазе двух настоящих листьев заселяли нимфами по 5 особей на лист. Вылетевших имаго удаляли после появления первых личинок и проводили наблюдения за их развитием до появления нимф, и далее за развитием нимф – до появления имаго нового поколения. Ежедневно учитывали число особей каждой стадии развития. Повторность опыта 8х.

В 2011-2012 гг. длительность развития американского трипса изучали в тепличном боксе на фасоли в фазе 2 настоящих листьев, на перце, огурце и томате – 4 настоящих листьев, на которые подсаживали самок трипса из расчета 10 особей/растение. Первые 10 суток численность вредителя учитывали ежедневно, далее с интервалом 3-5 дней в течение последующих 20-60 суток. Повторность опыта 3х (2011 г.) – 5х (2012 г.).

2.4. Методы оценки биологической эффективности приемов борьбы с трипсом

Чувствительность американского трипса к инсектицидам определяли согласно стандартной методике, разработанной для западного цветочного трипса (Иванова, Великань, 2004).

Оценку биологической эффективности инсектицидов в борьбе с вредителем проводили в боксе теплиц на растениях перца овощного согласно методике, принятой при проведении регистрационных испытаний препаратов против трипсов на овощных культурах в защищенном грунте (Великань и др., 2009). Заселенные трипсом растения опрыскивали из ручного опрыскивателя HARDI препаратами вертимек, КЭ (18 г/л абамектина) и оберон Рапид, КС (228 г/л спиромезифена) в 0,05% концентрации с расходом рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. Помимо этого в борьбе с трипсом осуществляли пролив растений препаратами актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама) в концентрации 0,08% и ланнат, СП (200 г/кг метомила) в диапазоне концентраций 0,6 – 0,06% с расходом рабочей жидкости из расчета 200 мл/ растение.

Эффективность обработок растений перца препаратом БТБ с последующим выпуском хищного клопа *O. laevigatus* в борьбе с американским трипсом оценивали в том же боксе, отделенном полиэтиленовой пленкой от его части, в которой изучали действие химических препаратов. Были заложены варианты опыта: заселенные трипсом растения без выпуска ориуса (контроль) и с выпуском ориуса; заселенные трипсом растения, обработанные БТБ с последующим выпуском ориуса. Растения опрыскивали из ручного опрыскивателя HARDI 1% концентрацией БТБ с расходом рабочей жидкости из расчета 1000 л/га. Через две недели на листья обработанных БТБ и необработанных растений выпускали личинок второго возраста ориуса - 8 особей на 1 м² площади бокса. Учеты численности трипса проводили на 20 листьях перца до обработки БТБ, на 5, 8, 12 и 14 сутки после нее и далее на 3, 7, 10, 14 сутки после выпуска ориуса.

ГЛАВА III. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ НОВОГО АДВЕНТИВНОГО ВИДА ТРИПСОВ ПРИ РАЗВИТИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ СЕВЕРО - ЗАПАДА РФ

В связи необходимостью разработки мероприятий по ограничению распространения американского трипса потребовалось детальное изучение таких особенностей его биологии, как специфика онтогенетического развития, пищевой специализации и динамики численности на различных видах повреждаемых растений.

3.1. Развитие американского трипса в онтогенезе

Установлено, что развитие одного поколения американского трипса в термокамере при оптимальной температуре воздуха 25⁰С и относительной влажности близкой к 70% на растениях фасоли протекает за 16,0±1,3 (эмбриональное развитие – 9,9±2,3 суток, личики – 4,0±0,5, нимфы – 2,1±0,6. Однако в условиях теплиц при колебаниях температуры воздуха от 18 до 25⁰ С и относительной влажности в пределах 65-75% (июнь-июль 2011 г.) наблюдалось удлинение сроков развития каждого из двух поколений трипса до 20 суток на фасоли (рис 1). Близкие данные были получены и при изучении длительности развития трипса на огурце посевном и перце овощном. В тоже время увеличение температуры воздуха в боксе до 21-27⁰ С (июль-начало августа 2012 г.), когда она максимально приблизилась к температурному режиму оранжереи с сухим тропическим климатом, оптимальному для развития американского трипса, сроки его развития были близки к таковым в лаборатории при постоянной температуре – 17 суток.

Оба года наблюдений выявлены существенные различия в уровнях заселенности американским трипсом овощных культур. Наиболее заселяемой культурой была фасоль (до 580-657 особей /растение), затем огурец посевной (до 287-385 особей/на растение) и перец овощной (до 207-346 особей/ растение). Наименее заселяемой культурой был томат, так как из четырех сортов (Торж, Карина, Невский, Новичок), только на сорте Новичок его имаго присутствовали в незначительном количестве на протяжении 26 суток после подсадки на растения, на остальных сортах они погибали в первые пять суток

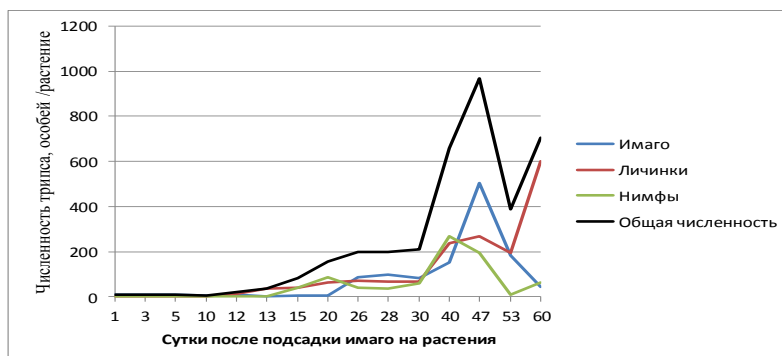


Рис. 1. Развитие американского трипса на фасоли сорта Сакса (изолированный бокс теплиц ВИЗР, июнь-июль 2011 г.)

Можно предположить, что в случае проникновения американского трипса в тепличные комбинаты Северо-Запада, он будет представлять значительную опасность для выращиваемых в них сортов огурца и перца. Фасоль, как наиболее заселяемое растение, можно использовать в теплицах в качестве ловчей культуры.

Пищевая специализация американского трипса

Гостальная пищевая специализация американского трипса. С момента инвазии американского трипса в ботанические сады Санкт-Петербурга произошло быстрое его расселение на выращиваемых в них декоративных растениях. За период с 2005 по 2009 гг. он был выявлен на 101 виде растений из 51 семейства (Клишина, Другова, 2009).

Проведенные в 2010-2013 гг. исследования позволили пополнить список, заселяемых американским трипсом растений еще 16 видами из 7 семейств. Это выращиваемые в ботаническом саду декоративные растения *Hedychium sp.* сем. имбирные (Zingiberaceae), ипомея пурпурная (*Ipomoea purpurea* L.) сем. вьюнковые (Convolvulaceae) и стефания (*S. cephalantha*) сем. луносемянниковые. Число заселяемых этим фитофагом растений из сем. ароидных и бомбаксовых увеличилось за счет видов *Spathicarpa sp.* и *Firmiana sp.* Развивался американский трипс в оранжереях на таких сорных растениях, как подорожник большой (*Plantago major* L.) сем. подорожниковые (Plantaginaceae), звездчатка средняя (*Stellaria média* L.) сем. гвоздичные, кипрей неясный (*Epilobium obscurum* Schreb.) сем. кипрейные (Onagraceae) и крапива жгучая (*Urtica urens* L.) сем. крапивные (Urticaceae). В теплице вредитель, помимо растений фасоли, перца и огурца, заселял петрушку кудрявую, рассаду бархатцев, циннии изящной, астры китайской, гвоздики, земляники садовой и горшечную культуру розы.

Таким образом, список заселяемых американским трипсом растений в защищенном грунте Северо-Западного региона в настоящее время достиг 117 видов из 58 семейств. Среди этих видов выделяются наиболее предпочитаемые фитофагом декоративные растения сем. ароидных (аризема, аморфофилус, филлодендрум), мальвовых (гибискус), молочайных (два вида акалиф), мареновых (геттарда), страстицветных (пассифлора), стеркуливых (домбея), луносемянниковых (стефания), а также перец овощной, огурец посевной и фасоль кустовая.

Получены также данные о том, что наиболее благоприятны для развития американского трипса условия оранжереи с сухим тропическим климатом, в которой вредителем заселено 35 видов растений из 25 семейств со средней плотностью имаго от 1,2 до 17,9 особей/ лист. Тогда

как в оранжерее с влажным тропическим климатом число заселяемых растений составляет 19 видов из 13 семейств со средней плотностью имаго от 0,2 до 2,9 особей/ лист.

Органотропность американского трипса. Результаты наблюдений за развитием американского трипса на растениях различной таксономической принадлежности показали, что все стадии развития насекомого (яйцо, личинки двух возрастов, пронимфа, нимфа и имаго) одновременно встречаются только на листовом аппарате растений. Это позволяет отнести данный вид, согласно классификации Э.И. Слепьяна (1973), к типичным филлобионтам.

Вначале фитофаг заселяет листья нижнего яруса, затем распространяется вверх по всему растению. Анализ мест концентрации разных стадий его развития выявил, что наибольшее количество имаго обнаруживается на морфофизиологически сформировавшихся листьях. Аналогичное отмечал G.Vierbergen (1997). По нашему мнению такое предпочтение связано с процессом откладки самками яиц в ткань листовой пластинки, мезофилл которой более развит у закончивших свое формирование листьев. При этом взрослые особи могут питаться как на верхней, так и нижней стороне листа различных растений, личинки предпочитают питаться, в основном, на нижней стороне листа, здесь же располагаются пронимфы и нимфы (табл. 1).

Таблица 1.

Распределение разных стадий развития американского трипса на листовой пластинке кормовых растений

Растение	Верхняя сторона листовой пластинки			Нижняя сторона листовой пластинки		
	J	L	N	J	L	N
Акалифа щетинистоволосистая	36,5	5,2	0,2	29,9	3,7	7,1
Акалифа Уилкса	28,7	3,2	0,1	34,2	14,3	17,8
Геттарда	21,0	16,5	0,4	20,4	17,2	19,6
Абутилон	11,1	2,3	0,1	12,3	6,8	5,4
Стефания	4,7	1,9	0,1	5,6	3,1	2,6
Аристолохия	2,6	0,9	0,2	4,5	3,8	2,4
Сингониум	1,2	0,5	0,4	2,5	4,7	3,8
Перец	24,2	1,6	1,4	21,1	12,8	9,4
Огурец	26,7	4,3	5,1	31,6	19,3	11,5
Фасоль	35,2	15,0	8,7	27,9	34,2	17,6

J- имаго, L – личинки, N - нимфы

Для американского трипса, как филлобионта тотофолиарного типа, характерно проявление субтопоморфности, т.е. приуроченности к питанию разными частями листовой пластинки кормовых растений. Так места питания личинок и имаго трипса на гибискусе, фасоли, перце, розе, фикусе, землянике садовой располагаются, преимущественно, в зонах средней жилки и жилок первого порядка листовой пластинки (нервальность). В то же время питание трипса на листьях тагетеса, кислицы и петрушки кудрявой осуществляется по краям листовой пластинки в верхушечной ее части (маргинальность).

Проявление субтопоморфности питания американского трипса на листовой пластинке растений-хозяев можно объяснить структурными преобразованиями в онтогенезе листа как метамера, формирующего закладку различных субметамеров – центрального и боковых его участков (Васильев, 1985). Неоднородность структурно-функциональных особенностей строения листа, как метамера, заселяемых растений определяет особенности топиической специфичности этого фитофага

Гистотропность американского трипса. Изучение реактивности поврежденных американским трипсом тканей листовой пластинки было установлено, что среди исследуемых видов декоративных и овощных растений наиболее сильно реагируют на его повреждения кислица и петрушка кудрявая. Питание фитофага тканями листа этих растений вызывает глубокие изменения как в структуре мезофилла, затрагивая клетки губчатой и столбчатой паренхимы, так снижение заполнения клеток паренхимы хлоропластами. При этом в местах питания насекомого на листовой пластинке кислицы изменяется интенсивность окраски – от

равномерно фиолетовой к пятнистой с проявлением зеленых участков и до полного обесцвечивания (рис 2). Это свидетельствует о нарушении функционирования хромо- и хлоропластов в клетках листа, приводит к нарушению функционирования листового аппарата, следствием чего является почти полное повреждение листовой пластинки и быстрое ее усыхание. На листьях петрушки кудрявой даже при плотности 4 имаго и 1 личинки американского трипса на лист, наблюдается быстрое пожелтение листовой пластинки с последующим обесцвечиванием и усыханием, связанным с интенсивными патологическими нарушениями клеток столбчатой и губчатой паренхимы.



а



б



в

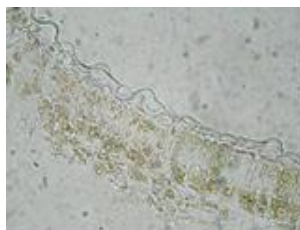
Рис. 2. Локализация мест питания трипса на кислице (а-начальное заселение трипсом, б - 6 имаго+1 личинка, в - 6 имаго+5 нимф+2 личинки)

Места питания американского трипса на листьях земляники садовой располагаются, в основном, на верхней стороне листовой пластинки, преимущественно, в зоне столбчатой и частично губчатой паренхимы. При этом наблюдается изменение зеленой окраски поврежденных участков листовой пластинки растения в красно-бурую, что может быть связано с трансформацией хлоропластов в хромопласты.

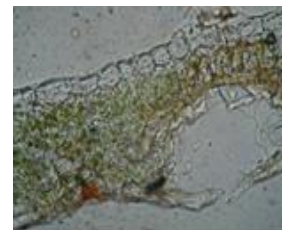
Исследование срезов поврежденных листьев аристолохии выявило, что питание американского трипса происходит в хлорофиллоносной ткани столбчатой паренхимы, не нарушая целостности листа (рис.3,1). В тоже время места питания трипса на листьях стефании и акалифы, располагаются как в губчатой, так и в столбчатой паренхиме (рис.3,2; 3,3). В значительной части клеток мезофилла листа этих растений снижается содержание хлорофилла и нарушается структура губчатой паренхимы, что приводит к разрывам клеток нижнего эпидермиса и усыханию листовой пластинки.



1



2



3

Рис. 3. Патологические нарушения в тканях листовых пластинках декоративных видов растений под воздействием американского трипса: 1 – аристолохия; 2 - стефания; 3 – акалифа (ориг.)

Сравнительный гистологический анализ срезов листьев огурца и перца с неповрежденных и поврежденных американским трипсом участков листовой пластинки показал, что, как и в случаях со стефанией и акалифой, фитофаг использует для питания губчатую и столбчатую паренхиму, большая часть клеток которых не содержит хлоропластов, что приводит к нарушению основной функции листа – фотосинтеза (рис.4). Это приводит к деформации компонентов клеток мезофилла с образованием пустых полостей, которые заполняются воздухом, многочисленным разрывам клеток эпидермиса и усыханию листовой пластинки.

Приуроченность американского трипса к питанию разными тканями кормовых растений, может быть связана, с толщиной их листовой пластинки. Так у огурца посевного, перца овощного и петрушки кудрявой толщина листовой пластинки составляет 157– 189 мкм и трипс повреждает

как столбчатую, так и губчатую паренхиму. У земляники садовой, толщина листовой пластинки которой свыше 200 мкм, вредитель повреждает клетки, в основном, столбчатой паренхимы.



Рис. 4. Патологические нарушения в тканях листовых пластинок овощных культур под воздействием американского трипса (ориг.): 1а – неповрежденный лист огурца посевного, 1б - поврежденный лист огурца посевного, 2а – неповрежденный лист перца овощного, 2б – поврежденный лист перца овощного (ориг.)

Таким образом, особенности топиической специфичности американского трипса, проявляются в предпочтении тех или иных тканей листовой пластинки в зависимости от вида кормового растения. Патологические нарушения в тканях листа в местах питания фитофага приводят к нарушению функционирования и морфофизиологической целостности листового аппарата растений, что определяет его высокую вредоносность.

3.3. Сезонные изменения численности вредителя в оранжереях ботанического сада

Трехлетние наблюдения за динамикой численности американского трипса выявили, что в оранжереях ботанического сада он развивается в течение года в 6-7 поколениях (рис. 5). При этом на число поколений оказывает влияние вид заселенного растения. Например, в сухой тропической оранжерее на домбее он развивался в 6, на геттраде и акалифе щетинистоволосистой – в 7 поколениях, во влажной тропической оранжерее на акалифе Уилкса – в 7 и на абутилоне – в 6 поколениях.

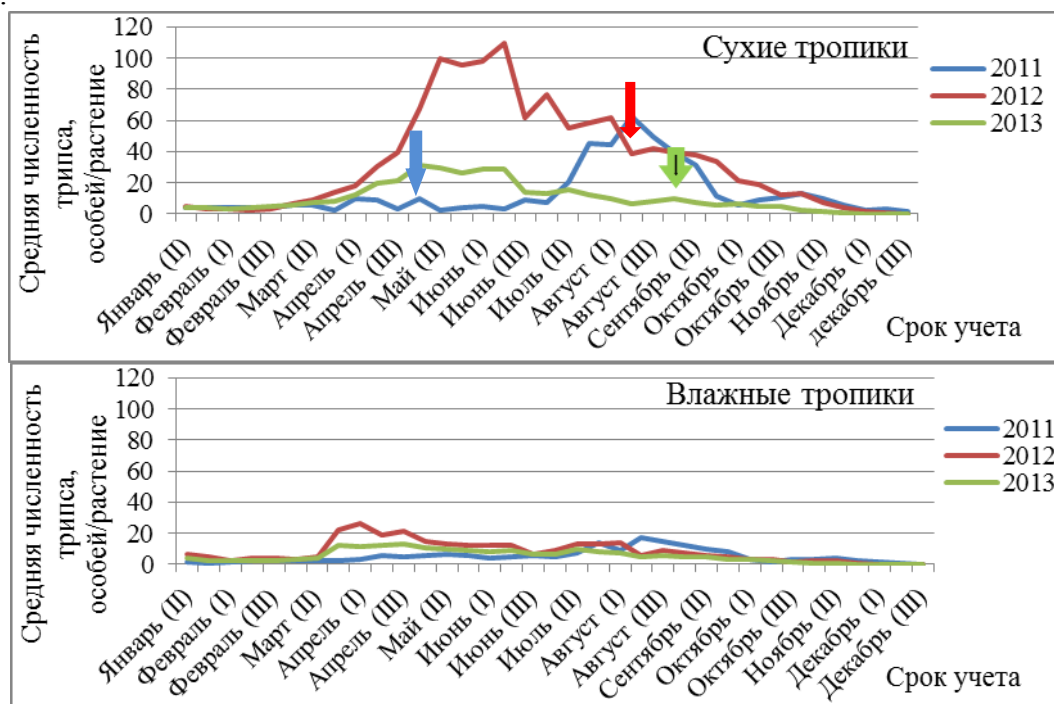


Рис. 5. Динамика численности американского трипса на растениях в тропических оранжереях с разным типом климата (ботанический сад СПбГУ, ↓- обработки)

В зимние месяцы (декабрь – февраль) на отдельных, наиболее предпочитаемых фитофагом видах растений (акалифа щетиноволосистая, гибискус, геттарда и др.) отмечаются только единичные имаго. В марте происходит расселение имаго на многие виды растений и рост численности вредителя в весенний – летний периода. В конце августа-сентябре наблюдается постепенный спад численности и в октябре-ноябре на отдельных растениях снова отмечаются единичные взрослые особи трипса.

Характер динамики численности американского трипса существенно зависит от абиотических факторов. В оранжерее с влажным тропическим климатом фитофаг достигал максимальной численности в марте - апреле, в оранжерее с сухим тропическим климатом – в июне-июле (рис.5. Особенно наглядно это прослеживается на примере растений одного рода, выращиваемых в разных оранжереях. Так на акалифе Уилкса, произрастающей во влажной тропической оранжерее, пик численности трипса наблюдался в апреле, на акалифе щетиноволосистой - в сухой тропической оранжерее – в конце июня-начале июля.

За период проведения исследований в оранжерее с сухим тропическим климатом, помимо большего числа заселенных американским трипсом растений, постоянно наблюдалась более высокая его численность, чем в оранжерее с влажным тропическим климатом (рис. 5). Например, средняя плотность вредителя на лист гибискуса, фикуса и сингониума, выращиваемых в оранжерее с сухим тропическим климатом, в 4-5 раз превышала плотность вредителя на листьях этих же растений, выращиваемых в оранжерее с влажным тропическим климатом.

Помимо абиотических факторов и вида заселяемых растений, на численность вредителя существенное влияние оказывали фитосанитарные мероприятия. Этим можно объяснить значительно более низкую численность вредителя в 2013 г., по сравнению с двумя предыдущими годами (рис. 5), но этот вопрос будет рассмотрен в заключительной главе работы.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют заключить, что американский трипс по уровню гостальной пищевой специализации является широким полифагом, тесно связанным с питанием и развитием на листовом аппарате растений. Особенности его топоческой специфичности проявляются в предпочтении разных частей и тканей листовой пластинки в зависимости от вида кормового растения. Выявленные патологические реакции различных видов растений на повреждения американского трипса приводят к нарушению процесса фотосинтеза и морфофизиологической целостности листьев. Благодаря субтропическому происхождению, вредитель находит в оранжереях ботанических садов и теплицах благоприятные для своего развития условия, что определяет заселенность многих видов растений в высокой численности.

ГЛАВА 4. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ НАДЗОРА ЗА РАЗВИТИЕМ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА В ОРАНЖЕРЕЯХ

В связи с распространением американского трипса в тропических оранжереях ботанических садов Санкт-Петербурга и опасностью его проникновения в тепличные хозяйства, приобретают значение методы раннего выявления и наблюдения за развитием этого фитофага в закрытом грунте. Традиционный визуальный метод малоэффективен из-за своей трудоемкости, что потребовало разработки более производительных методов учета, в частности, оптимизации визуального метода и определения возможности использования цветочных клеевых ловушек, широко применяемых в закрытом грунте для мониторинга численности сосущих фитофагов.

4.1. Зеленые клеевые ловушки, как оперативный метод мониторинга за появлением и развитием американского трипса

Сведения об использовании цветочных клеевых ловушек для надзора за развитием американского трипса и цветочной его видоспецифичности в литературе отсутствуют. В этой связи оценивали привлекательность для фитофага ловушек белого, желтого, голубого, зеленого и красного цвета, используемых для мониторинга численности ряда сосущих насекомых, включая трипсов. Наряду с цветочным предпочтением изучали место и высоту размещения ловушек в сухой тропической оранжерее, характеризующейся наибольшей численностью вредителя.

В исследованиях 2011 г. ловушки развешивали на высоте до 1 м (60 см) и более 1 м (120 см) среди наиболее заселяемых американским трипсом растений (гибискус, акалифа, аризема,

мирабилис и др.). Анализ полученных данные показал, что американский трипс предпочитает зеленую цветовую гамму, так как уловистость зеленых ловушек, независимо от высоты их размещения, была статистически достоверно больше уловистости ловушек других цветов. Был выявлен наиболее активный лет имаго на высоте до 1 м, что объясняется специфичностью заселения им растений. В 2012 г. ловушки развешивали по периметру оранжереи, как места их размещения, не мешающего работам по уходу за растениями. Кроме того, размещение ловушек независимо от расположения предпочитаемых растений-хозяев позволяло более адекватно оценивать общую заселенность оранжереи трипсом. Результаты исследований подтвердили статистически достоверно большую эффективность зеленых ловушек, чем ловушек других цветов (табл. 2).

Таблица 2.

Сравнительная «уловистость» имаго американского трипса клеевыми ловушками разного цвета (2012 г.)

Цвет ловушки	Длина волны, нм	Средняя численность имаго, особей/ловушку, за период наблюдений		Общее число отловленных имаго за период наблюдений
		5 недель (19.02-23.05)*	4 недели (23.05-20.06)**	
Белый	Сложный цвет	20,8	11,3	128
Синий	450...480	14,3	13,0	109
Зеленый	520...555	126,6	97,8	897
Желтый	560...585	3,2	3,8	28
Красный	640...700	-	1,8	7
НСР ₀₅		52,9	19,7	233,8

* ловушки вывешены 19.02, смена экрана 23.05;

** смена экрана 23.05, добавлены ловушки красного цвета; смена экрана 20.06

Показана также возможность использования зеленых клеевых ловушек для раннего выявления американского трипса в оранжереях ботанических садов. Даже в год низкой численности фитофага (2013 г), спустя сутки после вывешивания ловушек этого цвета в феврале на них обнаруживали единичных имаго. В среднем на ловушку зеленого цвета было отловлено больше взрослых трипсов, чем на ловушки других цветов.

Можно предположить, что предпочтение американским трипсом зеленого цвета, в сравнении с другими цветами спектра, обусловлено питанием только на листьях различных кормовых растений. В отличие от него западный цветочный трипс, заселяющий не только листья, но и цветки разной цветовой гаммы, отлавливается на ловушки разных цветов (белые, желтые, красные), но предпочитают оттенки синей части спектра. Как показали наблюдения, ловушки зеленого цвета менее привлекательны для имаго западного цветочного трипса, чем для американского трипса.

4.2. Оптимизированный метод визуального учета численности американского трипса на декоративных растениях

В условиях оранжерей, отличающихся большим разнообразием жизненных форм и архитектоникой выращиваемых растений, визуальной учет численности американского трипса требует больших затрат времени. Для снижения физических и временных затрат при учетах американского трипса на различных видах декоративных растений, возникла необходимость в оптимизации визуального метода их проведения. Задача была решена путем установления связи плотности трипса на лист растения (Y) с процентом листьев во взятой выборке (X), на которых он был выявлен. Для этого экспериментальные данные заселенности листьев американским трипсом были получены в результате регулярных обследований в течение года пяти видов растений, постоянно заселяемых фитофагом в сухой тропической оранжерее, типизированных по высоте.

Анализ полученных данных показал, что при проведении наблюдений за численностью трипса на растениях, особенно высотой до 1 м, наблюдается существенная асимметрия

статистических распределений исследуемых параметров, влекущая высокую нелинейность их взаимосвязи. Исходные переменные (данные учётов трипса) были преобразованы по алгоритму итерационной линейризации («симметризации»). Были построены соответствующие нелинейные уравнения регрессии в исходных шкалах для практической оценки плотности трипса на лист (Y) по проценту заселённых им листьев (X) для каждого вида использованных в исследованиях растений:

- для сиингониума $\bar{Y}(X,t) = 0,0001672 \times 1,0429^{3,4t} \times (X+19,43)^{2,0727} - 0,0780-5;$
- для мирабилиса $\bar{Y}(X,t) = 28757,47 \times 1,0552^{7,65t} \times (128,8-X)^{-2,0797} - 1,163;$
- для акалифы $\bar{Y}(X,t) = 40404,48 \times 1,0376^{7,14t} \times (144,5-X)^{-2,1344} - 1,022;$
- для геттарды $\bar{Y} = 0,5004 \times 1,0337^X \times 1,7908^{\pm t} - 0,4651;$
- для клеродендрума $\bar{Y} = 0,2967 \times 1,032^X \times 1,2638^{\pm t} - 0,2429.$

По полученным уравнениям нелинейной регрессии были построены номограммы (рис. 6).

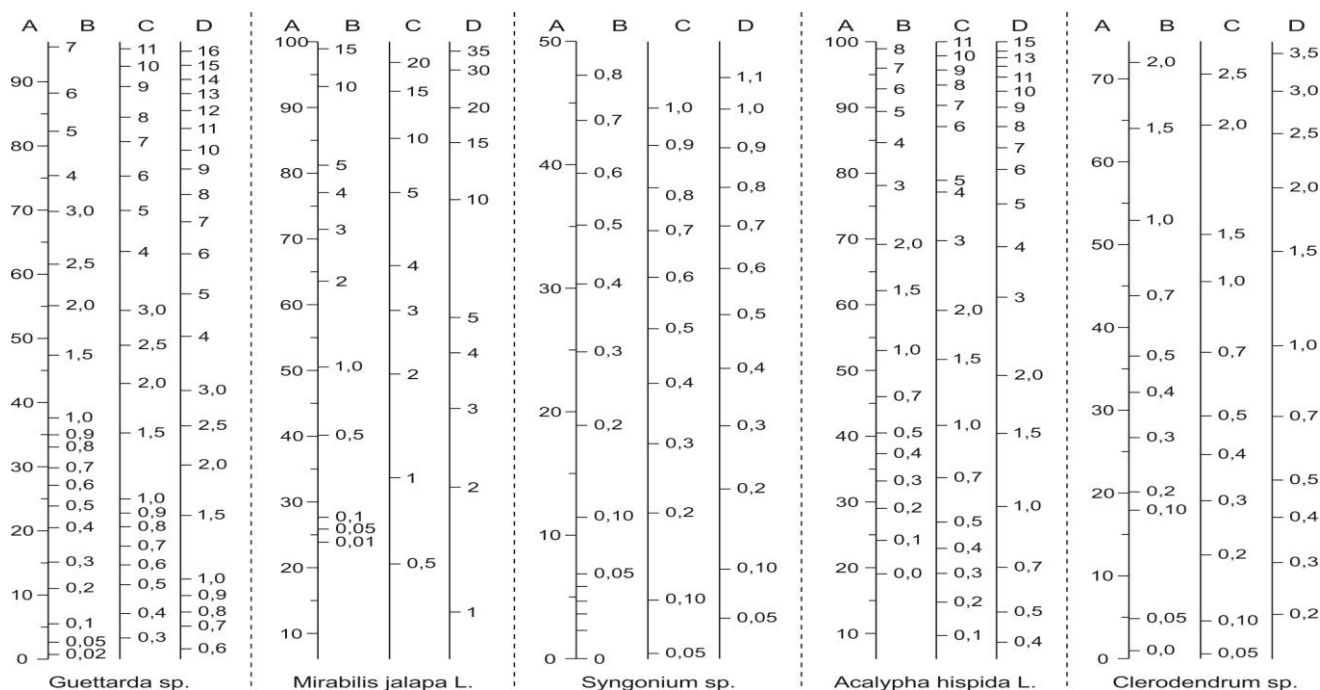


Рис.6. Номограммы для оценки плотности американского трипса на лист по частоте встречаемости заселенных им листьев

A – процент заселенных листьев, B – минимальная плотность трипса на лист,

C - средняя плотность трипса на лист; D - максимальная плотность трипса на лист

Номограммы позволяют определять графически плотность американского трипса на лист по проценту заселенных листьев в их выборке из разных ярусов растений, вместо трудоемких подсчетов численности вредителя на листьях заселенных растений. Это существенно повышает производительность учетов, особенно на растениях высотой более 2 метров и позволяет вести наблюдения за изменениями численности вредителя в оранжерее в течение года.

Итогом проведенных исследований явилась разработанная технология мониторинга численности американского трипса в тропических оранжереях ботанического сада. Для раннего обнаружения фитофага в оранжереях и дальнейших наблюдений за его развитием предлагается использовать зеленые клеевые ловушки с длиной волны 550-520 нм, обладающие высокой уловистостью из-за предпочтения фитофагом именно этого цвета. Учитывая большое разнообразие видов экспонируемых растений, наиболее технологично размещать ловушки по периметру оранжерей по одной с каждой стороны на высоте 0,6 м.

Для принятия решений о необходимости проведении фитосанитарных мероприятий рекомендуется использовать номограммы, разработанные для пяти постоянно заселяемым

вредителем растений, взятых в качестве стандартных и типизированных по высоте. Номограммы можно использовать и для расчета эффективности защитных мероприятий в борьбе с американским трипсом, что многократно уменьшает затраты времени на определение степени заселения им декоративных растений.

ГЛАВА V. ПРИЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА

В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В настоящее время ареал американского трипса в России представлен, в основном, оранжереями двух ботанических садов Санкт-Петербурга, в связи с чем возникла необходимость в разработке эффективных приемов ограничения численности и дальнейшего распространения вредителя в закрытом грунте Северо-Запада РФ. Прежде всего, потребовалась оценка возможности использования в борьбе с ним ряда инсектицидов, рекомендованных или перспективных в качестве средств защиты культур закрытого грунта от сосущих вредителей в годы проведения наших исследований. Вместе с тем, учитывая специфику ботанического сада СПбГУ, как образовательного учреждения, требовалось максимальное снижение объемов использования пестицидов в тропических оранжереях. Это может быть достигнуто за счет профилактических приемов снижения численности фитофага, применения биологических средств и рациональной тактики использования инсектицидов.

5.1 Профилактические приемы снижения численности вредителя в оранжереях

В 2006-2009 гг. в тропических оранжереях ботанического сада СПбГУ по рекомендациям И.С. Клишиной в борьбе с американским трипсом проводили опрыскивания растений инсектицидами актара, вертимек и спинтор. Вредитель попадал также под обработки актарой, конфидором или баковой смесью вертимека с моспиланом против комплекса вредителей декоративных культур (оранжерейная белокрылка, обыкновенный паутинный клещ, приморский и виноградный мучнистые червецы, мягкая ложнощитовка). В итоге в оранжереях проводили две-три обработки декоративных растений перечисленными препаратами с интервалом в две недели.

Трехлетнее интенсивное применение пестицидов привело к значительному снижению численности американского трипса в тропических оранжереях ботанического сада на многих декоративных растениях. Однако он продолжал активно развиваться на ряде наиболее предпочитаемых растениях (табл. 3), что сказывалось на их декоративности. Дальнейшая интенсификация использования химических препаратов для снижения численности фитофага в оранжереях ботанического сада, являющегося учебным заведением, была нежелательной.

В результате анализа профилактических мероприятий, рекомендуемых для внутрихозяйственного карантина и направленных на ограничение распространения адвентивных видов трипсов в закрытом грунте, специалистам ботанического сада были рекомендованы такие доступные в исполнении агротехнические приемы снижения численности американского трипса, как фитопрочистки и удаление сорных растений, являющихся местами постоянной резервации вредителя. Помимо этого, еще до наших рекомендаций, в обеих оранжереях специалисты регулярно удаляли осыпавшиеся листья листопадных растений.

Трехлетние выбраковки или обрезки наиболее заселенных вредителем и потерявших декоративность растений (аризема, мирабилис, акклифы, пассифлора и др.), регулярное удаление заселяемых вредителем сорных растений (звездчатка средняя, крапива) и осыпавшихся листьев привели к значительному снижению численности американского трипса на многих видах кормовых растений по сравнению с 2007-2009 гг. (табл. 3). Для предотвращения нового заноса трипса в оранжерею вновь приобретаемые для восстановления коллекции декоративные растения содержали в специальном помещении на протяжении месяца. При этом их заселенность американским трипсом отслеживалась не только регулярными их просмотрами, но и с помощью зеленых клеевых ловушек.

При проведении перечисленных фитосанитарных мероприятий одновременно с американским трипсом из оранжерей частично удаляли и других фитофагов (обыкновенный паутинный клещ, мягкая ложнощитовка, мучной виноградный червец). Это способствовало улучшению фитосанитарной обстановки и, соответственно, сказалось на числе обработок в оранжереях. В 2011-2013 гг. на фоне проводимых агротехнических мероприятий число обработок в них было

сведено до одной (смесью вертимека с моспиланом), направленной против комплекса вредителей, включающего и американского трипса (рис. 2).

Таблица 3.

Изменение численности американского трипса в оранжереях ботанического сада СПбГУ после проведения профилактических мероприятий

Семейство	Вид растения	Средняя плотность имаго, особей/лист				
		до прочисток		после прочисток		
		2008г.	2009г.	2011г.	2012г.	2013г.
Ароидные	Аризема	257,1	399,0	3,3	17,7	Удалено*
	Колоказия	8,2	20,0	2,4	0,8	0,6
Гречишные	Антигонон	1,3	0,4	1,2	1,4	Удалено*
Комбретовые	Квискалис	1,1	0,95	2,9	2,3	Удалено*
Кутровые	Алламанда	5,7	7,9	3,8	3,4	Удалено*
Молочайные	Акалифа Уилкса	18,6	21,8	1,7	8,1	4,2
	Акалифа щети- нистоволосистая	15,7	16,2	7,7	11,0	6,3
Мальвовые	Гибискус	51,9	76,0	2,7	5,4	2,1
	Абутилон	3,2	2,9	2,2	2,6	Удалено*
Никтагиновые	Мирабилис	9,1	11,9	5,8	6,6	Удалено*
Страстоцветные	Пассифлора	13,1	25,8	1,7	6,1	Удалено*

*растение удалено при проведении агротехнических мероприятий в связи с потерей декоративности

Таким образом, сочетание проводимых в оранжереях регулярных агротехнических мероприятий с однократным применением препаратов против комплекса вредителей позволяют снизить численность американского трипса, ограничив, тем самым, его дальнейшее распространение.

5.2. Токсичность и биологическая эффективность современных инсектицидов в отношении американского трипса

Лабораторные токсикологические исследования подтвердили данные ряда авторов о том, что в тропические оранжереи ботанических садов Санкт-Петербурга были завезены резистентные к пиретроидам и фосфорорганическим соединениям популяции американского трипса (Другова, Варфоломеева, 2006; Клишина, 2009). Из-за развития резистентности потенциал токсичности инсектицидов цимбуш, талстар, актеллик и фуфанон в отношении популяции американского трипса из оранжерей ботанического сада СПбГУ оказался исчерпан. В тоже время была выявлена высокая контактная токсичность актиномицетов вертимек и спинтор для этой популяции вредителя, в связи с чем они были эффективны в борьбе с вредителем на декоративных растениях в тропических оранжереях ботанического сада СПбГУ (Иванова и др., 2010).

Неоникотиноид актара оказался мало токсичен для американского трипса при контактном воздействии, что наблюдалось и в опытах других исследователей (Łabanowski, 2007). Эти данные объясняют необходимость двукратного применения инсектицида в борьбе с американским трипсом для получения удовлетворяющего нас защитного эффекта (Клишина, 2009). Слабые контактные свойства в отношении американского трипса были выявлены и у карбамата ланнат, который изучался в качестве экспериментального препарата. Однако наблюдалась высокая активность актары и ланната для американского трипса при другом способе применения - проливе растений, позволившего максимально реализовать их системные токсические свойства (табл. 4). Исследования проводили в изолированном боксе теплиц ВИЗР, поскольку ланнат нельзя было испытывать в оранжереях образовательного учреждения из-за отсутствия официальной регистрации в закрытом грунте. При внесении обоих инсектицидов способом пролива растений перца овощного, заселенных в высокой численности американским трипсом, был получен высокий защитный эффект (табл. 4).

Вместе с тем, ланнат в концентрациях 0,6, 0,3 и 0,15 % оказался фитотоксичным для молодых листьев перца. При снижении концентрации до 0,06% биологическая эффективность ланната была близка к его эффективности при применении в концентрации 0,6% (табл. 4), но

проявления фитотоксического эффекта не отмечалось. В концентрации 0,06% ланнат был также высоко эффективен в борьбе с обыкновенным паутинным клещом, так как обеспечивал 96,8% снижение численности фитофага на протяжении 14 суток при проливе растений перца овощного.

Таблица 4.

Биологическая эффективность инсектицидов актара и ланнат в борьбе с американским трипсом на перце овощном сорт Верность (бокс теплиц ВИЗР, пролив растений 23.08. 2012)

Вариант опыта	Стадия развития	Средняя плотность трипса, особей на лист, по суткам				Снижение численности с поправкой на контроль,%, по суткам после пролива				
		до пролива	после пролива							
			5	8	12	14	5	8	12	14
Актара, ВДГ (250 г/кг), 0,08% концентрация	I	9,9	4,7	2,0	0,3	0,2	62,1	69,0	96,3	97,4
	L	11,2	8,4	1,0	0,1	0,1	20,3	88,3	98,9	98,6
	Σ	21,1	13,1	3,0	0,4	0,3	25,3	80,1	97,7	97,9
Ланнат, СП (200 г/кг), 0,6% концентрация	I	10,4	1,1	0,2	0	0	86,2	97,0	100	100
	L	21,4	0,4	0	0	0	99,1	100	100	100
	Σ	31,8	1,5	0,2	0	0	94,3	99,1	100	100
Ланнат, СП (200 г/кг), 0,06% концентрация	I	9,0	1,4	0,4	0	0	79,6	93,7	100	100
	L	12,0	0,6	0,1	0	0	97,0	98,9	100	100
	Σ	21,0	2,0	0,5	0	0	88,9	96,0	100	100
Контроль	I	8,9	6,8	5,7	7,4	6,8	-	-	-	-
	L	10,1	9,5	7,7	8,4	5,5	-	-	-	-
	Σ	19,0	16,3	13,4	15,8	12,3	-	-	-	-

Стадия развития: I – имаго, L – личинка, Σ – сумма

Учитывая тот факт, что большинство растений в ботанических садах выращивается в единичных экземплярах в кадках, горшках или на небольших площадках, рационально инсектициды актара и ланнат вносить локально способом пролива отдельных, заселенных американским трипсом растений. Этот способ внесения системных инсектицидов перспективен и для использования в карантинных помещениях ботанических садов, в которые может поступать растительная продукция, заселенная инвазионными видами трипсов.

Для пополнения ассортимента средств борьбы с американским трипсом и обыкновенным паутинным клещом был испытан новый инсектоакарицид оберон Рапид (смесевой препарат на основе спиромезифена и абамектина) в сравнении с вертимеком, обладающим высокой активностью против этих вредителей. Исследования, как и в случае с ланнатом, проводили в боксе теплиц способом опрыскивания растений перца овощного, заселенных трипсом или обыкновенным паутинным клещом. Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической эффективности препарата оберон Рапид в борьбе с американским трипсом (табл. 5). По показателям начальной токсичности и длительности защитного действия оберон Рапид был равноценен вертимеку и против обыкновенного паутинного клеща. Учитывая, что спектр активности оберона Рапида в закрытом грунте России, включает, помимо обыкновенного паутинного клеща, тепличную белокрылку, препарат перспективен для применения в оранжереях ботанических садов против комплекса сосущих вредителей, в состав которого входят указанные виды фитофагов.

5.3. Эффективность совместного использования инсектицидов и энтомофагов в борьбе с вредителем

Борьба с американским трипсом в оранжереях ботанических садов с помощью инсектицидов осложняется развитием резистентности в его популяциях к органофосфатам и пиретроидам. Для предотвращения ее развития к применяемым инсектицидам из классов неоникотиноидов и авермектинов, необходимо снижение токсического пресса на популяции вредителя с помощью различных тактических приемов, в том числе использования биологических средств. Так, в борьбе с резистентной к инсектицидам популяцией американского трипса в тропической оранжерее Ботанического сада БИН РАН был получен высокий защитный эффект при двукратных

обработках алоказии микробиологическим препаратом немабакт в сочетании с выпуском клопов р. *Orius* (Варфоломеева, 2009).

Таблица 5.

Биологическая эффективность инсектоакарицидов оберон Рапид и вертимек в борьбе с американским трипсом на перце овощном сорт Верность(бокс теплиц ВИЗР, опрыскивание растений 23.08. 2012)

Вариант опыта	Стадия развития	Средняя плотность трипса, особей на лист, по суткам					Снижение численности с поправкой на контроль,%, по суткам после обработки			
		до обработки	после обработки							
			5	8	12	14	5	8	12	14
Оберон Рапид, КС (228 г/л), 0,05% концентрация	I	6,3	0,5	0	0	0	89,6	100	100	100
	L	10,7	0	0	0	0	100	100	100	100
	Σ	17,0	0,5	0	0	0	96,6	100	100	100
Вертимек, КЭ (18 г/л), 0,05% концентрация	I	16,1	0,6	0	0	0	95,1	100	100	100
	L	19,4	0,8	0	0	0	95,6	100	100	100
	Σ	35,5	1,4	0	0	0	95,4	100	100	100
Контроль	I	8,9	6,8	5,7	7,4	6,8	-	-	-	-
	L	10,1	9,5	7,7	8,4	5,5	-	-	-	-
	Σ	19.0	16.3	13,4	15,8	12,3	-	-	-	-

Стадия развития: I – имаго, L – личинка, Σ – сумма

Мы оценивали возможность применения против американского трипса хищного клопа *O. laevigatus* совместно с другим микробиологическим препаратом – БТБ. Выбор БТБ был обусловлен его применением на различных культурах закрытого грунта против обыкновенного паутинного клеща, который в тропических оранжереях часто заселяет декоративные растения одновременно с американским трипсом. Более того, в закрытом грунте через 10 суток после обработки растений БТБ теряет свою токсичность, что делает его малоопасным для различных видов хищных членистоногих (кокцинеллид, хищной галлицы, фитосейюлюса), выпускаемых на его фоне против вредителей (Сухорученко и др., 2001)

Результаты исследований, выполненных в изолированном боксе теплиц ВИЗР на заселенных американским трипсом растениях перца овощного показали, что клоп *O. laevigatus* является эффективным средством ограничения численности вредителя в закрытом грунте (рис. 7). Хищник на протяжении двух недель после выпуска на заселенные трипсом растения снижал его численность до минимального уровня. Установлена также высокая (80%) эффективность БТБ в борьбе с американским трипсом на протяжении пяти суток вследствие гибели его имаго и личинок, присутствующих на листьях растений в момент обработки (рис.7). Однако в последующие сроки учетов происходило постепенное увеличение численности трипса за счет появления из нимф новых имаго и отрождающихся из яиц личинок, что можно объяснить устойчивостью к данному препарату нимф трипса, а также изолированных от его воздействия яиц, находящихся в тканях растений.

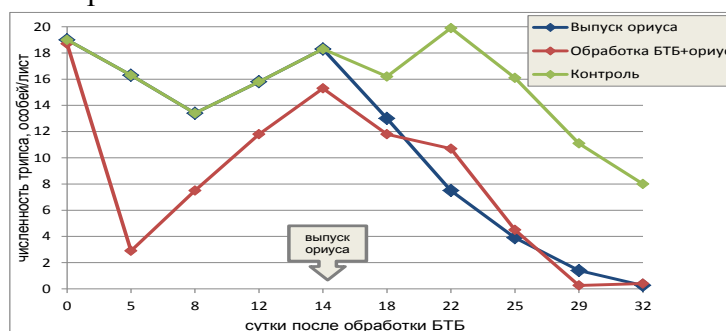


Рис.7. Эффективность совместного использования БТБ и ориуса в борьбе с американским трипсом на перце овощном (сорт Верность, изолированный бокс теплиц ВИЗР, обработка растений БТБ 23.08. 2012, выпуск ориуса 6.09.2012)

Учитывая кратковременный защитный эффект инсектицида, вместо обычно рекомендуемой повторной обработки растений, целесообразным оказался выпуск личинок ориуса. Такое совмещенное использование БТБ и ориуса обеспечивало высокий защитный эффект в борьбе с трипсом на протяжении, практически, месяца.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о перспективности приема совместного использования БТБ с *O. laevigatus* в борьбе с американским трипсом в закрытом грунте. Однако хищник может использоваться и самостоятельно, судя по снижению численности вредителя, происходящему в варианте опыта после выпуска личинок клопа.

Обобщение полученных результатов позволяет заключить, что тактика борьбы с американским трипсом в оранжереях ботанических садов должна базироваться на максимальном использовании профилактических агротехнических мероприятий и биологических средств. При последующем выявлении заселенных трипсом растений следует ограничиваться их проливом системными инсектицидами. Опрыскивание растений целесообразно проводить только против комплекса сосущих вредителей, включающего американского трипса.

Использование предлагаемой тактики борьбы с американским трипсом позволит снизить нагрузку инсектицидов на экосистемы ботанических садов, будет тормозить развитие резистентности в популяциях вредителя к применяемым в борьбе с ним препаратам и ограничивать дальнейшее его распространение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Американский трипс относится к широким полифагам, использующим для своего питания и развития растения, относящиеся к разным семействам, родам и видам. Вредоносность этого фитофага определяется приуроченностью к питанию определенными зонами листовой пластинки и тканями ее мезофилла, что негативно сказывается на функционировании листового аппарата и ухудшает декоративность растений.

На индивидуальное развитие и динамику численности американского трипса существенное влияние оказывает вид кормового растения и температурно-влажностный режим тропических оранжерей. Наиболее оптимальные для фитофага условия складываются в оранжерее с сухим тропическим климатом, где число заселенных растений с высокой численностью значительно превосходит число растений в оранжерее с влажным тропическим климатом, заселенных только единичными экземплярами вредителя. Американский трипс развивается в ботаническом саду круглый год в 6-7 поколениях в зависимости от вида кормового растения с пиком численности в марте-апреле во влажной тропической, в июне-июле - в сухой тропической оранжереях.

Широкий набор предпочитаемых американским трипсом растений (декоративных, овощных, сорных) является базой для дальнейшего его расселения в закрытом грунте. В этой связи необходимы постоянный контроль за появлением этого чужеродного вида в оранжереях ботанических садов или тепличных хозяйствах, и разработка приемов, ограничивающих его дальнейшее распространение.

Снижение численности и локализация американского трипса в оранжереях ботанических садов достигается проведением профилактических агротехнических мероприятий (фиточистки наиболее заселяемых декоративных растений или их частей, удаление опавших листьев и сорных растений), использованием биометода (сочетание обработок растений БТБ с выпуском хищного клопа ориуса), локальным применением инсектицидов (пролив заселенных растений актарой или ланнотом). Опрыскивание растений инсектицидами рекомендуются только против комплекса сосущих вредителей, в состав которого входит и американский трипс. Все мероприятия проводят по результатам мониторинга с использованием разработанных методов учета.

ВЫВОДЫ

1. Американский трипс по уровню гостальной пищевой специализации относится к широким полифагам. В число его кормовых растений в защищенном грунте Северо-Запада входит 117 видов растений из 58 семейств, включая выявленные нами 16 видов растений из 7 семейств.

2. По тропической специализации американский трипс является типичным филлобионтом тоттофолиарного типа, развитие которого тесно связано с листовым аппаратом растений. Его онтогенетическая специфичность проявляется в предпочтении имаго морфологически

сформировавшихся листьев, в связи с чем вредитель постепенно перемещается от нижнего яруса растений к верхнему, заселяя все растение. Для этого вида характерна выраженная субтропоморфность, проявляющаяся в нервальности или маргинальности (концентрации и питании личинок и имаго в зоне средней жилки и жилок первого порядка или края листа) в зависимости от особенностей кормовых растений.

3. Особенность гистотропности американского трипса проявляется в приуроченности к питанию тканями столбчатой или губчатой паренхимы мезофилла листа и их структур, в частности хлорофиллом, в зависимости от вида растения-хозяина. Это приводит к нарушению морфофизиологической целостности и функционирования листового аппарата растений, в первую очередь фотосинтеза, что определяет высокую вредоносность этого вида.

4. Для развития американского трипса наиболее благоприятны условия оранжереи с сухим тропическим климатом (заселено 35 видов растений из 25 семейств со средней плотностью имаго от 1,2 до 17,9 особей/растение), чем оранжереи с влажным тропическим климатом (заселено 19 видов растений из 13 семейств единичными особями имаго), что объясняется субтропическим происхождением фитофага.

5. В оранжереях ботанического сада американский трипс развивается круглогодично в 6-7 поколениях в зависимости от вида растения-хозяина. В оптимальных условиях (температура воздуха 25⁰ С, относительная влажность близкая к 70%) на предпочитаемом кормовом растении развитие одного поколения этого вида происходит за 16,0±1,3 суток.

6. На динамику численности американского трипса существенно влияют вид кормового растения и абиотические факторы. В зимний период число кормовых растений сужается и только единичные имаго отмечаются на наиболее предпочитаемых видах растений (гибискус, акалифа, сингониум, геттарда, абутилон, филодендрум, клеродендрум и др.) В весенне-летний период число кормовых растений и численность трипса быстро увеличиваются. Вредитель достигает максимальной численности в оранжерее с влажным тропическим климатом в марте-апреле, с сухим тропическим – в июне-июле. Осенью наблюдается постепенное снижение его численности до единичных взрослых особей.

7. Для наблюдений за развитием американского трипса в оранжереях ботанических садов предлагается система мониторинга, базирующаяся на использовании зеленых клеевых ловушек и номограмм, позволяющих графически определять его плотность на лист по проценту заселенных в выборке листьев, вместо трудоемкого учета численности фитофага, на ряде постоянно заселяемых растений. Этот метод наиболее удобен для учетов численности трипса на высоких декоративных растениях (более двух метров). Для ранних сроков обнаружения трипса в оранжереях в качестве растения-индикатора можно использовать кислицу.

8. В отношении резистентной к фосфорорганическим и пиретроидным инсектицидам популяции американского трипса определена высокая контактная токсичность актиномицетов вертимек и спинтор и системная – неоникотиноида актара и карбамата ланнат. Для ограничения объемов использования инсектицидов в борьбе с вредителем в тропических оранжереях предлагается локальное применение актары в концентрации 0,08% и ланната в концентрации 0,06% путем пролив заселенных растений. Данный способ внесения ланната эффективен и при защите растений от обыкновенного паутинного клеща. Опрыскивание растений в оранжереях рекомендуется только против комплекса сосущих вредителей, включающего американского трипса, препаратами вертимек и оберон Рапид в концентрации 0,05%.

9. Снижение нагрузки инсектицидов на экосистемы оранжерей ботанических садов и ограничение дальнейшего распространения американского трипса в защищенном грунте Северо-Запада может быть достигнуто проведением профилактических агротехнических мероприятий, (удаление сильно заселенных растений или их частей, опавших листьев и сорных растений), выпуском в борьбе с ним хищного клопа *O. laevigatus* или его совместным применением с БТБ.

10. Для предотвращения вторичного проникновения американского трипса в тропические оранжереи ботанических садов, вновь приобретаемые декоративные растения следует содержать в специальных помещениях не менее 30 суток. В случае выявления его имаго с помощью зеленых клеевых ловушек растения следует проливать системными инсектицидами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В оранжереях с сухим тропическим климатом, характеризующихся большим числом заселенных американским трипсом растений с высокой численностью, необходимо проведение фитопрочисток (удаление сильно заселенных растений или их частей, растительных остатков и сорняков) и применение биометода (сочетание обработок растений БТБ в 0,5% концентрации с последующим выпуском хищного клопа ориуса из расчета 8 личинок 2 возраста/м²). В последующем, при выявлении заселенных трипсом растений их проливают системными инсектицидами актара, ВДГ (250 г/кг) в концентрации 0,08% или ланнат, СП (200 г/кг) в концентрации 0,06%. Опрыскивание растений целесообразно проводить препаратами вертимек, КЭ (18 г/л) или оберон Рапид, КС (228,6 г/л+11,4 г/л) в концентрациях 0,05 % против комплекса сосущих вредителей, включающего и американского трипса.

2. В оранжереях с влажным тропическим климатом, где число заселенных американским трипсом растений и его численность значительно ниже, можно ограничиться фитосанитарными агротехническими мероприятиями и однократным выпуском хищного клопа ориуса.

3. Все защитные мероприятия в оранжереях должны осуществляться на основании данных регулярного мониторинга появления и развития вредителя с использованием разработанных методов учета (зеленых клеевых ловушек, которые размещают по одной с каждой стороны оранжереи на высоте 60 см, и номограмм).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Кудряшова, Л.Ю. Перспективы использования цветных клеевых ловушек для мониторинга американского трипса /Л.Ю. Кудряшова // Вестник защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 65-67.

2. Кудряшова, Л.Ю. Пищевая специализация американского трипса *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) /Л.Ю. Кудряшова, Л. И. Нефедова, Г.И. Сухорученко // Вестник защиты растений. – 2013. – № 4. – С. 18-26.

3. Сергеев, Г.Е. Оптимизированный метод учета численности американского трипса (*Echinothrips americanus* Morgan) на декоративных растениях в оранжереях ботанического сада /Г.Е.Сергеев, Г.И. Сухорученко, Л.Ю. Кудряшова //Вестник защиты растений. – 2015. – № 2 (84). – С. 36-41.

Работы, опубликованные в других изданиях

4. Иванова, Г.И. Проблемы контроля инвазионных видов трипсов в теплицах Северо-Запада России /Г.П. Иванова, И.С. Клишина, Л.Ю. Бибикова (Кудряшова) //Инновации – основа развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. агропром. конгр. – СПб., 2010. – С. 143.

5. Иванова, Г.П. Американский трипс (*Echinothrips americanus* Morgan) - новый адвентивный вид трипсов в России /Г.П., Иванова, Л.Ю. Бибикова (Кудряшова), И.С. Клишина // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы Междунар. науч.-практ. конф. профес.-препод. состава, науч. сотrud. и аспирантов СПбГАУ. – СПб.-Пушкин, 2011. – С. 94-98.

6. Кудряшова, Л.Ю. Биологические особенности развития трипса *Echinothrips americanus* Morg. (Thysanoptera, Thripidae) на разных кормовых культурах /Л.Ю. Кудряшова, Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова //XIV съезд Русского энтомол. о-ва: материалы. – СПб., 2012. – С.225.

7. Кудряшова, Л.Ю. Чувствительность трипса *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) к инсектицидам /Л.Ю. Кудряшова, Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко /Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы III-его Всерос. съезда по защ. раст. – СПб., 2013. – Т. 3. – С. 28-30.

8. Кудряшова, Л.Ю. Методики определения параметров резистентности к пестицидам в популяции вредителей сельскохозяйственных культур. Американский трипс /Л.Ю. Кудряшова,

Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко //Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих (Метод. рекоменд.). – СПб., 2013. – С. 66-67.