

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ» (ФГБНУ ВИЗР)

На правах рукописи

КУДРЯШОВА ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА

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

Специальность 06.01.07 – Защита растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, заслуженный работник  
сельского хозяйства РФ, главный  
научный сотрудник (ФГБНУ ВИЗР)  
Сухорученко Г. И.

Санкт-Петербург – 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ С АМЕРИКАНСКИМ ТРИПСОМ И МЕРАМИ БОРЬБЫ С НИМ (обзор литературы).....	9
1.1. Систематическое положение, идентификация и выявление.....	10
1.2. Анцестральный ареал и распространение .....	18
1.3. Особенности биологии .....	23
1.4. Приемы борьбы .....	25
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	34
2.1. Характеристика объекта и места проведения исследований.....	34
2.2. Методы учета численности американского трипса .....	36
2.3. Методы биологических исследований .....	41
2.4. Методы оценки биологической эффективности приемов борьбы с трипсом.....	43
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ НОВОГО АДВЕНТИВНОГО ВИДА ТРИПСОВ ПРИ РАЗВИТИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ.....	52
3.1. Развитие американского трипса в онтогенезе .....	52
3.2. Пищевая специализации американского трипса .....	58
3.3. Сезонные изменения численности вредителя в оранжереях ботанического сада СПбГУ.....	76
ГЛАВА 4. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ НАДЗОРА ЗА РАЗВИТИЕМ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА В ОРАНЖЕРЕЯХ.....	84
4.1. Зеленые клеевые ловушки, как метод наблюдений за развитием американского трипса .....	86
4.2. Усовершенствованный метод визуального учета численности американского трипса на декоративных растениях.....	91
ГЛАВА 5. ПРИЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ АМЕРИ-	

КАНСКОГО ТРИПСА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ.....	100
5.1 Агротехнические профилактические приемы снижения численности вредителя в оранжереях.....	101
5.2.Токсичность и биологическая эффективность современных инсектицидов в отношении американского трипса.....	104
5.3. Эффективность совместного использования БТБ и хищного клопа ориуса в борьбе с вредителем в оранжереях.....	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	117
ВЫВОДЫ.....	119
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	142

## ВВЕДЕНИЕ

**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 закрытом 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 трипса 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 нашей работы заключалась в биологическом обосновании приемов ограничения распространения американского трипса в защищенном грунте Северо-Запада РФ.

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 новых мартеинсектицидов 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 (фиточистки 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 мониторинга развития и численности американского трипса в оранжереях с использованием зеленых цветковых ловушек и номограмм, построенных на основе регрессионных моделей;
- 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 профессорско-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 7 научных работ, в том числе 3 – в изданиях, предусмотренных перечнем ВАК РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 148 странице 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 источника, в том числе 92 на иностранных языках.

**Декларация личного участия автора.** Диссертация содержит фактический материал, полученный автором в 2010 -2014 гг. Обработка и анализ результатов исследований выполнены диссертантом при участии специалистов ВИЗР Г.П. Ивановой, Л.И. Нефедовой и Г.Е. Сергеева.

**Благодарности.** Выражаю большую благодарность моему научному руководителю, главному научному сотруднику ФБГНУ ВИЗР, профессору Г.И. Сухорученко за помощь при проведении исследований и оформлении их результатов. За ценные советы, полученные при выполнении работы, выражаю большую признательность главному научному сотруднику ВИЗР профессору Н.А. Вилковой. Благодарю за совместную работу ведущих научных сотрудников ВИЗР Г.П. Иванову, Л.И. Нефедову и Г.Е. Сергеева. За содействие в проведении исследований благодарю заведующего оранжереями ботанического сада СПбГУ Халлинга А.В.

## ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ С АМЕРИКАНСКИМ ТРИПСОМ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

В последние десятилетия резко обострилась проблема проникновения в страны Европейского континента адвентивных (чужеродных) вредных видов из стран Америки, Австралии, Азии, Африки в результате значительного расширения торговли различной сельскохозяйственной продукцией (продукты питания, семена, оранжерейные и тепличные растения), путем туризма, транспорта, и частично путем естественной миграции. По данным ЕОКЗР только за период с 1995 по 2004 г. в Европе было зафиксировано 8889 случаев обнаружения адвентивных видов различных организмов (бактерий, грибов, вирусов, насекомых и др.), среди которых 75,9% составляют насекомые (Roques, Auger-Rozenberg, 2006). Серьезная ситуация с проникновением адвентивных видов биотрофов возникает и в азиатских странах. Так в течение 1859-2003 гг. в результате торговых отношений Японии с европейскими странами и США в нее проникло 447 чужеродных видов насекомых, растительноядных клещей и нематод (Kiritani, Morimoto, 2004). Из их общего числа 58 видов насекомых имеют происхождение из Северной Америки. В 1999 г. в Китае после инвазии из США западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. возникла необходимость в разработке специальной программы борьбы с этим опасным вредителем в тепличных хозяйствах (Reitz et al., 2011).

Внедрение в агроэкосистемы чужеродных видов, против которых еще не разработаны эффективные методы борьбы, приводят к серьезным экологическим и экономическим последствиям (нарушению функционирования агробиоценозов, снижению урожая растений и ухудшению его качества, увеличение нагрузки пестицидов на поля, усложнение торговых отношений и др.) (Vitousek et al., 1997; Mack et al., 2000; Pimentel et al., 2000; Kiritani, Yamamura, 2003; Голубков, 2004; Васильев, 2005; Smith et al., 2007).

Примером завоза адвентивного вида в нашу страну с растительной продукцией является западный цветочный *Frankliniella occidentalis* Perg. Этот

вредитель был обнаружен в 1989 г. в теплицах г. Санкт–Петербург, куда он попал с посадочным материалом гвоздики и хризантемы из Нидерландов (Иванова, и др., 1991). Внедрение этого чужеродного вида в теплицы привело к серьезным нарушениям применявшихся в них систем защиты растений от вредителей. Обострению ситуации способствовал также факт развития высоких показателей резистентности к ФОС и пиретроидам в завезенной популяции западного цветочного трипса (Ivanova, Velikanj, 1995). За несколько лет этот вредитель заселил все тепличные комбинаты Европейской части России и занял лидирующее положение в комплексе вредных членистоногих, что потребовало пересмотра всей системы защиты выращиваемых в них цветочно-декоративных и овощных культур (Великань, Иванова, 2002).

В последнее десятилетие в оранжереи ботанических садов г. Санкт-Петербурга произошло проникновение еще одного адвентивного вида - американского трипса (Другова, Варфоломеева, 2006; Клишина, Великань, 2007). Из-за широкой полифагии и высокой скорости распространения на оранжерейных культурах, этот вид трипса потенциально опасен для овощных и цветочных культур в случае его проникновения в тепличные комбинаты. В связи с этим возникает необходимость изучения биологии американского трипса в новых для него условиях для обоснования мер борьбы, ограничивающих его инвазию в новые места обитания.

### **1.1. Систематическое положение, идентификация и выявление**

Американский трипс *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 относится к классу насекомых (*Insecta*), отряду бахромчатокрылых или трипсов (*Thysanoptera*), семейству *Thripidae*, подсемейству *Thripinae*, роду *Echinothrips*.

В мире в отряде *Thysanoptera* выявлено почти 5500 видов насекомых из 750 родов и 9 семейств (Mound, 2002). Отряд подразделяется на подотряд *Tubulifera* (трубкохвостые - брюшко заканчивается трубкой), включающий около 3100 видов трипсов, и подотряд *Terebrantia* (яйцекладные - с тупым и загнутым концом тела), в состав которого входит около 2100 видов трипсов (Mound, 1997; Moritz et al., 2001). Подотряд *Terebrantia* включает 7 семейств, в том

числе и наиболее представительное по числу видов (около 1750 видов) семейство *Thripidae*, к которому относится род *Echinothrips* (Дорохова и др., 2003). Именно в состав этого семейства входит значительное число видов трипсов, считающихся опасными вредителями различных цветочно-декоративных и овощных культур (Moritz et al., 2000; Иванова и др., 2002).

Род *Echinothrips* впервые был описан D. Moulton в 1911 г. по экземпляру одной самки, обнаруженной на горшечных растениях в Акапулько (Мексика). По этой же самке автором был описан новый вид трипса - *Echinothrips mexicanus* (Moulton, 1911). Еще один экземпляр этого вида, выявленного в 1909 г. в Бразилии (штат Пернамбуку, муниципалитет Олинда) на сливе, хранится в коллекции D. Moulton в Калифорнии (Balley, Cott, 1952).

Американский трипс первоначально был описан A.C. Morgan в 1913 г. из материала, собранного на дикорастущих растениях во Флориде. Этот экземпляр хранится в музее естественной истории в Вашингтоне (Bailey, 1957). Синоним этого вида *Dicryothrips floridensis* был описан J.R. Watson в 1919 г. по экземплярам, собранным в Майями и Бруксвилле (Флорида), а также в Мексике на ряде тропических растений (Watson, 1922).

В настоящее время в род *Echinothrips* входит 7 видов трипсов (Mound, Marullo, 1996; Mound, Kibby, 1998). Один из представителей этого рода *Echinothrips subflavus* Hood – монофаг, обитающий на вечнозеленых хвойных деревьях семейства сосновых рода *Tsuga* на востоке Северной Америки. Он отличается от других видов рода *Echinothrips* желтой окраской тела, так как окраска остальных видов варьирует от тёмно-коричневой до черной. Два других вида *Echinothrips asperatus* Hood и *Echinothrips pinnatus* Hood, описаны по единственным экземплярам самок, собранным в южной Бразилии, в настоящее время эти виды отмечаются как вредители сои (Monteiro, 2002). Другой вид - *Echinothrips selaginellae* Mound известен только в Коста-Рике и питается только одним видом травянистых споровых растений рода *Selaginella*. Виды *E. mexicanus* и *Echinothrips caribbeanus* Hood

морфологически близки к американскому трипсу, что объясняется их внутри- и межпопуляционной вариабельностью в связи с полифагией и широким распространением на Северо-Американском континенте и островах Карибского моря.

Американский трипс относится к насекомым с полным превращением (*Holometabola*) и проходит в своем развитии стадии яйца, личинки (2 возраста), пронимфу, нимфу и имаго (Opit, 1997; Marullo, 1999).

Оба пола - крылатые. Окраска имаго американского трипса, как правило, варьирует от темно-бурой до черной с красной пигментацией между сегментами (рис. 1 А). Длина тела самки 1,1-1,6 мм, самца 1,0-1,2 мм (Ostrauskas, 2002; Vierbergen et al., 2006). Однако размеры насекомого могут существенно меняться в зависимости от вида кормового растения. Так размеры самок трипса при питании на алоказии (*Alocasia sp.*) сем. ароидных (Araceae) составляют 1,4 мм, на фикусе (*Ficus sp.*) сем.тутовые (Moraceae) - 1,4 мм (Чумак и др., 2005).



А (ориг.)



Б (РНА & NGIA, 2010)

Рис. 1. *E.americanus* имаго, внешний вид

По данным S.Trdan с соавторами (2003) длина головы трипса равна ее ширине, переднеспинка такой же длины, как и голова. Усики 8-члениковые, заканчиваются острием, состоящим из последних четырех члеников. Первый и второй членики усиков темные, третий светлый, четвертый и пятый со светлым основанием, последние три членика темные (рис. 1Б). Ноги коричневые с желтым основанием бедер, вершинами голеней и лапками.

Лапки двучлениковые. Поверхность тела сетчатая, ячейки на голове поперечно-вытянутые, ячейки на средней части переднеспинки округлогранные (рис. 2.).



Рис. 2. *E. americanus*, голова и переднеспинка ([www.padil.gov.au/pbt](http://www.padil.gov.au/pbt)).

Крылья затемненные с более светлым основанием и легкой перевязью на вершине, без сетчатых структур. Передние крылья с длинным рядом щетинок, длина которых превышает длину крыла (рис. 3.). Щетинки на крыльях и переднеспинке «головчатой формы», то есть, притуплены и слегка расширены на вершине (Baranowski, 1998; Malais, Ravensberg, 2005). Срединные дорсальные щетинки брюшка располагаются близко друг к другу, на боках сегментов есть ряды микротрихий. На VIII сегменте брюшка гребень хорошо развит, полный.



Рис. 3. *E. americanus*, крыло ([www.padil.gov.au/pbt](http://www.padil.gov.au/pbt)).

Яйцо удлиненной формы, беловатое, откладывается самками в ткань листа (Ostrauskas, 2002).

Личинки полупрозрачные, желтоватой окраски, глаза красные (рис. 4 А). В зависимости от возраста и питания личинок окраска может меняться. Личинки младших возрастов прозрачно-белые, личинки старшего возраста светло-желтые или желто-серые. Дорсальная поверхность не имеет видимой скульптуры. Развитая личинка достигает 0,9 мм (Чумак, 2011).



А (PNA & NGIA, 2010)



Б (Pijnakker, et.al., 2011)



В (Pijnakker, et.al., 2011)

Рис. 4. *E. americanus*, А – личинка; Б -пронимфа; В – нимфа.

Пронимфа беловатая (рис. 4 Б), отличается двумя наружными зачатками крыльев и антенны направлены вперед. Нимфа беловатая (рис. 4 В.), зачатки крыльев длинные и антенны загибаются за голову полностью. Нимфа I и II возраста не питаются и не двигаются, если их не потревожить, что может замедлить развитие (Karadjova, Krumov, 2003; [www.lfp-bw.de/Fach](http://www.lfp-bw.de/Fach); [www.padil.gov.au\\_pbt\\_index.pdf](http://www.padil.gov.au_pbt_index.pdf)).

**Выявление американского трипса.** Сложность выявления американского трипса как в открытом, так и в закрытом грунте связала с большим числом его кормовых растений, относящихся к разным ботаническим семействам (Collins, 1998; Vierbergen, 1998).

Наиболее распространенным методом выявления американского трипса, как и других видов трипсов, является визуальное обследование заселенных растений с помощью ручной или налобной лупы (Varga et. al., 2010). Так как благодаря темной окраске имаго трипса хорошо видны на зеленой поверхности листьев, то при обследованиях, в первую очередь, обращают внимание на заселенность растений именно этой стадией развития насекомого. Поскольку, по имеющимся литературным данным известно, что все стадии развития американского трипса располагаются как на верхней, так и на нижней поверхности листовой пластинки (Oetting, Beshear, 1980), то при обследованиях обязательно просматривают обе стороны листьев.

Выявлять американского трипса можно и по наличию на листьях небольших хлоротических пятен с мелкими проколами эпидермиса, которые образуются в результате питания имаго и личинок трипса их тканями. Но при этом следует учитывать, что этот тип повреждений характерен и для растительноядных клещей (Malaris, Ravensberg, 2005). В местах питания личинок американского трипса наблюдаются также загрязнения листьев темными каплями фекалий, но на этот показатель нельзя полностью ориентироваться при обследованиях, так как подобный тип повреждений вызывается и оранжерейным трипсом *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche (Oetting, Beshear, 1993).

Визуальные обследования растений разных видов на заселенность американским трипсом требуют тщательности в их проведении и высокой квалификации обследователя. Они, как правило, бывают эффективными в случаях высокой заселенности растений вредителем, но при низкой его численности трудоемкость обследований значительно возрастает.

В связи с этим более быстрым методом выявления американского трипса в оранжереях при низкой его численности является метод «отряхивания» насекомых в сачок или на чистую поверхность путем постукивания черешков листьев небольшим тяжелым шпателем (Mirab-Baloum et. al., 2010; PNA & NIGA, 2010).

Поскольку имеются определенные трудности раннего обнаружения трипсов в закрытом грунте, для этой цели рекомендуется использование цветочных клеевых или водных ловушек (Brødsgaard, 1989; Ravensberg et al., 1992; Степанычева, 1995,1998; Чумак, 2011). Однако, используемые в теплицах Нидерландов клеевые ловушки желтого и синего цвета для наблюдений за популяциями разных видов насекомых, в том числе и западного цветочного трипса, мало эффективны для учетов американского трипса даже при высокой его численности (Kaas, 2001). В связи с этим автором разрабатывался оперативный метод визуального учета американского трипса на листьях кувшиночника (*Nepenthes coccinea* L.) сем. Nepenthaceae. Установлено, что распределение американского трипса на листьях этого растения адекватно описывается негативным биномиальным распределением (Kaas, 2001). Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что визуальный метод требует трудоемких подсчетов численности.

**Идентификация американского трипса.** Известно, что в настоящее время в закрытом грунте обитает, как правило, несколько видов трипсов. Так по данным П.Я. Чумака (2011) в Ботаническом саду им. академика О.В. Фомина г. Киева (Украина) на различных тропических и субтропических культурах зарегистрировано 11 видов трипсов из 9 родов из 2 семейств. В теплицах Северо-Западного региона, выращивающих овощные и цветочно-декоративные культуры, выявлено 12 видов трипсов, относящихся к 7 родам семейств *Thripidae* и *Phlaeothripidae* (Великань, 1997; Великань, Доброхотов 2005). В последнее десятилетие в оранжереях БИН РАН (Санкт-Петербург) было обнаружено 3 вида трипсов (западный цветочный, табачный и американский) (Варфоломеева, 2009). Для эффективной защиты растений закрытого грунта от комплекса трипсов требуется точное диагностирование составляющих эти комплексы видов, учитывая различия в их биологии и вредоносности.

Как правило, для видовой идентификации трипсов используются хорошо описанные в литературе морфологические систематические признаки,

которые устанавливают по постоянным микропрепаратам под микроскопом (Moulton, 1911; Bailey, 1957; Дядечко, 1964; Mound, Marullo, 1996).

Ключ для идентификации американского трипса разработан L.A. Mound, R. Marullo (1996), в соответствии с которым имаго этого вида отличается от имаго других видов трипсов темно-коричневой окраской тела с красной пигментацией между сегментами и сетчатой скульптурой тела, тонкими антеннами не менее чем с двумя желто-окрашенными сегментами, тонкими передними крыльями с поперечными темными и светлыми полосами и длинными щетинками, двухцветными ногами с коричневыми бедрами и интенсивно желтой голенью и др. Гораздо сложнее его идентифицировать по личиночным стадиям развития.

В последнее десятилетие разработаны методы идентификации насекомых, основанные на использовании молекулярно-генетических методов, позволяющих очень точно определять их видовую принадлежность (Hide, Tait, 1991). Это стало возможным благодаря развитию такой технологии, как полимеразная цепная реакция (ПЦР-анализ), использующей анализ полиморфных рестрикционных фрагментов разной длины амплифицированного участка рибосомальной ДНК (Saiki et al., 1998). ПЦР-анализ оказался удобным и для молекулярной идентификации различных видов трипсов. С использованием этой реакции было проанализировано 10 видов трипсов, включая американского трипса, с секвенированием фрагмента амплифицированного митохондриального гена COI длиной 433 bp., который оказался специфичным для каждого вида (Brunner et al., 2002). В частности, S. Trdan с соавторами (2003) описал генетическую структуру американского трипса по полиморфизму ITS1-5,8S-ITS2 участка рибосомальной ДНК с длиной около 1550 bp. (bp. = н.о. – нуклеотидных оснований). Эта технология была эффективной для идентификации видовой принадлежности трипсов не только по имаго, но и по личиночным стадиям (Moritz et al., 2000; Wei, 2010). В настоящее время создается компьютеризированный интерактивный ключ

выявления видов трипсов, объединяющей классический и молекулярные методы их идентификации (Moritz et al., 2000).

## 1.2. Анцестральный ареал и распространение

Американский трипс является единственным представителем рода *Echinothrips*, который распространился за пределы своего анцестрального ареала. В таблице 1 представлено хронологическое и пространственное распространение этого вида трипсов с начала XX века по настоящее время.

Таблица 1.

Распространение трипса *E. americanus* в разных странах мира

Год обнаружения	Страна	Авторы
XX век		
1913	США, Куинси (Флорида)	Bailey, 1957
1919	Мексика	Watson, 1922
1970		Naime, 1973
1927	Бермудские острова	Nakahara, Hilburn, 1989 Oetting, 1998
1973	США, штат Джорджия, Калифорния, Флорида	Beshear, 1973
1984		Oetting, 1987
1981	Гавайские острова	Mitchell, 1983
1989	Великобритания, Бренфорд	Collins, 1998
1993	Нидерланды	Vierbergen, 1998; Roy, 2005
1994	Канада, Британская Колумбия, долина Фрейзер	Opit et al., 1997
1995	Бельгия	Collins, 1998
1995	Германия	EPPO, 1999; Kahrer, Lethmayer, 2000
1997/1998	Баден-Вюнттерберг	www.lfp-bw.deFach
1996	Ирландия	Dunne, O'Connor, 1997
1996/1997	Франция	Reynaud, 1998; Marullo, Pollini, 1999
1997	Норвегия	Kobro, 2003
1998	Чешская Республика, Южная Богемия	EPPO, 1999
		Kahrer, Lethmayer, 2000
1998/1999	Италия, Пьемонт	Marullo, Pollini, 1999 Pellizzari, Monta, 2004
1999	Япония	Itoh, Ohno, 1999
1999	Швеция	Nedstam, 2001
1999	Израиль	Strasse, Kuslitzky, 2011-2012
2000	Польша	Labanovski, 2007
2000	Австрия, Вена	Mound, 2000
2000	Таиланд	Mound, 2000
2000	Китай, Пекин	Mirab-Baloum et al., 2010

		Stuart et. al., 2011
XXI век		
2001	Словения	Trdan et. all, 2003
2001	Болгария, София	Karadjova, Krumov, 2003, 2009;
2002	София, Пловдив, Бургес	Krumov, Karadjova, 2007
2002	Литва	Ostrauskas, 2002
2003	Япония	Itoh et al., 2003 Kiritani, Morimoto, 2004
2004	Румыния	Collins, 1998
2003	Сербия, Белград	Andjus et. al., 2009
2005	Венгрия	Karadjova, Krumov, 2003
2005	Украина	Чумак, 2011
2005	Россия	Другова, Варфоломеева, 2006
2007	Пуэрто-Рико	Viteri et. al., 2009
2008	Словакия	Varga, Fedor, 2008
2008	Саудовская Аравия, Аль-Таив	Al-Barty, 2011
2010	Новая Гвинея	Rane, Klick, 2010

Происхождение американского трипса исследователи связывают с субтропической зоной юго-восточной части США, где он широко встречается в природе. Впервые этот вид был обнаружен в 1913 г. во Флориде (Куинси) на чемерице индийской (зеленой) *Veratrum viridae* Aiton (сем. Melanthiaceae) (Bailey, 1957). В 1919 г. он был выявлен в Мексике на растениях гуаявы (*Guava sp.*) сем. миртовых (Mirtaceae), арракачи (*Arracacia xanthorihiza* Bancr.) сем. сельдерейных (Apiaceae), пассифлоры (*Passiflora sp.*) сем. страстоцветных (Passifloraceae), а также на ряде представителей (малина, слива) сем. розоцветных (Rosaceae) (Watson, 1922). В последующем американский трипс значительно расширил свой ареал, распространившись по всему Юго-Востоку Северной Америки от Флориды до штатов Нью-Йорк и Айова. Он был также выявлен на травянистых растениях в естественных ландшафтах Джорджии, Теннесси, Южной Каролины, Миссури, Иллинойса, Мериленда, Калифорнии (Bailey, 1957; Stannard, 1968; Beshear, 1973; Oetting, 1987; Oetting et al., 1993; Vierbergen, 1998). Начиная с 1984 г. американский трипс стал серьезным вредителем пуансеттии (*Poinsettia pulcherrima* Willd ex Klotzsch) сем. молочайные (Euphorbiaceae), хризантемы, а также ряда

овощных культур, выращиваемых в теплицах США (Oetting, 1987). Распространение американского трипса происходило и на север Северной Америки, о чем свидетельствует его появление в 1994 г. в качестве вредителя пуансетии, перца овощного (*Capsicum annum L.*) сем. пасленовых и огурца *Cucumis sativus L.* сем. тыквенных (Cucurbitaceae) в теплицах Британской Колумбии (Канада) (Opit et al., 1997).

Всего в США было выявлено 40 культурных и 59 дикорастущих видов растений, на которых питается американский трипс, отдавая особое предпочтение представителям сем. бальзаминовых (Balsaminaceae) и ароидных (Stannard, 1968; Oetting et. al., 1993).

Есть мнение, что первое обнаружение американского трипса в примыкающей к Калифорнии территории Мексики в 1919 г. и повторное - в 70 гг. прошлого столетия, является результатом его завоза в эту страну с растительной продукцией (Watson, 1922; Naime, 1973).

Наиболее ранняя регистрация американского трипса за пределами Северной Америки была отмечена в 1927 г. на Бермудских островах, где он был обнаружен на сингониуме (*Synгонium sp.*), диффенбахии (*Dieffenbachia sp.*), спатифиллуме (*Spathiphyllum sp.*) сем. ароидных, акалифе (*Acalypha sp.*) сем. молочайных (Euphorbiaceae), драцене (*Dracaena sp.*) сем. агавовых (Agavaceae) и фикусе (Nakahara, Hilburn, 1989). В последующем этот вид трипса был завезен на Гавайи (Mitchell, 1983) и, начиная с 2007 г., развивался в теплицах экспериментальной станции Рио-Педрас (Пуэрто-Рико) в качестве спорадического вредителя сои (Viteri et al., 2009).

Первый случай обнаружения американского трипса на Европейском континенте связан с его завозом в 1989 г. в Великобританию с тропическими растениями, являющимися кормом для экзотических бабочек в Syon Butterfly House (Брентфорд) (Collins, 1998). Однако инвазия американского трипса в Европейских странах началась в 1993 г., когда фитофаг был завезен в Нидерланды с сингониумом из США, где он развивается в теплицах на различных цветочных растениях, перце овощном и на таком сорном

растении, как сердечник шершавый (*Cardamine hirsuta* L.) сем. Brassicaceae (Vierbergen, 1998).

Именно из Нидерландов происходило дальнейшее распространение вредителя в разные страны Европы. Так в 1995 г. именно из этой страны он был повторно завезен в Великобританию с диффенбахией, гибискусом и сингониумом (Collins, 1998), а также в Бельгию. В этом же году вредитель попал с сингониумом в теплицы Германии, а через три года он уже заселял в них бегонию (*Begonia* sp.) сем. бегониевых (Begoniaceae), людвигию (*Ludwigia* sp.) сем. онагриковые (Onagraceae) и диффенбахию (Kahrer, Lethmayer, 2000). В 1997 г. американский трипс был завезен с гибискусом во Францию (Reynaud, 1998; Marullo, Pollini, 1999), в 1998 г. - в теплицы Южной Богемии (Чехия) (EPPO, 1999; Kahrer, Lethmayer, 2000) и в 1999 г. - в теплицы Пьемонта (Италия) (Marullo, Pollini, 1999; Pellizzari, Monta, 2004).

Для привлечения внимания к американскому трипсу, как опасному вредителю выращиваемых в теплицах культур, он был включен в 1999 г. в EPPO Aler List, то есть сигнальный список вредителей, имеющих карантинное значение для стран-членов ЕОЗР (Ижевский, 2008; Ижевский, Миронова, 2008; Масляков, Ижевский, 2011). Однако, активное расселение американского трипса в теплицах Европы, а также установленный ЕОЗР средний фитосанитарный риск этого вида, послужили основанием для его исключения в 2000 г. из сигнального списка.

Снятие ограничительных карантинных мер способствовало дальнейшему распространению американского трипса по странам Европы. Так в 2000 г. он был обнаружен в теплицах г. Вена (Австрия) (Mound, 2000). В этом же году он был завезен с азалией (*Rhododendron simsii* L.) из Нидерландов в теплицы Польши. В течение 2001-2007 гг. вредитель заселил такие выращиваемые в них цветочные и декоративные растения, как гибискус (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), филодендрон (*Philodendron selloum* L.), акалифа щетиноволосистая (*Acalypha wilkesiana* L.), хризантема крупноцветковая (*Chrysanthemum x grandiflorum* Ramat.), диффенбахия пятнистая (*Dieffenbachia maculata*

(LODD.) G.DON.), шеффлера древесная (*Schefflera arboricola* (Hayata) Kanehira), сингониум (*Syngonium podophyllum* Schott), гибриды бальзамина *Impatiens* sp. и абутилона *Abutilon* sp., японский шпиндель (*Euonymus japonicum* Thunb.), плантариум (*Rhaphidophora aurea* Linden & André), плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.), циссус ромболистный (*Cissus rhombifolia* L.) (Labanovski et. al., 2007).

В теплицах Словении американский трипс был впервые выявлен в 2001 г. на гибискусе (Trdan et al., 2003) и других декоративных растений в теплицах г. Софии, а уже в 2002 г. он в массе встречался на цветочных рынках Софии, Пловдива и Бургеса (Karadjova, Krumov, 2003; 2009; Krumov, Karadjova, 2007). В этом же году американский трипс был завезен в Литву с каладиумом (*Caladium* sp., сем. ароидные) (Ostrauskas, 2002). В 2004 г. он впервые был зарегистрирован в теплицах Румынии (Vierbergen, 2006) и в 2005 г. - в цветочных магазинах Белграда (Andjus et al., 2009). В этом же году этот вид был обнаружен в Венгрии (Karadjova, Krumov, 2003; Vierbergen et al., 2006). В Ботанические сады Словакии он проник в 2008 г. (Varga, Fedor, 2008). Известно также, что американский трипс развивается в теплицах Норвегии (Kobro, 2003), Швеции (Nedstam, 2001) и Ирландии (Dunne, O'Connor, 1997).

В юго-восточной Азии американский трипс был впервые зафиксирован в 1999 г. в Японии (Itoh, Ohno, 1999; Itoh et al., 2003; Kiritani, Morimoto, 2004), в 2000 г. - в Таиланде, где он был выявлен в высокой численности на тропическом растении сем. *Pontederiveaceae* - водяном гиацинте *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms. (Mound, 2000). В этом же году он был обнаружен на перце овощном в теплицах Пекина, а затем и Шанхая. Предполагают, что, с материкового Китая он попал на Тайвань (Mirab-Baloum et al., 2010; Zhu et al., 2013). Имеются также данные о появлении этого трипса в теплицах Новой Гвинеи на бальзамине (Rane, Klick, 2010).

Фауна трипсов Израиля представлена 157 видами, в том числе 32 адвентивными, в число которых в 1999 г. был включен и американский трипс, выявленный на травянистом растении кенгуровая лапка (*Anigozanthos*

*sp.*) сем. *Hamodoraceae* и вечнозеленом дереве питтоспоруме (*Pittosporum sp.*) сем. *Pittosporaceae* (Strasse, Kuslitzky, 2011-2012). В 2008-2009 гг. американский трипс был зарегистрирован в качестве вредителя, повреждающего листья, цветки и плоды граната (*Punica sp.*) сем. дербенниковые (*Lythraceae*) в Саудовской Аравии (Al-Barty, 2011).

На Украине, как и в России, американский трипс был впервые обнаружен в 2005 г. в Ботаническом саду им. академика О. В. Фомина г. Киева на алоказии (*Alokasia sp.*, сем. ароидные) и фикусе (Чумак, 2011).

Анализ приведенных выше сведений по распространению американского трипса в разных странах мира свидетельствует о том, что в районах субтропического и тропического климата (Юго-Восток США, Мексика, Гавайи, Пуэрто-Рико, Израиль, Саудовская Аравия) этот вид отмечается в природных условиях, как на травянистой растительности естественных ландшафтов, так и на культурных видах растений. В условиях более мягкого климата Европы он развивается в теплицах на различных видах растений, включая сорные. Вместе с тем имеется сообщение, что под г. Veen (Нидерланды) на растительности около теплиц было обнаружено несколько экземпляров самок американского трипса (Vierbergen, 2001). Этот факт свидетельствует о том, что со временем вредитель может адаптироваться к условиям открытого грунта и на Европейском континенте.

### **1.3. Особенности биологии**

По имеющимся данным литературы американский трипс заселяет растения постепенно, начиная с нижних листьев. Все стадии развития этого вида, включая имаго, менее активны, чем западного цветочного трипса, и могут питаться на одном месте продолжительное время (Oetting, Beshear, 1993; Vierbergen, 1997). Однако при высокой численности американского трипса происходит быстрое расселение вредителя и его обнаруживают даже на цветках растений (Oetting, Beshar, 1993; Varga et al., 2010).

Имаго американского трипса обитают как на верхней, так и на нижней стороне листовой пластинки. Личинки развиваются, в основном, на нижней

стороне листа. Нимфальные стадии, которые у других видов трипсов развиваются в субстрате, также остаются на растениях на нижней стороне листьев (Oetting, Beshar, 1980; 1993; Vierbergen, 1997).

Установлено что, самка трипса начинает откладывать яйца при температуре 20-25 °С через 24 часа после появления. Яйца откладываются по одному в прорези листовой пластинки (Vierbergen, 1997; [www.lfp-bw.de/Fach](http://www.lfp-bw.de/Fach)). Средняя продолжительность жизни самки 38-42 дня, а ее плодовитость колеблется от 70 до 167 яиц (Oetting, 1993; Vierbergen, 1997; Kaas, 2001; Karadjova, Krumov, 2003; Pijnakker et al., 2011). Имаго трипсов бисексуальны и могут размножаться как половым, так и аренотокическим путем (Oetting, Beshear, 1993; Li et al., 2014). Это сказывается на плодовитости и продолжительности жизни самок, показатели которых существенно увеличиваются при половом размножении (Li et al., 2012).

Важным фактором, влияющим на длительность развития разных стадий американского трипса, является температура окружающей среды (табл. 2). Наиболее благоприятный температурный режим для эмбрионального развития трипса находится в интервале от 25 до 30 °С, при котором яйцо развивается приблизительно 7 дней (Oetting, Beshear, 1993; Vierbergen, 1997).

Таблица 2.

Продолжительность развития американского трипса при разных температурных режимах на пуансетии (Oetting, Beshear, 1993).

Температура	Продолжительность развития, сутки					
	Яйцо	Личинка I	Личинка II	Предкуколка	Куколка	От яйца до имаго
20° С	15,3	4,2	7,6	1,9	4,8	33,8
25° С	7,7	2,6	3,0	0,9	1,5	15,7
30° С	5,8	2,5	1,2	0,6	1,7	11,8
25° С днем и 20° С ночью	8,8	3,6	5,8	1,6	3,1	22,9

Этот же температурный режим наиболее благоприятен и для развития личиночных и нимфальных стадий, в результате чего на развитие трипса от яйца до имаго требуется примерно 12 - 16 дней. В условиях переменных температур продолжительность развития трипса увеличивается до 23 дней (табл. 2). Имеются также данные об угнетающем действии на развитие трипса температур выше 35 °С, что проявляется в увеличении смертности личинок и нимф. Однако непродолжительное время он может переносить нулевую температуру без ущерба для своего развития (Oetting, Beshear, 1993; Vierbergen, 1997).

Имеются также сведения о влиянии на развитие американского трипса кормового растения. Так при одинаковых условиях содержания развитие вредителя на огурце ускорялось на пять дней в сравнении с его развитием на перце (табл. 3).

Таблица 3.

Продолжительность развития американского трипса на различных растениях-хозяевах при температуре днем 23<sup>0</sup> С (14 часов) и 19<sup>0</sup> С ночью (10 часов) (Opit et al., 1997).

Стадия развития	Огурец	Перец
Яйцо	15,6±1,8	15,0±2,1
Личинка 1-го возраста	3,6±0,8	6,0±2,1
Личинка 2-го возраста	2,1±0,4	5,5±1,2
Пронимфа + Нимфа	5,2±0,9	5,2±1,0
Развитие стадий от яйца до имаго	26,5±3,9	31,7±6,4

Отмечается способность американского трипса формировать микропопуляции, отличающиеся эколого-морфологической структурой, на разных кормовых растениях, что, по мнению авторов, необходимо, учитывать при организации защитных мероприятий (Чумак, Мазур, 2011).

#### 1.4. Приемы борьбы

Американский трипс может наносить серьезные повреждения заселяемым растениям, вызывая сначала скручивание, а затем и отмирание листьев (рис. 5а). Кроме того, наблюдается загрязнение листьев фекальными

выделениями в местах питания трипса (рис 5б). Все это приводит к потере товарных качеств декоративных растений.



А



Б

Рис 5. Характер повреждений, наносимых американским трипсом декоративным растениям (А – кислица; Б – роза, горшечная культура) (ориг.)

Происходящая в результате повреждений американским трипсом потеря листового аппарата существенно сказывается на продуктивности растений. Так в теплицах США были отмечены значительные потери урожая таких овощных культур, как перец и огурец, вызываемые этим вредителем (Opit et al., 1997; Malais, Ravensberg, 2005). Считается, что экономическим порогом вредоносности американского трипса может служить плотность 10 особей трипса на лист, так как при более высоких плотностях, например 30-40 особей на лист, наблюдаются сильные повреждения и возникает необходимость в неотложных мерах борьбы с ним. В 1997 г. в результате массового размножения этого вредителя в ряде тепличных хозяйств Нидерландов наблюдалось сильное повреждение сладкого перца. Это проявилось в опадении нижних листьев, приведшему к оголению стеблей молодых растений до высоты 30-40 см, что потребовало срочного применения инсектицидов и нарушило хорошо отлаженную систему интегрированной защиты культуры (Валентин, 1997; Vierbergen, 1997).

В России для защиты растений закрытого грунта от инвазионных видов вредителей разработан комплекс карантинных, профилактических и защитных мероприятий, направленных на предотвращение их

проникновения, своевременное выявление проникших видов и максимальное уничтожение или ограничение их дальнейшего распространения (Оськин, Совершенова, 1996; Ижевский и др., 2000; Совершенова, 2003). Многие из этих мероприятий могут быть использованы и в борьбе с американским трипсом.

**Профилактические мероприятия.** В связи с тем, что американский трипс уже проник в Россию, для ограничения его распространения внутри страны большое значение приобретает внутривладельственный карантин, предусматривающий проверку приобретенных растений не менее месяца в специальных карантинных помещениях; систематический осмотр и уничтожение заселенных им декоративных растений путем сжигания в специально отведенном месте; регулярное уничтожение сорных растений, являющихся резервуарами различных видов трипсов не только внутри культивационных помещений, но и прилегающих к ним территорий.

К важным профилактическим мероприятиям относится предотвращение проникновения американского трипса в теплицы путем использования защитных экранов для закрытия вентиляционных отверстий, дверных и оконных проемов, укрытия растений и др. (Roosjen, 1992; [www.agf.gov.bc.ca](http://www.agf.gov.bc.ca)).

Несомненный интерес в борьбе с американским трипсом представляет такой прием, как высаживание «растений накопителей» рядом с наиболее ценными растениями для привлечения и уничтожения части его популяции. Во избежание активного размножения трипса необходимы регулярные наблюдения за его появлением и развитием для своевременного проведения активных мер борьбы, направленных на максимальное снижение его численности (Великань, Иванова, 1998).

В качестве **активных средств борьбы** с американским трипсом за рубежом применяются те же препараты, что и против западного цветочного трипса, включая фосфорорганические соединения, пиретроиды, неоникотиноиды, авермектины, растительный препарат нимацаль. Детально исследовано действие на американского трипса инсектоакарицида вертимек

(д.в. вещество абамектин из класса авермектинов), который в условиях теплиц обеспечивал в течение суток после применения защитный от этого вредителя эффект на уровне 90 % (Oetting, 1987).

В лабораторных исследованиях О. Karadjova и V. Krumov (2003) была определена токсичность для американского трипса ряда инсектицидов из разных химических классов, разрешенных для борьбы с западным цветочным трипсом в теплицах Болгарии. Смертность американского трипса на уровне 80-90% вызывали органофосфаты актеллик и ортен, карбаматы ланнат и мезурол, карбосульфат маршал, пиретроид талстар, неоникотиноид пикадор (д.в. имидаклоприд) и комбинированный препарат нурелл-Д (смесь хлорпирифоса с циперметрином).

В Польше против американского трипса был испытан ряд препаратов из классов неоникотиноидов (конфидор, актара, моспилан), авермектинов (вертимек, биоспин), карбаминов (дикарзол), пиретроидов (талстар, олисект) и препарат биологического происхождения (бионем). Исследования показали, что наилучшие результаты были получены при применении дикарзола и конфидора, вызывавших 70-75 % смертность имаго и личинок вредителя, но они были мало токсичны в отношении нимфальных стадий развития трипса. Смертность нимф и личинок трипса колебалась в пределах 37-56% при применении актары и моспилана, но эти инсектициды были не токсичны для имаго (Łabanowski, 2007).

По данным китайских исследователей имаго американского трипса чувствительны к инсектицидам хлорпирифосу, моспилану (д.в. ацетамиприд), вертимуку, кинмиксу (д.в. бета-циперметрин) и спинтеру (д.в. спиносин) (Zhu et al., 2013). Однако, в качестве перспективного средства борьбы с трипсом они отдают предпочтение спинтору – препарату биогенного происхождения.

Необходимо отметить, что использование инсектицидов органического синтеза в борьбе с американским трипсом не всегда бывает успешным из-за развития у него резистентности ко многим инсектицидам. В частности, в

1995 г. в Англии было обнаружено развитие резистентности вредителя к пиретроиду децису (д.в. дельтаметрин), в 1997 г. - к фосфорорганическому инсектициду гептенофосу (Миронова, Ижевский, 2002; Ахатов, Ижевский, 2004). В теплицах Нидерландов эффективность препаратов дихлофоса, абамектина (вертимек), оксамилла (видат Л) и имидаклоприда (адмир) резко снизилась из-за развития резистентности к ним в результате интенсивного использования этих токсикантов на посадках перца. Только в одном из хозяйств оказался эффективным фосфорорганический инсектоакарицид бладафум (д.в. сульфотеп), который, благодаря наличию фумигантной активности, обладал длительным действием на трипса и полностью подавлял его развитие при однократной обработке (Vierbergen, 1997).

Низкая эффективность фосфорорганических препаратов (фуфанон, актеллик) в борьбе с американским трипсом, полученная в Ботаническом саду БИН РАН им. В.Л. Комарова, позволила предположить, что в оранжереи была завезена резистентная к инсектицидам этого химического класса популяция вредителя (Другова, Варфоломеева, 2006). Недостаточная, на взгляд этих авторов, длительность защитного действия актиномицетного препарата спинтор свидетельствует о том, что завезенная в нашу страну популяция вредителя резистентна и к этому токсиканту. Исследованиями И.С. Клишиной (2009) была установлена низкая токсичность пиретроида цимбуша для американского трипса из тропических оранжерей Ботанического сада СПбГУ, по сравнению со стандартными показателями токсичности этого инсектицида для других видов трипсов. Это дало основание считать, что в завезенной в этот ботанический сад популяции вредителя развивается резистентность к данному инсектициду.

В нашей стране из числа применяемых за рубежом против комплекса сосущих вредителей защищенного грунта препаратов разрешены представители классов актиномицетов (акарин, фитоверм, вертимек, спинтор), неоникотиноидов (актара, танрек, конфидор, искра золотая, командор), пиретроидов (арриво, инта-Вир) и фосфорорганических

соединений (фуфанон, новактион, актеллик). Некоторые из этих инсектицидов (вертимек, актара, моспилан, конфидор) обеспечивали высокую эффективность в борьбе с американским трипсом на наиболее заселенных им декоративных растениях в оранжереях СПбГУ при двух или трех обработках (Клишина и др., 2009).

Использование **биометода** в закрытом грунте против трипсов, особенно западного цветочного, на различных овощных и цветочных культурах способствует резкому снижению объемов использования пестицидов и в ряде случаев решает проблему развития резистентности к фосфорорганическим и пиретроидным препаратам в популяциях этих насекомых (Сухорученко и др., 2008). В качестве биологических средств борьбы на овощных и цветочных растениях в теплицах, наряду с микробиологическими препаратами (нимацаль, боверин, немабакт, актофит и др.), широко применяются различные виды хищных членистоногих.

Ведущие европейские фирмы («Koppert», «Entocare») предлагают для борьбы с трипсами в закрытом грунте целый комплекс энтомофагов, среди которых наиболее эффективны хищные клещи р. *Amblyseius* и клопы р. *Orius*. Так хищные клещи *A. cucumeris* Oud. и *A. barkeri* Hughes (*A. mckenziei* Sch. et Pr.) широко применяются в борьбе с западным цветочным и табачным трипсами на овощных культурах в теплицах ряда регионов России (Твердюков и др., 1993; Великань, Доброхотов, 2005).

Среди различных видов хищных клопов р. *Orius* в борьбе с западным цветочным трипсом наиболее эффективны *O. albidipennis* Reut., *O. majusculus* Reut. и *O. laevigatus* Fieb., у которых отсутствует зимняя диапауза при коротком дне и они с успехом применяются на ряде культур (перец, огурец, баклажан, хризантема) в северных районах (Миронова и др., 1999; Сапрыкин, 2002; Сапрыкин, Пазюк, 2003; Степанычева и др., 2004). Высокая эффективность в борьбе с трипсами, оранжерейной белокрылкой, тлями и обыкновенным паутиным клещом была получена при выпуске в теплицах клопов *Anthocoris nemorum* L. и *Anthocoris nemoralis* L. (Сапрыкин, 2002).

Однако, как показали исследования, наиболее эффективно совместное применение хищных клопов и клещей. Например, в теплицах Канады при двукратном выпуске хищного клопа *Orius tristicolor* White и однократном выпуске клеща *A. cucumeris* на огурце и перце к концу вегетационного сезона численность западного цветочного трипса была, практически, снижена до нуля (Tellier et al., 1990).

Некоторые из применяемых в закрытом грунте энтомофагов оказались эффективными и в борьбе с американским трипсом на овощных культурах. Так, высокий защитный эффект (97% снижение численности вредителя) на перце был получен при выпуске в теплицы хищного клопа *Orius insidiosus* Say. (Opit et al., 1997). Менее эффективными, по данным этих же авторов, были хищные клещи р. *Amblyseius*, снижавшие численность американского трипса только на 60-70% (табл. 4).

Таблица 4.

Изменения численности американского трипса на перце при выпуске в теплицы хищных членистоногих (Opit et al., 1997)

Вариант опыта	Плотность разных стадий развития трипса на лист по повторностям			Средняя плотность
	1	2	3	
Контроль без хищника	36	44	249	109,7
Выпуск <i>A. cucumeris</i>	93	18	15	42,0
Выпуск <i>A. degenerans</i>	37	23	-	30,0
Выпуск <i>O. insidiosus</i>	0	10	3	4,3

В борьбе с американским трипсом в тропических оранжереях Ботанического сада БИН РАН была получена 80-95% эффективность в течение двух месяцев при совместном использовании хищных клопов р. *Orius* (*O. majusculus* Reut., *O. laevigatus* Fieb., *O. strigicollis* Popp.) и сем. Miridae (*Macrolophus nubilis* H.-S.) (Варфоломеева, 2009; Варфоломеева, Белякова, 2009).

Имеются также предварительные данные об эффективности хищного трипса *Frankinothrips vespiformis* Grauford Dl. и златоглазок *Chrysopa* sp. в борьбе с американским трипсом (Ижевский, Миронова, 2008). Однако, практически, отсутствуют сведения о питании американским трипсом

природных энтомофагов в местах инвазий, за исключением данных о поедании его нимф личинками мух-журчалок в Европе (Wolfgang, 1999).

Среди биологических препаратов несомненный интерес в борьбе с американским трипсом представляет препарат на основе энтомопатогенной нематоды *Steinernema feltiae* Fil. энтонем-F (немабакт), который проявил высокую эффективность на розе в борьбе с нимфами западного цветочного трипса при внесении в тепличный грунт (Данилов, Иванова, 1998). Двукратное применение немабакта в сочетании с выпуском клопов р. *Orius* обеспечивало гарантированную защиту алоказии от американского трипса в тропической оранжерее Ботанического сада БИН (Варфоломеева, 2009).

В Ботаническом саду им. академика О. В. Фомина (г. Киев) против американского трипса были испытаны микробиологические препараты актофит (д.в. аверсектин С) в концентрации 0,2 и 0,4% и фитокомплексон-1 (смесь вытяжки чеснока с рапсовым маслом) в концентрации 0,5 и 1%. Было установлено, что на эффективность этих препаратов существенное влияние оказывает температура воздуха. Так актофит в 0,4%-ной концентрации был высоко эффективен против личинок вредителя при проведении обработки при температуре свыше 20°C, однако при температуре 18°C эффективность препарата резко снижалась. Фитокомплексон-1 в обеих концентрациях был мало эффективен в борьбе с американским трипсом (Чумак, Мазур, 2011).

Изложенные материалы позволяют сделать заключение о возможности использования различных биологических средств ограничения развития американского трипса в оранжереях ботанических садов.

Анализ приведенных в обзоре литературы источников, посвященных американскому трипсу, свидетельствует о том, что распространение этого инвазионного вида происходило антропогенным путем из его анцестрального ареала в Юго-Восточной части Северной Америки на другие континенты.

За последние два десятилетия американский трипс распространился по всей Европе. В России он был впервые обнаружен в 2005 г. в одной из оранжерей Ботанического сада БИН РАН им. В.Л. Комарова (г. Санкт-

Петербург) в высокой численности на драконтинуме, от которого заселился растущий рядом гибискус (Другова, Варфоломеева, 2006). Исследователи предположили, что этот фитофаг попал в ботанический сад с приобретенной ранее диффенбахией. Можно полагать, что американский трипс появился в нашей стране значительно раньше 2005 г., так как в результате проведенных в 2006 г. наблюдений в другом Ботаническом саду г. Санкт-Петербурга - СПбГУ, он был выявлен на 29 видах растений из семейств ароидных, молочайных, мальвовых, пассифлоровых (Клишина, Великань, 2007). За очень короткий период времени (2005-2009 гг.) американский трипс с большой скоростью распространился в тропических и субтропических оранжереях обоих садов, заселив 101 вид растений из 51 семейства (Клишина, Другова, 2009).

Учитывая высокую скорость распространения американского трипса в оранжереях ботанических садов г. Санкт-Петербурга, был проведен анализ его фитосанитарного риска по схеме ЕОКЗР (Клишина, 2009). Анализ подтвердил большую степень вероятности проникновения этого фитофага в тепличные хозяйства нашей страны с импортируемой растительной продукцией. В этой связи возникла необходимость в разработке оперативных методов выявления и приемов локализации американского трипса, препятствующих его дальнейшему расселению в закрытом грунте на основе изучения особенностей биологии этого вида в условиях Северо-Западного региона. Необходимость в разработке таких приемов подтверждается фактом обнаружений вредителя в 2014 г. на культуре тепличной розы в трех тепличных комбинатах в другом регионе России - Подмосковье (Ахатов, 2015).

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2010–2013 гг. во время аспирантской подготовки в лаборатории экотоксикологии (в настоящее время агроэко-токсикологии) Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений. Основной объем исследований был выполнен в ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного университета, в лаборатории экотоксикологии и в изолированном боксе теплиц ВИЗР.

### 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). Если в тропических оранжереях Ботанического сада БИН РАН им. В.Л. Комарова, наряду с американским, развиваются западный цветочный и табачный трипсы (Варфоломеева, 2009), то в аналогичных оранжереях Ботанического сада СПбГУ - только американский трипс. За трехлетний период наблюдений только в 2011 г. нами были выявлены единичные экземпляры табачного трипса (*Thrips tabaci* L.), в 2012 г. – декоративного (*Hertinothrips femoralis* Reuter). В тоже время постоянными вредителями выращиваемых в тропических оранжереях СПбГУ растений были: оранжерейная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* W.), приморский мучнистый червец (*Pseudococcus affinis* Mask.), мягкая ложнощитовка (*Coccus hesperidum* L.) и обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch), составляющие основной комплекс фитофагов, против которого в оранжереях проводятся регулярные химические обработки.

Исторически ботанические сады России были первыми научными ботаническими центрами. Именно одним из таких центров является ботанический сад СПбГУ (рис. 6), который был создан в 30-е годы XIX века ([www.bio.spbu.ru](http://www.bio.spbu.ru)). Его первая территория располагалась на Менделеевской линии вдоль фасада здания 12-ти коллегий. В 1847 г. утвердилось официальное название этого участка коллекций – «Ботанический сад при

Университете». В 1868 г. состоялась торжественная закладка здания для учебной оранжереи и ботанической аудитории, а в 1872 г. оранжереи начали выращивать первые растения. В 1901 г. на территории сада был заложен парк-дендрарий, насчитывавший до тысячи видов древесных и травянистых растений.



Рис. 6. Общий вид оранжерей ботанического сада СПбГУ ([www.rutraveller.ru](http://www.rutraveller.ru))

В настоящее время только в оранжереях с тропическим типом климата, площадь которых составляет 1300 м<sup>2</sup>, насчитывается более 2500 видов тропических и субтропических растений. Основным направлением научной деятельности сада, одного из важнейших научно-исследовательских подразделений университета, повышающего уровень и качество обучения студентов биологов, является природоохранная тематика. Коллекции живых растений ботанического сада позволяют проводить занятия и экскурсии со студентами, связанные с их систематикой, морфологией, экологией.

Наши исследования проводились в двух оранжереях сада – с сухим и влажным тропическим климатом. Температура воздуха в оранжерее с сухим тропическим климатом колеблется в пределах 18-25<sup>0</sup>С, относительная влажность воздуха близка к 70 %. Эти условия оптимальны для выращивания растений из семейств ароидных, молочайных, страстицветных, мальвовых, вербеновых, гречишных (Polygonaceae), губоцветных (Lamiaceae),

имбирных (Zingiberaceae), кирказановых (Aristolochiaceae), комбретовых (Combretaceae), коммелиновых (Commelinaceae), кутровых (Aporocynaceae), лунносемянниковых (Menispermaceae), мареновых (Rubiaceae), стеркулиевых (Sterculiaceae), тутовых (Moraceae), цезальпиновых (Caesalpinaceae).

Оранжерея с влажным тропическим климатом характеризуется более высокой, близкой к 30<sup>0</sup> С температурой воздуха и более высокой, находящейся на уровне 88-90 %, влажностью, благодаря регулярным объемным поливам и наличию искусственных водоемов. Выращиваемые в этой оранжерее растения относятся к сем. ароидных, молочайных, мальвовых, тутовых, кутровых, акантовых (Acanthaceae), кисличных (Oxalidaceae), кипрейных (Onagraceae), мелантиевых (Melanthiaceae), савруровых (Saururaceae), частуховых (Alismataceae).

Необходимо отметить, что в оранжереях обоих типов климата одновременно выращиваются отдельные виды растений как субтропического, так и тропического происхождения, в частности, представители семейств ароидных, молочайных и мальвовых.

Так как американский трипс в оранжереях сада с тропическим климатом заселил к началу нашей работы более 86 видов растений из разных ботанических семейств и был единственным представителем фауны трипсов, то эти оранжереи явились хорошей экспериментальной базой для изучения особенностей биологии нового инвазионного вида и оценке приемов борьбы с ним.

## **2.2. Методы учета численности американского трипса в оранжереях**

Наблюдения за развитием американского трипса в оранжереях ботанического сада проводили с использованием общепринятого визуального метода учета его численности на листьях различных видах растений в течение года с интервалом в 10 дней.

Поскольку, в оранжереях с тропическим климатом растения отдельных видов представлены одним-двумя экземплярами, то при проведении учетов осматривали все растения конкретного вида. При этом на растениях высотой

ниже 1 м и со слабой степенью облиственности учет проводили на всех листьях одного растения. На растениях высотой более 1 м со значительной степенью облиственности - на 20 листьях, случайно выбранных из разных ярусов растений. Подсчитывали все стадии развития американского трипса как на верхней, так и нижней стороне листьев учетных растений.

Визуальные учеты численности американского трипса на растениях, выращиваемых в оранжереях ботанического сада, весьма трудоемки и требуют больших затрат времени на их проведение. В этой связи решалась задача усовершенствования методов учета численности насекомого. Как было отмечено в обзоре литературы, для надзора за популяциями различных вредителей в теплицах, включая и западного цветочного трипса, используются клеевые ловушки желтого и синего цвета. В тоже время проведенные наблюдения показали, что ловушки этих цветов мало привлекательны в отношении американского трипса даже при его высокой численности (Kaas, 2001). Учитывая этот факт, мы расширили цветовую гамму ловушек для выявления наиболее предпочитаемого американским трипсом цвета с целью усовершенствования метода мониторинга его численности в оранжереях ботанического сада.

Исследование проводили в оранжерее с сухим тропическим климатом, в которой наблюдалось наибольшее число растений, заселяемых американским трипсом в высокой численности. Для опытов были изготовлены стандартные ловушки прямоугольной формы, размером 150 см<sup>2</sup> (10x15 см) из цветных водоотталкивающих полистироловых папок (рис. 7). Сверху на ловушки надевался сменный прозрачный полиэтиленовый экран с энтомологическим клеем.

В 2011 г. оценивали уловистость ловушек четырех цветов: белого (сложный цвет), желтого – длина волны 600-585 нм, зеленого – длина волны 555-520 нм, синего – длина волны 480-450 нм. В 2012-2013 гг. к вышеперечисленным ловушкам были добавлены ловушки красного цвета с длиной волны 700-640 нм.



Рис. 7. Цветовой спектр клеевых ловушек, используемых при изучении цветовой предпочтительности американского трипса (ориг.)

Определение длины волны цвета ловушек проводили согласно стандартной шкале ([www.google.ru/search?q=длина+волны](http://www.google.ru/search?q=длина+волны)):

Длина волны, нм	Название цвета	Пример цвета
более 1100	Инфракрасный	
770-1100	Длинноволновая ближняя часть ИК-диапазона(NIR)	
770-700	Коротковолновая ближняя часть ИК-диапазона(NIR)	
700-640	Красный	
640-625	Красно-оранжевый	
625-615	Оранжевый	
615-600	Янтарный	
600-585	Желтый	
585-555	Желто-зеленый	
555-520	Зеленый	
520-480	Зелено-голубой	
480-450	Синий	
450-430	Индиго	
430-395	Фиолетовый	
395-320	Ультрафиолетовый-А	
320-280	Ультрафиолетовый-В	
280-100	Ультрафиолетовый-С	

Ловушки подвешивали на специально изготовленные штативы с учетом высоты оранжевых растений. Для этого были проведены специальные наблюдения по оценке степени уловистости трипса ловушками в зависимости от их высоты. Так, в опытах 2011 г. было предусмотрено два варианта размещения ловушек по высоте: возле растений с высотой до 1 м (аризема, сингониум, традесканция) ловушки размещались на высоте 60 см; возле растений выше 1 м (домбея, гибискус, филлантус) - на высоте

примерно 120 см. Ловушки устанавливались непосредственно около заселенных растений. Повторность опыта двукратная. В 2012 и 2013 гг. ловушки размещались по периметру оранжереи на высоте 60 см. Повторность опыта 4-кратная.

Учет численности имаго американского трипса, попавших в ловушки, проводили с интервалом 10 дней. После загрязнения экран меняли, подсчитывая общее число уловленных каждой ловушкой насекомых в лаборатории с использованием стереоскопического микроскопа ZEISS CL 6000 LED при увеличении 10x23x2.

Усовершенствование визуального метода учета численности американского трипса на разных кормовых растениях в оранжереях проводилось совместно с ведущим научным сотрудником Г.Е. Сергеевым (лаб. агроэкотоксикологии, ВИЗР). Был предложен метод, позволяющий оценивать плотность трипса на один лист заселенного растения по проценту заселенных им листьев на основе соответствующих регрессионных моделей. Исходными данными для построения этих моделей послужили результаты учетов численности трипса, проведенные в 2012 г. на пяти видах тропических растений разных жизненных форм, типизированных по высоте (табл. 5).

Таблица 5.

Характеристика растений, использованных в опытах по оптимизации метода учета численности американского трипса

№ п/п	Наименование	Семейство	Жизненная форма
1	<i>S. auritum</i> (сингониум)	Araceae (Ароидные)	Травянистая лиана, длиной до 30 см
2	<i>Mirabilis jalapa</i> (Мирабилис, ночная красавица)	Nyctaginaceae (Никтагиновые)	Многолетнее травянистое растение, высотой до 50 см
3	<i>A. hispida</i> (акалифа щетинистоволосистая)	Euphorbiaceae (молочайные)	Вечнозеленый кустарник, высотой до 1 м
4	<i>Guettarda sp.</i> (геттарда)	Rubiaceae (Мареновые)	Листопадный кустарник, высотой до 2 м
5	<i>(C. thomsoniae</i> (клеродендрум Томсана)	Verbenaceae (Вербеновые)	Вечнозеленый кустарник, высотой до 3 м-

На каждом опытном растении просматривали по 20 листьев, выбранных из разных ярусов. В течение года было проведено около тридцати учетов с интервалом в 10 дней, в результате которых были получены ряды численности трипса на лист и число листьев из 20 просмотренных, на которых он был обнаружен. Эти исходные данные заносились в специально подготовленные для расчетов таблицы. В таблицы были также включены соответствующие рассчитанные показатели: средне выборочная плотность трипса на лист ( $Y$ ) и процент заселенных им листьев ( $X$ ).

За основу примененной методики обработки экспериментальных данных был взят регрессионный анализ, который широко используется в самых разных областях науки и техники, включая биологические исследования. Однако при построении регрессионных моделей возникла сложность, обусловленная нелинейностью взаимосвязи исследуемых параметров, что являлась следствием высокого уровня асимметрии статистических распределений – плотности ( $Y$ ) и процента заселенности трипсом листьев ( $X$ ). Проблема решалась с использованием метода “симметризации” или “итерационной линеаризации” (Сергеев и др., 2008), когда полученные значения  $Y$ ,  $X$  предварительно подвергались симметризирующим преобразованиям по логарифмической функции, рассчитываемой применительно каждому к виду растения. Значения  $Y$ ,  $X$  преобразовывались в соответствующие значения « $y$ » и « $x$ », тоже занесенные в таблицы для расчетов.

Для каждого вида растения 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 оценивать плотность разных стадий развития американского трипса на лист

по проценту заселенных листьев во взятой выборке без непосредственного учета численности насекомого и, вообще, без вычислений, графически.

### **2.3. Методы биологических исследований**

В нашей работе мы изучали следующие категории пищевой специализации американского трипса: гостальную (приуроченность к питанию на определенных видах растений-хозяев) и топическую, которая в свою очередь подразделяется на органотропность (способность фитофага повреждать определенные органы растений) и гистотропность (приуроченность к питанию определенными тканями растений).

Материалом для исследований *гостальной пищевой специализации* американского трипса были растения, выращиваемые в обеих тропических оранжереях, климатические условия которых благоприятны и для развития вредителя, учитывая его субтропическое происхождение. Помимо этого наблюдения проводили в изолированном боксе теплиц ВИЗР при искусственном заселении рассады таких цветочных растений сем. сложноцветных (Asteraceae), как бархатцы (*Tagetes erecta* L.), цинния изящная (*Zinnia elegans* Jacq.), астра китайская (*Aster chinensis* L.) и гвоздика садовая (*Diáanthus caryophyllus* L.) сем. гвоздичные (Caryophylláceae), которые выращиваются в открытом грунте при озеленении городских и приусадебных территорий. Исследования проводили с использованием визуального метода, описанного выше.

Изучение топической специализации американского трипса, т.е. органотропности и гистотропности, проводили на повреждаемых им декоративных растениях: абутилон, акалифа щетинистоволосистая, стефания (*Stephania cephalantha* Hayata) сем. лунносемянковые (Menispermaceae), аристолохия (*Aristolochia* sp.) сем. кирказоновые, кислица (*Oxalis* sp.) сем. кисличные. Помимо этого в опытах использовали несколько овощных культур, которых выращивали в изолированном боксе теплиц ВИЗР и искусственно заселяли вредителем: перец овощной, огурец посевной, фасоль кустовая (*Phaseolus vulgaris* L.) сем. бобовые (Fabaceae), петрушка кудрявая

(*Petroselinum crispum* Mill.) сем. сельдерейные (Apiaceae), а также на землянике садовой (*Fragaria ananassa* Duch.) сем. розоцветные.

*Органотропность* американского трипса изучали путем визуальных учетов личинок, нимф и имаго на листьях и цветках растений с проведением топографии мест их питания и нанесенных повреждений.

При изучении *гистотропности* вредителя проводили детальный морфо-анатомический анализ листьев ряда кормовых растений. Для этого выбирали по 20 листьев из среднего яруса растений, характеризующихся наиболее типичным для вида структурно сбалансированным строением. Временные гистологические препараты (10-15 препаратов) изготавливали в соответствии с общепринятой методикой (Фурст, 1979). Для сохранения исследуемого объекта в прижизненном состоянии фиксацию и окраску срезов живого материала не проводили. Для приготовления поперечных срезов поверхность листа была строго ориентирована перпендикулярно к главной (средней) жилке. Срезы изготавливали с помощью бритвенного лезвия, как из неповрежденных, так и поврежденных вредителем участков листовых пластинок. Полученные срезы толщиной 20-25 мкм снимали с лезвия бритвы при помощи препаровальной иглы и для частичного их просветления помещали на 10-15 мин в смесь дистиллированной воды и глицерина в соотношении 3:1. Затем наиболее тонкие срезы переносили на предметное стекло в каплю воды и глицерина и осторожно накрывали 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 листовой пластинки (столбчатой и губчатой паренхимы) исследуемых видов растений. Фотографии полученных срезов листовых пластинок 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 овощеводческие тепличные хозяйства. В 2011 г. в опыты были включены фасоль сорта Сакса, огурец сорта Неженский, перец сорта Ласточка и томат (*Lycopersicon esculentum* Mill., сем. пасленовые) сорт Невский. В 2012 г. опыты проводили на тех же сортах фасоли и огурца, томате сорта Новичок и перце сорта Верность. В исследованиях было предусмотрено 2 варианта опытов.

В первом варианте опыта изучали длительность развития разных стадий американского трипса на фасоли в лабораторных условиях, для чего растения в фазе двух настоящих листьев заселяли нимфами по 5 особей на каждый лист. Появившихся 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. Для этого все листья фасоли ежедневно просматривали и число особей каждой стадии развития насекомого регистрировали. Повторность опыта 8-кратная.

Во втором варианте опыта в 2011-2012 гг. изучали особенности развития американского трипса в онтогенезе на фасоли, перце, огурце и томате в изолированном боксе теплиц ВИЗР. Опыты закладывали на фасоли в фазе 2 настоящих листьев, на перце, огурце и томате в фазе 4 настоящих листьев. На листья опытных растений подсаживали из расчета 10 самок трипса/растение и проводили ежедневные учеты численности вредителя в течение первых 10 суток и далее с интервалом 3-5 дней в течение последующих 20-60 суток. Повторность опыта в 2011 г. трехкратная, в 2012 г. - пятикратная.

Наблюдения за динамикой численности американского трипса в оранжереях ботанического сада на различных видах растений проводили описанным выше визуальным методом, подсчитывая личинок, нимф и имаго на листьях заселенных растений.

#### **2.4. Методы оценки биологической эффективности приемов борьбы с трипсом**

Известно несколько методов оценки чувствительности разных видов трипсов к инсектицидам. Например, метод, основанный на опрыскивании отродившихся личинок западного цветочного трипса на плотиках из листьев фасоли в чашках Петри инсектицидами в серии концентраций (Morishita, 2001). Разработан индивидуальный метод нанесения на спинку имаго западного цветочного трипса растворов инсектицидов в серии концентрации (Поздняков, 2004). Предлагается также метод погружения соцветий различных видов растений, заселенных имаго и личинками табачного трипса, в эмульсии или суспензии препаратов (Иванова, Филипчук, 2013). Для пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd. разработан метод опрыскивания личинок водными эмульсиями или суспензиями инсектицидов в чашках Петри, выстланные фильтровальной бумагой. После опрыскивания подсушенных личинок пересаживают в чистые чашки Петри, в которые помещают смоченный в воде тампон ваты, обложенный сухими кусочками негигроскопичного материала (синтетические полимерные пленки, пропарафиненная бумага) (Дробязко, 2013).

В наших исследованиях мы использовали метод оценки токсичности инсектицидов, разработанный для западного цветочного трипса (Иванова, Великань, 2004). Суть этого метода заключается в посадке имаго трипса на обработанные инсектицидами листья фасоли. Для этого срезанные листья окунают на три секунды в эмульсии или суспензии инсектицидов в серии концентраций. Затем листья подсушивают и помещают в чашки Петри на влажные ватные диски. Затем на листья с помощью мягкой кисточки подсаживают имаго трипса и чашки закрывают бязью. Контролем служат листья фасоли, которые окунают в воду и далее выполняют те же процедуры, как и в случае с обработкой листьев инсектицидами. Каждая чашка является повторностью. Опыты ставят в 4 повторностях по 15 имаго трипсов в каждой. Этот метод был выбран нами из-за удобства в его проведении, так как он не позволяет имаго покидать обработанные листья.

Подсчет живых и мертвых самок производили на первые сутки после обработки. Живыми считались активные особи, мертвыми - парализованные или не реагировавшие на прикосновения кисточки. Смертность имаго определяли по формуле Хендерсона и Гилтона:

$$C (\%) = [1 - (ОП \times КД) / (ОД \times КП)] \times 100, \text{ где}$$

ОП – численность трипса в опыте после обработки;  
ОД – численность трипса в опыте до обработки;  
КД – численность трипса в контроле после обработки;  
КП – численность трипса в контроле до обработки.

На основании полученных рядов смертности имаго трипса с помощью метода пробит-анализа по Финни рассчитывали основные параметры токсичности инсектицидов ( $СК_{95}$  и  $СК_{50}$ ) с использованием пакета математической программы «MathCAD» (Методические указания..., 2004).

Биологическую эффективность инсектицидов в борьбе с американским трипсом оценивали согласно методике, используемой при проведении их регистрационных испытаний против трипсов на овощных культурах в защищенном грунте (Великань и др., 2009).

Опыты проводили в изолированном боксе ВИЗР на растениях перца, искусственно заселенных трипсом. Обработки инсектицидами осуществляли двумя способами:

- путем пролива растений обладающими системной активностью препаратами актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама) в концентрации 0,08% и ланнат, СП (200 г/кг метомила) в диапазоне концентраций 0,6 - и 0,06% с расходом рабочей жидкости из расчета 200 мл/растение;

- путем опрыскивания растений 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. Опыты закладывали в четырех повторностях по одному растению перца в каждой. Контролем служили 4 растения перца без обработки препаратами. Учеты численности трипса проводили до обработки и далее на 5, 8, 12, 14 и 18 сутки после нее на 20 листьях каждого растения.

Показателями биологической эффективности инсектицидов являлось снижение численности вредителя относительно исходной. Биологическую эффективность инсектицидов рассчитывали по приведенной выше формуле Хендерсона, Тилтона.

Эффективность обработок растений перца препаратом БТБ с последующим выпуском хищного клопа *O. laevigatus* в борьбе с американским трипсом оценивали в специальном отсеке бокса, отделенном полиэтиленовой пленкой от основной его части, в которой изучали действие инсектицидов. Были заложены следующие варианты опыта: 4 заселенных трипсом растения с выпуском ориуса; 4 заселенных трипсом растения, обработанных БТБ с последующим выпуска ориуса.

Опрыскивание растений перца проводили из ручного опрыскивателя HARDI 1% концентрацией БТБ из расчета расхода рабочей жидкости 1000 л/га. Через две недели на обработанные БТБ и необработанные растения перца был выпущен хищный клоп ориус, полученный из лаборатории биологической защиты растений ВИЗР. Применение клопа осуществляли согласно методике А.А. Сапрыкина (2002) путем выпуска личинок второго возраста на листья перца, заселенные трипсом, из расчета 8 личинок на 1 м<sup>2</sup> площади бокса. Учеты численности американского 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. Контролем служили те же, заселенные американским трипсом растения, что и в опытах по оценке биологической эффективности инсектицидов.

Краткие характеристики использованных в опытах инсектицидов приводятся ниже согласно справочным пособиям (Долженко и др. ,2009; Новожилов, Долженко, 2011).

*Вертимек, КЭ (18г/л)*

Действующее вещество – абабектин.

Химический класс – авермектины, получен путем синтеза расшифрованных токсинов почвенной бактерии *Streptomyces avermitilis* (Actinomycetales).

Высокотоксичен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс при оральном введении – 10 мг/кг, для мышей – 13,6 мг/кг. Нельзя обрабатывать цветущие растения, так как опасен для пчел при непосредственном контакте.

Контактно-кишечный инсектицид и акарицид с наличием трансламинарной активности, нарушает передачу нервных импульсов, блокируя рецепторы гамма-аминомасляной кислоты мембран нервных клеток членистоногих.

Рекомендован против западного цветочного трипсов на овощных и цветочных культурах закрытого грунта в 0,05 - 0,15% концентрациях.

*Спинтор 240, СК (240г/л)*

Действующее вещество – спиносид (смесь природных бактериальных метаболитов А и Д).

Химический класс – спиносины. Препарат создан путём ферментации биосубстрата, полученного на основе почвенного актиномицета *Saccharopolyspora spinosa*.

Малоопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для мышей при оральном введении > 5000мг/кг, для крыс (самки/самцы) - 3738/ > 5000 мк/кг.

Контактно-кишечный инсектицид с наличием трансламинарной активности, нарушает передачу нервных импульсов, блокируя рецепторы гамма-аминомасляной кислоты мембран нервных клеток насекомых.

Рекомендован против западного цветочного трипса на цветочных и овощных культурах закрытого грунта в 0,03 - 0,05% концентрациях.

*Битоксибациллин (БТБ), П*

*(БА не менее 1500 ЕА/мг, титр не менее 20 млрд.спор/г )*

Действующее вещество - спорово-кристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*

Химический класс - биологический пестицид.

Малотоксичен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс – 9000 мг/кг, не токсичен для энтомофагов.

Кишечный микробиологический инсектоакарицид, вызывает нарушение функции кишечника, ингибирует питание, нарушает метаморфоз, снижает плодовитость самок и жизнеспособность следующих поколений членистоногих.

Рекомендован для борьбы с вредителями на различных культурах, в том числе на огурце в закрытом грунте против паутинных клещей в 0,7-1,0% концентрациях.

*Актара, ВДГ (250 г/кг)*

Действующее вещество - тиаметоксам.

Химический класс – неоникотиноиды.

Малоопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс при оральном введении – 1563, мышей - 871 мг/кг, при нанесении на кожу >2000 мг/кг. Опасен для рыб.

Системный контактно-кишечный инсектицид, нарушает проводимость нервных импульсов, действуя на никотиновые ацетилхолиновые рецепторы постсинаптических мембран нервной системы насекомых.

Рекомендован на овощных культурах и розе в закрытом грунте против тлей, тепличной белокрылки и трипсов способом опрыскивания растений в 0,02 - 0,08% концентрациях и внесения под корень при капельном поливе в 0,04 - 0,08% концентрациях.

*Талстар, КЭ (100 г/л)*

Действующее вещество - бифентрин.

Химический класс - пиретроиды.

Среднеопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс при оральном введении 54,5 мг/кг, при нанесении на кожу кроликов > 2000 мг/кг.

Контактно-кишечный инсектицид и акарицид широкого спектра действия, нарушает передачу нервных импульсов, модифицируя натриевые каналы

мембран нервных клеток членистоногих. Был рекомендован на томате и огурце в закрытом грунте способом опрыскивания против тлей, трипсов и белокрылки в 0,02 - 0,06% концентрациях.

*Цимбуш, КЭ (250 г/л)*

Действующее вещество - циперметрин.

Химический класс - пиретроиды.

Среднеопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс при оральном введении 280 мг/кг; при нанесении на кожу кроликов >2460 мг/кг.

Контактно-кишечный инсектицид широкого спектра действия, нарушает передачу нервных импульсов, модифицируя натриевые каналы мембран нервных клеток членистоногих.

Был рекомендован на томате и огурце против тлей, трипсов и белокрылки способом опрыскивания овощных растений закрытого грунта в 0,06 - 0,16% концентрациях.

*Фуфанон, КЭ (570 г/л)*

Действующее вещество - малатион.

Химический класс - фосфорорганические соединения.

Малоопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> при оральном введении для крыс 1375-5500 мг/кг, для мышей 775-3320 мг/кг; ЛД<sub>50</sub> при нанесении на кожу крыс > 2000, кроликов - 4100-8800 мг/кг.

Контактно-кишечный инсектицид и акарицид с наличием фумигационной активности, нарушает передачу нервных импульсов, ингибируя активность фермента холинэстеразы членистоногих.

Был рекомендован против клещей, тлей, трипсов и оранжерейной белокрылки на овощных и цветочных культурах в закрытом грунте в нормах расхода 2,4 - 3,6 л/га (в 0,24 - 0,36 % концентрациях).

*Актеллик, КЭ (500 г/л)*

Действующее вещество – пиримифос-метил.

Химический класс – фосфорорганические соединения.

Малоопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> при оральном введении для крыс 1414 мг/кг, для мышей – 1180 мг/кг, при нанесении на кожу кроликов - 2000 мг/кг.

Инсектоакарицид широкого спектра действия с наличием контактной и фумигационной активности, нарушает передачу нервных импульсов, ингибируя активность фермента холинэстеразы членистоногих.

Был рекомендован на овощных культурах и розе в закрытом грунте против комплекса сосущих вредителей, включая трипсов в нормах расхода 3 - 5 л/га (в 0,3 – 0,5 % концентрациях).

В исследованиях были также использованы экспериментальные препараты, характеристика которых приводится согласно справочнику «The Pesticide Manual» (2003):

*Оберон Рапид, КС (228,6 г/л+11,4 г/л)*

Действующее вещество – смесевой препарат на основе спиромезифена и абамектина.

Химический класс - тетрановые кислоты + авермектины

Малоопасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс >2500 мг/кг, при нанесении на кожу крыс >2000 мг/кг, в то время как абамектин – высоко опасен, но эта опасность нивелируется низким его содержанием в препарате.

Контактный инсектоакарицид, действует на все стадии развития тетраниховых клещей и белокрылок. Отмечается выраженный стерилизующий эффект, нарушение биосинтеза липидов членистоногих и передачи нервных импульсов, в результате блокирования рецепторов гамма-аминомасляной кислоты мембран нервных клеток членистоногих.

Рекомендован для включения в 2015 г. в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории

РФ» в борьбе с сосущими вредителями на овощных культурах в закрытом грунте в нормах расхода 0,5 - 0,8 л/га (в 0,05 - 0,08% концентрациях).

*Ланнат, СП (200 г/л)*

Действующее вещество - метомил.

Химический класс - карбаматы.

Опасен для теплокровных животных и человека: ЛД<sub>50</sub> для крыс при оральном введении 30-34мг/кг, при нанесении на кожу крыс >2000 мг/кг.

Системный инсектицид и акарицид контактно-кишечного действия, нарушает передачу нервных импульсов, необратимо ингибируя активность фермента ацетилхолинэстеразы нервной системы членистоногих.

Рекомендован для применения на ряде сельскохозяйственных культур против комплекса вредителей, в том числе на луке в борьбе с табачным трипсом и луковой мухой в нормах расхода 0,8 - 1,2 л/га (в 0,4 - 0,6% концентрациях). За рубежом применяется в борьбе с сосущими вредителями, включая трипсов, на различных овощных и декоративных культурах.

Статистическая обработка результатов проведенных исследований проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов с использованием пакета прикладной компьютерной программы DIANA и STATISTICA.

### ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ НОВОГО АДВЕНТИВНОГО ВИДА ТРИПСОВ ПРИ РАЗВИТИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

Американский трипс, проникший путем завоза с декоративными растениями в тропические оранжереи ботанических садов Санкт-Петербурга, попал в новые для него экологические условия. Не смотря на то, что оранжереи ботанического сада являются разновидностью защищенного грунта, их экологические условия отличаются от условий теплиц флористическим разнообразием выращиваемых культур и круглогодичной вегетацией большинства из них при постоянных показателях температуры и влажности. В связи с необходимостью разработки мероприятий по ограничению дальнейшего распространения этого инвазионного вида 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**

Зарубежными исследователями установлено, что температурный оптимум развития американского трипса находится в диапазоне 25-30<sup>0</sup>С (Oetting, Beshear, 1993). В этой связи изучение длительности развития разных стадий трипса проводили в термокамере при постоянной температуре 25<sup>0</sup>С и влажности воздуха 70% на растениях фасоли, на которой трипс развивается в высокой численности в условиях теплиц.

Имеются определенные трудности при проведении наблюдений за развитием яиц американского трипса, так как самки откладывают яйца в ткани листовой пластинки. В связи с этим длительностью эмбрионального развития яиц мы считали период с момента выхода первых имаго из подсаженных на листья фасоли нимф до появления первых личинок. Полученные результаты показали, что яйцо насекомого развивается в среднем  $9,9 \pm 2,3$  дней (табл. 6).

Из-за короткого периода развития личинок первого и второго возрастов, а также пронимфы и нимфы, было трудно уловить их переход из одного возраста в другой или из одной стадии развития в другую, в связи с чем мы их суммировали и учитывали как «личинок» и «нимф». Наблюдения за длительностью развития преимагинальных стадий развития трипса показали, что при заданных условиях температуры и влажности, личики развиваются в среднем  $4,0 \pm 0,5$  дня, нимфы –  $2,1 \pm 0,6$  дня. В целом, на развитие одного поколения трипса при постоянной температуре и влажности воздуха потребовалось  $16,0 \pm 1,3$  дней (табл.6).

Таблица 6.

Продолжительность развития американского трипса на фасоли кустовой (температура  $25^{\circ}\text{C}$ , влажность воздуха 70%)

Стадия развития	Длительность развития, дней	Период развития от яйца до имаго, дней
Яйцо	$9,9 \pm 2,3$	$16,0 \pm 1,3$
Личинка	$4,0 \pm 0,5$	
Нимфа	$2,1 \pm 0,7$	

Таким образом, полученные нами данные показали, что длительность развития одного поколения американского трипса в лаборатории при постоянной оптимальной температуре  $25^{\circ}\text{C}$  на фасоли совпадает с результатами, полученными R.D. Oetting, R.J. Bechar (1993) в аналогичных условиях, но на другом кормовом растении - пуансетии (табл. 2). Однако наши данные отличаются от данных G.P. Opit et al. (1997), полученных на перце и огурце при более низких переменных температурах (в пределах  $19-23^{\circ}\text{C}$ ) и влажности близкой к 45%. Оказалось, что в этих условиях длительность развития поколения трипса на огурце увеличивается до 26,5, на перце до 31,7 дней (табл. 3).

Поскольку развитие американского трипса существенно зависит от абиотических факторов, в 2011- 2012 гг. мы исследовали продолжительность развития одного поколения и интенсивность размножения фитофага на различных кормовых культурах (огурец, перец, фасоль, томат) в теплице

ВИЗР. При проведении исследований температура воздуха в изолированном боксе в 2011 г. колебалась в июне-июле в пределах 18-25 °С, в 2012 г. – в июле-начале августа 21-27°С. Относительная влажность оба года проведения исследований была на уровне 65-75% благодаря регулярным поливам.

Полученные в 2011 г. результаты показали, что развитие американского трипса в условиях переменных температур удлинялось до 20 суток по сравнению с их развитием при постоянной температуре. Как и в условиях лаборатории, первые личинки появились на 10 день после выпуска имаго, независимо от вида кормового растения (рис. 8, 9, 10). Переменные температуры не оказывали влияния и на развитие личинок, которое колебалось в пределах 3-5 суток, так как появление первых нимф вредителя отмечалось на 13 сутки на фасоли и перце, и на 15 сутки на огурце после выпуска имаго на растения. Однако наблюдалось существенное (до 7 суток) удлинение сроков развития нимф в теплице, в сравнении с лабораторией. Появление первых имаго нового поколения происходило на 20 сутки.

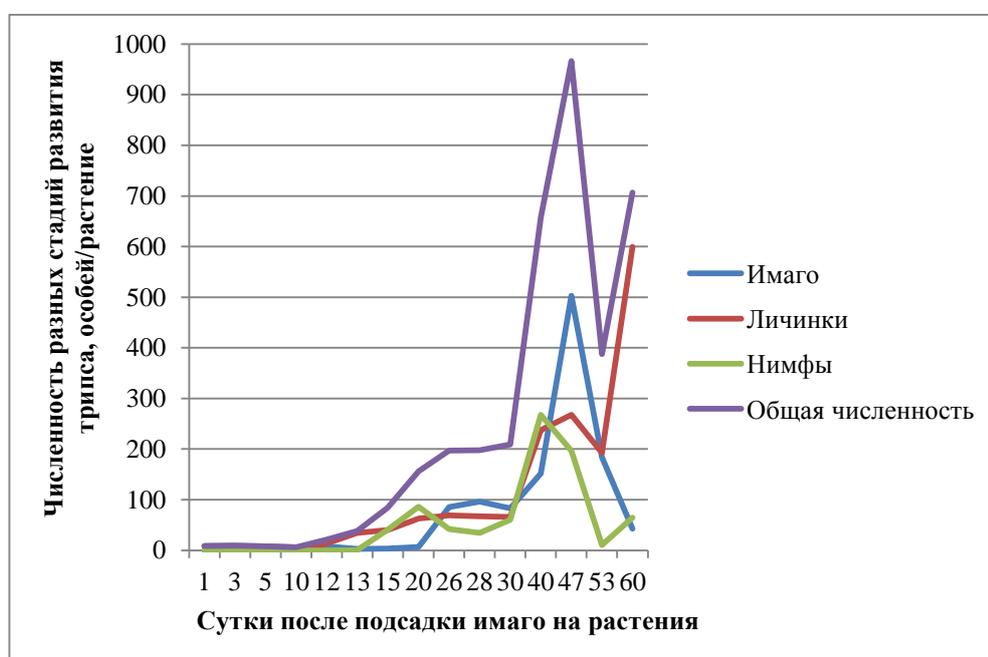


Рис. 8. Развитие американского трипса на фасоли (сорт Сакса, изолированный бокс теплицы ВИЗР, июнь-июль 2011 г.)

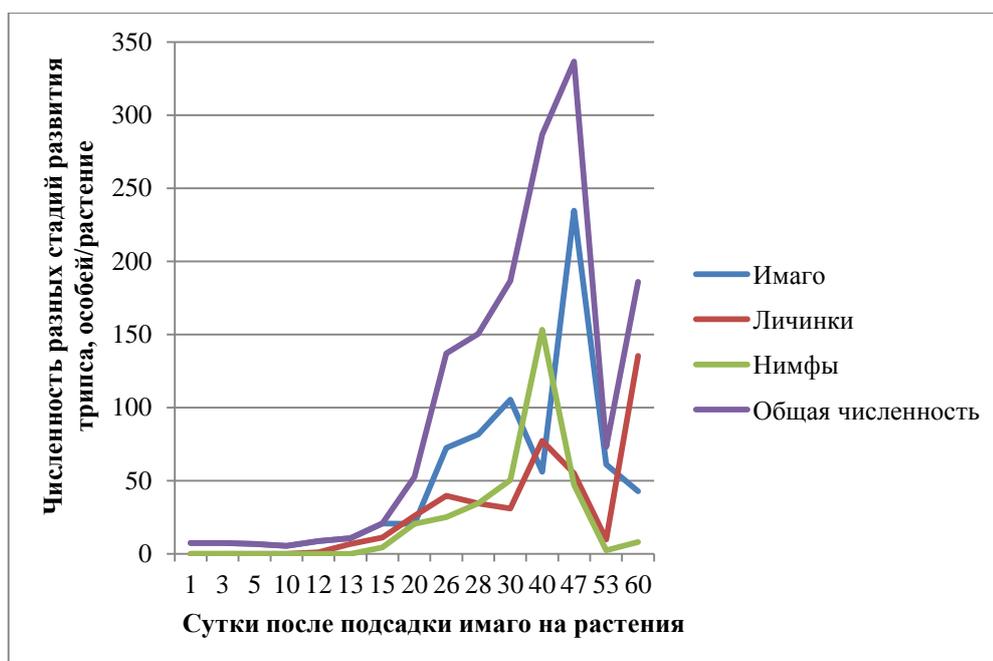


Рис. 9. Развитие американского трипса на огурце (сорт Нежинский, изолированный бокс теплиц ВИЗР, июнь-июль 2011 г.).

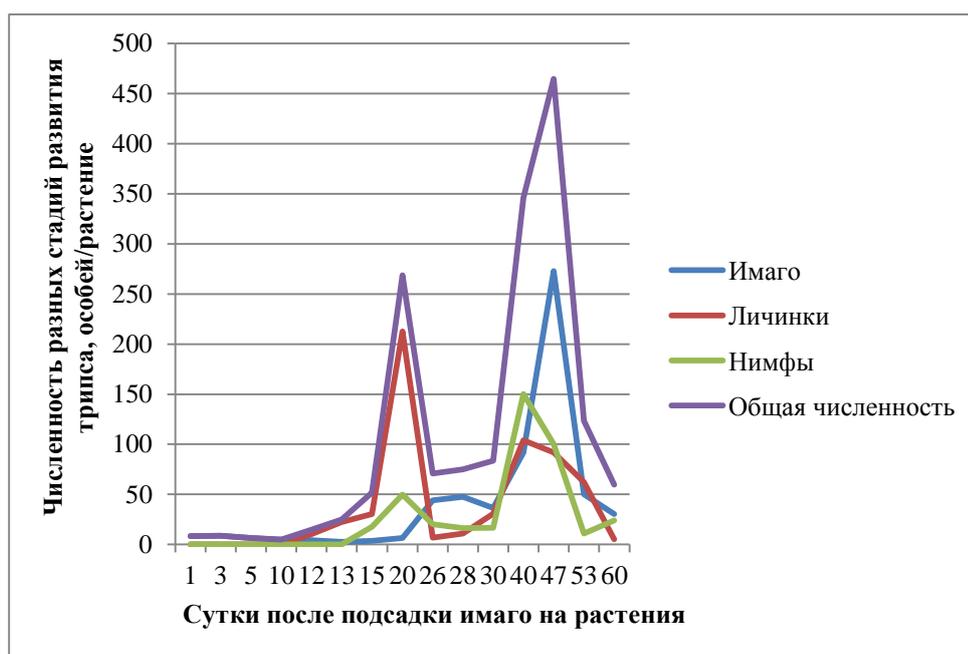


Рис. 10. Развитие американского трипса на перце (сорт Ласточка, изолированный бокс теплиц ВИЗР, июнь-июль 2011 г.)

В 2012 г. в условиях теплицы, максимально приближенных к температурному режиму оранжерей с сухим тропическим климатом и оптимальных для развития американского трипса, первое поколение вредителя, независимо от кормового растения, развивалось в течение 17 суток (10 суток – яйцо, 4 суток – личинки, 2 суток – нимфы) (рис. 11, 12,

13). Это было близким к развитию фитофага в лаборатории при постоянной температуре на фасоли (табл. 6).

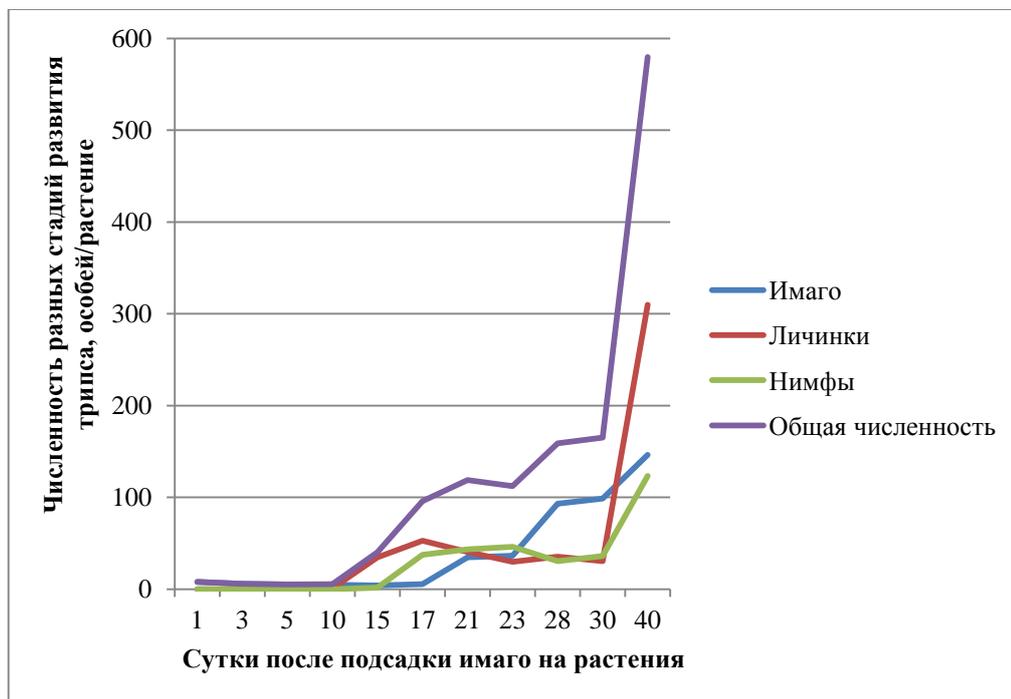


Рис. 11. Развитие американского трипса на фасоли (сорт Сакса, изолированный бокс теплиц, ВИЗР, июль-начало августа 2012 г.).

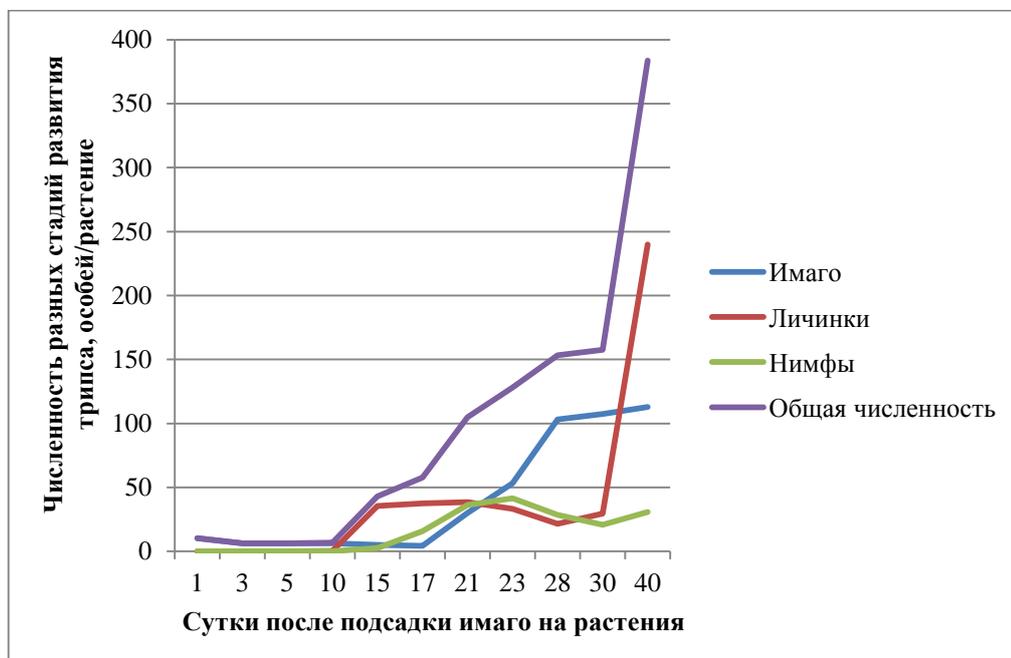


Рис. 12. Развитие американского трипса на огурце (сорт Нежинский, изолированный бокс теплиц, ВИЗР, июль-начало августа 2012 г.).

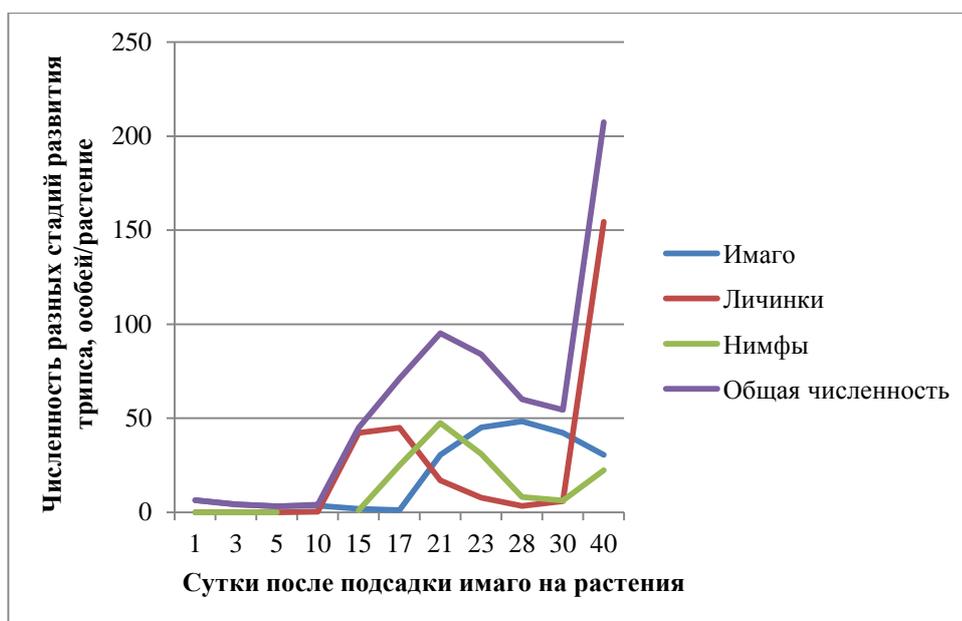


Рис. 13. Развитие американского трипса на перце (сорт Верность, изолированный бокс теплиц, ВИЗР, июль-начало августа 2012 г.)

Полученные нами результаты подтвердили данные предыдущего года о влиянии абиотических факторов на скорость развития американского трипса в теплицах. Выявлены были также различия в численности вредителя на использованных в опытах растений.

Так, сравнение уровней заселенности трипсом фасоли, перца и огурца в течение двух лет показало, что наиболее заселяемым растением является фасоль, на которой численность разных стадий его развития на 40 сутки в 2011 г. составляла 657 особей на растение, в 2012 – 580 особей на растение (рис. 8, 11). На двух других овощных культурах различия в заселенности их вредителем были менее существенными, так как его численность в эти годы соответственно равнялась 287 и 385 особям на огурце (рис. 9, 12), 346 и 207 особям на перце (рис. 10, 13).

Изучение заселенности американским трипсом томата показало что, он, практически, не развивается на этой овощной культуре. Из четырех использованных в опыте сортов томата, заселенных трипсом, только на сорте Новичок его имаго присутствовали в незначительном количестве на протяжении 26 суток после их посадки на растения, тогда как на остальных сортах они погибали в первые пять суток после посадки (табл. 7).

Таблица 7.

Развитие американского трипса на разных сортах томата  
(изолированный бокс теплиц ВИЗР, 2012 г.)

Сутки после подсадки имаго	Численность имаго, особей /растение, по сортам			
	Торж	Карина	Невский	Новичок
0	10	10	10	10
1	1,4	2,2	3,7	5,4
3	0	0	2,7	0,2
5	0	0	0	0,8
9	0	0	0	0,2
16	0	0,2	0	0
20	0	0,6	0	0,2
23	0	0	0	1,2
26	0	0	0	0,6

Результаты проведенных нами наблюдений свидетельствуют о том, что имеются существенные различия в уровнях заселенности американским трипсом использованных в опытах сортов овощных культур. Наиболее предпочитаемой среди изученных культур является фасоль, далее идут огурец и перец, наименее предпочитаемой – томат. Можно предположить, что в случае проникновения американского трипса в тепличные комбинаты Северо-Запада, он будет представлять значительную опасность для выращиваемых в них культур огурца и перца, а при высокой численности будет происходить заселенность им и томата, в первую очередь, сорта Новичок. Фасоль, как растение, заселяемое трипсом в высокой численности, может использоваться в теплицах в качестве ловчей культуры.

### 3.2. Пищевая специализации американского трипса

Пищевая специализация является видовым признаком членистоногих разных систематических групп, затрагивающая физиологический (усвоение пищи) и этологический (пищевое поведение) аспекты их взаимодействия с кормовым растением (Вилкова, Шапиро, 1968; Слепян, 1975; Вилкова, 1979; Резник, 1985). Она возникла в процессе их приспособительной эволюции к различным видам потребляемой пищи для оптимального использования пластических и энергетических ресурсов кормового субстрата. Насекомых,

приспособившихся к питанию растительной пищей, называют фитофагами, к питанию живыми организмами – зоофагами, к питанию разными животными и растительными остатками – сапрофагами (копрофаги, некрофаги, детритофаги).

Применительно к фитофагам выделяют следующие категории пищевой специализации (Слепян, 1973; Вилкова, 1979; 1980): гостальная – способность заселять и развиваться лишь на хозяевах, относящихся к особым систематическим группам; топическая – способность развиваться лишь при условии особой локализации на хозяевах; онтогенетическая – способность развиваться на органах хозяина, находящихся в определенном возрасте и морфофизиологическом состоянии, специфическом для каждого фитофага.

Гостальная специфичность является основной категорией пищевой специализации, в то время как топическая и онтогенетическая являются ее производными. Учитывая полиморфность культурных растений, в пределах гостальной специфичности выделяют субгостальную специализацию, определяющую выбор фитофагами-вредителями внутривидовых форм кормовых растений (сортов, линий, гибридов) (Вилкова, 1980).

По широте гостальной специализации фитофагов подразделяют на монофагов (питающихся только на одном виде растений), олигофагов (питающихся на родственных видах растений) и полифагов (многоядных, питающихся на многочисленных видах растений). Таким образом, в процессе сопряженной эволюции возникли ограничения в предпочтительности фитофагами определенного круга кормовых растений, специфического для каждого вида.

Вместе с тем, для понимания сущности вредоносности американского трипса, как адвентивного вида, наиболее актуальными в настоящее время являются исследования особенностей его гостальной и топической пищевой специализации. При этом следует отметить, что сведения, касающиеся особенностей топической специфичности вредителя в мировой литературе весьма ограничены.

В связи с изложенным, несомненный научный и практический интерес представляло продолжение выполненных в 2006-2009 гг. И.С. Клишиной исследований гостальной пищевой специализации американского трипса в условиях закрытого грунта Северо-запада РФ. Важным являлось также изучение топоческой специфичности фитофага при питании на различных видах растений, включая изучение особенностей проявления патологической реактивности разных видов кормовых растений на его повреждения.

*Гостальная пищевая специализация американского трипса.* По данным ряда исследователей американский трипс относится к широким полифагам, так как может питаться и размножаться примерно на 100 видах культурных и дикорастущих растений более чем из 20 семейств (Stannard, 1968; Frantz, Mellinger, 1990; Oetting et al., 1993; Oetting et al., 1994; Vierbergen, 1998; Malais, Ravensberg, 2005; Varga et al., 2010). При этом было установлено, что особое предпочтение он отдает представителям сем. бальзаминовых и ароидных. В теплицах наиболее заселяемыми цветочными и декоративными культурами являются хризантема, пуансеттия, сингониум, гибискус, диффенбахия; из овощных культур – огурец, овощной и сладкий перец.

С момента инвазии американского трипса в ботанические сады Санкт-Петербурга произошло быстрое расселение вредителя на выращиваемых в них декоративных растениях. За период с 2005 по 2009 гг. был выявлен 101 вид заселяемых этим видом растений из 51 семейства (Клишина, Другова, 2009). Наряду с представителями сем. ароидных и бальзаминовых, предпочитаемыми им растениями были виды из сем. сложноцветных, буравчниковых, молочайных, мальвовых и пассифлоровых (Клишина, 2009).

Результаты исследований, проведенных нами в тропических оранжереях ботанического сада СПбГУ в 2010-2013 гг., позволили пополнить список, заселяемых американским трипсом растений еще 16 видами из 7 семейств. (табл. 8, 9, 10). 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 и на таких сорных растениях, как подорожник большой (*Plantago major* L.) сем. подорожниковые (Plantaginaceae), звездчатка средняя (*Stellaria media* L.) сем. гвоздичные, кипрей неясный (*Epilobium obscurum* Schreb.) сем. кипрейные (Onagraceae) и крапива жгучая (*Urtica urens* L.) сем. крапивные (Urticaceae) (табл. 8).

Таблица 8.

Декоративные и сорные растения, заселяемые американским трипсом в оранжерее с сухим тропическим климатом (Ботанический сад СПбГУ, 2011-2012гг.)

Семейство	Вид растения	Происхождение	Средняя плотность имаго особей/лист
1	2	3	4
Araceae (Ароидные)	<i>Alocasia sp.</i> (Алоказия)	Т (Бразилия)	3,0
	<i>Amorphophallus sp.</i> (Аморфофаллус)	Т (Азия)	10,9
	<i>Arisaema sp.</i> (Аризема)	Т, С (Япония, Китай, США, Корея, Индия)	19,0
	<i>Monstera sp.</i> (Монстера)	Т (Центральная и Южная Америка)	1,2
	<i>Syngonium auritum</i> L. (Сингониум)		1,3
	<i>Philodendron sp.</i> (Филодендрон)	Т (Америка)	5,7
Verbenaceae (Вербеновые)	<i>Clerodendrum thomsoniae</i> Balf.f. (Клеродендрум)	Т (Азия, Африка, Южная Америка)	3,9
	<i>Lantana camara</i> L. (Лантана шиповатая)	Т (Центральная и Южная Америка)	2,0
Vitaceae (Виноградные)	<i>Parthenocissus henryana</i> (Hemst.) Diels&Gilg (Партенотиссус Генри)	Т (Азия, Северная Америка)	2,6
Polygonaceae (Гречишные)	<i>Anthigonium sp.</i> (Антигониум)	Т (Центральная и Южная Америка)	3,0
Lamiaceae (Губоцветные)	<i>Coleus sp.</i> (Колеус)	Т (Азия)	3,1
	<i>Plectranthus sp.</i> (Плектрантус)	Т,С (Африка, Азия, Океания)	1,2
Zingiberaceae (Имбирные)	<i>Hedychium sp.</i> (Гедихиум)	Т (Южная Азия, Гималаи, Индия)	1,6

<i>Aristolochiaceae</i> (Кирказоновые)	<i>Aristolochia sp.</i> (Аристолохия)	Т (Япония, Китай)	1,9
<i>Combretaceae</i> (Комбретовые)	<i>Quisqualis indica L.</i> (Квискалис индийский)	Т (Азия)	3,3
<i>Commelinaceae</i> (Коммелиновые)	<i>Tradescantia sp.</i> (Традесканция)	Т (Южная Америка)	1,5
Аросупасеае (Куртовые)	<i>Allamanda cantharica L.</i> (Алламанда)	Т (Бразилия)	4,3
<b><i>Menispermaceae</i></b> (Луносемянниковые)	<b><i>Stephania cephalantha</i></b> <b>Hayata</b> (Стефания)	Т (Бразилия, Перу)	7,1
<b><i>Bombacaceae</i></b> (Бомбаксовые)	<b><i>Firmiana sp.</i></b> (Фирмиана)	С (Индокитай, Китай, Япония)	3,0
<i>Malvaceae</i> (Мальвовые)	<i>Hibiscus rosa-siensis L.</i> (Гибискус китайский)	Т (Азия)	14,9
<i>Euphorbiaceae</i> (Молочайные)	<i>Acalypha hispida</i> Vurn. (Акалифа щетинистоволосистая)	Т, С (Юго-Восточная Азия, Полинезия)	17,9
	<i>Phyllanthus sp.</i> (Филлантус)	Т (Южная Америка)	2,9
	<i>Jatropha sp.</i> (Ятрофа)	Т (Центральная Америка)	2,2
<i>Rubiaceae</i> (Мареновые)	<i>Guettarda sp.</i> (Геттарда)	Т (Америка)	17,0
<i>Sterculiaceae</i> (Стеркуливые)	<i>Dombeya wallichii L.</i> (Домбея)	Т (Африка, Мадагаскар)	6,8
<i>Passifloraceae</i> (Страстоцветные)	<i>Passiflora sp.</i> (Пассифлора)	Т (Южная Америка)	13,7
<i>Moraceae</i> (Тутовые)	<i>Ficis sp.</i> (Фигус)	Т (Индия, Китай, Азия, Австралия)	5,8
	<i>Dorstenia sp.</i> (Дорстения)	Т (Африка, Саудовская Аравия, Йемен, Эфиопия)	2, 3
<i>Caesalpinaceae</i> (Цезальпиновые)	<i>Bauhinia sp.</i> (Баухиния)	Т (Азия)	1,85
<i>Convolvulaceae</i> (Вьюнковые)	<b><i>Ipomoea purpurea L.</i></b> (Ипомея)	Т (Мексика, Америка)	1,3
Никтагиновые (Nyctaginaceae)	<i>Mirabilis jalapa L.</i> (ночная красавица)	Т (Мексика, Америка)	12,1
<i>Caryophyllaceae</i> (Гвоздичные)	<b><i>Stellaria media L.</i></b> (Звездчатка средняя)	У (Россия)	3,9
<i>Onagraceae</i> (Кипрейные)	<b><i>Epilobium obscurum</i></b> <b>Schreb.</b> (Кипрей неясный)	У (Россия)	2,6
<b><i>Plantaginaceae</i></b> (Подорожниковые)	<b><i>Plantago major L.</i></b> (Подорожник большой)	У, С (Европа, Азия, Африка, Америка)	1,5
<i>Urticaceae</i> (Крапивные)	<i>Urtica urens L.</i> (Крапива жгучая)	У (Россия)	4,7

Примечание: жирным выделены выявленные нами семейства и относящиеся к ним растения, заселяемые американским трипсом; Т – тропики; С – субтропики; У – умеренный климат

Таблица 9.

Декоративные растения, заселяемые американским трипсом в оранжерее с влажным тропическим климатом (Ботанический сад СПбГУ, 2011-2012 гг.)

Семейство	Вид растения	Происхождение	Средняя плотность имаго, особей/лист
<i>Acanthaceae</i> (Акантовые)	<i>Beloperone sp.</i> (Белопероне)	Т (Америка)	0,3
	<i>Pachystachys sp.</i> (Пахистахис)	Т (Мексика, Перу)	0,5
	<i>Justicia schweiduveiteni</i> (Юстиция)	Т (Америка, Индия)	0,9
<i>Araceae</i> (Ароидные)	<i>Anthurium sp.</i> (Антуриум)	Т, С (Америка)	0,7
	<i>Dieffenbachia sp.</i> (Диффенбахия)	Т (Центральная и Южная Америка)	1,2
	<i>Spathicarpa sp.</i> (Спатикарпа)	Т,С (Азия)	1,2
	<i>Syngonium auritum</i> L. (Сингониум)	Т (Центральная и Южная Америка)	0,3
	<i>Spathiphyllum sp.</i> (Спатифиллум)	Т (Центральная и Южная Америка, Филиппины)	0,3
<i>Oxalidaceae</i> (Кисличные)	<i>Oxalis sp.</i> (Кислица)	Т (Южная Африка, Центральная и Южная Америка)	1,3
<i>Onagraceae</i> (Кипрейные)	<i>Fuchsia hybrida</i> Voss. (Фуксия)	Т (Чили)	0,5
<i>Arocunaceae</i> (Кутровые)	<i>Adenium boechnianum</i> (Адениум боехмианум)	Т (Южная Африка)	0,6
<i>Bombacaceae</i> (Бомбасовые)	<i>Pseudobombax sp.</i> (Псевдобомбакс)	Т (Индия, Юго-Восточная Азия)	0,3
<i>Melanthiaceae</i> (Мелантиевые)	<i>Cloriosa rothschildiana</i> О'Вриен (Глориоза Ротшильда)	Т (Африка, Азия)	0,3
<i>Euphorbiaceae</i> (Молочайные)	<i>Acalypha wilkesiana</i> Muell. (Акалифа Уилкса)	Т (Фиджи)	17,0
<i>Saururaceae</i> (Савруросовые)	<i>Saururus cernuus</i> L. (Саврурус поникший)	Т (Северная Америка)	0,8
<i>Alismataceae</i> (Частуховые)	<i>Echinodorus sp.</i> (Эхинодорус)	Т (Южная Америка)	0,2
<i>Malvaceae</i> (Мальвовые)	<i>Hibiscus rosa-siensis</i> L. (Гибискус)	Т (Азия)	2,9
	<i>Abutilon sp.</i> (Абутилон)	Т, С (Центральная и Южная Америка)	1,1
<i>Moraceae</i> (Тутовые)	<i>Dorstenia sp.</i> (Дорстения)	Т (Центральная и Южная Америка)	1,0
	<i>Ficus sp.</i> (Фигус)	Т (Индия, Китай, Азия, Австралия)	1,3

Примечание: жирным выделены выявленные нами семейства и относящиеся к ним растения, заселяемые американским трипсом; Т – тропики; С – субтропики

Сравнение приведенных в таблицах 8 и 9 данных показывает, что наибольшее число заселенных американским трипсом декоративных растений произрастает в оранжерее с сухим тропическим климатом. В этой оранжерее вредителем было заселено 35 видов растений из 25 семейств, тогда как в оранжерее с влажным тропическим климатом число заселяемых им растений составило 19 видов из 13 семейств. При этом необходимо отметить, что средняя плотность имаго американского трипса на лист заселенного растения в оранжерее с сухим тропическим климатом значительно превосходит среднюю плотность вредителя в оранжерее с влажным тропическим климатом. Особенно наглядно это прослеживается при сравнении данных заселенности таких декоративных растений, как гибискус, фикус и сингониум, выращиваемых в оранжереях обоих типов. Средняя плотность вредителя на лист этих растений, 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 (табл. 8, 9).

В результате наших исследований список заселяемых американским трипсом растений в защищенном грунте Северо-Западного региона, помимо декоративных и сорных растений, пополнился также за счет нескольких видов овощных растений (табл. 10). Так данные опытов, проведенных в изолированном боксе теплиц ВИЗР, показали, что вредитель питался и размножался на таких овощных культурах, как петрушка кудрявая, перец овощной, огурец посевной и фасоль кустовая. Однако трипс, практически, не развивался на томате.

В условиях этого бокса американский трипс заселял также рассаду таких цветочных растений, как бархатцы, цинния изящная, астра китайская и гвоздика садовая, которые выращиваются в открытом грунте при озеленении городских и приусадебных территорий (табл. 10). Развивался трипс и на выращиваемых в теплице землянике садовой (*F. ananassa*) и горшечной культуре розы (табл. 10).

Таблица 10.

Овощные и цветочные растения, заселяемые американским трипсом  
(изолированный бокс теплиц ВИЗР, 2012-2013 гг.)

Семейство	Вид растения	Происхождение	Средняя плотность имаго, особей/лист
<b><i>Cucurbitaceae</i></b> (Тыквенные)	<b><i>Cucumis sativus</i> L.</b> (Огурец посевной)	Т, С (Индия)	36,7
<i>Fabaceae</i> (Бобовые)	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Фасоль кустовая)	Т (Латинская Америка)	178,9
Solanaceae (Пасленовые)	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (Томат)	Т (Южная Америка)	0,1
	<i>Capsicum annuum</i> L. (Перец овощной)	Т (Америка)	30,2
<b><i>Apiaceae</i></b> (Сельдерейные)	<b><i>Petroselinum crispum</i> Mill.</b> Петрушка кудрявая	Побережье Средиземного моря	0,55
<b><i>Rosaceae</i></b> (Розоцветные)	<b><i>Fragaria ananassa</i> Duch.</b> (Земляника садовая)	Т (Восточная Азия)	1,2
	<i>Rosa</i> sp. (горшечная роза)	Древний Рим	2,0
<i>Asteraceae</i> (Сложноцветные)	<b><i>Tagetes erecta</i> L.</b> (Бархатцы)	Т (Америка)	1,5
	<b><i>Zinnia elegans</i> Jacq.</b> (Цинния изящная)	Т (Америка)	1,0
	<b><i>Aster chinensis</i> L.</b> (Астра китайская)	Т (Америка)	1,1
<i>Caryophyllaceae</i> (Гвоздичные)	<b><i>Diánthus caryophyllus</i> L.</b> (Гвоздика садовая)	Т,С (Европа, Азия, Африка, Северная Америка)	0,75

Примечание: жирным выделены выявленные нами семейства и относящиеся к ним растения, заселяемые американским трипсом; Т – тропики; С – субтропики.

При изучении гостальной специализации фитофагов заслуживает внимания вопрос определения оптимальных для их жизнедеятельности и потенциально возможных кормовых растений различных систематических групп. Анализ полученных нами материалов (табл. 8, 9, 10) позволяет выделить среди декоративных растений виды сем. ароидных (аморфофилус, аризема, филлодендрум), мальвовых (гибискус), молочайных (два вида акалиф), мареновых (геттарда), страшноцветных (пассифлора), стеркуливых (домбея), лунносемянковых (стефания) на которых плотность имаго американского трипса колеблется от 5,7 до 17,9 особей имаго на лист заселенного растения.

Большинство из перечисленных видов растений были наиболее предпочитаемыми американским трипсом и в исследованиях И.С. Клишиной (2009). Однако, в сравнение с данными зарубежных исследователей, диффенбахия и сингуниум в условиях оранжерей ботанического сада Северо-Запада слабее заселялись этим видом. Вместе с тем подтвердились данные зарубежных авторов о высокой заселенности трипсом огурца и перца в теплицах. Можно полагать, что при проникновении этого вредителя в овощеводческие тепличные хозяйства России возникнет необходимость в целенаправленной борьбе с ним на этих культурах.

Таким образом, результаты трехлетнего изучения гостальной пищевой специализации американского трипса свидетельствуют о том, что в условиях защищенного грунта Северо-Запада РФ он заселяет многие виды растений. В течение 8-летнего периода (с момента его обнаружения в 2005 г. в Ботаническом саду им. В.Л. Комарова БИН РАН и по 2013 г.) этот вид был обнаружен в оранжереях двух ботанических садов Санкт-Петербурга на 109 видах декоративных и сорных растений из 55 семейств. Развитие американского трипса на ряде выращиваемых в изолированном боксе теплиц ВИЗР овощных и рассаде цветочных культур позволяет увеличить список заселяемых им растений в регионе до 117 видов из 58 семейств.

Накопленные к настоящему времени сведения по гостальной категории пищевой специализации американского трипса имеют практическое значение, так как широкий набор предпочитаемых вредителем декоративных, цветочных растений, овощных и ягодных культур создает обширную кормовую базу для его дальнейшего расселения в закрытом грунте Северо-Запада.

Вместе с тем к особенностям биологии американского трипса можно отнести возможность развития на различных видах травянистых, кустарниковых и древесных растений в открытом грунте, о чем свидетельствуют данные ряда американских исследователей (Stannard, 1968; Beshear, 1973), а также G. Vierbergen (2001), обнаружившего самок этого

фитофага на сорной растительности около теплиц в г. Veen (Нидерланды). Можно полагать, что в случае завоза американского трипса в южные регионы России, этот вид быстро заселит многие виды цветочных и декоративных культур в природных условиях.

**Топическая пищевая специализация американского трипса.** Выбор места питания и прокола тканей растения не является случайным и имеет решающее значение для более быстрого и легкого получения оптимальной пищи для развития сосущих членистоногих. Это нашло свое выражение в становлении у насекомых строгой приуроченности к использованию определенных органов растений (органотропность) и тканей, когда в пределах каждого органа растений фитофаги предпочитают питаться определенными тканями и их структурами (гистотропность) (Вилкова, Шапиро, 1968; Слепян, 1973; Шапиро, Вилкова, 1973).

**Органотропность американского трипса.** Среди фитофагов, развивающихся на разных органах растений хозяев, выделяются строго специализированные группы, которые по своей сути являются топоморфами (Слепян, 1973). К ним относятся: ризофаги (ризобионты – обитатели корней и других подземных органов), филлофаги (филлобионты – обитатели листьев), каулофаги (каулобионты – обитатели стеблей), антофаги (антобионты – обитатели генеративных органов) и карпофаги (карпобионты – обитатели плодов и семян).

Данные ряда авторов (Vierbergen, 1997; Клишина, 2009; Иванова др. 2011), а также результаты наших 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. Однако, в редких случаях (при массовом размножении этого вида), было отмечено питание личинок и имаго на цветках и плодах овощных культур в теплицах (Oetting, 1993; Vierbergen, 1997) и граната – в природных условиях (Al-Barty, 2011).

Проведенные нами исследования также показали, что имаго американского трипса заселяет вначале листья нижнего яруса кормовых растений, а потом распространяется вверх по всем ярусам. Это наглядно прослеживается на примере трех видов декоративных растений, постоянно заселяемым вредителем в высокой численности в летний период и отличающихся по высоте – аклифе щетинистоволосистой, геттарде и клеродендруме (табл. 11). Аналогичные результаты были получены в исследованиях других авторов (Oetting, Beshear 1993; Vierbergen, 1997).

Таблица 11.

Распределение американского трипса по ярусам наиболее заселяемых растений

Вид заселяемого растения	Ярус растения	Средняя плотность имаго, особи/лист				
		февраль	март	апрель	май	июнь
<i>Acalypha hispida</i> (высота до 1 м)	Нижний	0,15	1,0	2,34	2,49	2,61
	Средний	0	0,25	1,67	2,01	2,95
	Верхний	0	0	0,5	0,74	0,81
<i>Guettarda sp.</i> (высота до 2 м)	Нижний	0,23	0,34	0,44	1,02	3,53
	Средний	0	0	0,01	0,9	3,34
	Верхний	0	0	0	0,26	1,46
<i>Clerodendrum sp.</i> (высота до 3 м)	Нижний	0,1	0,23	0,44	0,60	0,96
	Средний	0	0	0,51	0,59	0,93
	Верхний	0	0	0,1	0,1	0,3

Проведенный анализ топографии мест концентрации разных стадий развития американского трипса на листьях кормовых растений выявил, что наибольшее количество имаго обнаруживается на морфофизиологически сформировавшихся листьях. Аналогичное отмечали и другие исследователи (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 (табл. 12). Однако как показали наблюдения, личинки, не зависимо от вида кормового растения, предпочитают питаться, в основном, на нижней стороне листа. Здесь же располагаются прониимфы и нимфы фитофага (табл. 12).

Таблица 12.

Распределение разных стадий развития американского трипса на листовой пластинке разных видов 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
Гетгарда	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 – личинк; N - нимфы

Приуроченность развития американского трипса к листовому аппарату кормовых растений свидетельствует о том, что вредитель по свойственной ему органотропности согласно классификации Э.И. Слепяна (1973) относится к филлобионтам. Изучение органотропности американского трипса позволило также выявить различия в субтопоморфности его питания на листьях отдельных видов растений хозяев. Так, места питания личинок и имаго на гибискусе, фасоли, перце, розе и фикусе, а также на землянике садовой располагаются преимущественно в зонах средней жилки и жилок первого порядка листовой пластинки (рис. 14, 1-14, 5; 14, 9). В то же время питание трипса на листьях тагетеса (рис. 14, 6), кислицы (рис. 14, 7) и петрушки кудрявой (рис. 14, 8) осуществляется по краям листовой пластинки в верхушечной ее части.

Проявление субтопоморфности питания американского трипса на листовой пластинке разных видов кормовых растений позволяет отнести его к филлофагам тотофолиарного типа (Слепян, 1973). Для филлофагов этого типа характерна приуроченность к питанию отдельными частями листа, например, в зоне жилок (нервальность) или в краевой зоне листа (маргинальность). Это можно объяснить структурными преобразованиями в



1



2



3



4



5



6



7а



7б



7в



8



9

Рис. 14. Локализация мест питания трипса на листьях разных видов растений: 1 – гибискус; 2 – фасоль (сорт Сакса); 3 – перец (сорт Верность); 4 – роза; 5 – фикус; 6 – тагетес; 7 – кислица (а-начальное заселение трипсом; б - 6 имаго+1 личинка; в - 6 имаго+5 нимф+2 личинки); 8 – петрушка кудрявая; 9 – земляника садовая (ориг.).

онтогенезе листа как метамера, формирующего закладку различных субметамеров – центрального и боковых его участков (Васильев, 1985).

Таким образом, полученные нами данные позволили выявить субропоморфность питания американского трипса на листьях различных видов растений-хозяев. Это свидетельствует об особенностях топической специфичности фитофага и объясняется неоднородностью структурно-функциональных особенностей строения листа заселяемых растений.

***Гистотропность американского трипса.*** Во многих случаях относительно гомеостатические условия питания насекомых обеспечиваются за счет проявления их тканевой специфичности, когда в пределах каждого органа растения фитофаги предпочитают питаться определенными тканями и их структурами. Это особенно ярко проявляется в приспособлении многих видов сосущих филлофагов, в том числе и трипсов, к добыванию питательных веществ из различных специализированных тканей листовой пластинки.

Общеизвестно, что лист является одним из основных органов высших растений, выполняющим функции фотосинтеза, транспирации и газообмена. Анатомическое строение листа отражает его приспособленность к выполнению этих функций. Снаружи листовая пластинка покрыта эпидермальными слоями, между которыми находится мезофилл – хлорофиллоносная паренхима, в клетках которой содержится большое число хлоропластов, включающих хлорофилл и происходят процессы фотосинтеза и дыхания растений. Мезофилл дифференцирован на столбчатую паренхиму, расположенную в верхней части листа, и губчатую паренхиму, находящуюся в нижней его части. Клетки столбчатой (палисадной) паренхимы плотно сдвинуты и вытянуты перпендикулярно к плоскости пластинки. Губчатая паренхима имеет большую внутреннюю поверхность благодаря развитой системе межклеточников, которые сообщаются с устьицами и выполняют функцию газообмена. Листовая пластинка пронизана жилками, которые имеют характерное расположение и служат начальными пунктами сбора

продуктов фотосинтеза, распределяют транспирационный поток по мезофиллу. Следует отметить, что в листе отчетливо выражена взаимосвязь между особенностями проводящей системы и структурами мезофилла. Так, клетки губчатой паренхимы по своей структуре более приспособлены к передвижению веществ в латеральном направлении, чем клетки столбчатой паренхимы.

Приуроченность развития американского трипса к листовому аппарату кормовых растений свидетельствует о том, что его полноценное питание и развитие эффективно обеспечивают, главным образом, метаболические и транспортные формы основных биополимеров листовых пластинок растений.

В тоже время имеются сведения о том, что основным звеном в цепи различного рода патологических изменений, возникающих при повреждении листьев сосущими филлофагами, является нарушение структур фотосинтетического аппарата и скоординированного транспорта ассимилятов, что приводит к снижению синтеза основных биополимеров и к ослаблению процессов роста и развития растений (Слепян, 1973; Шапиро, 1985).

В результате проведенного нами изучения реактивности поврежденных американским трипсом тканей листовой пластинки было установлено, что среди исследуемых видов декоративных и овощных растений наиболее сильно реагируют на его воздействие кислица и петрушка кудрявая. Питание трипса тканями листа этих растений вызывает глубокие изменения как в структуре мезофилла, затрагивая клетки губчатой и столбчатой паренхимы, так и значительное снижение заполненности клеток столбчатой паренхимы хлоропластами.

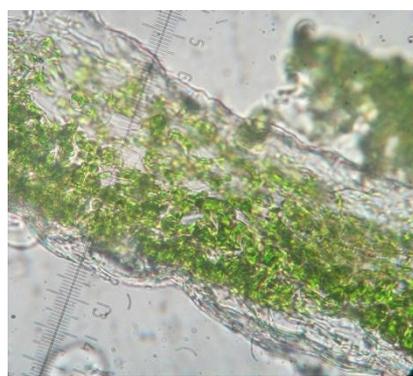
Так на кислице при плотности 6 имаго и 1 личинка на лист происходит потеря декоративных качеств растения (рис. 14, 7б), а при плотности 6 имаго, 2 личинок и 5 нимф на лист наблюдается почти полное повреждение листовой пластинки и быстрое ее усыхание (рис. 14, 7в). При этом в местах питания насекомого на листовой пластинке кислицы изменяется

интенсивность ее окраски – от равномерно фиолетовой к пятнистой с проявлением зеленых участков и до полного обесцвечивания, что свидетельствует о нарушении функционирования хромо- и хлоропластов. Поскольку все виды пластид, содержащиеся в клетках растений, имеют общее происхождение и способны переходить из одной формы в другую (Фрей-Висслинг, Мюлеталер, 1968), можно предположить, что изменение интенсивности окраски листьев кислицы в местах повреждений трипса свидетельствует о нарушении их функций, связанных с обменом веществ.

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 (рис. 14, 8). На срезе поврежденной трипсом листовой пластинки данного растения хорошо видно, что это связано с интенсивными патологическими нарушениями клеток столбчатой и губчатой паренхимы (рис. 15, 1).



1



2

Рис. 15. Патологические нарушения в тканях листовых пластинках петрушки кудрявой (1) и земляники садовой (2) под воздействием американского трипса (ориг.).

Изучение особенностей поврежденности американским трипсом тканей листа земляники садовой выявило, что места питания вредителя располагаются, в основном, на верхней стороне листовой пластинки, преимущественно в зоне столбчатой и частично губчатой паренхимы (рис. 15, 2). При этом следует отметить изменение окраски поврежденных участков листовой пластинки этого растения, как и при повреждениях

трипсом кислицы. Но в отличие от кислицы, изменение окраски пластид, по-видимому, связано с трансформацией хлоропластов в хромопласты красной бурой окраски (рис. 14, 9).

Исследование срезов поврежденных листьев аристолохии выявило, что питание трипса происходит в хлорофиллоносной ткани столбчатой паренхимы, не нарушая целостности листа (рис.16, 1). Места питания американского трипса на листьях таких декоративных растений, как стефания и акалифа, располагались как в губчатой, так и в столбчатой паренхиме (рис. 16, 2; 16, 3). В результате питания трипса в значительной части клеток мезофилла листа этих растений наблюдается снижение содержания хлорофилла. При сильном повреждении трипсом листьев акалифы и стефании происходит деформация листовой пластинки в результате нарушений структуры клеток губчатой паренхимы и разрывов клеток нижнего эпидермиса, что приводит к существенным нарушениям функционирования листового аппарата растений.



1



2

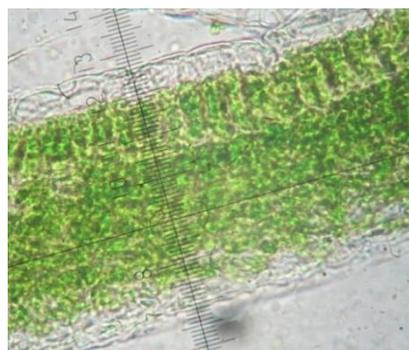


3

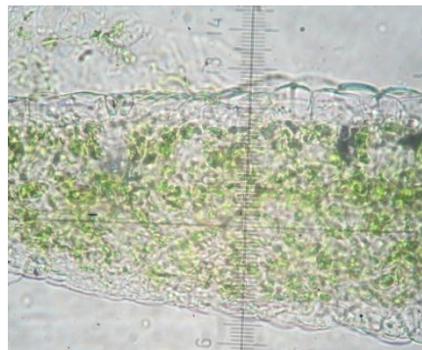
Рис. 16. Патологические нарушения в тканях листовых пластинок декоративных видов растений под воздействием американского трипса:

1 – аристолохия; 2 - стефания; 3 – акалифа (ориг.).

Сравнительный гистологический анализ срезов листьев огурца с неповрежденного (17, 1а) и поврежденного (17, 1б) американским трипсом участков листовой пластинки показал, что филлофаг, как и в случаях со стефанией и акалифой, использует для питания как губчатую, так и столбчатую паренхиму, большая часть клеток которых не содержит хлоропластов (рис. 17, 1б). В результате этого происходит нарушение основной функции листа – фотосинтеза.



1а



1б



2а



2б

Рис. 17. Патологические нарушения в тканях листовых пластинках 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.).

При воздействии трипса на основные структуры листовой пластинки перца овощного наблюдается значительное снижение заполненности клеток паренхимы хлоропластами в сравнении с неповрежденной пластинкой (рис. 17, 1а). В результате этого деформируются клетки компонентов мезофилла с образованием пустых полостей, которые затем заполняются воздухом, и происходят многочисленные разрывы клеток нижнего эпидермиса (рис. 17, 2б).

Выявлено также, что эффективность питания трипса на листьях может ограничивать общая толщина листовой пластинки растений. Так, у огурца посевного, перца овощного, петрушки кудрявой, толщина листовой пластинки которых составляет 157–189 мкм, трипс способен повреждать как столбчатую, так и губчатую паренхиму, в то же время у земляники садовой, толщина листовой пластинки которой свыше 200 мкм, вредитель повреждает клетки столбчатой и только частично губчатой паренхимы.

Таким образом, проведенные исследования выявили особенности топической специфичности американского трипса при питании на разных видах покрытосеменных растений, проявляющейся в предпочтении тех или иных тканей листовой пластинки в зависимости от вида кормового растения. Изучение тканевой специфичности вредителя позволило выделить три группы своеобразной субтрофоморфности этого вида при повреждении тканей листовой пластинки, проявляющейся в зависимости от вида кормового растения. Первая группа – приуроченность трипса к питанию тканями столбчатой паренхимы (аристолохия, земляника садовая); вторая – приуроченность вредителя к питанию тканями губчатой и столбчатой паренхимы, внешне проявляющейся в разрыве клеток нижнего эпидермиса (акалифа, стефания, перец овощной, огурец посевной); третья – генерализованное повреждение тканей, приводящее к обесцвечиванию и отмиранию поврежденных участков листовой пластинки (кислица, петрушка листовая).

### **3.3. Сезонные изменения численности вредителя в оранжереях ботанического сада**

Как указывалось выше, американский трипс развивается в оранжереях тропического климата ботанических садов в течение всего года благодаря выращиванию большого числа вечнозеленых кустарников и деревьев, а также поддерживаемых в них постоянных температуры и влажности воздуха. Несмотря на это, численность насекомого подвержена существенным

колебаниям в зависимости от сезона, а также от климатических условий самих оранжерей.

Так проведенные наблюдения выявили, что в оранжерее с сухим тропическим климатом, помимо большего числа заселенных американским трипсом растений, постоянно наблюдается более высокая его численность, чем в оранжерее с влажным тропическим климатом (табл. 13).

Таблица 13.

Сравнительная численность американского трипса в оранжереях ботанического сада СПбГУ с разным тропическим климатом

Год	Средняя численность вредителя за год, особей/растение			
	Сухие тропики		Влажные тропики	
	Max	Min	Max	Min
2011	62,4	2,6	17,3	0,9
2012	99,8	2,7	26,1	1,7
2013	28,9	1,1	13,0	0,9

Эти различия наглядно прослеживаются и на графиках изменений динамики численности американского трипса в обеих оранжереях в 2011-2012 гг. (рис. 18).

В тоже время трехлетние наблюдения выявили следующий характер динамики численности американского трипса в оранжереях ботанического сада, независимо от их климата (рис. 18). Так в зимние месяцы (декабрь – февраль) на отдельных, наиболее заселяемых вредителем видах растений (акалифа щетиноволосистая, гмбискус, геттарда и др.), как правило, отмечаются только единичные имаго. В марте происходит расселение имаго на различные виды растений и дальнейшее развитие вредителя в течение весенне – летнего периода. В конце августа – октябре по мере укорочения светового периода наблюдается постепенный спад численности вредителя и в ноябре только на отдельных растениях снова отмечаются единичные имаго.

Анализ приведенных на рисунке 18 графиков динамики численности позволил выделить в течение года ряд пиков подъема и спада численности американского трипса. Это позволяет предположить, что фитофаг в

тропических оранжереях Северо-Запада на протяжении года развивается примерно в 6-7 поколениях.

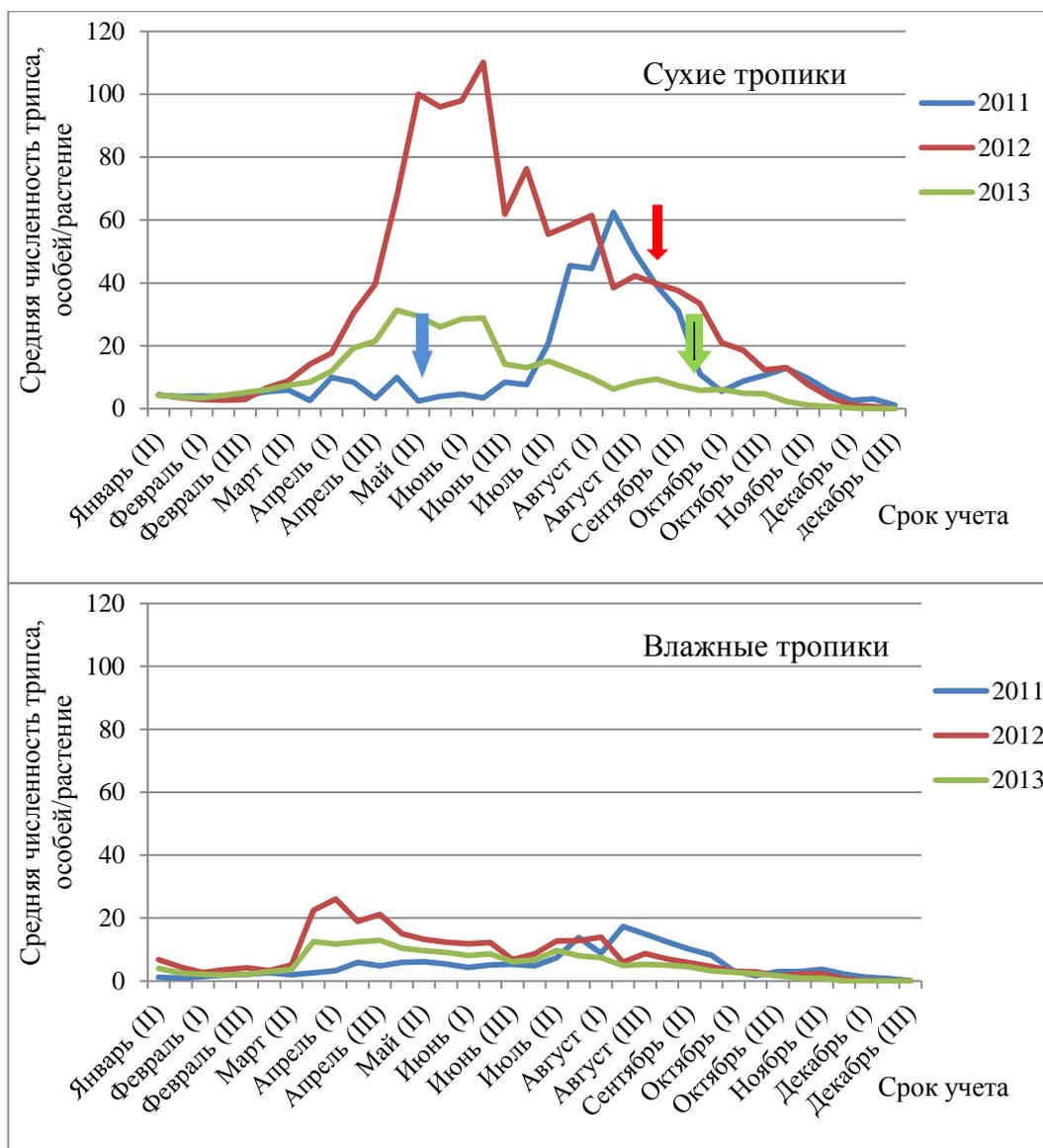


Рис.18. Сравнительная динамика численности американского трипса на растениях в тропических оранжереях с влажным и сухим климатом (ботанический сад СПбГУ, 2011 - 2013 гг., ↓ - обработки).

Дальнейшее изучение динамики численности американского трипса в оранжереях с разными климатическими условиями продолжалось на наиболее заселенных им растений. Такими растениями в 2012 г. в сухой тропической оранжерее оказались домбея, гетгарда и акалифа щетинистоволосистая; во влажной оранжерее – абутилон и акалифа Уилкса.

Численность трипса на остальных заселенных растениях в обеих оранжереях за весь период наблюдений не превышала 25 особей на растение.

Исследования также показали, что при развитии американского трипса на домбее можно выделить два пика появления имаго: первый – в середине мая (157 имаго/растение), второй – в конце июня (278 имаго/растение) (рис. 19). Помимо этого, можно выделить четыре небольших подъема численности имаго: в начале и в третьей декаде апреля и два пика с численностью от 100 до 70 имаго/растение в начале и в конце августа. Численность преимагинальных стадий развития трипса на этом виде растений была небольшой с максимумом – 58 личинок или 32 нимфы/растение.

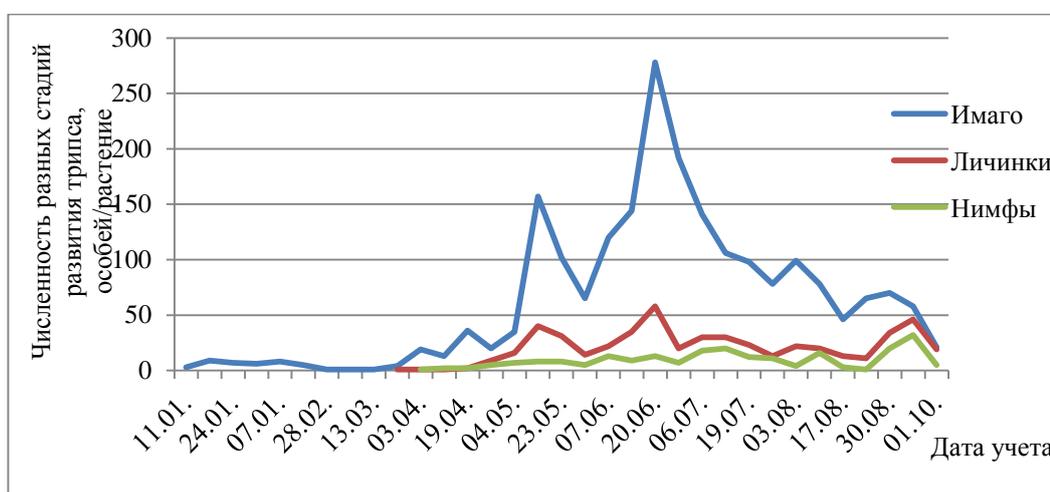


Рис. 19. Динамика численности американского трипса на домбее (ботанический сад СПбГУ, сухая тропическая оранжерея, 2012 г.).

При развитии американского трипса на геттарде в течении года можно было выделить, практически, семь пиков численности имаго с максимумом 118 особей на растение в середине июня (рис. 20). Личинок по сравнению с имаго и нимфами было больше. Максимальное их число достигало 127 особей/растение в начале третьей декады июня. Максимальное число нимф за весь период наблюдений составило 97 особей/растение.

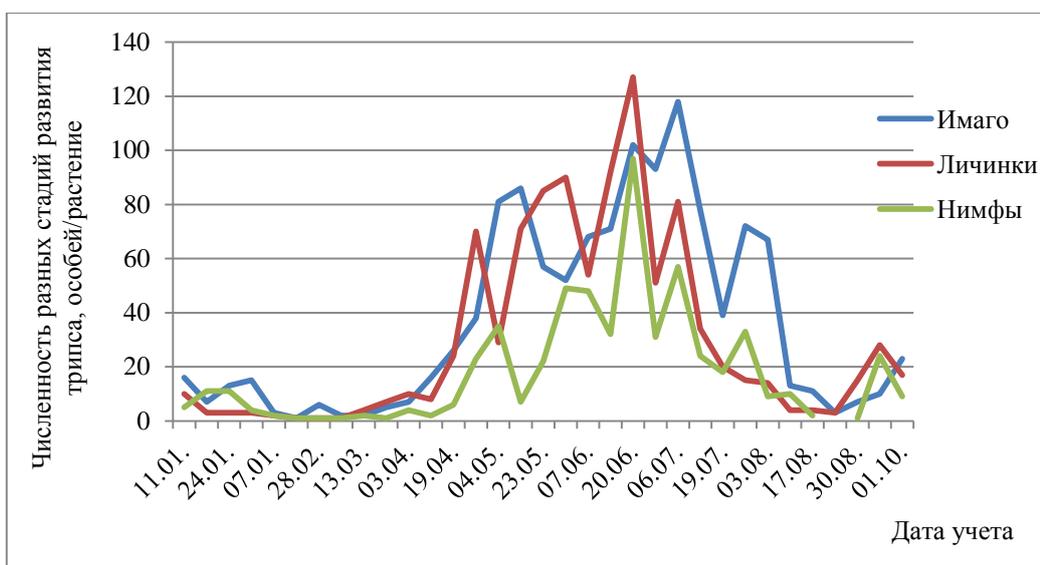


Рис. 20. Динамика численности американского трипса на геттарде (ботанический сад СПбГУ, сухая тропическая оранжерея, 2012 г.).

При развитии американского трипса на акалифе щетинистоволосистой также выделяется семь пиков подъема численности имаго. Массовое его развитие наблюдалось на этом виде растений с конца мая до середины июля, с максимальной численностью имаго 221, личинок – 56, нимф – 40 особей на растение (рис. 21). Численность личинок и нимф по сравнению с имаго, за весь период наблюдений, как и на домбее, была незначительной.

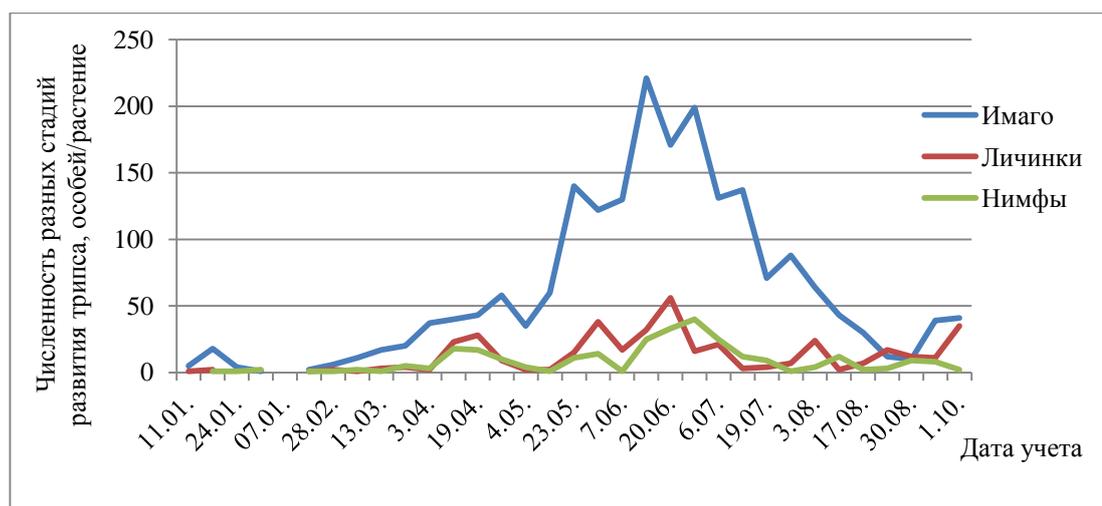


Рис. 21. Динамика численности американского трипса на акалифе щетинистоволосистой (ботанический сад СПбГУ, сухая тропическая оранжерея, 2012 г.).

Во влажной тропической оранжерее при развитии американского трипса на акалифе Уилкса, как и на акалифе щетинистоволосистой, также выделяется семь пиков подъема численности имаго. При этом массовое развитие трипса отмечалась в апреле с максимальной численностью 144 имаго, 98 личинок и 136 нимф/растение (рис. 22).

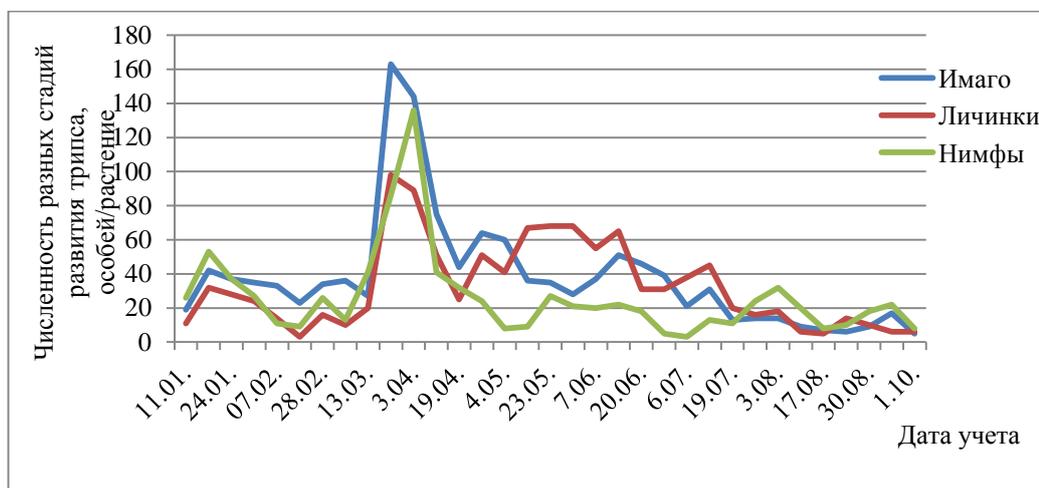


Рис. 22. Динамика численности американского трипса на акалифе Уилкса (ботанический сад СПбГУ, влажная тропическая оранжерее, 2012 г.).

При развитии американского трипса во влажной тропической оранжерее на абутилоне в течение года наблюдалось шесть пиков численности имаго. Массовое развитие имаго наблюдалось в апреле (23 особи/растение), личинок - в мае (24 особи/растение), нимф - с конца апреля по конец мая (до 9 особей/растение) (рис.23).

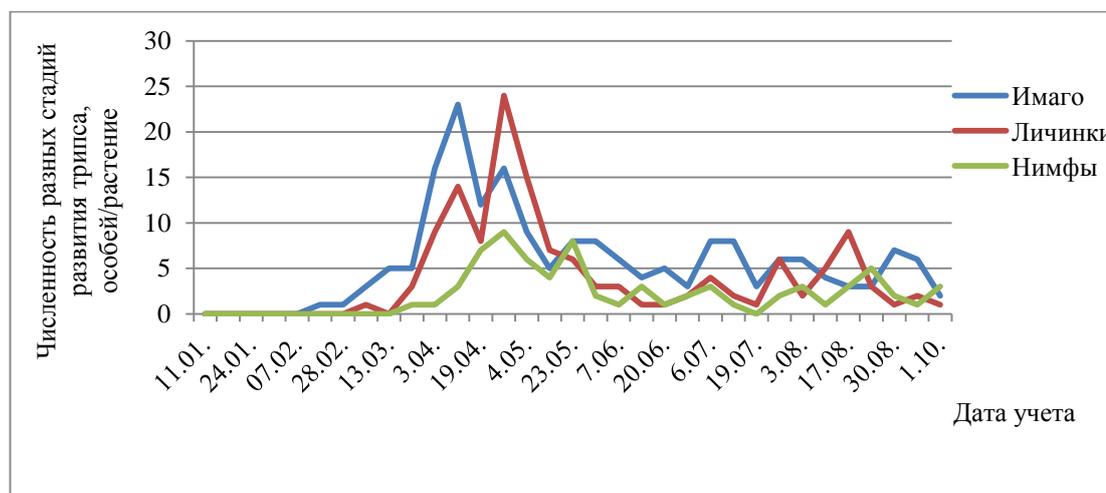


Рис. 23. Динамика численности американского трипса на абутилоне (ботанический сад СПбГУ, влажная тропическая оранжерее, 2012 г.).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что в тропических оранжереях ботанического сада в Северо-Западном регионе американский трипс развивается в 6-7 генерациях в зависимости от вида декоративного растения. При этом абиотические условия оранжерей существенно влияли на развитие фитофага, в связи с чем, как отмечалось нами ранее, уровни заселенности растений разными стадиями развития американского трипса в оранжерее с сухим тропическим климатом были значительно выше, чем с влажным климатом.

Абиотические факторы сказывались и на характере динамики численности американского трипса в оранжереях, так как в зависимости от типа климата пики подъема его численности наблюдаются в разные сроки. Если на растениях, выращиваемых в оранжерее с влажным тропическим климатом, фитофаг достигал максимальной численности в апреле, то в оранжерее с сухим тропическим климатом – в июне-июле.

Выявленный характер динамики численности американского трипса подтверждается и при выращивании растений одного рода в оранжереях с разным типом климата. Сравнение заселенности фитофагом растений двух видов акалифы показало, что на акалифе Уилкса, выращиваемой во влажной тропической оранжерее, пик его численности наблюдается в апреле. На выращиваемой в сухой тропической оранжерее акалифе щетинистоволоистой трипс достигает максимальной численности в конце июня – начале июля.

Помимо абиотических факторов и вида заселяемых растений, на численность вредителя существенное влияние могут оказывать условия выращивания, связанные с проводимыми в оранжереях мероприятиями. Так, значительно более низкую численность вредителя в 2013 г., по сравнению с двумя предыдущими годами, можно объяснить проведением в них по нашим рекомендациям ряда профилактических приемов, которые будут рассмотрены в заключительной главе диссертационной работы.

Подводя итог результатам изучения особенностей биологии американского трипса в условиях защищенного грунта Северо-Запада России, изложенным в этой главе диссертации, можно прийти к следующему заключению. Американский трипс по уровню гостальной пищевой специализации является широким полифагом, тесно связанным с питанием и развитием на листовом аппарате растений. Особенности его топической специфичности проявляются в предпочтении разных частей и тканей листовой пластинки в зависимости от вида кормового растения. Гистологический анализ листьев декоративных и овощных растений различной таксономической принадлежности, поврежденных вредителем, позволил выявить существенные патологические нарушения в тканях листовой пластинки и провести их сравнительную систематизацию по локализации мест его питания в различных тканях листа. Выявленные патологические реакции различных видов растений на повреждения американского трипса приводят к нарушению морфофизиологической целостности листьев и тем самым искажают процесс фотосинтеза, что определяет его вредоносность.

Благодаря субтропическому происхождению, вредитель находит в оранжереях ботанических садов и теплицах благоприятные для своего развития условия, что определяет высокие уровни его численности и вредоносности на многих видах растений.

Большое число предпочитаемых вредителем декоративных, цветочных и сорных растений, овощных и ягодных культур создает обширную кормовую базу для его дальнейшего расселения в закрытом грунте Северо-Запада.

Учитывая имеющиеся данные о развитии американского трипса в природных условиях (Stannard, 1968; Beshear, 1973; Vierbergen, 2001), можно полагать, что этот вид в случае завоза в южные регионы России сможет повреждать многие декоративные, цветочные и овощные растения не только в закрытом, но и открытом грунте.

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

При разработке системы эффективной защиты растений от различных, том числе и адвентивных, видов вредителей большое значение имеет раннее выявление фитофагов. В этом случае традиционные визуальные методы наблюдений за появлением фитофагов малоэффективны в силу своей трудоемкости. Это привело к необходимости разработки других методов учета, в частности, цветочных ловушек, принцип действия которых базируется на цветовой видоспецифичности насекомых, т.е. предпочтении ими цвета определенной длины волны. Для надзора за конкретными видами фитофагов были разработаны различные типы цветочных ловушек. Так для отлова крылатых имаго тлей - переносчиков вирусных заболеваний картофеля было предложено использовать жёлтые водные ловушки (сосуды Мерике) (Зыкин, 1970). Для выявления многих видов насекомых перспективными оказались ловушки другого типа - клеевые, более удобные для работы.

Использование цветочных клеевых ловушек позволяет не только снизить временные затраты на проведение мониторинга за динамикой численности вредителей, но и выявлять их единичные особи при раннем появлении, что особенно важно для выявления карантинных и подкарантинных видов насекомых. В защищенном грунте интерес к цветочным ловушкам возник в связи с мировой инвазией западного цветочного трипса. Изучение уловистости ловушки разных цветов (белого, разных оттенков желтого и синего и др.) показало, что большинство видов членистоногих (трипсы, тли, минеры, комарики), заселяющих овощные или цветочные культуры закрытого грунта, летят на ловушки белого цвета (Yudin et al., 1987).

В тоже время, для раннего выявления разных видов трипсов, в том числе и западного цветочного трипса, эффективными оказались клеевые ловушки синего цвета различных оттенков, особенно голубые (Bródsgaard, 1989; Baranowski et al., 1992; Szabò, Ceglarska-Hòdi, 1992; Ravensberg et al., 1992;

Степанычева, 1995, 1998). Комарики рода *Bradysia* привлекаются ловушками различных цветов, но самое большое их количество отлавливалось на ловушки оранжевого цвета (Baranowski et al., 1992). Оранжевая белокрылка проявляет выраженную реакцию на желто-зеленую часть спектра с длиной волны 500-620 нм, но наиболее привлекателен для нее ярко желтый цвет с длиной волны в пределах 570-580 нм (Злобина, Бегляров, 1982; Кривохижин и др., 1991; Baranowski et al., 1992). Самцы калифорнийской щитовки наиболее активно реагируют на белый цвет (Бичина и др., 1984), а южноамериканская томатная минирующая моль *Tuta absoluta* Povolny на черный (Сычев, 2014).

Ведущие мировые фирмы по производству ловушек (“Thripline ams”, “Koppert”, “Syngenta Bioline” и др.) постоянно совершенствуют ловушки для удобства и эффективности их использования в системе мониторинга вредных насекомых в теплицах и на различных культурах открытого грунта. Так установлено, что для высокой «уловистости» определенных видов насекомых, помимо предпочитаемого цвета, имеет большое значение тип ловушек (цилиндрические, листовые, рулонные) и их размер (Baranowski et al., 1992; Сычев, 2014), а также различные добавки биологически активных веществ (Szabò, Ceglarska-Hòdi, 1992; Мунтян и др., 2015).

В литературе имеются также сведения о применении цветочных клеевых ловушек не только для выявления и учета численности чужеродных вредителей, но и для борьбы с ними на различных культурах (Киров и др., 1984; Чайка, Фехтел, 1986; Кривохижин и др., 1991; Харченко, 1992). Однако применение цветочных ловушек для этой цели в системах защиты с использованием комплекса энтомофагов имеет существенный недостаток, поскольку ловушки одновременно привлекают имаго хищных и паразитических членистоногих - энкарзии, дакнумы, афидиуса, ориуса (Ravensberg et al., 1992). В этой связи в технологии интегрированной защиты тепличных культур от вредителей ловушки, как правило, используются для

сигнализации появления фитофагов, а с началом выпуска энтомофагов их рекомендуется снимать (Иванова и др., 2011).

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

В связи с широким распространением американского трипса в тропических оранжереях ботанических садов и опасностью проникновения в тепличные хозяйства, выращивающие цветочные и овощные культуры, большое значение приобретают методы раннего выявления и наблюдения за развитием этого фитофага в защищенном грунте. Это необходимо для своевременного проведения различных защитных мероприятий, направленных на ограничение его численности и распространения. По нашему мнению для этой цели перспективны цветочные клеевые ловушки, которые широко применяются в защищенном грунте разных стран мира для мониторинга численности различных видов фитофагов.

Принцип действия клеевых ловушек основан на привлечении насекомых видоспецифичным цветом и фиксации их энтомологическим клеем (Кривохижин и др., 1991). В отношении американского трипса, в отличие от других видов насекомых, в том числе и других видов трипсов (западного цветочного, табачного), сведения о цветовой предпочтительности в литературе отсутствуют. Степень уловистости этого трипса желтыми и синими ловушками, даже в условиях его высокой численности, была чрезвычайно низка (Kaas, 2001). В связи с этим, оценивая возможности использования цветочных клеевых ловушек для мониторинга американского трипса в оранжереях ботанических садов, мы расширили цветовую гамму спектра для выявления его цветовой предпочтительности. В наши исследования, помимо традиционных белого, желтого и голубого цвета, были включены также зеленый и красный цвета.

Изучение привлекательности клеевых ловушек разного цвета для американского трипса проводилось в сухой тропической оранжерее, где наблюдалась наибольшая численность вредителя. В 2011 г. мы оценивали

уловистость белых, желтых, голубых и зеленые ловушек, которые вывешивали среди наиболее предпочитаемых американским трипсом растений (гибискус, акалифа, аризема, мирабилис и др.) в конце III декады апреля, когда первые его имаго были зарегистрированы на листьях в процессе визуальных учетов. Ловушки размещались на разной высоте - до 1 м (60 см) и более 1 м (120 см).

Результаты учетов и их дисперсионный анализ показали, что трипс предпочитает зеленую цветовую гамму. Уловистость зеленых ловушек, независимо от высоты их размещения, была статистически достоверно больше уловистости ловушек других цветов (табл. 14). При этом было установлено, что наиболее активный лет имаго происходит на высоте до 1 м, что объясняется особенностями заселения растений этим видом - американский трипс вначале заселяет и размножается на листьях нижнего яруса, а потом распространяется по всему растению. Наименьшая уловистость имаго американского трипса наблюдалась ловушками белого и желтого цветов (табл. 14).

Таблица 14.

Сравнительная «уловистость» имаго американского трипса цветовыми клеевыми ловушками (2011 г.)

Цвет	Длина волны, нм	Средняя численность уловленных имаго (особей/ловушку) при высоте растений	
		до 1 м	более 1 м
Синий	450...480	16,0	5,5
Зеленый	520...555	70,0	20,5
Желтый	560...585	6,0	3,5
Белый	Сложный цвет	4,0	2,0
НСР <sub>0,05</sub> двухфакторного дисперсионного анализа: для фактора цвет 5,9; для фактора высота 8,3			

В 2012 г. к исследуемому цветовому спектру был добавлен красный цвет, а ловушки вывешивались по периметру оранжереи, независимо от присутствия предпочитаемых кормовых растений. Такое размещение мы посчитали наиболее удобным для работ по уходу за растениями

обслуживающего персонала оранжереи и, кроме того, это позволяло более адекватно оценивать общую заселенность территории.

Материалы исследований 2012 г. подтвердили полученные в 2011 г. данные. Уловистость имаго ловушками зеленого цвета при их размещении по всему периметру оранжереи была достоверно выше, в сравнении с ловушками других цветов, как по оценке средней численности уловленных имаго на одну ловушку, так и общего числа отловленных особей за весь период наблюдений (табл. 15).

Таблица 15.

Сравнительная уловистость имаго американского трипса цветовыми клеевыми ловушками (2012 г.)

Цвет ловушки	Длина волны, нм	Средняя численность имаго, особей/ ловушку, за период наблюдений		Общее число отловленных имаго за весь 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	109
Зеленый	520...555	126,6	97,8	897
Желтый	560...585	3,2	3,8	28
Красный	640...700	-	1,8	7
НСР <sub>05</sub>		52,9	19,7	233,8

\* ловушки вывешены 19.02; смена экрана 23.05

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

В то же время необходимо отметить, что при произвольном размещении ловушек по всему периметру оранжереи, одна повторность ловушки белого цвета попала на участок с большим количеством сорного растения звездчатка средняя, на которой трипс активно развивался. При прополке этого сорняка значительная часть имаго вспархивала и попадала на экран ловушки белого цвета, что, независимо от слабой его привлекательности, увеличило на ней количество уловленных особей и сказалось на результатах статистической обработки материалов. Тем не менее, даже в этом случае уловистость ловушек зеленого цвета была достоверно выше других цветов.

Наблюдения за динамикой лета имаго американского трипса с недельным интервалом на протяжении 4 месяцев с использованием ловушек разного цвета также подтвердили наибольшую предпочитаемость для его имаго зеленого цвета в течение всего периода учетов. Максимум лета имаго происходил со 2 по 3 декады мая (рис. 24). Спад численности имаго наблюдался в конце мая - начале июня, что было связано с проведением прополок и фитопрочисток, при которых удалялись заселенные вредителем сорные растения и отдельные, наиболее заселенные трипсом экземпляры декоративных растений (аризема, мирабилис).

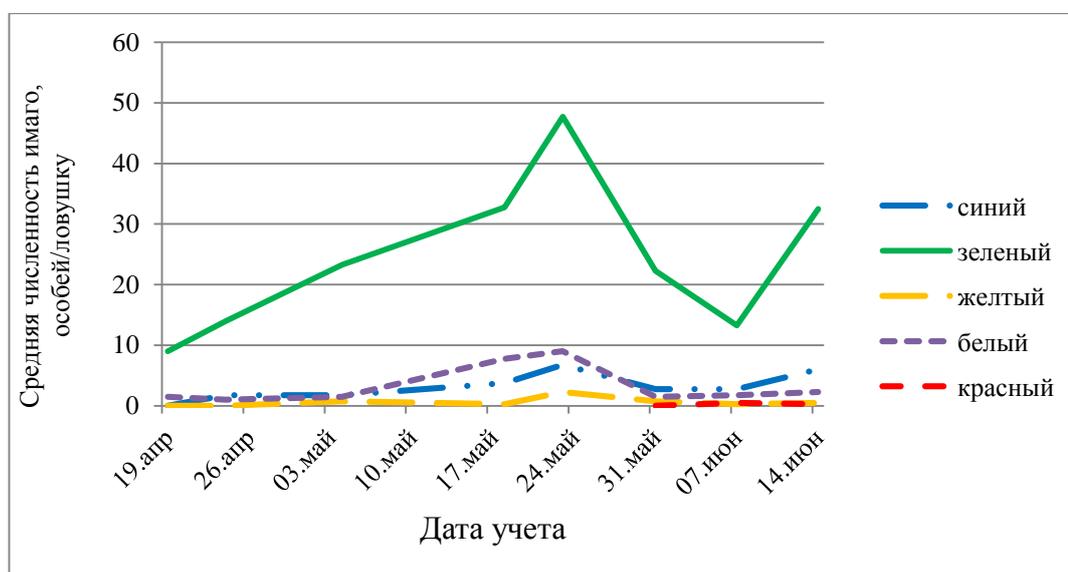


Рис. 24. Динамика численности американского трипса на декоративных растениях при использовании клеевых ловушек разного цвета (ботанический сад СПбГУ, сухая тропическая оранжерея, 2012г.).

В 2013 г., характеризующимся сравнительно низкой численностью вредителя, ловушки также размещались по периферии оранжереи и были вывешены в феврале в начале первого обнаружения имаго на листьях акалифы. Спустя сутки после вывешивания на ловушках зеленого цвета были уже обнаружены единичные особи имаго, что показывает их возможность раннего выявления американского трипса в оранжереях. Полученные в 2013 г материалы, подтвердили данные прошлых лет о том, что американский трипс предпочитает ловушки зеленого цвета, даже в условиях его низкой численности (табл. 16).

Таблица 16.

Сравнительная «уловистость» имаго американского трипса цветочными клеевыми ловушками в годы с разной численностью (2011-2013 гг.)

Цвет ловушки	Длина цветовой волны, нм	Средняя численность уловленных имаго, особей/ ловушку, в разные годы		
		2011	2012	2013
Синий	470...500	16,0	13,6	6,2
Зеленый	520...555	70,0	112,2	20,2
Желтый	560...590	6,0	3,5	2,3
Красный	620...740(760)	-	1,8	1
Белый	Сложный цвет	4,0	16,0	1,3
НСР <sub>0,5</sub>		5,9	62,4	1,86

Как известно из литературы, западный цветочный трипс предпочитет голубой цвет. В 2012 г. в экспериментальных теплицах ВИР нам представилась возможность сравнить уловистость зелеными и голубыми ловушками имаго западного цветочного трипса. На фоне высокой численности вредителя наблюдалась значительно более высокая привлекаемость для западного цветочного трипса голубого цвета, чем зеленого (рис. 25). Для сравнения с западным цветочным трипсом на рисунке 23 представлены данные по уловистости ловушками этих же цветов имаго американского трипса в сухой тропической оранжерее СПбГУ в 2012 г., полученными в один и тот же срок учета (24.08). Эти материалы наглядно свидетельствуют о предпочтении западным цветочным трипсом голубого цвета, а американским - зеленого. Эта же тенденция сохранилась и в 2013 г., когда наблюдалась сравнительно низкая численность обоих видов трипсов.

Можно предположить, что ярко выраженное предпочтение американским трипсом зеленого цвета в сравнении с другими цветами спектра связано с его питанием и развитием на листьях различных кормовых растений. В отличие от него западный цветочный трипс, наряду с листьями, охотно заселяет цветки разной цветовой гаммы, в связи с чем, его имаго отлавливается на ловушки разных цветов (белые, желтые, красные), хотя и предпочитает разные оттенки синей части спектра.

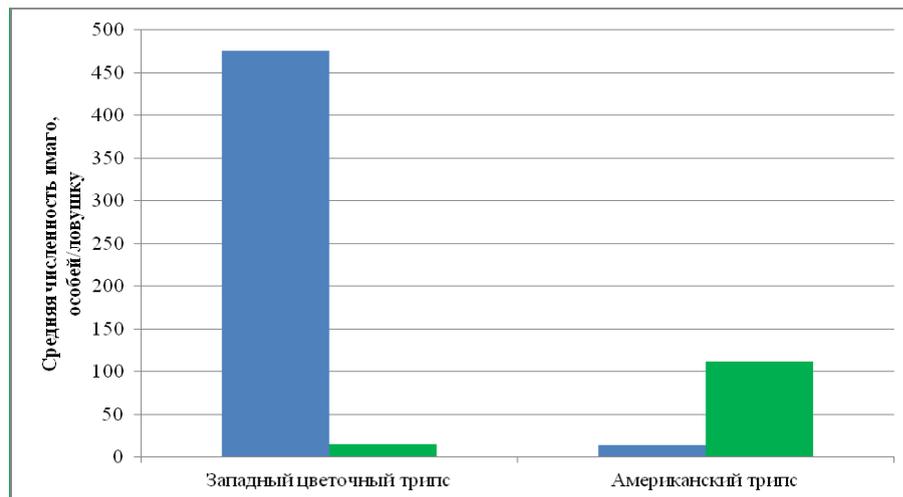


Рис. 25. Сравнительная уловистость имаго западного цветочного и американского трипсов ловушками синего и зеленого цвета (2012).

Полученные нами материалы свидетельствуют о том, что для выявления и мониторинга развития американского трипса в тропических оранжереях ботанического сада следует использовать ловушки зеленого цвета. Учитывая большое разнообразие видов экспонируемых растений, наиболее технологично размещать эти ловушки по периметру оранжерей на высоте 0,6 м по одной с каждой стороны оранжереи.

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

В условиях оранжерей, отличающихся большим разнообразием жизненных форм и архитектоникой выращиваемых растений, визуальный учет численности американского трипса весьма трудоемкий процесс, требующий 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. Имеющаяся по этому вопросу литература весьма ограничена и касается, в основном визуального учета трипса на отдельных видах овощных или цветочных культур в теплицах (Kaas, 2001; Varga et. al., 2010).

Разработке визуального метода учета численности разных видов членистоногих посвящено большое число работ, в частности В.Г. Маршакова (1987) и А.И. Кудрина (1997). Было установлено, что распределение

насекомых на растениях адекватно описывается той или иной формой отрицательного биномиального распределения. Аналогичное было получено и в отношении американского трипса (Kaas, 2001). При отрицательном биномиальном распределении насекомых на растениях эффективен последовательный (секвенциальный) учёт, предполагающий знание типа распределения учитываемых объектов, что требует соответствующих дополнительных исследований. Снимает проблему такой методический подход, который обеспечивает линеаризацию связи оцениваемых параметров, регистрируемым визуально (Васильев и др., 1973; Поляков и др., 1978; Сергеев и др., 2008).

Эта задача была решена на основе установления эмпирической связи плотности трипса на листе растения (непосредственное определение которой требует немало времени) с процентом листьев во взятой выборке, на которых был выявлен вредитель.

Экспериментальный материал для усовершенствования визуального метода учета численности американского трипса был собран на пяти видах растений (постоянно заселяемых им в сухой тропической оранжерее), типизированных по высоте. Это представители травянистых растений сингониум (высота до 20 см) и мирабилис (высота до 50 см), вечнозеленые кустарники акалифа (высота до 1 м) и клеродендрум (высота 3 м) и листопадный кустарник геттарда (высота до 2 м). Данные представлялись результатами обследований, выполненных на том или ином виде растения в различные сроки года.

Обеспечение опосредованной оценки плотности американского трипса по проценту заселённых листьев во взятой их выборке, на которых трипс был обнаружен, было следующим: исходные данные численности трипса и заселённых им листьев на указанных выше видах растений были сведены в таблицы для расчетов. В таблицы также были включены соответствующие рассчитанные показатели: средне-выборочная плотность трипсов на лист ( $Y$ ) и процент заселённых листьев ( $X$ ). Далее значения  $Y$  и  $X$  были

преобразованы в соответствующие значения  $(y, x)$ , тоже занесённые в таблицы для расчётов. Преобразующие линеаризующие функции были рассчитаны с помощью алгоритма «итерационной линеаризации» (Sergeev et al., 2014).

Для каждого вида растения ряды преобразованных значений  $(y, x)$  были подвергнуты линейному корреляционному и регрессионному анализам. Ввиду высоких значений коэффициентов корреляций, уравнения регрессии обеспечивали высокую точность оценок. После включения 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. Построенные номограммы дают возможность оценивать плотность американского трипса на лист по проценту заселённых листьев во взятой выборке без непосредственного учёта численности насекомого, графически. Учёт численности трипса на разных видах растений номограммы упрощают многократно.

На примере одного из исследуемых в опытах растений – сингониума можно рассмотреть, как производились расчеты для построения таких номограмм. В таблице 17 представлены данные 27 визуальных учетов численности американского трипса в разных стадиях развития на листьях сингониума, а также рассчитанные на их основе средняя плотность трипса на лист  $(Y)$  и процент заселённых им листьев  $(X)$ .

На рисунке 26 приведены скеттер-диаграммы зависимости плотности трипса от процента заселённых им листьев сингониума, свидетельствующие о достоверной нелинейности их взаимосвязи (следствие асимметрии статистических распределений  $Y$  и  $X$ ). Коэффициенты асимметрии  $A$  для статистических распределений  $Y$  и  $X$  в данном случае были достаточно существенны (значения  $A$  1,4 и 0,6). Это не позволяло оценивать эту связь коэффициентом корреляции (рис 26 А). В связи с этим возникла необходимость в соответствующих симметризирующих преобразованиях.

Таблица 17.

Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях сингониума

Дни учета от начала проведения наблюдений	Число особей трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, Y	y*	Процент заселенных трипсом листьев, X	x*
11	0	0	0,00	19	0	20
18	0	0	0,00	19	0	20
24	0	0	0,00	19	0	20
66	1	1	0,05	31	5	31
73	0	0	0,00	19	0	20
88	2	2	0,10	39	10	40
101	1	1	0,05	31	5	31
110	23	10	1,15	85	50	82
115	7	6	0,35	60	30	66
125	8	5	0,40	63	25	60
139	23	10	1,15	85	50	82
144	13	8	0,65	73	40	75
152	1	1	0,05	31	5	31
159	6	4	0,30	57	20	55
166	5	4	0,25	54	20	55
172	2	2	0,10	39	10	40
181	3	2	0,15	45	10	40
188	3	3	0,15	45	15	48
195	11	5	0,55	69	25	60
201	4	3	0,20	50	15	48
204	6	4	0,30	57	20	55
215	11	8	0,55	69	40	75
222	14	8	0,70	74	40	75
229	11	8	0,55	69	40	75
236	2	2	0,10	39	10	40
250	3	3	0,15	45	15	48
274	8	5	0,40	63	25	60

\*у,х - преобразованные значения Y и X в результате интерационной линеаризации

С этой целью были рассчитаны параметры для двух соответствующих функций преобразования:

$$y=80,15+23,81\ln(Y+0,07805); \quad x= - 126,9+49,38\ln(X+19,43)$$

Рассчитанные функции обеспечивают нулевые коэффициенты асимметрии для статистических распределений преобразованных значений у и х (с заданными средним значением 50 и среднеквадратическим отклонением 20) и их линейную взаимосвязь (рис. 26 Б). Округлённые до целого значения у и х приведены в пятом и седьмом столбцах таблицы 17.

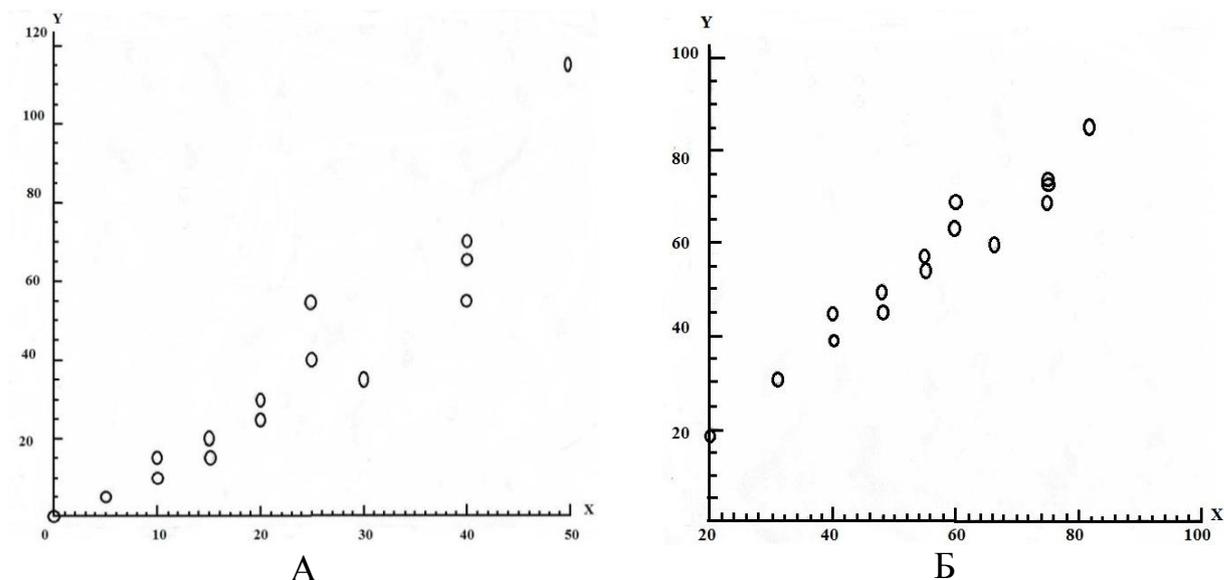


Рис. 26. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев сингониума до (А) и после (Б) линейаризующего преобразования по методу симметризации (ордината - плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев).

Коэффициент корреляции между преобразованными измерениями этих параметров оказался очень высоким ( $r=0,986$ ). Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0,9994x - 0,08294 \pm 3,42$$

После включения в эту формулу приведённых выше функций преобразования выводится итоговая функция нелинейной регрессии в исходных шкалах. Получаем формулу для практической оценки плотности трипса на лист (Y) по проценту заселённых им листьев (X):

$$\bar{Y}(X,t) = 0,0001672 \times 1,0429^{3,4t} \times (X+19,43)^{2,0727} - 0,07805.$$

Оценку вероятной плотности американского трипса на лист по зарегистрированной заселённости листьев с помощью данной формулы рассмотрим на следующем примере. Допустим, что среди  $n = 20$  обследованных листьев сингониума трипс был обнаружен на четырёх листьях и процент их заселённости составил  $X=20\%$ . Рассчитываем соответствующую средне-ожидаемую плотность (для  $X=20$ ,  $t=0$ ):

$$Y(X,t) = \bar{Y}(20,0) = 0,0001672 \times 1,0429^{3,3 \cdot 0} \times (20+19,43)^{2,0727} - 0,07805 = 0,26.$$

Аналогично рассчитываем верхний вероятный предел плотности:  $\bar{Y}(20,1)=0,31$  и нижний предел:  $\bar{Y}(20,-1)=0,22$ .

Согласно таблице 16, данная заселённость  $X=20\%$  была фактически зарегистрирована на 159; 166 и 204 дни учёта. На листьях в эти дни учёта было обнаружено, соответственно, 6; 5 и 6 особей разных стадий развития трипса. В тоже время реальные показатели плотности ( $Y$ ) составляли: 0,30; 0,25 и 0,30 особей на лист, что соответствует полученным по формуле оценкам.

Подобным образом была проведена обработка экспериментальных данных по учётam американского трипса на листьях остальных, использованных в исследованиях видах растений: мирабилисе, акалифе, геттарде и клеродендруме (табл. 1-4 приложения).

Применительно к растению мирабилис были получены следующие результаты (рис. 1А,Б приложения). Коэффициенты асимметрии для статистических распределений  $Y$  и  $X$  были существенны (значения  $A$  1,8 и -0,4). Функции преобразования:

$$y = 19,02 + 18,57 \ln (Y+1,150); \quad x = 225,2 - 42,33 \ln (129,3 - X)$$

Коэффициент корреляции между плотностью и заселённостью  $r=0,93$ . Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0,9263x + 3,588 \pm 7,65$$

Функция регрессии в исходных шкалах – формула для практической оценки плотности трипса на лист ( $Y$ ) по проценту заселённых им листьев ( $X$ ):

$$\bar{Y}(X,t) = 28757,47 \times 1,0552^{7,65t} \times (128,8-X)^{-2,0797} - 1,163$$

Применительно к растению акалифа коэффициенты асимметрии для статистических распределений  $Y$  и  $X$  были также существенны (значения  $A$  1,3 и -0,5). Функции преобразования:

$$y = 13,76 + 27,07 \ln (Y+1,022); \quad x = 314,7 - 60,98 \ln (144,5 - X)$$

Коэффициент корреляции измерений плотности и заселённости  $r = 0,94$ .  
Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0,9475x + 2,705 \pm 7,14.$$

Функция регрессии в исходных шкалах – формула для практической оценки плотности трипса на лист ( $Y$ ) по проценту заселённых им листьев ( $X$ ):

$$\bar{Y}(X,t) = 40404,48 \times 1,0376^{7,14t} \times (144,5-X)^{-2,1344} - 1,022$$

На растении геттарда коэффициенты асимметрии для статистических распределений плотности трипса  $Y$  и процента заселённых листьев  $X$  оказались несущественны (значения  $A$  0,90 и 0,01). Соответственно, функция преобразования для  $Y$  имеет вид:

$$y = 19,05x \ln(Y+0,4656) + 31,10$$

Коэффициент корреляции измерений плотности и заселённости  $r=0,84$ .  
Функция регрессии  $y$  по  $X$ :  $\bar{y}=0,631 \cdot X+17,916 \pm 11,1$

Функция регрессии в исходных шкалах имеет вид:

$$Y = 0,5004 \times 1,0337^X \times 1,7908^{\pm t} - 0,4651$$

Применительно к клеродендруму получены следующие результаты. Коэффициенты асимметрии для статистических распределений  $Y$  и  $X$  асимметрия несущественна (значения  $A$  1,84 и 0,13). Соответственно, функция преобразования для  $Y$ :  $y=54.52+30.90 \cdot \ln(Y+0.2427)$ .

Коэффициент корреляции между плотностью и заселённостью  $r=0,94$ .  
Функция регрессии  $y$  по  $X$ :  $\bar{y}=0.03122 \cdot X-1.2150 \pm 0.2341$ .

Функция регрессии в исходных шкалах:

$$\bar{Y} = 0,2967 \times 1,032^X \times 1,2638^{\pm t} - 0,2429.$$

Для полученных пяти функций нелинейной регрессии в исходных шкалах – были построены графические номограммы (рис. 27), позволяющие получать оценку плотности трипса по проценту заселённости листьев без калькулятора. По каждому виду растения приводятся четыре шкалы. Первая шкала ( $A$ ) – соответствует проценту листьев в выборке из 20 обследованных,

на которых трипс был просто обнаружен. Вторая шкала (B) указывает на вероятный нижний предел плотности, третья шкала (C) - на соответствующую средне-ожидаемую плотность трипса на один лист, четвертая шкала (D) – на верхний ее предел.

Анализ полученных результатов также показал, что при проведении наблюдений за численностью трипса на растениях высотой до 1 м наблюдается высокая асимметрия статистических распределений исследуемых параметров, влекущая высокую нелинейность их взаимосвязи. Однако асимметрия существенно снижается при учетах на растениях высотой 2 м и более. Это обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований по усовершенствованию метода учета численности американского трипса на декоративных растениях.

Итогом проведенных исследований по усовершенствованию методов выявления и учета численности американского трипса на декоративных растениях, явилась разработанная технология мониторинга развития этого вредителя в тропических оранжереях ботанического сада. Для раннего обнаружения трипса 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. Для выявления американского трипса можно также использовать в качестве растения-индикатора кислицу, которая реагирует на повреждения изменением окраски листовой пластинки.

По мере расселения имаго американского трипса в весенний период, в летние месяцы на разных видах декоративных растений наблюдается увеличение его численности, в связи с чем, возникает необходимость в проведении фитосанитарных мероприятий. Для принятия решений о их проведении, вместо визуального метода учета численности вредителя, рекомендуется применять метод номограмм, разработанный применительно к пяти постоянно заселяемым им видам растений, взятых в качестве стандартных и типизированных по архитектонике и высоте.

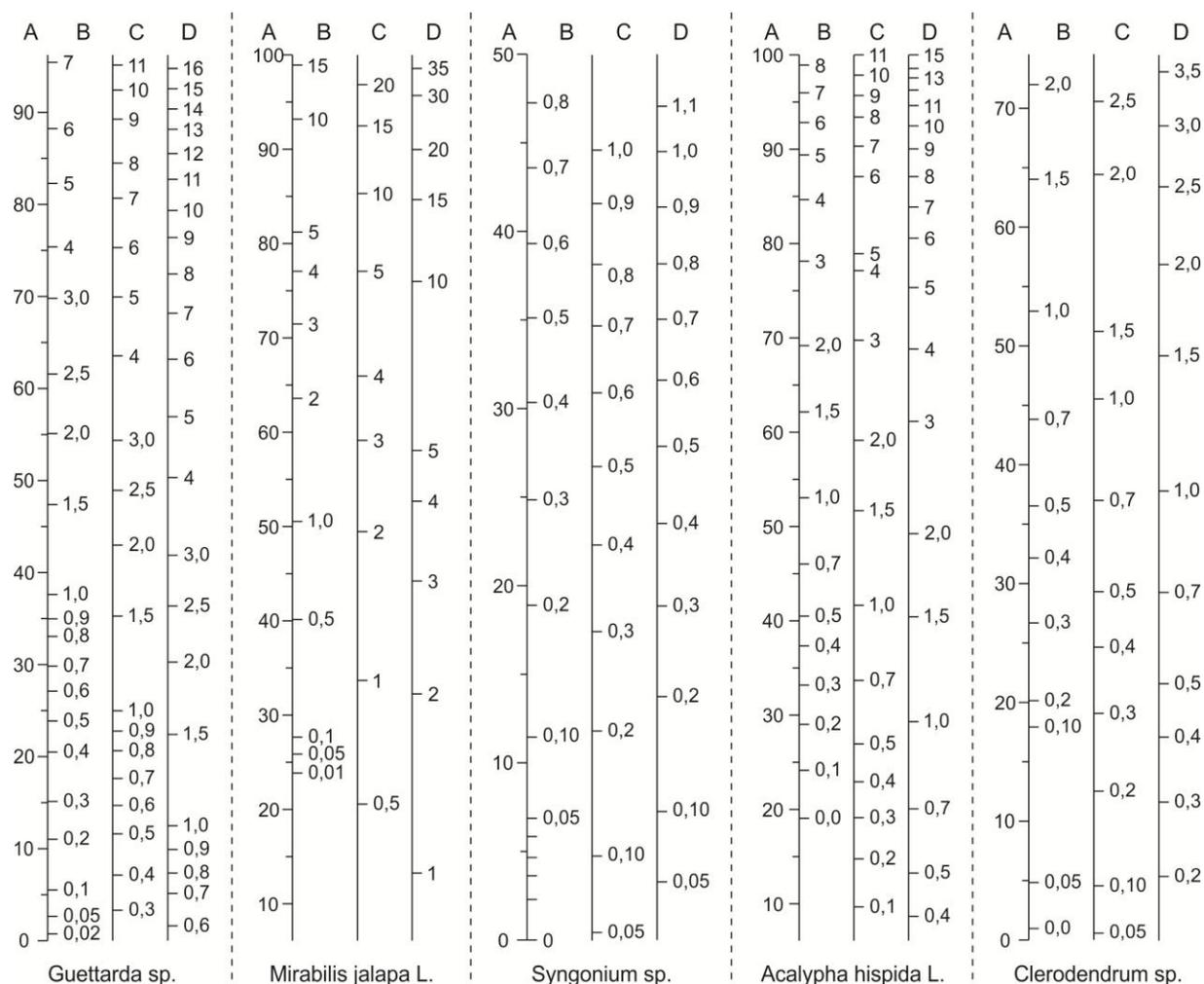


Рис. 27. Номограммы для оценки плотности американского трипса на лист по частоте встречаемости заселенных им листьев

A – процент заселенных листьев; B – минимальная плотность трипса на лист; C - средняя плотность трипса на лист; D - максимальная плотность трипса на лист.

Разработанные номограммы, позволяют определять плотность вредителя на лист по проценту заселенных листьев в их выборке из разных ярусов растений, вместо трудоемких подсчетов численности американского трипса на листьях заселенных растений. Это существенно повышает производительность учетов, особенно на растениях высотой более двух метров, и позволяет вести наблюдения за изменениями численности вредителя в оранжереях в течение года. Номограммы можно также использовать при определении эффективности защитных мероприятий в борьбе с американским трипсом, проводимых целенаправленно как против него, так и против комплекса вредящих декоративным растениям в оранжереях фитофагов, в состав которого входит этот вид.

## ГЛАВА V. ПРИЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Поскольку в настоящее время ареал американского трипса в России ограничен оранжереями двух ботанических садов Санкт-Петербурга, необходима разработка активных средств борьбы с ним в местах локализации для ограничения дальнейшего распространения в защищенном грунте Северо-Запада РФ. Учитывая неопределенность статуса этого инвазионного вида в России, в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации отсутствуют препараты для борьбы с этим вредителем. В первые годы после появления американского трипса в оранжереях ботанических садов для снижения его численности использовали инсектициды, рекомендованные для применения в защищенном грунте против других видов трипсов, в частности западного цветочного (Другова, Варфоломеева, 2006; Клишина и др., 2010). Однако ситуация борьбы с этим видом с помощью инсектицидов осложнялась завозом в страну популяций, резистентных к фосфорорганическим препаратам фуфанону, актеллику и пиретроиду цимбушу (Другова, Варфоломеева, 2006; Клишина, 2009).

Для выбора наиболее эффективных инсектицидов в борьбе с американским трипсом возникла необходимость изучения токсического действия на фитофага ряда препаратов, рекомендованных или перспективных в качестве средств защиты культур защищенного грунта от вредителей в годы проведения наших исследований.

Вместе с тем, учитывая особый статус ботанического сада СПбГУ, как образовательного учреждения, требовалось максимальное ограничение использования химических средств в борьбе с американским трипсом в тропических оранжереях. Это может быть достигнуто за счет использования профилактических приемов снижения численности фитофага, биологических средств и рациональной тактики применения инсектицидов, способствующей снижению пестицидной нагрузки на экосистемы оранжерейных растений.

## **5.1 Профилактические приемы снижения численности вредителя в оранжереях**

С момента обнаружения в 2006 г. американского трипса в ботаническом саду СПбГУ по рекомендациям И.С. Клишиной в тропических оранжереях стали проводить целенаправленные обработки наиболее заселенных им растений (домбея, аризема, акалифа, гибискус, пассифлора) такими инсектицидами, как актара, вертимек и спинтор. Помимо этого, трипс попадал также под обработки актарой, конфидором или баковой смесью вертимека с моспиланом, проводимые в оранжереях против комплекса вредителей декоративных культур (оранжерейная белокрылка, обыкновенный паутинный клещ, мучнистые червецы приморский и виноградный, мягкая ложнощитовка). В период активного развития перечисленных вредителей в оранжереях проводили две-три обработки декоративных растений перечисленными препаратами с интервалом в две недели.

Трехлетнее интенсивное применение инсектицидов привело в тропических оранжереях ботанического сада к значительному снижению численности американского трипса на большинстве декоративных растений. Однако вредитель продолжал активно развиваться на ряде наиболее предпочитаемых из них (аризема, гибискус мирабилис, пассифлора и др.), особенно в сухой тропической оранжерее (табл. 18), что сказывалось на их декоративности. Дальнейшая интенсификация использования химических препаратов для снижения численности фитофага в оранжереях ботанического сада, являющегося учебным заведением, была нежелательным.

В результате проведенного нами анализа профилактических мероприятий, направленных на ограничение распространения адвентивных видов трипсов в защищенном грунте, рекомендуемых для внутрихозяйственного карантина, специалистам ботанического сада были рекомендованы такие доступные и простые в исполнении агротехнические приемы снижения

численности американского трипса, как фитопрочистки (обрезка или выбраковка наиболее заселенных растений), удаление опавших листьев и сорных растений.

Таблица 18.

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 фитосанитарных прочисток в связи с потерей декоративности

Начиная с 2010 г. специалисты ботанического сада стали неукоснительно выполнять эти приемы. Заселенные трипсом декоративные растения или их части и сорняки сразу же удаляли из оранжерей в бумажных мешках. Помимо этого, еще до наших рекомендаций, в обеих оранжереях специалисты регулярно удаляли листья листопадных растений. В специально отведенном месте на территории ботанического сада биомассу растений перемешивали с землей, создавая кучи, в которых она перегнивала. При восстановлении коллекции вновь приобретенные декоративные растения содержали в специальном помещении на протяжении месяца и ежедневно осматривали их на заселенность американским трипсом, чтобы избежать повторного его заноса в оранжереи.

Трехлетние выбраковки или обрезки наиболее заселенных вредителем и потерявших декоративность растений (аризема, мирабилис, аклифы,

пассифлора и др.), регулярное удаление заселяемых вредителем сорняков (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. 18). При проведении перечисленных агротехнических мероприятий одновременно с американским трипсом из оранжерей частично удаляли и другие виды фитофагов (обыкновенный паутиновый клещ, мягкая ложнощитовка, мучной виноградный червец). Это способствовало улучшению фитосанитарной обстановки в оранжереях и, соответственно, сказалось на числе обработок, проводимых в теплицах против комплекса вредителей (рис 18).

В 2011 г. в сухой тропической оранжерее против обыкновенного паутинового клеща в середине мая была проведена обработка вертимеком, под которую попал и американский трипс. Это сдержало развитие фитофага в течение полутора месяцев, после чего в июле начался подъем его численности, достигшей максимума в середине августа. Проведенное в этот период удаление наиболее заселенных трипсом растений (аризема, гибискус, акалифа, пассифлора) способствовало резкому снижению его численности в третьей декаде августа-сентябре с последующим ее естественным спадом (рис. 18).

В 2012 г. в сухой тропической оранжерее наблюдалась высокая численность американского трипса. Уже в марте началось активное расселение имаго трипса по оранжереям и в конце мая численность фитофага (имаго, личинок и нимф) достигла 100 особей/растение (рис. 18). В этот период, из-за проводимых в ботаническом саду занятий и экскурсий, вместо необходимых целенаправленных обработок против трипса, были проведены фитопрочистки (удаление наиболее заселенных растений и сорняков), в результате чего произошел резкий спад его численности. Обработка растений против комплекса вредителей в третьей декаде августа смесью вертимека и моспилана также способствовала дальнейшему снижению численности американского трипса в осенние месяцы.

Характер динамики численности американского трипса в 2013 г. значительно отличался от предыдущих двух лет (рис. 18). В конце марта - апреле наблюдалось расселение имаго по оранжерее. В мае-июне, наряду с имаго, на растениях активно питались личинки, потом появились нимфы трипса. Фактически за этот период времени в оранжерее развилось два полных поколения фитофага, но его численность была не относительно не высокой (не более 30 особей имаго, личинок и нимф/растение). В конце июня все сильно заселенные трипсом растения были удалены, что резко снизило численность фитофага. Проведенная в конце августа обработка растений против комплекса фитофагов смесью вертимека с моспиланом сдерживала развитие вредителя в осенний период.

В целом, приведенные в этом разделе работы данные свидетельствуют о том, что проводимые в оранжереях регулярные фитопрочистки наиболее заселяемых американским трипсом декоративных растений, удаление растительных остатков и сорных в сочетании с однократным применением препаратов против комплекса вредителей позволяют существенно снизить численность американского трипса, ограничив, тем самым, его дальнейшее распространение. При этом важным элементом тактики борьбы является использование зеленых клеевых ловушек для наблюдений за развитием трипса в теплицах, в которых выдерживаются приобретенные декоративные растения для восстановления экспонируемых видов после проведения фитопрочисток в тропических оранжереях ботанического сада.

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

Проникновение в Россию резистентных к инсектицидам популяций адвентивных видов вредителей всегда осложняет фитосанитарную обстановку вначале в местах их инвазии, а затем по мере распространения на другие территории. Яркой иллюстрацией этому служит ситуация, сложившаяся после проникновения и быстрого распространения в защищенном грунте нашей страны устойчивых к фосфорорганическим и пиретроидным

инсектицидам популяций западного цветочного трипса, потребовавшая пересмотра всей системы защиты овощных культур от комплекса вредителей (Иванова и др., 1991). Это обстоятельство диктует необходимость оценки токсичности применяемых или новых препаратов для инвазионных видов вредителей и выбора наиболее эффективных средств борьбы с ними.

Поскольку в популяции американского трипса из ботанического сада СПбГУ в 2007 г. было выявлено развитие резистентности к пиретроиду цимбушу (Клишина, 2009), представлялось важным изучение токсичности для этого фитофага инсектицидов из других химических классов, применяемых ранее или перспективных для защиты культур защищенного грунта от сосущих вредителей. В 2011 г. исследования проводили на популяции трипса, собранной непосредственно с декоративных растений ботанического сада СПбГУ, но содержащейся с 2009 г. в условиях лаборатории без применения каких-либо инсектицидов. При этом необходимо отметить, что начиная с 2007 г. эта популяция не подвергалась воздействию цимбуша, так как этот инсектицид был исключен из числа разрешенных для применения в защищенном грунте препаратов.

Результаты наших исследований показали, что в популяции американского трипса сохраняется резистентность к цимбушу, несмотря на пятилетнее его исключение из системы борьбы, так как значения его  $СК_{50}$  и  $СК_{95}$  для имаго (табл. 19) близки к значениям этих токсикологических показателей, полученных И.С. Клишиной в 2007 г. Было установлено развитие резистентности в популяции вредителя к другому пиретроиду – талстару. Токсичность этого инсектицида для имаго трипса была на порядок выше, чем цимбуша, хотя и значительно ниже, чем для других видов трипсов, обитающих на овощных культурах в защищенном грунте (Иванова, Великань, 2004).

Полученные нами данные свидетельствуют о развитии групповой резистентности к пиретроидам в популяции американского трипса, завезенной в ботанический сад СПбГУ. Одновременно в этой популяции

были также получены низкие показатели токсичности для имаго трипса актеллика и фуфанона (табл.19). Следовательно в тропические оранжереи этого ботанического сада, как и ботанического сада БИН РАН, была завезена популяция вредителя, резистентная не только к пиретроидам, но и к фосфорорганическим препаратам.

Как показали исследования, несмотря на развитие резистентности в популяции американского трипса к фосфорорганическим и пиретроидным препаратам, его имаго оказались чувствительны к авермектину вертимек и спиносину спинтор (табл. 19). Это объясняет высокую эффективность обоих препаратов в борьбе с вредителем на декоративных растениях в тропических оранжереях ботанического сада СПбГУ (Иванова и др., 2010). В то же время, обладающие системной активностью неоникотиноид актара и карбамат ланнат были не токсичным для имаго насекомого при контактном способе воздействия (табл.19).

Таблица19.

Контактная токсичность инсектицидов разных химических классов для имаго американского трипса (2011-2012 гг.)

Инсектицид	Летальные концентрации, % д.в.	
	СК <sub>50</sub>	СК <sub>95</sub>
Актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама)	0,05±0,005	0,35
Актеллик, КЭ (500 г/л пиримифос-метила)	0,011±0,0005	0,0865
Фуфанон, КЭ (570 г/л малатиона)	0,0172±0,00011	0,365
Цимбуш, КЭ (250 г/л циперметрина)	0,0029±0,00023	0,0874
Галстар, КЭ (100 г/л бифентрина)	0,000299± 0,00002	0,003
Ланнат, СП (200 г/кг метомила)	0,0232±0,0012	0,689
Вертимек, КЭ (18 г/л абамектина)	0,00000047±0,00000005	0,000046
Спинтор, СК (240 г/л спиносин)	0,00000219±0,0000002	0,000456

Сопоставление полученных значений СК<sub>95</sub> ряда препаратов для американского трипса и их производственных концентраций, рекомендованных в борьбе с другими видами трипсов в защищенном грунте, показало, что высокий потенциал токсичности в отношении этого вредителя

сохраняется только у вертимека и спинтора. Официально рекомендованные для применения концентрации этих инсектицидов против американского трипса в десятки и более раз превосходят значения их СК<sub>95</sub>, полученные в лабораторных опытах (табл.20).

Значения СК<sub>95</sub> актеллика и талстара для имаго трипса близки к значениям производственных концентраций этих препаратов. Это свидетельствует о том, что потенциал токсичности инсектицидов для фитофага исчерпан в результате развития резистентности у фитофага и они будут мало эффективны в борьбе с ним. Инсектициды цимбуш и фуфанон утратили свое значение в качестве средств борьбы с вредителем в оранжереях ботанического сада, так как потенциал их токсичности для американского трипса более единицы (табл.20).

В литературе имеются сведения о слабой контактной токсичности инсектицида актара для американского трипса (Łabanowski, 2007), совпадающие с полученными нами данными. Это объясняет необходимость двукратного применения инсектицида в борьбе с американским трипсом для получения удовлетворяющего нас защитного эффекта (Клишина, 2009).

Таблица 20.

Потенциал токсичности инсектицидов для имаго американского трипса

Инсектицид	Концентрация, % д.в.		Потенциал токсичности инсектицида*
	СК <sub>95</sub>	производственная	
Актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама)	0,35	0,02	17,5
Актеллик, КЭ (500 г/л пиримифос-метила)	0,0865	0,125	0,69
Фуфанон, КЭ (570 г/л малатиона)	0,365	0,1	3,65
Цимбуш, КЭ (250 г/л циперметрина)	0,0874	0,02	4,37
Талстар, КЭ (100 г/л бифентрина)	0,003	0,006	0,5
Вертимек, КЭ (18 г/л абамектина)	0,000046	0,0027	0,05
Спинтор, СК (240 г/л спиносада)	0,000456	0,01	0,046

\*Отношение значения СК<sub>95</sub> инсектицида к значению его производственной концентрации

Таким образом, в результате лабораторного изучения токсического действия на имаго американского трипса ряда инсектицидов, разрешенных

или перспективных для применения в защищенном грунте, установлено, что из числа изученных препаратов высоко токсичными для вредителя являются только препараты вертимек и спинтор. Инсектициды цимбуш, талстар, актеллик и фуфанон не токсичны для трипса по причине развития к ним резистентности в его популяции.

В связи с выявленной нами низкой контактной токсичностью инсектицидов актара и ланнат, для американского трипса, обладающих системными свойствами, представлялась важной оценка их токсичности в отношении этого вида при другом способе применения. Более того, возможность потери вертимека в качестве средства борьбы с вредителем из-за быстрого развития перекрестной резистентности к нему в резистентных к органофосфатам популяциях членистоногих (Тулаева, 2000), диктует необходимость поиска эффективных препаратов из других химических классов. К таким препаратом можно отнести инсектоакарицид оберон Рапид, в котором акарицидная активность спиromезифена (д.в. препарата оберон) усилена добавкой к нему абамектина (д.в. препарата вертимек).

Эффективность смесового препарата оберон Рапид и взятого в качестве эталона к нему инсектицида вертимек в борьбе с американским трипсом способом опрыскивания растений, инсектицидов актара и ланнат способом пролива растений оценивали в изолированном боксе теплиц ВИЗР. Методически проведение таких исследований в оранжереях ботанического сада СПбГУ была затруднено, во-первых из-за низкой численности вредителя на декоративных растениях, в результате регулярно проводимых в них фитосанитарных мероприятий. Во вторых, оберон Рапид и ланнат нельзя было испытывать в оранжереях образовательного учреждения, так как они официально не зарегистрированы для применения в защищенном грунте и изучались нами только в качестве экспериментальных препаратов. Опыты закладывали на заселенных американским трипсом растениях перца овощного, на которых, как нами было установлено, он активно развивается.

Результаты оценки опрыскивания перца овощного препаратом оберон Рапид против американского трипса выявили его высокую биологическую эффективность в борьбе с вредителем при данном способе применения. В течение 5 суток после обработки перца этим токсикантом в концентрации 0,05% по препарату наблюдалось 98,6-100% снижение численности имаго и личинок вредителя, что обеспечивало общий защитный эффект на уровне 96,6% (табл. 21). В последующие учеты на 8, 12 и 14 сутки после обработки вредитель не был обнаружен на обработанных растениях (табл. 21). При учете, проведенном на 18 сутки после обработки трипс на растениях отсутствовал. По показателям начальной токсичности и длительности защитного действия препарат оберон Рапид был равноценен эталону вертимек. При этом необходимо отметить, что на протяжении всего учетного периода численность трипса в контроле сохранялась на высоком уровне (табл. 21).

Таблица 21.

Биологическая эффективность инсектоакарицидов оберон Рапид и вертимек в борьбе с американским трипсом на перце овощном (сорт Верность, изолированный 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, 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, 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	-	-	-	-

\*I – имаго, L – личинка, Σ – сумма

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования препарата оберон Рапид в оранжереях ботанического сада в борьбе с американским трипсом. Более того, было установлено, что оберон Рапид, как и вертимек, обладает высоким токсическим эффектом в отношении имаго

обыкновенного паутинного клеща благодаря добавке к спиромезифену (д.в. препарата оберон) абамектина (д.в. вертимека), (табл. 22). В этой связи опрыскивание декоративных растений, заселенных одновременно американским трипсом и обыкновенным паутинным клещом, препаратами вертимек или оберон Рапид может обеспечивать их надежную защиту от обоих вредных видов.

Таблица 22.

Биологическая эффективность инсектоакарицидов оберон Рапид и вертимек в борьбе с обыкновенным паутинным клещом на перце овощном (изолированный бокс теплиц ВИЗР, сорт Верность, опрыскивание растений 23.08.2012)

Вариант опыта	Плотность клеща, особей/лист, по суткам				Снижение численности с поправкой на контроль,%, по суткам после обработки		
	до обработки	после обработки			3	7	14
		3	7	14			
Оберон Рапид, КС 0,05% концентр.	30,0	1,7	1,7	5,8	94,3	97,1	94,5
Вертимек, КЭ, 0,05% концентр.	30,0	0,8	0,8	3,1	97,3	98,6	97,0
Контроль	30,0	30,0	59,0	105,0	—	—	—

При внесении инсектицидов актара и ланнат способом пролива перца овощного были получено, что ланнат в концентрации 0,6% по препарату в течение 7 суток обеспечивал биологическую эффективность на уровне 86,2 - 97% в борьбе с имаго американского трипса (табл. 23). Еще более высокая эффективность препарата наблюдалась в отношении личинок трипса - 99,1% снижение численности в течение 5 суток после пролива растений (табл. 23). При учетах на 12 и 14 сутки после внесения препарата вредитель на растениях отсутствовал. Все это сказалось на высоком защитном эффекте от применения инсектицида на перце овощном в борьбе с вредителем.

Эффективность инсектицида актара в борьбе с американским трипсом несколько уступала таковой от применения ланната в течение первых 5 суток после пролива растений перца овощного (табл. 23). Наименее чувствительными к инсектициду оказались личинки трипса. Однако к 8

суткам после пролива эффективность инсектицида стала возрастать, достигнув к 14 суткам 97,4-98,6% как против имаго, так и личинок. В итоге общий защитный эффект инсектицида к 14 суткам составил 97,9%.

Таблица 23.

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

Вариант Опыта		Средняя плотность трипса, особей на лист, по суткам					Снижение численности с поправкой на контроль,%, по суткам после пролива			
		до про- лива	после пролива				5	8	12	14
			5	8	12	14				
Актара, ВДГ, 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, 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 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	-	-	-	-

Вместе с тем было отмечено, что ланнат в 0,6 % концентрации оказался фитотоксичным для молодых листьев перца. Это проявилось на 5 сутки после пролива растений сначала в обесцвечивании их краев с последующим некрозом тканей, что приводило к нарушению целостности листовой пластинки (рис. 28). При снижении концентрации ланната в два и четыре раза, т.е. до 0,3 и 0,15 % также наблюдался фитотоксический эффект. В этой связи концентрация ланната была снижена до 0,06%, при использовании которой биологическая эффективность инсектицида была близка к его эффективности при применении в 0,6% концентрации (табл. 23), но проявления фитотоксичности не наблюдалось.



Рис. 29. Проявление фитотоксичности при проливе растений перца овощного ланнатом в концентрации 0,6% (ориг.)

Не отмечалось признаков фитотоксичности при проливе растений перца инсектицид актара на протяжении всего периода учетов.

Известно, что ланнат обладает акарицидной активностью («The Pesticide Manual», 2003). В этой связи определяли биологическую эффективность этого препарата в борьбе с обыкновенным паутинным клещом при проливе им перца овощного, заселенного этим вредителем. Результаты исследования выявили, что ланнат действительно является высокоэффективным средством борьбы с этим вредителем при данном способе применения даже в концентрации 0,06%, не вызывающей фитотоксического эффекта у растений перца овощного (табл. 24). Высокие показатели смертности американского трипса при применении актары способом пролива растений свидетельствуют о том, что системная активность этого неоникотиноида резко возрастает по сравнению с контактной активностью, в связи с чем, его следует вносить, именно, таким способом.

Учитывая тот факт, что большинство растений в ботанических садах выращивается в единичных экземплярах в кадках, горшках или на небольших площадках, инсектициды актара и ланнат следует 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.

Таблица 24.

Биологическая эффективность инсектоакарицида ланнат в борьбе с обыкновенным паутинным клещом на перце овощном (теплица ВИЗР, сорт Верность, опрыскивание растений 23.08.2012)

Вариант опыта	Плотность клеща, особей/лист, по суткам				Снижение численности с поправкой на контроль,%, по суткам после обработки		
	до обработки	после обработки			3	7	14
		3	7	14			
Ланнат, СП 0,6% концентрация	50,0	0	0	0	100	100	100
Ланнат, СП, 0,06% концентрация	50,0	2,5	0	19,5	95,0	100	96,8
Контроль	50,0	50,0	130,5	613,0	-	-	-

Таким образом, оценка действия ряда современных инсектицидов на американского трипса показала, что в борьбе с резистентной к фосфорорганическим и пиретроидным препаратам популяцией вредителя, высоко эффективны неоникотиноид актара и карбамат ланнат способом пролива растений. При этом на растениях, заселенных одновременно трипсом и обыкновенным паутинным клещом, предпочтение следует отдавать ланнату. При опрыскивании растений против американского трипса высокоэффективны абамектин вертимек и комбинированный препарат оберон Рапид, которые эффективны и против обыкновенного паутинного клеща.

### **5.3.Эффективность совместного использования инсектицидов и энтомофагов в борьбе с вредителями**

Интенсивное использование инсектицидов в условиях защищенного грунта привело к формированию резистентных к пиретроидам и фосфорорганическим препаратом популяций разных видов вредителей на овощных и цветочных культурах в Северо-Западном регионе РФ (Сухорученко и др., 2008). Эта ситуация еще больше обострилась завозом из-

за рубежа с посадочным материалом декоративных растений или срезкой цветов популяций западного цветочного трипса и обыкновенного паутиного клеща, в которых развилась множественная резистентность к пестицидам разных химических классов (Иванова, Сухорученко, 2013). Известно, что стратегия борьбы с развитием резистентности вредных членистоногих к пестицидам основывается на максимальном, по возможности, снижении токсического пресса на их популяции с помощью различных тактических приемов, в том числе сочетания выпуска энтомофагов с обработками растений инсектицидами (Сухорученко, 2013).

Оценка такого приема в борьбе с резистентной к инсектицидам популяцией американского трипса была предпринята в тропической оранжерее Ботанического сада БИН РАН. В результате этого был получен высокий защитный эффект при двукратных обработках растения алоказии микробиологическим препаратом немабакт в сочетании с выпуском клопов р. *Orius* (Варфоломеева, 2009).

Мы оценивали возможность совместного применения хищного клопа *O. laevigatus* с другим микробиологическим препаратом — БТБ против американского трипса. Выбор БТБ был обусловлен тем, что он применяется на различных культурах защищенного грунта против обыкновенного паутиного клеща, который в тропических оранжереях часто заселяет декоративные растения одновременно с американским трипсом. Более того, в защищенном грунте через 10 суток после обработки БТБ теряет свою токсичность, что делает его безопасным для кокцинелл, хищной галлицы, микромуся, фитосейулюса, выпускаемых на его фоне (Сухорученко и др., 2001).

Результаты исследований, выполненных в изолированном боксе теплиц ВИЗР на заселенных американским трипсом растениях перца овощного, показали, что в течение 5 суток после обработки БТБ численность вредителя резко снизилась (рис. 29), как следствие гибели его имаго и личинок, присутствующих на листьях растений в момент обработки. Биологическая

эффективность инсектицида составила 80%. Однако в последующие сроки учетов происходило постепенное увеличение численности трипса за счет появления из нимф новых имаго и отрождающихся из яиц личинок, в связи, с чем эффективность обработки снизилась до 45% (рис. 29). Это можно объяснить устойчивостью к данному препарату нимф трипса, а также изолированных от его непосредственного воздействия яиц, находящихся в тканях растений.

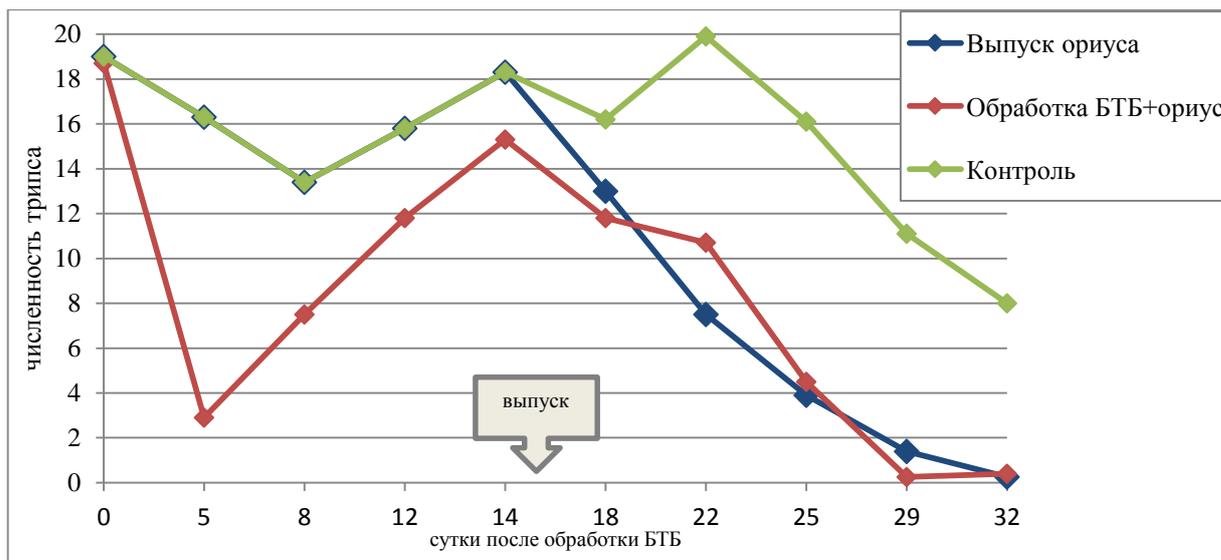


Рис. 29. Эффективность совместного использования БТБ и ориуса в борьбе с американским трипсом на перце овощном (сорт Верность, теплица ВИЗР, обработка растений БТБ 23.08. 2012, выпуск ориуса 6.09.2012).

Выпуск личинок ориуса был проведен на 14 сутки после обработки растений БТБ (6 сентября) при благоприятных для их развития условиях - температуре 20<sup>0</sup>С и относительной влажности воздуха 76 % (рис. 5 приложения). Личинки сразу же стали активно питаться американским трипсом как на растениях, обработанных БТБ, так и просто заселенных им. Через 14 суток после выпуска личинок клопа (28 сутки после обработки БТБ) наблюдалось значительное снижение численности вредителя в обоих варианта опыта, так как на листьях растений были обнаружены только единичные особи американского трипса (рис. 29). Это свидетельствуют о том, что БТБ не оказывал существенного влияния на выпущенных на его фоне через 14 суток обработки личинок ориуса, поскольку эффективность

клопа в обоих вариантах опыта, практически, была равноценной. В то же время в контрольном варианте опыта (без выпуска ориуса и обработки БТБ) на 22 сутки учета произошел даже подъем численности вредителя (до 20 особей/лист), сменившийся ее спадом. Но этот процесс протекал постепенно и на 32 сутки учета плотность вредителя составляла 8 особей/лист (рис. 29), то есть была близка к порогу его вредоносности (10 особей/лист).

Таким образом, наблюдения за динамикой численности американского трипса в варианте совместного применения БТБ и клопа ориуса выявили высокую активность хищника в снижении численности американского трипса в сравнении с контролем. Результаты этих опытов свидетельствуют о перспективности приема совместного использования БТБ с *O. laevigatus* в борьбе с этим вредителем в защищенном грунте. Однако хищник может использоваться и самостоятельно против американского трипса, судя по снижению численности вредителя, происходящему после выпуска клопа во втором варианте опыта.

Обобщение полученных результатов позволяет заключить, что тактика борьбы с американским трипсом в оранжереях ботанических садов должна базироваться на максимальном использовании агротехнических мероприятий (удаление сильно заселенных трипсом растений или их частей, опавших листьев и сорных растений) и биологических средств (выпуск хищного клопа ориуса или его совместного использования с микробиологическим препаратом БТБ). Это будет способствовать сокращению объемов применения химических препаратов в борьбе с вредителем. При последующем выявлении заселенных трипсом растений следует ограничиваться локальным применением инсектицидов (пролив системными препаратами), учитывая специфику оранжерей ботанических садов, как образовательных учреждений. При осуществлении разработанного комплекса фитосанитарных мероприятий, необходимость в проведении целенаправленных против трипса обработок, как правило, отпадает. Опрыскивание растений целесообразно проводить инсектоакарицидами

только против комплекса сосущих вредителей, включающего американского трипса. Все защитные мероприятия в оранжереях ботанических садов в борьбе с этим видом должны осуществляться на основании данных регулярного мониторинга появления и развития вредителя с помощью зеленых клеевых ловушки и номограмм.

Использование химических препаратов следует ограничивать ликвидацией очагов высокой численности вредителя путем пролива наиболее заселенных кормовых растений актарой или ланнатом, который лучше использовать одновременно против трипса и обыкновенного паутинного клеща. Для предотвращения нового проникновения американского трипса в оранжереи в качестве профилактического приема можно рекомендовать пролив приобретенных вновь растений при обнаружении их заселения вредителем. Опрыскивание растений вертимеком или оберон Рапидом следует проводить против всего комплекса вредителей, включающего обыкновенного паутинного клеща, мягкую ложнощитовку, мучнистых червецов, тепличную белокрылку и американского трипса.

## 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 ланнатом). 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 топической специализации американский трипс является типичным филлобионтом тотофолиарного 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 питания 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 морфологической 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 25<sup>0</sup>С, относительная влажность

близкая к 70%) на предпочитаемом кормовом растении развитие одного поколения этого вида происходит за  $16,0 \pm 1,3$  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 актара 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/м<sup>2</sup>). 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахатов, А.К. Спасаем розы от *Echinothrips americanus* Morgan / А.К. Ахатов // Гавриш. – 2015. – № 1. – С. 52-55.
2. Ахатов, А. К. Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба) / А.К. Ахатов, С.С. Ижевский. – М., 2004. – С.144-145.
3. Бичина, Т.И. Влияние цвета и конструкции ловушки на отлов кокцид / Т.И. Бичина, М.Г. Ротарь, Е.М. Розинская // Защита растений. – 1984. – №8. – С.38.
4. Безрученко, Н.Н. Использование цветковых клеевых ловушек в защищенном грунте / Н.Н. Безручко // Защита растений: сб. науч. трудов РПУ. – Несвиж, 2008. – Вып. 32. – С.256-263.
5. Васильев, А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии / А.Г. Васильев. – Екатеринбург: Академика, 2005. – 640с.
6. Васильев, С.В. Применение математических методов в прогнозе численности вредителей сельскохозяйственных культур (на примере краснохвостой песчанки) / С.В. Васильев, Г.Е. Сергеев // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по проблеме прогноза вредителей и болезней. – М., 1966. – С.34-38.
7. Валентин, Р. Американские трипсы *Echinothrips americanus* и меры борьбы с ними / Р. Валентин // Мир теплиц. – 1997. - № 8. - С.27.
8. Варфоломеева, Е. А. Биоценотическое обоснование применения энтомофагов в оранжереях ботанических садов Северо – Запада России // автореф. дис... канд. биол. наук: 06.01.11: защищена 02.07.09 / Варфоломеева Елизавета Андреевна – СПб., 2009. – 19 с.
9. Варфоломеева, Е.А. Биологические средства защиты растений от эхиотрипса *Echinothrips americanus* в оранжереях ботанических садов /Е.А. Варфоломеева, Н.А. Белякова // Zb. rezimea radova sa VI Kongresa o zaštiti bilja. – Zlatibor, 2009. – Т. II . – S.105-108.

10. Великань, В.С. Борьба с трипсами в теплицах Северо-Запада России / В.С. Великань // Агро XXI. – 1997. – №1. – С.11.
11. Великань, В. С. Трипсы (*Thysanoptera*) в теплицах Северо-Запада России. Проблемы энтомологии в России / В.С. Великань, Г.П. Иванова // Сб. науч. тр. XI съезда Российского энтомол. о-ва. – СПб., 1998. – Т.1. – С.61-62.
12. Великань, В.С. Изменение фауны трипсов (*Thysanoptera*) в теплицах России / В.С. Великань, Г.П. Иванова / Тез. докл. XII съезда Русского энтомол. о-ва. – СПб., 2002. – С.56-57.
13. Великань, В. С. Использование хищных клещей рода *AMBLYSEIUS* против трипсов в теплицах Северо - Запада России / В.С. Великань, С.А. Доброхотов // Вестник защиты растений. – 2005. – №2. – С.37-43.
14. Великань, В.С. Состояние комплекса фитофагов в теплицах Северо-Запада России / В.С. Великань, Г.П. Иванова // Картофель и овощи. – 2006. – № 3. – С.31.
15. Великань В.С. Вредители овощных культур защищенного грунта. Трипсы /В.С. Великань, Г.П. Иванова, Е.Б. Белых // Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. – СПб. – 2009. – С.203-205.
16. Вилкова, Н.А. Иммунитет растений к вредителям и его связь с пищевой специализацией насекомых-фитофагов /Н.А. Вилкова //Чтения памяти Н.А. Холодковского. – Л.,1979. Т.1. – С.68-103.
17. Вилкова, Н.А. Физиологические основы теории устойчивости растений к насекомым //атореф. дис...докт. сх. наук: 06.01.11: защищена 02.07.80 /Вилкова Нина Александровна – Л., 1980. –48с
18. Вилкова, Н.А. К вопросу о пищевой специализации фитофагов в связи с устойчивостью растений /Н.А. Вилкова, И.Д. Шапиро /Тр. XIII Междунар. энтомол. конгр. – Л., 1968. – Т.2. – С.412-413.

19. Голубков, С.М. Влияние чужеродных видов на функционирование водных экосистем / С.М. Голубков / Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. – М. – СПб., 2004. – С.243-253.
20. Данилов, Л.Г. Эффективность энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* на розах в закрытом грунте / Л.Г. Данилов, Г.П. Иванова // Гавриш. – 1998. – № 5. – С.15-17.
21. Долженко, В.И. Видовое разнообразие трипсов в теплицах Северо-Запада региона России / В.И. Долженко, И.С. Клишина // Информационный бюллетень ВПРС МОББ – Кишинев, 2009. – № 40. – С.85-86.
22. Дорохова, Г. И. Определитель вредных и полезных беспозвоночных закрытого грунта / Г.И. Дорохова, А.Б. Верещагина, В.С. Великань [и др.]. – СПб.: ООО «Инновационный центр защиты растений», 2003. – 172 с.
23. Дробязко, Р.В. Пшеничный трипс / Р.В. Дробязко // Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих (Метод. указания). – СПб., 2013. – С.64-65.
24. Другова, Е.В. Поставить преграду для проникновения отсутствующих у нас вредителей / Е.В. Другова, Е.А. Варфоломеева // Защита и карантин растений. – 2006. – № 2. – С.42.
25. Дядечко, Н.П. Трипсы или бахромчатокрылые насекомые Европейской части СССР. / Н.П. Дядечко. – Киев: Урожай, 1964. – 387 с.
26. Злобина, И.И. Энкарзия и клеевые ловушки в борьбе с белокрылкой / И.И. Злобина, Г.А. Бегляров // Защита растений. – 1982. – №1. – С.29.
27. Зыкин, А.Г. Тли – переносчики вирусов картофеля. – Ленинград: Колос, 1970. – С.38-40.
28. Иванова, Г.П. Западный цветочный трипс / Г.П. Иванова, В.С. Великань, Л.А. Буркова, Е.Б. Белых // Защита и карантин растений. – 1991. – №6. – С.61-62.

- 29.Иванова, Г.П. Трипсы р. *Frankliniella* / Г.П. Иванова, В.С. Великань // Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих (Метод. указания). – СПб., 2004. – С.57-59.
- 30.Иванова, Г.И. Проблемы контроля инвазионных видов трипсов в теплицах Северо-Запада России / Г.П. Иванова, И.С. Клишина, Л.Ю. Бибикова //Инновации – основа развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. агропром. конгр. – СПб., 2010. – С.143.
- 31.Иванова, Г.П. Американский трипс (*Echinotrips americanus* Morgan) – новый адвентивный вид трипсов в России /Г.П. Иванова, Л.Ю. Бибикова, И.С. Клишина //Науч. обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. СПбГАУ. – СПб., 2011. – С.94-98.
- 32.Иванова, Г.П. Положение с резистентностью западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera, Thripidae) к инсектицидам /Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко /Материалы III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». Симпозиум «Резистентность вредных организмов к пестицидам». – СПб, 2013. – Т. 3. – С. 20- 22.
- 33.Ижевский, С.С. Инвазия чужеземных вредителей растений в европейскую часть России продолжается /С.С. Ижевский //Защита и карантин растений. – 2008. – № 6. – С.25-28.
- 34.Ижевский, С.С. Первые находки эхинотрипса американского *Echinotrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) на территории России / С.С. Ижевский, М.К. Миронова // Российский журнал биол. инвазий. – 2008. – №1. – С.15-16.
- 35.Ижевский, С.С. Методические указания по выявлению, определению и ликвидации очагов калифорнийского (западного цветочного) трипса *Frankliniella occidentalis* (Pergande) /С.С. Ижевский, О.Г. Волков, М.К. Миронова [и др.] /Сборник инструктивных и методических материалов по карантину растений. – Барнаул, 2000. – С. 64-74.

36. Киров, Е.И. Влияние высоты размещения клеевых ловушек на уловистость насекомых / Е.И. Киров, Н.Н. Горбунов, Н.Н. Поскольный, В.И. Кривохижин // Прогноз и учет вредителей сельскохозяйственных культур. – Новосибирск, 1984. – С.40.
37. Клишина, И.С. Фитосанитарное обоснование контроля карантинных видов трипсов в теплицах Северо-Запада России // автореф. дис... канд. биол. наук: 06.01.11: защита 24.12.09 /Клишина Ирина Сергеевна. – СПб., 2009. – 19 с.
38. Клишина, И.С. Видовой состав фитофагов в теплицах Севера - Запада России / И.С. Клишина, В.С. Великань //Достижения энтомол. на службе агропром. комплекса, лесного хоз-ва и медицины: тез. докл. XIII съезда Рус. энтомол. о-ва (9-15 сентября 2007 г.). – Краснодар, 2007. – С.95-96.
39. Клишина, И.С. Американский трипс *Echinothrips americanus Morgan* /И.С. Клишина, Е.В Другова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 4. – С.35-37.
40. Клишина, И.С. Эффективность современных инсектицидов в борьбе с американским трипсом / И.С. Клишина, Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко, В.И. Долженко // АГРО XXI. – 2009. – № 10-12. – С. 22-23
41. Кривохижин, В.И. Применение клеевых ловушек для борьбы с вредителями закрытого грунта / В.И. Кривохижин, Н.Н. Бородина, М.П. Никульшина // Прогноз и интегрированная борьба с вредителями, болезнями и сорняками с/х культур. – Новосибирск, 1991. – С.34-40.
42. Кудрин А.И. Очерки полевого учета. Ценологические исследования. Монография.– М.: Центр системных исследований, 1997. – Вып. 6. – 216 с.
43. Маршаков В.Г. Методические рекомендации по разработке экспресс-метода учёта численности вредителей на основе плана

- последовательного (ступенчатого) анализа /Маршаков В.Г., Пукинская Г.А. – Л.: ВАСХНИЛ, ВИЗР, 1987. – 33 с.
- 44.Масляков, В.Ю. Инвазии растительноядных насекомых в Европейскую часть России / В.Ю. Масляков, С.С. Ижевский. – М., 2011. – С.55-57.
- 45.Миронова, М.К. Экзотическая опасность для тепличного цветоводства /М.К. Миронова, С.С. Ижевский // Цветоводство. – 2002. – № 6. – С.14-15.
- 46.Миронова, М. К. Эхинотрипс американский – вредитель перца в теплицах М.К. Миронова, С.С. Ижевский //Гавриш. – 2002. – №5. – С.22 – 23.
- 47.Миронова, М.К. Клопы-ориусы – хищники трипсов /М.К. Миронова, С.С. Ижевский, А.К. Ахатов //Защита и карантин растений. – 1999. – №5. – С.40-44.
- 48.Мунтян, Е.М. Мониторинг численности трипсов на сладком перце в теплице /Е.М. Мунтян, П.Б. Ильев, М.Г. Батко [и др.] //Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С.38-40.
- 49.Орлинский, А.Д. Перспективы применения анализа фитосанитарного риска в России / А.Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 2002. – № 10. – С. 26-35.
- 50.Орлинский, А.Д. Количественная оценка фитосанитарного риска / А.Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С.32-38.
- 51.Оськин, А.А. Калифорнийский трипс в Пятигорске /А.А. Оськин, В.А. Совершенова // Защита и карантин растений. – 1996. – № 1. – С. 30.
- 52.Поздняков, С.А. Биологическая эффективность некоторых инсектицидов против западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Pegrande /С.А. Поздняков // Гавриш. – 2004. – № 2. – С. 25-26.
- 53.Поляков И.Я., Саулич М.И., Сергеев Г.Е. Применение математических методов и ЭВМ в защите растений от вредителей и болезней. – Москва, 1978. – 54 с.

54. Резник, С.Я. Обучение пищевой избирательности насекомых /С.Я. Резник //Пищевая специализация насекомых. – СПб.: Гидрометиздат, 1993. – С.3-72.
55. Сапрыкин, А.А. Оценка видов клопов семейства *Anthocoridae* (*Heteroptera*) для защиты растений в теплицах / А.А. Сапрыкин // XII съезд Русского энтомологического общества: тез. докл. – СПб., 2002. – С.309-310.
56. Сапрыкин, А.А. Биологическая борьба с трипсами: применение и разведение хищных клопов ориусов / А.А. Сапрыкин, И.М. Пазюк // Гавриш. – 2003. – №3. – С.26-29.
57. Сергеев, Г. Е. Пакет программ статистического анализа для исследований в сельском хозяйстве /Региональная информатика-98 : тез. докл. VI Санкт-Петербургской междунар. конф. – СПб., 1998. – Часть II. – Стр. 22.
58. Сергеев, Г.Е. Методы интерационной линеаризации и корреляционной оптимизации в моделировании динамики численности насекомых / Г.Е. Сергеев, Д.А. Серапионов, А.Н. Фролов /Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур: тез. докл. междунар. конф. – 2008. – С.90.
59. Смит, Я.М. Схема ЕОЗР для оценки фитосанитарного риска /Я.М. Смит, А.Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 1999. – №8. – С.2
60. Совершенова, В.А. Как бороться с западным цветочным трипсом / В.А. Совершенова // Защита и карантин растений. – 2003. – №5 – С.33.
61. Степанычева, Е.А. Мониторинг калифорнийского трипса *Frankiniella occidentalis* (*Pergande*) с использованием цветочных ловушек / Е.А. Степанычева /Всероссийский съезд по защите растений «Защита растений в условиях реформирования АПК: экономика, эффективность, экологичность: тез. докл. – СПб., 1995. – С.462-463.

62. Степанычева, Е. А. Цветовые ловушки для выявления и мониторинга калифорнийского трипса / Е.А. Степанычева // Агро XXI. – 1998. – № 2 -С.22.
63. Степанычева, Е.А. Перспективы совместного использования семиохемиков, ювеноидов и энтомофагов для культур закрытого грунта от калифорнийского трипса / Е.А. Степанычева, О.Г. Селицкая, В.Н. Буров [и др.] /Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (29.09-01.10.2004 г.). – Краснодар, 2004. – Вып. 3. – С.156-157.
64. Сухорученко, Г.И. Закономерности развития резистентности в популяциях вредных видов к пестицидам /Г.И. Сухорученко /Материалы III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». Симпозиум «Резистентность вредных организмов к пестицидам». – СПб, 2013. – Т. 3. – С. 46- 49.
65. Сухорученко, Г.И. Технологии и методы оценки побочных эффектов от пестицидов (на примере преодоления резистентности вредителей культур защищенного грунта) / Г.И. Сухорученко, В.И. Долженко, Г.П. Иванова [и др.]. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 66 с.
66. Сухорученко, Г.И. Оценка степени опасности биопрепаратов для полезных членистоногих в закрытом грунте (Методические рекомендации) / Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова, Е.Г. Козлова [и др.] /Метод. реком. - СПб.: ВИЗР, 2001. – 22 с.
67. Сычев, С.В. Цветовые клеевые ловушки и приманки для защиты тепличных культур / С.В. Сычев // Гавриш. – 2014. – № 2. – С.58-59.
68. Твердяков, А.П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте /А.П. Твердяков, П.В. Никонов, Н.П. Ющенко /Справочник. – М.: Колос, 1993. – С. 43-44, 66-68.
69. Тулаева, И.А. Механизмы резистентности к диметоату в двух географически удаленных популяциях обыкновенного паутинного

- клетка (*Tetranychus urticae* Koch.) //автореф. дис... канд. биол. наук: 06.01.11: защита 12.04.2000 /Тулаева Ирина Анатольевна. – СПб., 2000. – 22 с.
- 70.Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных /К.К. Фасулати. – М.: Высшая школа. – 1971. – 424 с.
- 71.Филиппова, И.А. Американский трипс, новый вредитель закрытого грунта [электронный ресурс] / И.А. Филиппова // [www.rai.kamchatka.ru](http://www.rai.kamchatka.ru).
- 72.Фурст, Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей/Г.Г. Фурст. - М.: Наука. – 1979. - 153 с.
- 73.Харченко, Г.Л. Цветовые клеевые ловушки для наблюдения и учета численности злаковых мух на зерновых культурах // автореф. дис.... канд. биол. наук: 06.01.11 / Харченко Галина Леонидовна. – СПб., 1992. – 24 с.
- 74.Чайка, В.Н. Ловушки для учета вредных насекомых / В.Н. Чайка, К.Г. Фехтел // Защита растений. – 1986. – № 9. – С.51-52.
- 75.Чумак П.Я., Дигера С.М., Сикало О.О. Єнотрипс американський (*Echinothrips americanus* Morgan, Thysanoptera: Thripidae) в оранжереях Ботанічного саду ім. Акад. О.В. Фоміна та біологічні заходи обмеження його чисельності // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 12. – С.12-13.
- 76.Чумак, П.Я. Екологічні особливості поширення трипсів (Thysanoptera: Thripidae) в оранжереях ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна// Інтродукція та збереження рослинного зізнманіття: Вісн. Київського Нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. – Київ, 2011. – Вып. 29. – С.72-74.
- 77.Чумак, П.Я. Еколого-морфологічна структура популяції американського трипса в оранжереях водних та прибережно-водних рослин ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна / П.Я. Чумак, Т.П. Мазур //Промышленная ботаника. – 2011. – Вып. 11. – С.241-248.
- 78.Шапиро, И Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам / И.Д. Шапиро. – Л.: ЗИН АН СССР, 1985. – 321 с.

1. Al-Barty, A.M.F. Survey and enumeration of pests on pomegranate tree with reference to its parasite in Al-Taif City /A.M.F. Al-Barty //Austr. J. Basic Appl. Sci. – 2011. – Vol. 5, №5. – P.1086-1093.
2. Andjus, L. First record of *Echinothrips americanus* in Serbia / L. Andjus, M. Jovic, S. Tardan // Hellenic Plant Protect. J. – 2009. – Vol. 2. – P.71-73.
3. Bailey, S. The thrips of California / S. Bailey // Bull. Califor. Insect Survey. – 1957. – Vol. 4, № 5. – P.172.
4. Bailey, S. Thrips new to Colifornia / S. Bailey, Stenley F., H.E. Cott // Bull. Dept. Agr. State Califor. - 1952. – Vol. 41, № 3. – P.176-179.
5. Baranowski, T. New quarantine glasshouse pests in Poland and colored sticky traps for their monitoring / T. Baranowski, E. Dankowska, R. Gorski // Bull. EPPO – 1992. – Vol. 22, №3. – P.347-349.
6. Baranowski, T. Wciornastek amerykanski – potencjalny szkodnik szklarniowych roslin ozdobnych / T. Baranowski // Ochr. Rosl. – 1998. – Vol. 42, № 11. – P.10-11.
7. Baufeld, P. Auftreten einer neuen Thrips - Art an Zierpflanzen in den Niederlanden – *Echinothrips americanus* (Morgan) (Thysanoptera, Thripidae) / P. Baufeld // Nachr. D. Pflanzenschutzd. - 1995. – Bd. 47. – S.270-271.
8. Beshear, R.J. The thrips of Georgia, Suborder Terebrantia / R.J. Beshear // Res. Bull. / Univ. GA College Agric. Exper. Stn. – 1973. – Vol. 122. – P.26.
9. Brødsgaard, H.F. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* in glasshouses / H.F. Brødsgaard // J. Appl. Entomol. – 1989. – Vol. 197, № 2. – P.136-140.
10. Brunner, P.C. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera, Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach / P.C. Brunner, C. Flemingt, J.E. Frey // Agric. Forest Entomol. – 2002. – Vol. 4. – P.127-136.
11. Buntin, G.D. Response of leaf photosynthesis and water relations of impatiens and peach to thrips injury / G.D. Buntin, R.D. Harrison, R.D.

- Oetting, J.W. Daniell // J. Agric. Entomol. – 1988. – Vol. 5, № 3. – P.169-177.
12. Childers, C.C. Thysanoptera (thrips) within citrus orchards in Florida: Species distribution, relative and seasonal abundance within trees, and species on vines and ground cover plants / C.C. Childers, S. Nakahara // J. Insect Sci. – 2006. – Vol. 6, № 45. – P.1-19.
13. Collins, D.W. Recent interceptions of *Echinothrips americanus* (Morgan) (Thysanoptera, Thripidae) imported into England / D.W. Collins // Entomologist's monthly magazine. – 1998. – Vol. 134. – P.1-4.
14. Dunne, R. *Echinothrips americanus* (Morgan) new to Ireland / R. Dunne, J.P. O'Connor // Irish Naturalists' J. – 1997. – Vol. 25. – P.412-413.
15. *Echinothrips americanus* (Thysanoptera, Thripidae) // EPPO Report. Serv. – Paris, 1999. – № 8. – P.6.
16. Fantz, G. Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) collected from vegetables, ornamentals and associated weeds in South Florida / G. Frantz, H.C. Mellinger // Processing of the Florida State Horticultural Society. – 1990. – Vol. 103. – P.134-137.
17. Harwood, J.D. Tracking the role of alternative prey in soybean aphid predation by *Orius insidiosus*: a molecular approach / J.D. Harwood, N. Desneux // Molec. Ecol. – 2007. – № 16. – P.4390-4400.
18. Hide, G. The molecular epidemiology of parasites / G. Hide, A. Tait // Experientia. – 1991. – Vol. – 47. – P.128-142.
19. Ithoh, K. Occurrence and pesticide sensitivity of *Echinithrip americanus* on Perilla / K. Ithoh, T. Ohno // Plant Protect. – 2003. – Vol. 57. – P.223-225.
20. Ivanova, G. The problems of thrips in protected ground of North-Western Russia / G. Ivanova, V. Velikanj // Arch. Phytopath. Pflanzenschutzd. – 1995. – Bd. 30. – S.153-163.
21. Kaas, J.P. Scouting for thrips – The development of a time saving sampling program for *Echinothrips* / J.P. Kaas // Proc. Exper. Appl. Entomol. – Nev Amsterdam, 2001. – Vol. 12. – P.85-89.

22. Kahrer, A. Einschleppung von *Echinothrips americanus* (Morgan) (Thysanoptera, Thripidae) in Österreich / A. Kahrer, C. Lethmayer // Pflanzenschutzberichte. – 2000. – Bd. 59, № 1. – S.47-48.
23. Karadjova, O. *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae), a new pest of the Bulgarian greenhouses / O. Karadjova, V. Krumov // 50 years University of Forestry: proc. Intern. sci. conference. – Sofia (Bulgaria), 2003. – P.122-125.
24. Karnkowski, W. Jak rozpoznać wciornastka amerykańskiego (*Echinothrips americanus* Morgan) / W. Karnkowski, G.S. Łabanowski // Ochr. Rosl. Rok. – 2000. – Vol. 44, №12. – P.39-40.
25. Kiritani, K. Invasive Insect and Nematode Pests from North America / K. Kiritani, N. Morimoto // Global Environm. Res. – 2004. – Vol. 8, № 1. – P.75-88.
26. Kiritani, K. Exotic insect and their pathways for invasion / K. Kiritani, K. Yamamura // Invasive species: vectors and management strategies. – Washington, 2003. – P.44-67.
27. Kobro, S. On the Norwegian thrips fauna (Thysanoptera) / S. Kobro // Norwegian J. Entomol. – 2003. – Vol.50, №1. – P.17-32
28. Krumov, V. Economically important thrips species in Bulgaria / V. Krumov, O. Karadjova // 2<sup>th</sup> symp. Palaearctic Thysanoptera. - Strunjan (Slovenia), 2007. – P.14.
29. Łabanowski, G. Wciornastek amerykański (*Echinothrips americanus* Morgan) - jego występowanie w Polsce i Możliwości Zwalczenia / G. Łabanowski // Progr. Plant Protect. – 2007. – Vol. 47, №1. – P.289-302.
30. Li, X-W. Comparisons of developmental and reproductive biology between parthenogenetic and sexual *Echinothrips americanus* (Thysanoptera: Thripidae) / X.-W. Li, X.-C. Zhang, H.-X. Jiang, J.-N. Fend // Environm. Entomol. – 2012. – Vol. 41, № 3. – P.706-713.
31. Li, X.-W. Post-mating interactions and their effects on fitness of female and male *Echinothrips americanus* (Thysanoptera: Thripidae), a new insect pest

- in China / X.-W. Li, H.-X. Jiang, X.-C. Zhang [e.a.] // PLOS ONE. – 2014. – Vol. 9, №1. – P.1-7.
- 32.Mack, R.N. Biotic invasions: courses, epidemiology, global consequences, and control / R.N. Mack, D. Simberloff, W.M. Lonsdale [e.a.] // Ecol. Appl. – 2000. – Vol.10. – P.689-710.
- 33.Malais, M.H. Knowing and recognizing / M.H. Malais, W.J. Ravensberg // The biology of glasshouse pests and their natural enemies. – 2005. – P. 92-95.
- 34.Marullo, R. *Echinothrips americanus*, a new pest of Italian greenhouses / R. Marullo, A. Pollini // Inform. Fitopatol. – 1999. – Vol. 49, № 6. – P.61-64.
- 35.Mirab-Balou M. First record of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) in Mainland China, with notes on distribution and host plants /M. Mirab-Balou, H. Lu, X.-X. Chen // Acta Zootaxonom. Sinica. – 2010. – Vol. 35, № 3. – P.674-679.
- 36.Mitchell, W.C. *Echinothrips americanus* Morgan / W.C. Mitchell // Proc. Hawaiian Entomol. Soc. – 1983. – Vol. 24. – P.192-193.
- 37.Monteiro R.C. The Thysanoptera fauna of Brazil / R.C. Monteiro // In Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7<sup>th</sup> Internatinal Symposium on Thysanoptera. Reggio Calabria, Italy, 2-7 July. – 2001. – P.325-340.
- 38.Morishita, M. Toxicity of some insecticides to larvae of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) evaluated by the petri dish – spraying tower method / M. Morishita // Appl. Entomol. Zool. – 2001. – Vol. 36, №1. – P.137-141.
- 39.Moritz, G. Modern methods in thrips-identification and information (Insecta, Thysanoptera) / G. Moritz, C. Delker, M. Paulsen [e.a.] // Bull. EPPO. – Paris, 2000. – Vol. 30. – P.591-593.
- 40.Moritz, G. Thrips ID Pest thrips of the world /G. Moritz, D. Morris, L.A. Mound /CSIRO Publishing. – Collingwood, Australia, 2001.

41. Moritz, G. Identification of thrips using ITS-RFLP analysis / G. Moritz, M. Paulsen, C. Delker [e.a.] // Thrips and Tospoviruses: proc. 7<sup>th</sup> Intern. symposium Thysanoptera. – 2002. – P.365-368.
42. Moulton, D. Synopsis, catalogue, and bibliography of North American Thysanoptera, with descriptions of new species. / D. Moulton. - Washington: Government Printing office, 1911. – 68 p.
43. Mound, L.A. The thrips of Central and South America: an introduction (Insecta: Thysanoptera) / L.A. Mound, R. Marullo // Memoirs Entomol. Intern. – 1996. - № 6. – P.1-487
44. Mound, L.A. Biological diversity / L.A. Mound // Thrips as crop pest. - Wallingford (UK), 1997. – P.197-216.
45. Mound, L.A. Thysanoptera. An identification guide / L.A. Mound, G. Kibby // 2<sup>th</sup> edit. – Wallingford, CAB International, 1998. – 70 p.
46. Mound L.A. The aquatic thrips *Organothrips indicus* Bhatti (Thysanoptera: Thripidae) in Queensland, and a new species, *O. wrighti*, from tropical Australia / L.A. Mound // Austr. J. Entomol. – 2000. - № 39. – P.10-14.
47. Mound L.A. Thysanoptera biodiversity in the Neotropics / L.A. Mound // Rev. Biol. Trop. – 2002. – Vol. 50, № 2. – P.477-484.
48. Nakahara, S. Annotated checklist of the Thysanoptera of Bermuda / S. Nakahara, D.J. Hilburn // J. New York Entomol. Soc. – 1989. – № 97. – P.251-260.
49. Nedstam, B. Tripsarter i gron innemiljo / B. Nedstam // Vaxtskyddsnotiser. - 2001. – Vol. 65, №1. – P.6-9.
50. Oetting, R.D. Host selection and control of the banded greenhouse thrips on ornamentals / R.D. Oetting, R.J. Beshear // J. Ga. Entomol. Soc. – 1980. – Vol. 15. – P.475-479.
51. Oetting, R.D. Laboratory evaluation of the toxicity and residual activity of abamectin to *Echinothrips americanus* / R.D. Oetting // J. Agric. Entomol. – 1987. – Vol. 4, №4. – P.321-326.

52. Oetting, R.D. Biology of the greenhouse pest *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) / R.D. Oetting, R.J. Beshear // Advan. Thysanopter. Appl. Zool. – 1993. – Vol. 4. – P.307-315.
53. Oetting, R.D. Biology and identification of thrips in greenhouse ornamentals / R.D. Oetting, R.J. Beshear, T.-X. Liu [e.a.] // Res. Bull.: Univ GA Arg. Exp. Stat. – 1993. – № 414. – P.1-20.
54. Opit, G.P. The life cycle and management of *Echinothrips americanus* (Thysanoptera: Thripidae) / G.P. Opit, B. Petercon, D.R. Gillespie, R.A. Costello // J. Entomol Soc. Brit. Columbia. – 1997. – № 94 – P.3-6.
55. Ostrauskas, H. Amerikietiškas tripsas pakeliui i Lietuva / H. Ostrauskas // Baltasis Gandras. – 2002. – Vol.2, №31. – P.26-27.
56. Pellizzari, G. Alien insect and mite pests introduced to Italy in sixty years (1945-2004) / G. Pellizzari, Monta D. L. // Plant protection and plant health in Europe: Introduction and spread of invasive species: proc. BCPC symposium. – 2005. – № 81. – P.275-276.
57. Pimentel, D. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States / D. Pimentel, L. Lach, R. Zuniga, D. Morricon / Bioscience. – 2000. – Vol. 53, № 1. – P.53-66.
58. Rane K., Klick S. T. Greenhouse TPM/IPM Bi-Weekly Report / K. Rane, S. T. Klick / Central Maryland Research and Education Center, University of Maryland Extension. – 2007. – May 7. – P.1-5.
59. Ravensberg, W.J. Developments in the integrated control of *Frankliniella occidentalis* in capsicum and cucumber / W.J. Ravensberg, M. Dissevelt, K. Altena, M.P. Simonse // Bull. EPPO. – Paris, 1992. – Vol. 22, № 3. – P.387-396.
60. Reitz, S.R. Thrips: Pests of Concern to China and United States / S.R. Reitz, Y.-L. Gao, Z.-R. Lei // Agric. Sci. China. – 2011. – Vol. 10, № 6. – P.867-892.
61. Reynaud, Ph. *Echinothrips americanus*, Un nouveau thrips des serres importé en France / Ph. Reynaud // Phytoma. – 1998. – № 507. – P.36-38.

- 62.Reynaud, Ph. Thrips (Thysanoptera) Chapter 13.1 / Ph. Reynaud // BioRisk. – 2010. – Vol. 4, № 2. – P.767-791.
- 63.Roosjen, M. G. Reducing pesticide inputs in glasshouses / M. G. Roosjen // Bull. EPPO. – 1992. – Vol. 22, №3. – P.323 -329.
- 64.Roques, A. Tentative analysis of the interceptions of non-indigenous organisms in Europe during 1995-2004 / A. Roques, M.-A. Auger-Rozenberg // Bull. EPPO. – 2006. – Vol. 36, № 3. – P.490-496.
- 65.Roy, A.S. Introduction de nouveaux Ravageurs en Europe / A.S. Roy // AFPP – 7e Conference Internationale sur les ravageurs en agriculture montpellier – 26 et 27 octobre 2005 situation actuelle et gestion du risqué (<http://www.cabi.org/isc/>).
- 66.Saiki, P.K. Primer directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase / P.K. Saiki, D.H. Gelfand, S. Stoffel [e.a.] // Science. – 1998. – Vol. – 239. – P.487-491.
- 67.Smith, R.M. Recent non-native invertebrate plant pest establishments in Great Britain: origins, pathways, and trends / R.M. Smith, R.H.A. Baker, C.P. Malumphy [e.a.] // Agr. Forest Entomol. – 2007. – Vol. 9. – P.307-326.
- 68.Stannard, L.J. The thrips, or Thysanoptera, of Illinois / L.J. Stannard // III Natl. Hist. Surv. Bull. – 1968. – Vol. 29, № 4. – P.1-552.
- 69.Szabò, P. Western flower thrips (*Frankiniella occidentalis*) – occurrence and possibilities its control in Hungary / P. Szabò, E.Ceglarska-Hòdi // Bull EPPO. –1992. – Vol. 22, № 3. – P.377-382.
- 70.The Pesticide Manual. A World Compendium. – BCPC (British Crop Protection Council). Roy, A.S. Hampshire, UK, 2003. – Thirteenth Edition. – P. 3-4, 440.
- 71.Tillier, A.J. Control of the western flower thrips with a native predator *Orius tristicolor* (White) in greenhouse cucumdr and peppers in Alberta, Canada //Bull. SROP/WPRS. – 1990. – Vol. XIII, № 5. – P. 209-211.

72. Trdan, S. Nevarnost vnosa nekaterih gospodarsko škodljivih vrst resarjev (Thysanoptera) v Slovenijo / S. Trdan, G. Vierbergen // 5 Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin: Zb. predavanj referatov. – 2001. – S.303-311.
73. Trdan, S. The first record of *Echinothrips americanus* Morgan in Slovenia / S. Trdan, L. Milevoj, E. Raspudic, I. Zezlina // Acta Phytopathol. Entomol. Hungarica. – 2003. – Vol. 38, №1-2. – P.157-166.
74. Varga, L. First interception of the greenhouse pest *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae) in Slovak Republic / L. Varga, P.J. Fedor // Plant Protect. Sci. – 2008. – Vol. 44, № 4. – P.155-158.
75. Varga, L. Larval and adult food preferences of the poinsettia thrips *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae) / L. Varga, P.J. Fedor, M. Suvák [e.a]. // J. Pest Sci. – 2010. – Vol. 8. – P.319-327.
76. Vierbergen, G. Entomology. Thysanoptera, Thripidae. *Echinothrips americanus* in Dutch greenhouse ornamentals / G. Vierbergen // Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst 173 (Annual Report 1993). – 1994. – P.37-38.
77. Vierbergen, G. Amerikaanse Thrips – Nieuwe belager in paprika / G. Vierbergen // Groenten en Fruit Glassgroenten. – 1997. – Vol. 24. – P. 12-13.
78. Vierbergen, G. *Echinothrips americanus* Morgan, a new thrips in Dutch greenhouse (Thysanoptera: Thripidae) / G. Vierbergen // Proc. sect. exper. appl. Entomol. Netherlands Entomol. Soc. (N.E.V.). – 1998. – Vol. 9. – P.155-160.
79. Vierbergen, G. Occurrence of glasshouse Thysanoptera in the open in the Netherlands / G. Vierbergen // Thrips and Tospoviruses: Proc. 7<sup>th</sup> Intern. symp. Thysanoptera (2-7 July, 2001, Italy). – 2001. – P.359-362.
80. Vierbergen, G. Spread of Two Trips Pest in Europe: *Echinothrips americanus* and *Microcephalothrips abdominalis* (Thysanoptera: Thripidae)

- / G. Vierbergen, M. Cean, I.N. Szeller // Acta Phytopathol. Entomol. Hungarica . – 2006. – Vol. 41, № 3-4. – P.287-296.
81. Viteri, D. New record of thrips species associated with Soybeans in Puerto Rico / D. Viteri, I. Cabrera, Estévez De Jensen C. // Florida Entomol. – 2009. – Vol. 92, № 1. – P.181-185.
82. Vitonsek, P.M. Introduced species: A significant component of human – caused global change. N.Z. /P.M. Vitonsek, C.M. D' Antonio, L.L. Loope [e.a.]. // J. Ecol. – 1997. – Vol. 21. – P.1-16.
83. Wei, S.-J. External morphology and molecular identification of the newly found invasive pest *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) in China / S.-J. Wei // Acta Entomol. Sinica. – 2010. – Vol. 53, № 6. – P.715-720.
84. Wolfgang, B Ein neue eingeschleppter Thrips macht von sich reden: *Echinothrips americanus* Morgan ( Thisanoptera:Thripidae) /B. Wolfgang //Mitt. Entomol. Ges. Basel. – 1999. – B. 49, № 1. – S. 39-40.
85. Yudin, L.S. Color Preference of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) with Reference to Aphids (Homoptera: Aphididae) and Leafminers in Hawaiian Letuce Farms / L.S. Yudin, W.C. Mitchell, J.J. Cho / J. Econ. Entomol. – 1987. – Vol. 80, № 1. – P.51- 55.
86. Zhu L. The discovery and biology of the invasive thrips *Echinothrips americanus* in China /L. Zhu, B.-C. Shi, Y.-J. Gong [e. a.] /Biological invasions, ecological safety and food security: 2<sup>th</sup> Intern. congress on biological invasions (23-27 october 2013, Ongdao, China). – 2013. – P.260.
87. zur Strassen, R. Annotated checklist of the thrips of Israel (Thysanoptera) /R. zur Strassen, W. Kuslitzky //Israel J. Entomol. – 2011-2012. – Vol. 41-42. – P.53-66.
1. [www.bio.spbu.ru](http://www.bio.spbu.ru)
  2. [www.daff.gov.au/sphds](http://www.daff.gov.au/sphds)
  3. [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
  4. [www.lfp-bw.de/Fach](http://www.lfp-bw.de/Fach)

5. [www.rutraveller.ru](http://www.rutraveller.ru)
6. [www.kmvl.ru](http://www.kmvl.ru)
7. [www.msucares.com](http://www.msucares.com)
8. [www.umed.ru/tropical](http://www.umed.ru/tropical)
9. [www.touristmaker.ru/climate/tropika](http://www.touristmaker.ru/climate/tropika)
10. [www.planthealthaustralia.com.au](http://www.planthealthaustralia.com.au)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1.

Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях геттарды

День учета от начала года	Число разных стадий развития трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, Y	У	Процент заселенных трипсом листьев, X	Х
11	31	9	1,55	44	45	46
18	21	9	1,05	39	45	46
24	27	10	1,35	42	50	50
66	7	2	0,35	27	30	35
73	4	2	0,15	22	10	20
88	5	4	0,20	23	10	20
101	26	9	1,05	39	45	46
110	28	10	1,40	43	50	50
115	56	10	2,80	54	40	42
125	35	14	1,75	46	70	65
139	151	16	7,60	71	80	72
144	167	14	8,20	72	70	65
152	169	15	8,20	72	75	46
159	187	18	9,35	75	85	31
166	173	14	8,50	73	70	65
172	197	17	9,85	76	85	76
181	256	18	12,85	80	95	83
188	166	17	8,30	72	85	76
195	261	19	13,05	81	95	83
201	138	18	6,90	69	90	80
204	77	11	3,85	59	60	57
215	120	15	6,00	67	75	68
222	90	17	4,50	62	85	76
229	27	11	1,35	42	55	53
236	18	7	0,9	37	35	38
250	5	5	0,25	25	25	31
274	59	9	2,95	54	42	46

Таблица 2.

Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях мирабилиса

День учета от начала года	Число разных стадий развития трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, Y	y	Процент заселенных трипсом листьев, X	X
11	7	6	0,35	27	30	31
18	21	9	1,05	34	45	38
24	14	7	0,70	30	35	33
66	4	4	0,15	24	15	25
73	3	2	0,15	24	10	23
88	2	2	0,10	23	10	23
101	6	5	0,30	26	25	29
110	10	5	0,50	28	20	27
115	2	2	0,10	23	10	23
125	1	1	0,05	23	5	21
139	78	8	3,60	48	40	35
144	122	13	6,00	56	65	49
152	118	14	4,90	52	70	52
159	256	18	12,40	67	100	82
166	127	13	6,35	56	65	49
172	122	13	6,10	56	70	52
181	193	13	10,10	64	70	52
188	177	18	8,85	62	90	70
195	163	17	8,15	60	85	65
201	56	12	2,85	45	65	49
204	64	16	3,15	46	85	65
215	172	18	8,40	61	95	76
222	246	17	12,80	68	85	65
229	175	17	8,75	62	85	65
236	281	16	15,10	71	80	60
250	751	20	37,50	87	100	82
274	578	17	28,90	82	95	76

Таблица 3.

Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях клеродендрума

День учета от начала года	Число разных стадий развития трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, $Y$	$y$	Процент заселенных трипсом листьев, $X$	$X$
11	12	5	0,60	49	25	40
18	13	5	0,70	53	25	40
24	12	5	0,60	49	25	40
66	5	5	0,25	33	25	40
73	1	1	0,10	21	10	25
88	0	0	0	11	0	15
101	0	0	0	11	0	15
110	2	1	0,15	26	10	25
115	4	2	0,20	29	10	25
125	3	3	0,15	26	15	30
139	6	4	0,25	33	20	35
144	16	7	0,80	56	35	50
152	12	6	0,60	4	30	45
159	15	9	0,75	54	45	60
166	21	8	1,05	62	40	55
172	14	8	0,70	53	40	55
181	11	6	0,55	47	30	45
188	13	4	0,65	51	20	35
195	24	10	1,20	66	50	65
201	18	9	0,75	54	40	55
204	19	10	0,90	59	50	65
215	12	5	0,60	49	25	40
222	15	8	0,75	54	45	60
229	59	14	2,95	90	70	86
236	43	12	2,15	81	65	81
250	67	13	3,05	91	65	81
274	33	13	1,65	74	65	81

Таблица 4.

Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях акалифы

День учета от начала года	Число разных стадий развития трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, Y	y	Процент заселенных трипсом листьев, X	X
11	6	6	0,30	21	30	26
18	10	5	0,55	26	30	26
24	5	4	0,25	20	20	20
66	13	7	0,65	28	35	28
73	21	10	1,05	33	50	37
88	41	12	2,1	45	60	44
101	81	14	4,05	58	70	52
110	88	14	4,30	59	65	48
115	77	18	3,85	57	90	71
125	45	11	2,25	46	55	41
139	63	16	3,15	52	80	61
144	165	20	8,30	74	100	83
152	168	20	5,50	65	90	71
159	111	117	6,90	70	95	77
166	146	19	13,80	87	100	83
172	276	20	12,50	84	90	71
181	252	18	11,90	83	100	83
188	236	20	6,35	68	90	71
195	128	18	7,45	72	70	52
201	137	13	3,55	55	75	56
204	71	15	4,80	61	80	61
215	93	16	4,60	61	80	61
222	57	13	2,85	50	65	48
229	39	14	1,95	43	65	48
236	32	12	1,60	40	60	44
250	58	13	1,50	39	55	41
274	78	16	3,90	57	80	61

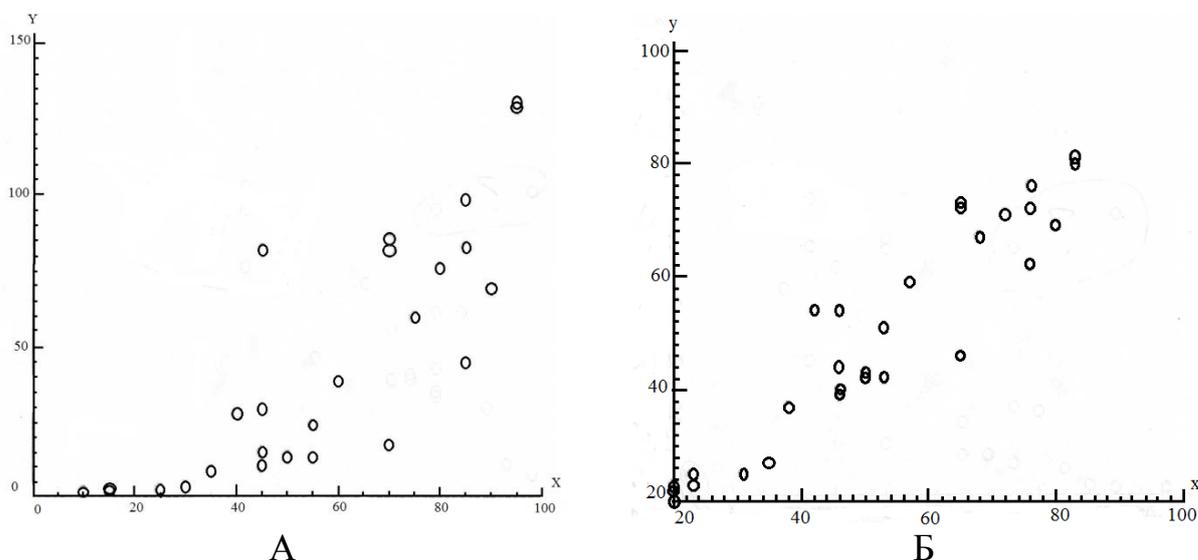


Рис.1. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев геттарды до (А) и после (Б) линейризирующего преобразования по методу симметризации (ордината - плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев).

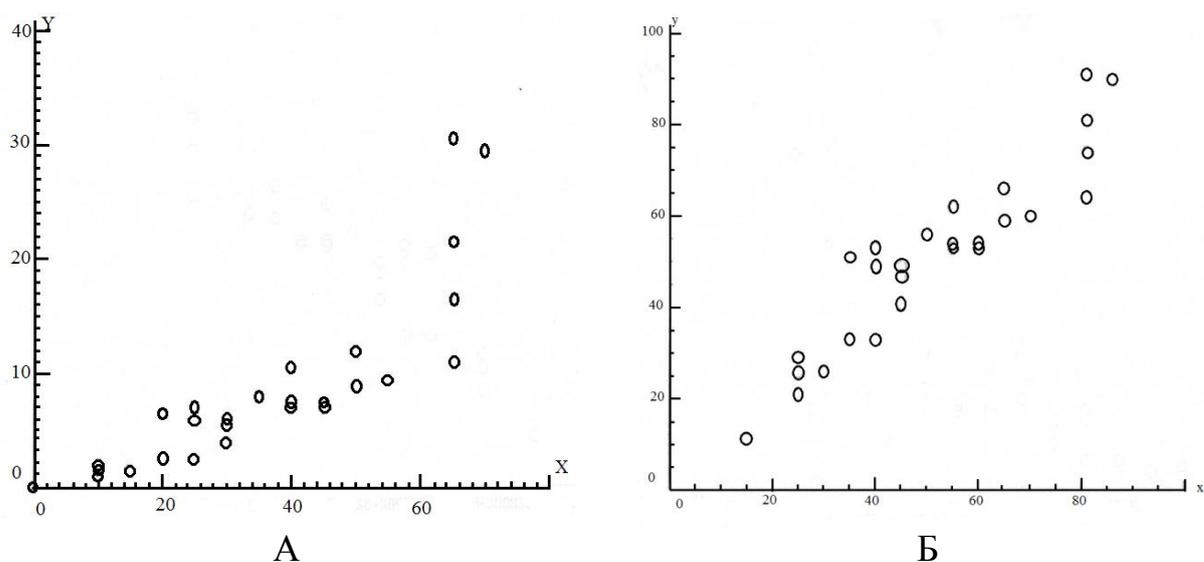


Рис.2. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев клеродендрона до (А) и после (Б) линейризирующего преобразования по методу симметризации (ордината - плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев).

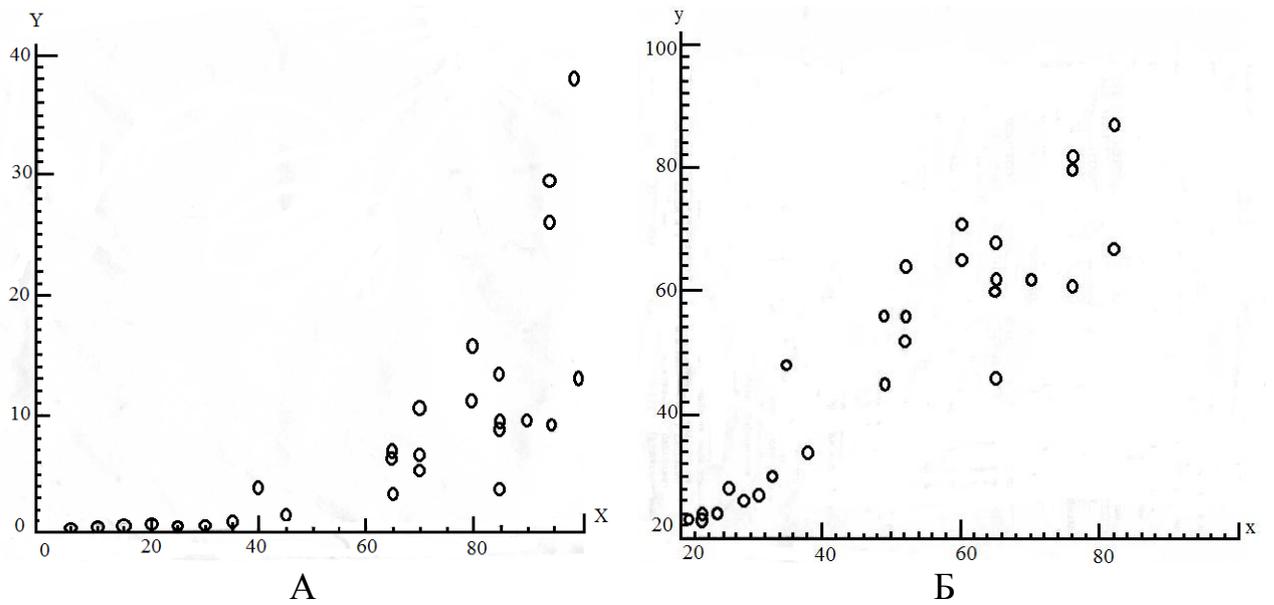


Рис.3. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев акалии до (А) и после (Б) линейризирующего преобразования по методу симметризации (ордината - плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев).

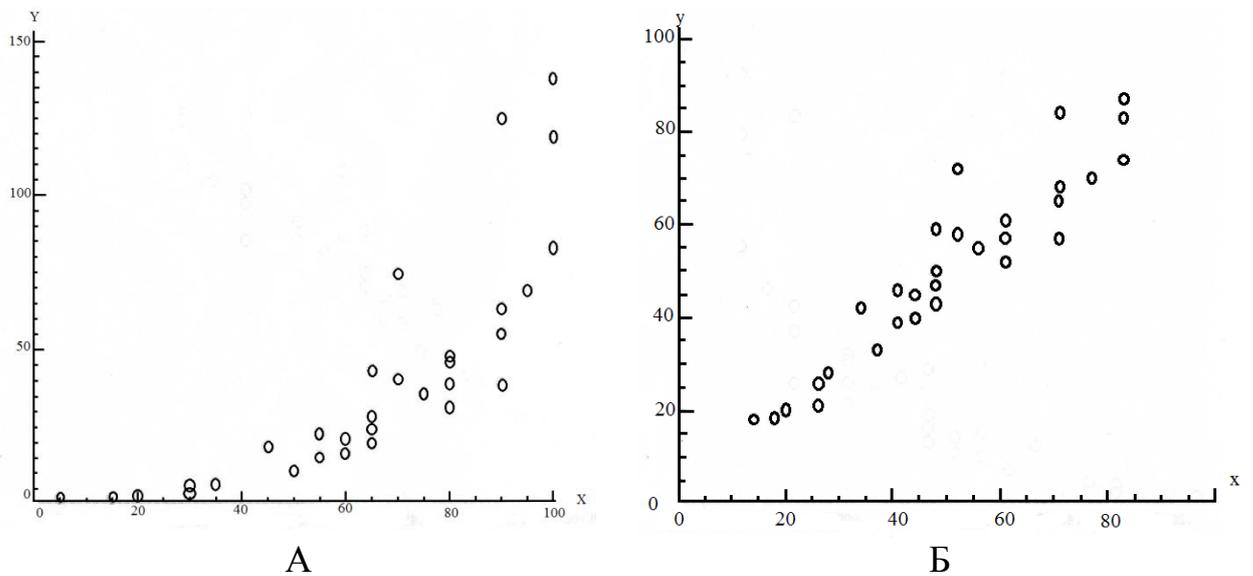


Рис.4. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев клеродендрона до (А) и после (Б) линейризирующего преобразования по методу симметризации (ордината - плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев).

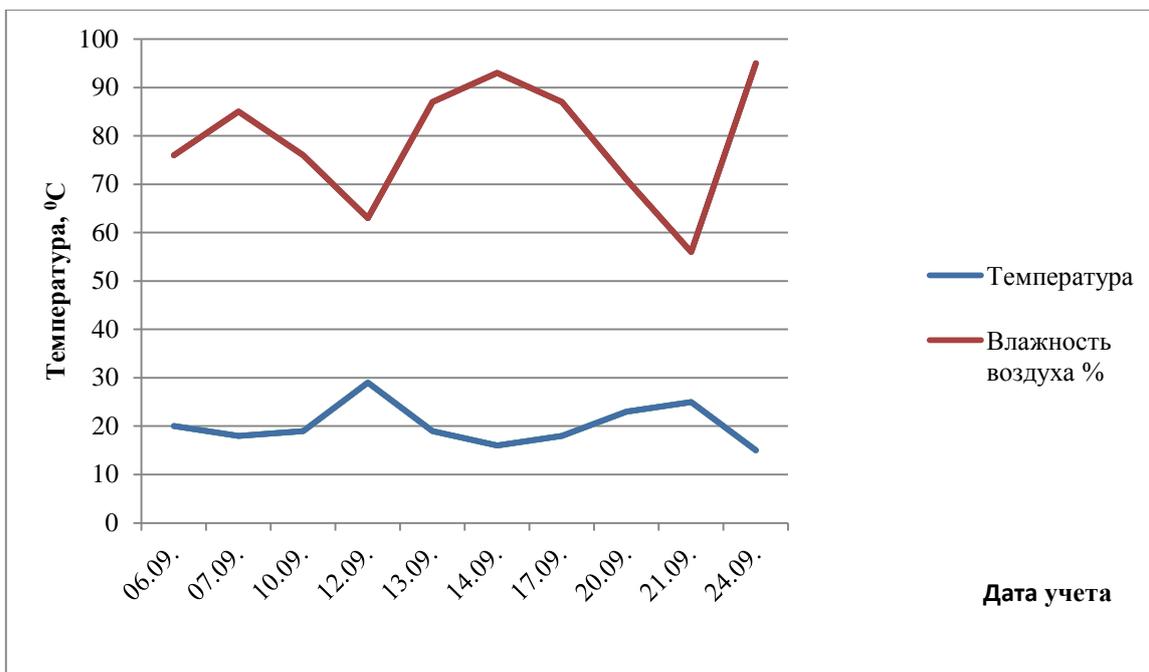


Рис.5. Температурно-влажностный режим в изолированном боксе теплицы ВИЗР в период проведения опыта по совместному применению БТБ и ориуса в борьбе с американским трипсом.