



На правах рукописи

Рак

Рак
Наталья Семеновна

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ
В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ – ФИТОФАГ – ЭНТОМОФАГ»
В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ ЗАПОЛЯРЬЯ

03.02.08. – экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора
биологических наук

3 МАЯ 2012

Петрозаводск – 2012

Работа выполнена в Полярно-альпийском ботаническом саду
им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН

Консультанты:	член-корреспондент РАН, профессор, директор ПАБСИ Кольского НЦ РАН Жиров Владимир Константинович кандидат биологических наук, ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии Красавина Лидия Павловна
Официальные оппоненты	доктор биологических наук профессор, Институт биологии Карельского НЦ РАН Дроздов Станислав Николаевич доктор биологических наук профессор, ИППЭС Кольского НЦ РАН, зам. директора по научной работе Евдокимова Галина Андреевна доктор биологических наук профессор, Петрозаводский ГУ эколого-биологический факультет, Макаров Александр Михайлович
Ведущая организация	ФГБОУ ВПО Мурманский государственный гуманитарный университет

Защита состоится «30» мая 2012 г. в 14 часов в ауд. 117 теоретического корпуса на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета, с авторефератом – на сайте www.petrstu.ru

Автореферат разослан: «16» *апреля* 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. биол. наук



Дзюбук И. М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Коллекционные оранжереи ботанических садов мира – это собрание видов растений разного происхождения, большинство из которых являются редкими, экзотическими и достаточно сложными для искусственного выращивания (Козаржевская, 1989; Синадский, 1987; Чумак, 1992; Иванов, 1994; Плотинова, 1995; Hodge, 1996; Jackson, Sutherland, 2000; Павлюшин, 2001; Tokado, 2002).

В Полярно-альпийском ботаническом саде-институте (ПАБСИ) им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН уже 80 лет осуществляется эксперимент по интродукции растений из разных географических зон Земли, как в открытый, так и в защищенный грунт (Аврорин и др., 1956; Головкин, 1973; Андреев, 1974). На питомниках, экспериментальных экспозиционных участках, равно как и в оранжереях, собрана уникальная коллекция растений разных жизненных форм и морфологии. Интродукция растений почти всегда сопровождается появлением различных болезней и вредной энтомофауны (Вершинина, 1982; Шаврова, 1985). Особенно опасно такое внедрение в оранжереи, поскольку, пройдя относительно небольшой период адаптации, при отсутствии природных врагов, которые могли бы регулировать их численность, чужеземные фитофаги получают исключительную возможность бесконтрольного размножения.

Применение химических средств уже много лет рассматривается по отрицательным последствиям, которые могут сопутствовать внесению в окружающую среду биологически активных веществ (Gerowitt, Heitefuss, 1990; Рупайс, 1990; Begon, 1996; El-Sebaey, 1999; Perdakis, 2002; Прушински, 2002; Tokado, 2002; Hulshof, 1999, 2003; Долженко, 2005; Сухорученко, 2006). Использование пестицидов далеко не всегда дает положительный результат, поскольку вместе с вредителями уничтожаются и полезные насекомые, например опылители, не говоря уже о загрязнении окружающей среды и нанесении вреда здоровью людей. Более того, применение ядохимикатов формирует высокорезистентные формы фитофагов, что приводит к вспышкам их численности и усилению вредоносности (Ижевский, 1990; Kelleher, Hulme, 1984). Обсуждению вопроса о необходимости и перспективности преимущественного использования биологического метода защиты растений посвящено много работ (Hagen, Franz, 1973; Huffaker, 1975; Бегляров, 1987; Анисимов и др., 2000; Варфоломеева, 2009).

Коллекционные оранжереи ПАБСИ – это уникальный фонд из более чем 1000 видов тропических и субтропических растений (Козупеева, Лештаева, 1984), многие из которых занесены в Красные книги разных рангов (Иванова, 2001, 2004). Большое видовое разнообразие растений, интродукция которых всегда сопровождается появлением новых вредителей, размещение коллекционных растений на одной территории создают сложности с защитой растений от вредителей. Разрешение этой проблемы требует интегрированного подхода, одним из направлений которого является разработка трофической системы «растения – вредители – энтомофаги» как основной стратегической задачи биологического метода защиты растений (Шапиро, 1979; Andow, 1994; Воронин, 1998). Актуальность такого подхода к биологической защите растений состоит еще и в том, что продолжающаяся интродукция новых видов растений в коллекцию ПАБСИ и новых видов цветочных и овощных культур в теплицы производственных хозяйств, а также в многочисленные малые теплицы и оранжереи школ и детских учреждений повышает опасность инвазии новых видов вредителей. Сегодня в распоряжении биолaborаторий различного ранга имеется большой набор энтомофагов (Ижевский, 2004). Однако в условиях Заполярья они не пригодны без соответствующего периода адаптации.

Цель и задачи исследования

Цель работы – выявление эколого-биологических закономерностей взаимоотношений основных групп организмов в системе «растения – фитофаги – энтомофаги» защищенного грунта Заполярья.

Задачи работы:

1. Организовать экологический мониторинг растений, фитофагов и энтомофагов (инвазии, годичная и сезонная динамика, видовой состав, численность) в защищенном грунте.
2. Изучить возможность адаптации интродуцированных полезных насекомых и клещей к условиям заполярных оранжерей.
3. Модифицировать общепринятые методы разведения, поддержания и применения интродуцированных энтомофагов.
4. Разработать технологические схемы размножения, содержания и хранения интродуцированных энтомофагов для условий Заполярья.
5. Дать экологическую оценку биологической эффективности адаптированных культур энтомофагов.
6. Сформировать сбалансированную структуру основных групп организмов в системе «растения – фитофаги – энтомофаги» и обеспечить

ее функционирование в условиях коллекционных оранжерей для экологически безопасной защиты растений.

Научная новизна и теоретическая значимость

Впервые изучен видовой состав, численность и дана оценка вредности фитофагов в коллекционных оранжереях ПАБСИ.

Впервые создана коллекция интродуцированных энтомофагов, адаптированных к условиям Заполярья (культура ПАБСИ).

Выявлены закономерности взаимоотношений между основными группами организмов в системе «растения – фитофаги – энтомофаги» для условий защищенного грунта.

Разработана комплексная система экологически безопасной биологической защиты растений в условиях коллекционной оранжереи, которая включает растения-резерваты, фитофаги и адаптированные культуры энтомофагов.

Разработана и используется специализированная инфраструктура инсектария, которая включает биолaborаторию, теплицы, изолированный бокс и биокамеры, что обеспечивает поддержание, размножение и хранение культур интродуцированных энтомофагов.

Практическая значимость

Модифицированы традиционные методы разведения и содержания полезных энтомофагов в специально созданном инсектарии.

Разработаны технологические регламенты по содержанию, разведению, применению, хранению энтомофагов культур ПАБСИ *Phytoseiulus persimilis*, *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Encarsia formosa*, *Amblyseius mckenziei*.

Разработан и запатентован новый метод разведения хищных клещей рода *Amblyseius*, увеличивающий объемы биологического материала в 4 раза при сокращении в 2 раза периода разведения клещей в сравнении с известными методами (патент Российской Федерации на изобретение № 2379889).

Адаптированные культуры энтомофагов успешно внедрены в тепличные хозяйства Мурманской области и широко используются как эффективная и безопасная альтернатива химическим средствам защиты растений, в промышленном овощеводстве и цветоводстве не только Заполярья, но и в тепличных комбинатах Иркутска, Десногорска, Усть-Илимска, Воронежа. Получено более 50 актов о внедрении.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Адаптация энтомофагов (*Phytoseiulus persimilis*, *Aphidius matricariae*, *A. colemani*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Encarsia formosa*, *Amblyseius mckenziei*) к низким температурам в условиях Заполярья оказалась преадаптацией, позволившей этим организмам расширить диапазон пищевых предпочтений в новых для них условиях оранжерей с большим разнообразием тропических и субтропических растений.
- Адаптация галлицы афидимизы к низким температурам в условиях Заполярья приводит к нарушению цикла развития – отсутствию диапаузы в зимний период.
- Поддержание сбалансированной структуры основных групп организмов трофической цепи «растения – вредители – энтомофаги» в условиях оранжерейного ценоза исключает использование пестицидов для защиты растений.

Апробация работы

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы представлены на многочисленных совещаниях и конференциях: III Международная научная конференция «Биологическая защита растений-интродуцентов в оранжереях Заполярья», СПб., 2003; II Всероссийский съезд по защите растений «Итоги интродукции энтомофагов и их роль в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина», СПб. (Пушкин), 2005; Международная конференция, посвященная 75-летию ПАБСИ им. Н. А. Аврорина «Состояние и перспективы биологического метода защиты оранжерейных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду», Кировск, 2006; Международная конференция «Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур» СПб. (Пушкин), 2008; Международная научная конференция «Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в экстремальных условиях северного климата», Кировск, 2008; Международная научно-практическая Интернет-конференция «Актуальные вопросы энтомологии», Ставрополь, 2009; Международная научная конференция «Биологическое разнообразие северных экосистем в условиях изменяющегося климата», Апатиты, 2009; Всероссийская научная конференция «Проблемы сохранения биоразнообразия в северных регионах», Апатиты, 2010; Всероссийская научная конференция «Ботанические сады и устойчивое развитие северных регионов», посвященная 80-летию юбилею ПАБСИ КНЦ РАН, Апатиты, 2011; Все-

российская научная конференция «Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования», посвященная 80-летию со дня рождения академика Л. Н. Андреева, Москва, 2011.

Личный вклад автора состоит в определении направления исследований, постановке экспериментов в лаборатории и оранжереях, сборе и анализе полученных материалов, обобщении данных и подготовке материалов к публикации. Все фотографии в работе – авторские. Диссертационная работа является обобщением 20-летних исследований по защите оранжерейных растений от вредителей, выполненных автором самостоятельно или при ее непосредственном участии. Основой диссертации являются материалы, собранные в ходе работ по плановым темам НИР: «Поиск экологически безвредных средств защиты растений в условиях Кольского Севера», № госрегистрации 01920012033 (1992–1995 годы); «Биологическое регулирование равновесия в системе триотрофа (растение – вредитель – энтомофаг) в условиях защищенного грунта Мурманской области», № госрегистрации 01200203247 (2002–2012 годы); раздел «Разработка новых экологически безопасных методов защиты интродуцированных растений (формирование комплекса эффективных энтомофагов для биологического контроля численности вредителей в оранжереях)», № госрегистрации 01200804575 (2008–2010 годы).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 62 работы, в том числе 15 статей в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ, 1 монография, 3 практические рекомендации (технологические регламенты).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы из 171 источников, из них – 30 на иностранных языках. Общий объем составляет 191 страниц, включая 99 рисунков, 38 таблиц.

Благодарности. Автор приносит искреннюю признательность Н. П. Вершининой и Е. Т. Лебедевой, сотрудникам группы биологических методов защиты растений С. В. Литвиновой, Л. В. Карионовой, В. Н. Шумиловой, принимавшим непосредственное участие в работе, директору ПАБСИ КНЦ РАН чл.-корр. В. К. Жирову, сотруднику ПАБСИ Л. М. Лукьяновой, д.б.н. Е.Ф. Марковской (Петр. ГУ), к.б.н. Л.П. Красавиной (ВИЗР) за советы и методическую помощь.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Обосновывается актуальность выбранной темы, ставятся цель и задачи исследования.

Глава 1. Интродукция и акклиматизация полезной энтомофауны в защищенный грунт

(литературный обзор)

Ботанические сады всего мира являются резерватами огромного числа растений разного видового состава и экологии. В большинстве ботанических садов существуют коллекции тропических и субтропических растений в оранжереях. Обычно пополнение коллекций происходит за счет поступления новых образцов из самых разных географических зон. При этом вместе с растительным материалом вводится значительный набор чужеродных организмов, многие из которых, пройдя период адаптации, становятся опасными вредителями.

Применение интродуцированных полезных организмов для полного или частичного подавления вредителей на растениях имеет более чем столетнюю историю. В мировой практике известно свыше 2000 примеров борьбы с вредителями с помощью интродуцированных энтомофагов (Hagen, Franz, 1973; Huffaker, 1975). Наиболее широко интродукция ведется в США, Канаде, Австралии, Новой Зеландии, Чили, Израиле и на Филиппинах. В нашей стране исследования в этом направлении начаты еще в 1926 году (Бегляров, 1987). В страну с тех пор завезено свыше 100 видов полезных насекомых против 40 видов вредителей (Белякова, 2005). Конечной целью интродукции энтомофага является акклиматизация, которая представляет собой процесс приспособления вида к новым условиям жизни за пределами обычного ареала. Интродукция энтомофагов означает направленный перенос паразитов и хищников за пределы первичного ареала с целью снижения численности вредителей.

К настоящему времени накоплен богатый положительный опыт применения энтомофагов в фондовых оранжереях Главного ботанического сада в Москве (Ильинская, 1981; Козаржевская, 1992; Синадский, 1986), в ботанических садах Украины (Ткачук, 1976; Трегубенко, 1977). В Северо-Западном регионе применение биологического метода в оранжереях ограничено. В оранжереях БИНа первые попытки колонизации отдельных видов-энтомофагов были предприняты еще около 70 лет назад (Данилевский, 1972). В основе биологического метода лежит направлен-

ное использование эволюционно сложившихся в природе межвидовых взаимоотношений вредителей и энтомофагов, связанных в биоценозах цепями питания.

Энтомофауна Мурманской области до сих пор изучена недостаточно. В самых первых биоценологических исследованиях Хибин (Нестерчук, 1930; Фридолин, 1936) представлены научно-исследовательские материалы о жизни и роли насекомых, их разнообразии и связи с растениями. Наиболее подробно изучены вредители сельскохозяйственных культур, список которых представлен более чем 50 видами на Полярно-опытной станции ВИРа (Ермакова, Турнас, 1948; Знаменская, 1939, 1954, 1961, 1962; Куценин, 1970, 1971, 1972, 1974, 1977). Первые шаги по изучению насекомых, повреждающих интродуцированные растения в ПАБСИ, были предприняты Л. А. Новицкой (1957). Ею выявлено 37 видов вредителей: 26 – открытого грунта и 11 – защищенного грунта. Дальнейшие исследования, проведенные Н. П. Вершининой (1967, 1975), дополнили этот список до 71 вида.

Естественные враги вредителей, встречающиеся в оранжереях Заполярья, в природе этого региона не обнаружены. Поскольку климат в Заполярье отличается значительными ежегодными отклонениями от среднегодовых показателей, энтомофаги периодически испытывают сильные негативные воздействия (например, перепады температур). Это может привести к полной гибели или значительному снижению численности интродуцированных видов. Опыт по акклиматизации энтомофагов, накопленный в ПАБСИ в течение последних 20 лет, полностью подтвердил этот прогноз (Вершинина, Рак, 1992). Хорошо разработанная теоретическая основа процесса интродукции и акклиматизации энтомофагов обеспечит целенаправленный выбор исходного материала для переноса на Север.

Глава 2. Объекты и методы

В главе дана краткая характеристика климатических условий района исследований, условий содержания растений в защищенном грунте (теплицах и оранжерее). В коллекционной оранжерее ПАБСИ насчитывается около 1000 видов тропических и субтропических растений 110 семейств. Пополнение коллекции ведется несколькими путями: 1) завоз посадочного материала (семена, луковицы, черенки и живые растения) из естественных местообитаний (экспедиции в самые разные регионы страны и за рубеж); 2) получение материала путем семенного обмена по каталогам; 3) занос при получении материала в дар от любителей.

Исследования проводили в коллекционной оранжерее ПАБСИ, специально оборудованном инсектарии и дополнительном боксе с биокамерами. В инсектарии – содержание культур энтомофагов в течение года, в боксе – сохранение чистых маточных культур вредителей и энтомофагов, в коллекционной оранжерее – поддержание экологически безопасным методом численности вредителей и энтомофагов в состоянии биоценотического равновесия.

Список видов вредителей растений защищенного грунта и результаты многолетнего мониторинга показаны в табл. 1. Большинство вредителей до настоящего времени продолжают присутствовать в оранжерее в безопасных для растений количествах, некоторые второстепенные виды сегодня отсутствуют.

Таблица 1

Вредители в оранжереях ботанического сада

Вид	Год регистрации*	2010 г.**
Первостепенные		
<i>Myzodes persicae</i> Sulz. – персиковая оранжерейная тля	1962	+
<i>Neomyzus circumflexus</i> Buckt. – пятнистая оранжерейная тля	1990	+
<i>Macrosiphum rosae</i> L. – зеленая розанная тля	1962	+
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw. – оранжерейная белокрылка	1972	+
<i>Coccus hesperidum</i> L. – мягкая ложнощитовка	1962	+
<i>Aspidiotus nerii</i> Bouche (= <i>hederae</i> Sign.) – олеандровая щитовка	1962	+
<i>Saissetia coffeae</i> (Walker) (= <i>hemisphaerica</i>) – полушаровидная ложнощитовка	1962	+
<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> Bouche – оранжерейный трипс	1975	+
<i>Parthenothrips dracaenae</i> (Heeger) – драценовый трипс	2000	+
<i>Tetranychus urtica</i> Koch – обыкновенный паутинный клещ	1962	+
Второстепенные		
<i>Myzodes portulacae</i> Macch. (= <i>Myzodes ornatus</i> Laing) – комнатная тля	1962	+
<i>Pseudococcus affinis</i> (Maskell) (= <i>maritimus</i> , <i>obscurus</i>) – приморский мучнистый червец	1962	–
<i>Tetranychus cinnabarinus</i> Boisd. (= <i>telarius</i> (L.)) – красный паутинный клещ	1972	+

Продолжение табл. 1

<i>Phytonemus (Tarsonemus) pallidus</i> Banks – цикламеновидный (земляничный) клещ	2000	+
<i>Brevipalpus obovatus</i> Donn – оранжевая плоскотелка	1962	+
Номинальные		
<i>Aulacorthum solani</i> Kalt. – обыкновенная картофельная тля	1962	–
<i>Aphis fabae</i> Scop. – бобовая, или свекловичная, тля	1975	+
<i>Pseudococcus calceolariae</i> (Maskell) (= <i>gahani</i> Green) – цитрусовый мучнистый червец	1962	–
<i>Thrips simplex</i> Morison – <i>Hercinothrips femoralis</i> Reuter – декоративный трипс	1972 1990	– –
<i>Aceria tulipae</i> Keifer – луковичный клещ тюльпанов	1978	–

* По данным Н. А. Новицкой и Н. П. Вершининой; ** собственные данные.

Оценку вредоносности вредителей (в баллах) осуществляли по общепринятым методикам (Осмоловский, Бондаренко, 1980; Бегларов, 1985; Козаржевская, 1992). Однако приведенные методики имеют недостатки – разрешающая способность мала; единичные колонии вредителей с небольшой численностью невозможно оценить в баллах; оценка численности насекомых рассчитана на монокультуру, где размер растений и средняя площадь листа одинаковы. В коллекционной оранжерее ПАБСИ растения разных видов по площади листовых пластинок различаются в 5–10 раз, поэтому рассчитывали удельную численность вредителей на единицу площади листьев. Для каждого из вредителей методики модифицировали применительно к конкретным условиям. Оценку в баллах и учеты численности вредителей проводили на 50 листьях, случайно отобранных из разных ярусов растений.

Численность тли определяли подсчетом вредителя на листьях визуально с помощью лупы. Учет численности паутинного клеща представлен в табл. 2.

При определении плотности заселения трипсом пользовались балловой шкалой, составленной нами (по взрослым особям на одном листе и средней плотности заселения на растении): 0 – трипса нет, 0.5 балла – единичные особи, 1 балл – слабая заселенность, до 5 особей, 1.5 балла – до 10 особей, 2 балла – средняя заселенность, до 15 особей, 2.5 балла – более 15 особей, но менее 30; 3.0 балла – более 30 особей, 4.0 балла – до 100 особей; 5.0 баллов – более 100 особей.

Для характеристики численности белокрылки принята шкала из четырех величин: 1 балл – единичные особи, 1–3 имаго на лист, 2 балла – 4–10 имаго на лист, 3 балла – более 10 имаго на лист, 4 балла – максимальная численность, появление сажистых грибов.

Таблица 2

**Балловая оценка плотности заселения растений
паутинным клещом (разработана автором)**

Балл	Степень повреждения	Доля листьев, заселенных вредителем, %	Число особей клеща на 1 лист		
0	–	0	Вредитель отсутствует		
1	Слабая	до 25	5–10	50–200	10–50
2	Средняя	25–50	10–20	200–500	50–100
3	Сильная	Более 50	Более 20	Более 500	Более 100

Исследованы следующие виды энтомофагов: *Aphidoletes aphidimyza* Rond – галлица афидимиза, *Aphidius matricaria* Hal. и *A. colemani* Vier. – афидиусы, *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr – фитосейулюс персимилис, *Amblyseius mckenziei* Schuster & Pritchard (=barkeri) – амблисейус маккензи, *Encarsia formosa* Gahan – энкарзия формоза, *Cycloneda limbifer* Caseg. – циклонед лимбифер, *Harmonia axyridis* Pall. – хармония аксиридис, *Micromus angulatus* Steph. – микромус угольчатый, *Macrolophus nubilus* H. S. – макролофус нубилис, *Encyrtus lecaniorum* Mayr. – энциртус леканиорум. Разведение, содержание и хранение маточных культур хищников и паразитов проводили в специализированном инсектарии.

Численность энтомофагов определяли визуально с помощью лупы, рассчитывали по количеству особей имаго, мумий, личинок на лист.

Биологическую эффективность (Бэ) сформированных культур энтомофагов по эффективности их действия рассчитывали по формуле

$$Бэ = \frac{(A - B)}{A} \times 100,$$

где А – численность вредителя до выпуска энтомофага; В – численность вредителя (в разные сроки) после выпуска энтомофага (Твердюков, 1993).

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартной программы Excel.

Глава 3. Трофические связи «растение – фитофаг» в защищенном грунте

Фитофаги заселяют растения 12 семейств, 49 видов (табл. 3). Растения по семействам разделены на группы в зависимости от того, в какой мере таксоны подвержены заселению вредителями.

Таблица 3

Заселенность вредителями растений разных семейств

Семейство	Количество видов		
	Всего	Заселено фитофагами	
		всего	%
Устойчивые (низкая степень заселенности)			
Begoniaceae C. A. Agardh – бегониевые	34	0	
Aizoaceae Rudolphi – аизовые	31	0	
Commelinaceae R. Br. – коммелиновые	23	0	
Asclepiadaceae R. BR. – ластовневые	17	0	
Araliaceae Juss. – аралиевые	15	0	
Euphorbiaceae Juss. – молочайные	15	0	
Cactaceae Juss. – кактусовые	230	2	0.9
Неустойчивые (высокая степень заселенности)			
Araceae Juss. – ароидные	39	11	28.2
Acanthaceae Juss. – акантовые	20	5	25.0
Arecaceae Sch.- Bip. – арековые (пальмовые)	13	3	23.1
Marantaceae Petersen – марантовые	14	3	21.4
Agavaceae Endl. – агавовые	19	4	21.1
Amaryllidaceae Jaume St. Hil. – амариллисовые	25	4	16.0
Liliaceae Juss. – лилейные	48	7	14.6
Gesneriaceae Dum. – геснерейные	24	3	12.5
Bromeliaceae Juss. – бромелиевые	25	3	12.0
Crassulaceae A. Dc. – толстянковые	67	3	4.5
Piperaceae C. A. Agardh – перцевые	23	1	4.4

Наиболее активно заселяются виды древесно-кустарничковой группы – 14–16% от общего числа видов в оранжерее. Самыми устойчивыми оказались лианы и суккуленты. В целом вредители обнаружены на 9.5% видов растений.

Комплекс сосущих вредителей состоит из пяти групп: клещи, тли, трипсы, белокрылка, кокциды. Доминирующим видом являются тли,

заселяющие 65 видов (около 7%) коллекционных растений. Кроме того, тли отмечены на всех без исключения цветочных культурах, выращиваемых в теплицах ПАБСИ. Вторая доминирующая группа в комплексе вредителей — клещи, которые отмечены на 47 видах (4.8%) коллекционных растений, а также на большинстве цветочных культур. Белокрылка и трипс встречаются в 3 раза реже, чем клещи, и в 5 раз реже, чем тли, количество кормовых растений этих вредителей не превышает 10–15 видов (1.0–1.5%). 38 видов растений заселено только тлями, 17 видов растений тли заселяют, соседствуя с другими фитофагами. Значительное место в комплексе занимает паутинный клещ, который единолично заселяет 18 видов коллекционных растений (около 20% от общего числа поражаемых вредителями видов). Кроме того, клещ соседствует с тлями и другими фитофагами на коллекционных растениях 15 видов. Некоторые растения заселяются двумя и даже четырьмя вредителями одновременно.

В оранжереи ПАБСИ тли попали вместе с коллекционным посадочным материалом тропических и субтропических растений. В настоящее время распространено три вида тлей: *Myzodes persicae* Sulz. (персиковая) и *Neomyzus circumflexus* Buckt (пятнистая оранжерейная), *Macrosiphum rosae* L. (зеленая розанная) встречается только на выгоночных сортах розы. Видовой состав кормовых растений тлей обширен и разнообразен (более 60 видов коллекционных растений, 9 цветочных и 8 овощных культур).

Жизненные циклы тлей очень разнообразны и сложны. Главными особенностями являются полиморфизм и гетерогония — чередование девственных и амфигонных генераций, а также миграция и смена кормовых растений в течение сезона.

Тли развиваются при оптимальной температуре 25–30 °C при относительной влажности воздуха 80–85%. В наших условиях оптимальной для плодовитости самок оказалась температура 18 °C при относительной влажности воздуха 70–75%. Плодовитость снижалась в яркие солнечные дни летом и при сокращающемся фотопериоде осенью и зимой.

Поскольку на одном растении (например, каллы, роза, алоказия) одновременно могут находиться несколько видов тлей, учеты проводили по всем присутствующим в колониях особям. Плотность заселения тлями оранжерейных и тепличных культур исследовали в течение 5 лет (рис. 1). В зимние месяцы тля заселяет единичные виды, при этом плотность заселения невелика. Летом плотность заселения максимальна, а число кормовых растений увеличивается до 20–30 видов. В сентяб-

ре – октябре наблюдается осенний спад численности, при этом тля покидает большинство кормовых растений. Осенью вредитель продолжает заселять только отдельные виды, на которых обитает в течение всего зимнего периода.

Весенне-летний пик численности, а также расширение числа кормовых растений в этот период обусловлены оптимальными освещенностью и температурой, а также обычно дружным цветением большинства растений. В оранжерее ПАБСИ осенне-зимний спад численности тли связан с ухудшением условий выращивания растений (начало и затем длительный период полярной ночи и, соответственно, переход на искусственное освещение). В весенне-летнее время при прекращении отопления снижение среднесуточных температур тоже приводит к некоторому спаду численности, хотя условия освещения в этот период вполне благоприятны.

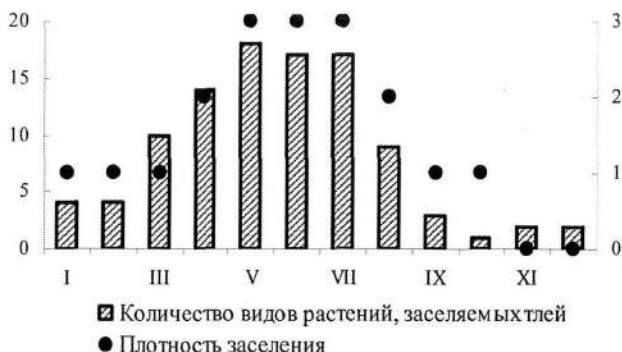


Рис. 1. Годичная динамика плотности заселения тлями – кружки (баллы, правая ось ординат) коллекционных растений – столбики (число видов, левая ось ординат)

Численность тли на оранжерейных и цветочных растениях часто выражена в сезонной динамике двух типов: 1) заселение растений вредителем начинается не раньше февраля – марта, динамика численности отличается значительными колебаниями по сравнению с весенне-летним пиком; вспышка размножения вредителя сменяется осенним спадом, а в октябре – ноябре тли покидают кормовые растения; 2) высокая стабильность и отсутствие четко выраженного летнего пика численности; вредитель заселяет растения круглый год.

Если вредитель заселяет культуры круглый год, то растения становятся резерватами их вредителей, так, каллы являются резерватами тли зимой. Особенности этой декоративной культуры можно использовать при реализации биометода (на этапе интродукции энтомофагов), особенно паразитических наездников. Весьма важно то, что именно на растениях-резерватах тля постоянно присутствует.

Обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urtica* завезен в Мурманскую область с рассадой декоративных растений в 1933 году. В оранжереях ПАБСИ клещ повреждает более 100 видов растений. Биологические показатели самок паутинного клеща – длительность генерации (14–48 суток) и плодовитость (от 56 до 136 яиц) – зависят от температуры и относительной влажности воздуха (табл. 4).

Численность паутинного клеща достигает пика в летний период – плотность заселения на большинстве культур 3 балла, а количество кормовых растений расширяется до 65 и более видов, что обусловлено благоприятными условиями (освещенность и температура). Максимальное число видов, заселяемых клещом в августе, составляет почти 100% кормовых растений этого вредителя. Пик численности клещей сдвинут на июль – август, в осенне-зимний период плотность снижается до двух баллов. В сентябре – октябре клещ покидает большинство кормовых растений и остается только на двух видах (роза и аспидистра), на которых обитает в течение зимнего периода.

Таблица 4

Биологические показатели самок паутинного клеща

Среднесуточная температура, °С	Влажность воздуха, %	Плодовитость, шт. яиц за сутки	Всего отложено яиц, шт.	Продолжительность генерации, сутки
25	80	7,1	136	14
20	75	4,3	92	16
15	70	3,9	72	30
10	65	3,3	56	48

Характерной особенностью биологии клеща в условиях Севера является появление диапаузирующих оранжевых самок в любой период года, даже летом. Клещ, по-видимому, в меньшей степени, чем тли, за-

висит от фенофазы кормового растения. Основным фактором при расселении этого вредителя являются условия выращивания.

Можно отметить сходство в динамике численности паутинного клеща и тлей. Оба вредителя переживают зиму в разные годы не на всех видах растений. Для тли это преимущественно каллы, олеандр, бугенвиллея. Для клеща – роза, хризантема, пальмы, лимоны, кордилина. Эти культуры используем как резерваты вредителей.

Трипсов завезли с посадочным материалом из Латвии в 1975 году. В настоящее время в оранжереях ПАБСИ присутствует два вида трипсов: *Heliothrips haemorrhoidalis* – оранжерейный, или тепличный, и *Parthenothrips dracaenae* – драценовый (наиболее распространенный и вредоносный).

Трипсы в комплексе сосущих вредителей занимают третье место по числу заселяемых растений (15 видов), уступая тле и паутинному клещу. Поскольку трипс поселяется главным образом на цветах, его вредоносность особенно велика для цветочных и декоративных культур, где сортность снижается уже при наличии 3–5 особей на цветок. Более чем для половины растений, на которых поселяется трипс, основной задачей защитных мероприятий является сохранение цветочной продукции. Для развития трипсов оптимальная температура воздуха составляет 20–25 °С и относительная влажность воздуха 60–70%. Одна самка в сутки откладывает в среднем 4 яйца и уничтожает 6 личинок трипса. При температуре 13–14 °С самки амблисейуса яйца не откладывают. В оранжерее за год развивается 3–4 поколения. Личинки и имаго питаются как на нижней, так и на верхней стороне листьев в течение всего года.

В зависимости от вида растений и физиологического состояния влияние деятельности трипса на их жизнеустойчивость различно (рис. 2).

Тепличная белокрылка – *Trialeurodes vaporariorum* West. впервые зарегистрирована в коллекционной теплице ПАБСИ в 1972 году на азалии. В течение многих лет вредитель заселял от 105 до 60 видов растений.

Биологические показатели тепличной белокрылки зависят от температуры, влажности (табл. 5) и вида кормового растения. Продолжительность развития преимагинальных стадий при средней температуре воздуха 15–20 °С и относительной влажности воздуха 70–80% составляет 24–30 дней. Самка при таких условиях откладывает наибольшее количество яиц. При температуре воздуха выше 25 °С и понижении до 11–7 °С все стадии развития замедляются и отложенные яйца не развиваются.

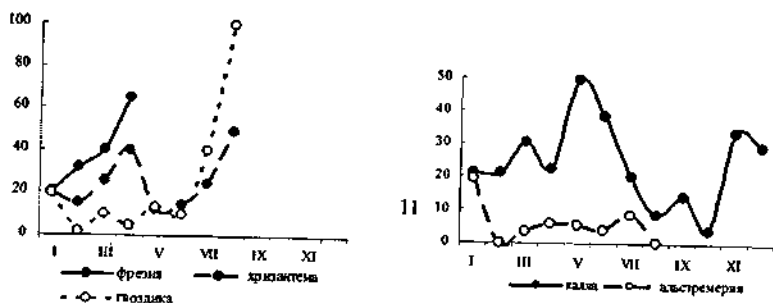


Рис. 2. Годичная динамика численности (особей/лист) трипса

Таблица 5

Биологические показатели самки белокрылки

Среднесуточная температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Продолжительность развития, сутки	Плодовитость, шт. яиц на самку
Более 25	75–80	18	135
20		24	220
15		30	Свыше 400
10		46	—

Белокрылка размножается в оранжереях круглый год в 10–12 поколениях, заселяя табак, герберу, гранат, руту, фуксии, пеларгонии. Численность вредителя на табаке почти не меняется в течение года. В июле – сентябре стабилизируется на гранате и гербере на наиболее высоком уровне численности вредителя (рис. 3).

Оценка фитосанитарного состояния коллекционного фонда в 2009–2011 годах показала отсутствие кокцид, оранжерейной белокрылки и снижение численности до минимума клещей, тлей, трипсов за счет разработанной нами системы мероприятий, основанной на использовании энтомоакарифагов, биопрепаратов и строго ограниченном применении химических средств защиты. В то же время пополнение коллекционного фонда тропических и субтропических растений привело к появлению новых видов вредителей, например минирующих мух и молей. Кроме того, некоторые вредители, адаптировавшись к условиям оранжереи, перешли в статус опасных, таких как оранжерейная плоскотелка и цикламеновидный клещ.

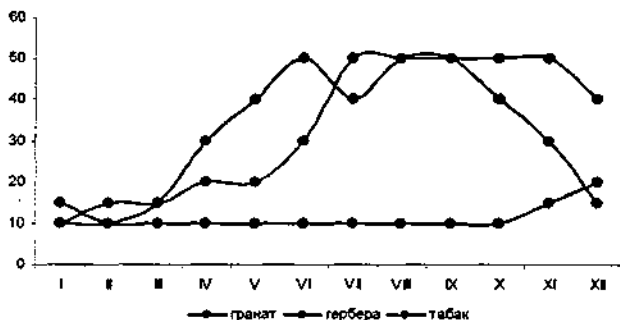


Рис. 3. Годичная динамика численности (особей/см²) белокрылки

Глава 4. Трофические связи «фитофаг – энтомофаг» в защищенном грунте

Биологические особенности наиболее эффективных энтомофагов тщательно изучены, внесены методические изменения в традиционные способы их разведения и хранения. В первую очередь, это размножение не в лабораторных оптимальных условиях, а непосредственно в естественных условиях теплицы (искусственное освещение или досвечивание в течение осенне-зимнего сезона, длящегося около 8 месяцев в году, и пониженные температуры во время прекращения отопительного сезона в летний период). Полученные адаптированные культуры в дальнейшем получили название «культуры ПАБСИ».

Aphidoletes aphidimyza Rond – галлица афидимизы применяется против тлей. Маточную культуру хищной галлицы афидимизы формировали на протяжении 15 лет из популяций разного географического происхождения – ВИЗРа (Санкт-Петербург), Республиканской СТАЗР (Раменское, Московская обл.), Лазаревской СТАЗР (Сочи), из Молдавии, Киева, Риги.

В качестве кормового растения (для размножения бобовой тли) использовали бобы, которые выращивали в условиях теплицы инсектария. Выращивание растений осуществляли по типу «зеленого конвейера»: отведенную площадь делили на 9–12 полей и посев проводили через день, чтобы постоянно иметь молодые зеленые растения бобов. Режим выращивания – колебание температуры в течение года от 9 до 30 °С, относительной влажности воздуха от 40 до 80%, естественное освещение

от 24 часов в полярный день с искусственным подсвечиванием в полярную ночь в течение 18 часов.

Разведение тли. В лаборатории (при температуре 25–28 °С, относительной влажности воздуха 70–80% и 18-часовом световом дне) в кюветы площадью 20 см² с высотой слоя грунта 6–8 см высаживали бобы. Когда проростки достигали высоты 2–3 см, их заселяли бобовой тлей из расчета 5–10 особей на одно растение. Через 10 дней высота проростков достигала 7–10 см, численность тли увеличивалась до 170–250 особей на 1 растение.

Разведение и содержание культуры галлицы для массовых выпусков: использовали два изолированных помещения – одно для разведения и накопления тлей, другое – для воспитания и получения галлицы в необходимом количестве. Ростки бобов высотой 2–3 см заселяли лабораторной бобовой тлей из расчета 2–3 особи на 1 растение. Поскольку в теплице находились разновозрастные растения (высотой от 1.5 до 10 см) с постоянно присутствующими на них тлями, происходило еще и самозаражение. Численность тли регулировали дополнительным вынесением из лаборатории. Продолжительность периода от посева бобов до накопления тли – 10–14 дней и более.

Весь жизненный цикл развития галлицы от яйца до взрослой особи происходил в теплице. Личинки имели возможность переползать со старых растений на молодые, заселенные тлей, докармливаться и уходить на окукливание. При избытке личинок галлицы биоматериал удаляли или добавляли свежий корм. Период выкармливания личинок составлял от 16 до 30 дней в зависимости от времени года. При массовом появлении на листьях личинок галлицы их вместе с бобовой тлей срезали, помещали в приготовленные ёмкости с песком для дальнейшего выкармливания и получения коконов. Основную часть коконов использовали для борьбы с тлями, часть оставляли для воспроизводства галлицы, а избыток хранили в холодильнике не более 10 дней при высокой влажности воздуха и температуре 7–8 °С.

В теплице постоянно контролировали численность маточной культуры, которая не превышала 1000 особей (при избытке галлицы недостаток корма может привести к гибели популяции). При такой организации содержания и разведения галлицы выход биопродукции составлял от 6 до 30 тыс. шт. на 1 м².

Биологические особенности культуры ПАБСИ. На первых этапах интродукции изучение биологических особенностей галлицы проводили в стабильных лабораторных условиях при температуре воздуха 21–25 °С и относительной влажности 65–70%. Продолжительность генерации составила 17–19 суток, развитие яйца – 3–5 суток, личинки – 6–7 суток, куколки – 8–9 суток. Через год после интродукции начали и затем регулярно проводили наблюдения за поведением галлицы в условиях теплицы инсектария. На жизнедеятельность галлицы оказывают влияние температура и влажность воздуха. Продолжительность генерации составляла 14–18 дней при 24–25 °С и увеличивалась до 26 дней при снижении температуры до 7.7 °С (табл. 6).

Таблица 6

Продолжительность развития хищной галлицы афидимизы

Отложение яйца (дата)	Среднесу- точная тем- пература, °C	Отрож- дение личинки	Окук- ливание	Вылет имаго	Продолжи- тельность генерации
11.01	17.6	6	11	7	24
13.02	19.8	5	5	9	19
24.03	18.6	5	8	8	21
15.04	25.0	5	5	4	14
24.07	7.7	8	9	9	26
09.08	23.9	3	10	5	18

Развитие галлицы афидимизы (культура ПАБСИ) сравнили с лабораторными популяциями различного географического происхождения (табл. 7). Только особи культуры ПАБСИ способны развиваться при температуре 7.7 °С.

Оценка плодовитости самок разных культур в оптимальных условиях (при температуре 20 ± 1 °С) показала, что самки культуры ПАБСИ несколько менее плодовиты, чем петербургской, а самки волгоградской культуры вообще не отложили яйца. При этом выживаемость преимагинальных стадий развития в культуре ПАБСИ оказалась гораздо выше, чем в волгоградской, а особи петербургской культуры, отложив яйца, погибли (табл. 8).

Таблица 7

**Длительность развития (сутки) галлицы афидимизы
из разных географических регионов**

Культуры	Среднесуточные температуры			
	25 °С	20 °С	17 °С	7,7 °С
Воронежская	17	21	42	–
Петербургская	15	20	26	–
ПАБСИ	14	19	24	25

Таблица 8

**Биологические показатели галлицы афидимизы
разных географических регионов при температуре 20 °С**

Культуры	Плодовитость, яиц на самку	Выживаемость преима- гинальных стадий, %
Волгоградская	–	30,6 ± 2,9
Петербургская	57,9 ± 4,8	–
ПАБСИ	40,5 ± 3,6	73,2 ± 2,8

У галлицы (культура ПАБСИ) в результате многолетней акклиматизации в Заполярье произошел сдвиг порога фотопериодической реакции (ФПР) (Рак, Козлова, 2005). Это явление известно для видов насекомых, заселяющих различные климатические зоны, и имеет адаптивный характер. Адаптация к разным климатическим условиям осуществляется за счет отбора внутри популяции особей максимально приспособленных по форме ФПР к условиям определенной географической зоны (Данилевский, 1961, 1972). На индукцию диапаузы влияет не только фотопериод (хотя это основной фактор), но и температура. Галлица продолжала развитие без диапаузы при температуре 18 °С.

При многолетней акклиматизации у галлицы повысился уровень выживаемости личинок и куколок. Снижение плодовитости проявлялось только при температуре 20–21 °С, а понижение температуры нормализовало этот показатель. Культура приобрела способность размножаться при пониженных положительных температурах (среднесуточная – около 7–8 °С). Перечисленные биологические особенности галлицы культуры ПАБСИ позволяют насекомым выживать в условиях закрытого грунта в Заполярье.

Aphidius matricaria Hal., *A. colemani* Vier. – Афи́диусы

Афи́диусы-наездники – широкие олигофаги, паразитирующие на тлях. Наблюдения за *Aphidius matricariae* были начаты еще Н. П. Вершининой в 1982 году. Исходным материалом послужили единичные мумии паразита, замеченные на отдельных растениях в коллекционной теплице. Появление его связано со случайным завозом вместе с посадочным материалом. Маточная культура была получена из биолaborатории ВИЗРа (СПб.) в 1985 году. В 1999 году в оранжерее был обнаружен и определен второй вид – *Aphidius colemani*. Маточную культуру не ввозили, естественный залет вида из природы невозможен (в условиях Кольского Севера его нет), очевидно, вид попал в теплицу при пополнении коллекции новыми тропическими растениями.

Выращивание кормовых растений проводили способом, описанным выше для галлицы афидимизы.

Разведение и содержание афидиусов для массовых выпусков круглогодично проводили в условиях теплицы инсектария, разделенной на боксы (площадью 1 м²). Здесь происходит естественным образом весь жизненный цикл развития паразита от яйца до взрослой особи. При избытке афидиуса биоматериал удаляли или добавляли свежий корм. При высокой скученности имаго возникает конкуренция – самки «мешают» друг другу при заселении тлей. Избыток афидиуса приводит к недостатку корма, что может свести культуру до минимума, при этом культура ослабляется. Для формирования роя имаго афидиуса мумии после массового появления вместе с растениями и кормовой тлей срезали и помещали в приготовленные ёмкости. В теплице учет паразита вели постоянно для контроля численности маточной культуры, количество которой не должно превышать 1000 особей. При налаженности такого метода содержания и разведения афидиуса выход биопродукции составляет более 17 000 мумий на 1 м².

При массовом разведении двух видов афидид из одного семейства практическое значение приобретает межвидовая конкурентная способность. В лаборатории биологических методов защиты растений ВИЗР Красавиной Л.П. показано, что на протяжении всех поколений развития смешанных партий *A. colemani* постепенно вытесняет *A. matricariae*.

Таксономический контроль, осуществляемый в ПАБСИ в течение ряда лет показал, что попытки одновременного применения этих видов паразитов в одной оранжерее неизбежно приводили к конкурентному вытеснению одного вида другим. В разное время года на тлях (*M. persicae* + *N. circumflexus*) преобладал то один, то другой вид афидиуса (рис.4).

A. colemani оказался более сильным конкурентным видом и к 2010 году полностью вытеснил *A. matricariae*. Поэтому в настоящее время в ПАБСИ массово разводится и применяется только *Aphidius colemani*.

Анализируя причины доминирования *A. colemani*, следует отметить, что этот вид имеет более короткий цикл развития при температуре 20 °С и большую плодовитость, чем *A. matricariae*.

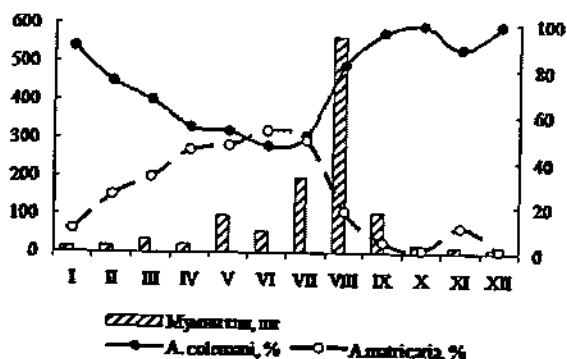


Рис. 4. Соотношение численности афидинов (% , правая ось ординат) в коллекционной оранжерее при разной заселенности листьев тлями (левая ось ординат)

Культуры перепончатокрылых в биолaborатории поддерживали в полной изоляции. *A. colemani* является сильным конкурентным видом, поэтому необходимо очень строго контролировать возможность его проникновения в культуры других видов афидинов.

Выявлена высокая поисковая способность энтомофага. Даже низкая начальная численность паразита (от 1 до 10 особей на лист) сдерживает и контролирует плотность заселения растений тлями. В оранжерее постепенно, поочередно уничтожаются очаги вредителя на алоказии, гибискусе, диффенбахии, бугенвиллии, олеандре. Таким образом, *A. colemani* мигрирует, поддерживая на определенном уровне численность тли и сохраняясь в биоценозе оранжерей в течение года (рис. 5).

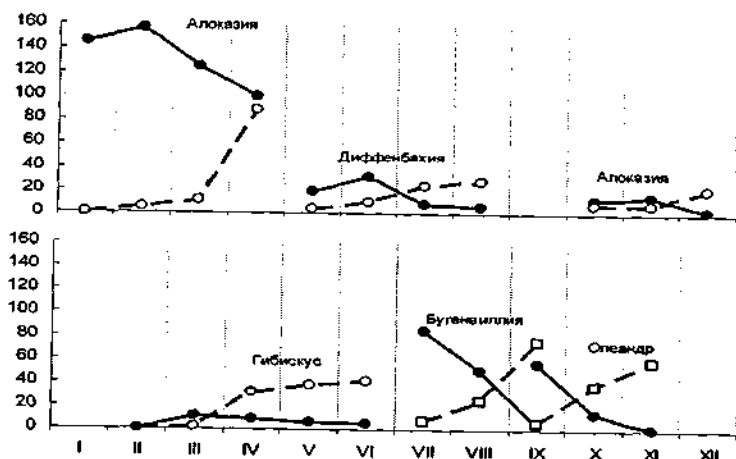


Рис. 5. Годичная миграция тли (сплошные линии, 1) и *A. colemani* (пунктир, 2) в оранжерее

Биологические особенности культуры ПАБСИ. В 2005 году в лаборатории ВИЗРа было проведено сравнение (табл. 9) культур афидиуса *A. colemani* из разных районов России (лабораторных из Уфы и Санкт-Петербурга с оранжерейной ПАБСИ). Оказалось, что при низких температурах довольно четко проявляются различия, как по продолжительности развития, так и по плодовитости самок. При низкой температуре развитие лабораторных культур афидиуса из ВИЗРа и Уфы почти в два

раза продолжительнее, чем культуры ПАБСИ, а плодовитость самок лабораторных культур в 2–4 раза меньше. При оптимальных условиях культура ПАБСИ развивается быстрее. Плодовитость культуры ПАБСИ в оптимальных условиях оказалась средней между петербургской и уфимской.

Таблица 9

Влияние температуры на биологические показатели культур афидиуса колемани

Температура, °С	Культуры	Продолжительность развития, сутки	Плодовитость, мумий
14–17 °С	Лабораторная, ВИЗР, СПб., г. Пушкин	16.9±0.4	38.8
	Лабораторная, совхоз «Алексеевский», г. Уфа,	19.5±1.5	25.3
	ПАБСИ, Мурм. обл.	10.3±0.9	90.5
24–26 °С	Лабораторная, ВИЗР, СПб., г. Пушкин	10.7±0.3	245.6
	Лабораторная, совхоз «Алексеевский», г. Уфа,	11.8±0.4	128.4
	ПАБСИ, Мурм. обл.	6.8±0.2	178.6

Различия в продолжительности развития и плодовитости *A. colemani* показывают перспективность и высокую эффективность сформированной культуры ПАБСИ и позволяют расширить границы ее применения.

Phytoseiulus persimilis Ath.-Heng – Фитосейулюс персимилис применяется для защиты растений против растительноядных клещей. Лабораторная культура *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. была заложена от выборки клещей, полученных из лаборатории биометода ВИЗР (Санкт-Петербург) и Раменской биолaborатории (Москва). В качестве корма для фитосейулюса использовали активные формы паутинных клещей *Tetranychus urticae* Koch. Культуры фитосейулюса и паутинных клещей размножали в изолированных помещениях во избежание расселения хищника и полного уничтожения жертвы.

Разведение и содержание маточной культуры первоначально проводили по методике Н. Ф. Бакасовой (1978). С появлением специализированного инсектария маточную культуру содержали на кормовых

растениях (фасоль, каллы, розы) в условиях теплицы, где проходил естественный процесс акклиматизации энтомофага. Отказались также от использования разводочных теплиц для разведения паутинного клеща, как предлагалось ранее (Чалков, 1986), а жертву для кормления хищника размножали в микропарниках в биолaborатории. В лаборатории как кормовое растение использовали фасоль. Через 10–12 дней после посева молодые растения в фазе 2–3 листьев заражали, раскладывая листья, заселенные 50–60 особями паутинного клеща. При достижении численности клеща в 100–200 особей на лист растения срезали и использовали его в качестве корма для фитосейулюса.

Разведение и содержание культуры для массовых выпусков. Фитосейулюса размножали в теплицах инсектария в стеклянных сосудах объемом 3 и 5 л, в которые помещали заселенные паутинным клещом листья фасоли или огурца. Через 5 дней листья с размножившимся фитосейулюсом раскладывали в очаги вредителя. Это избавляет от необходимости выделять специальные помещения для разведения клеща и тем самым сокращает себестоимость наработки биоматериала. Такой способ массового разведения без использования разводочных теплиц позволяет за одно поколение увеличить численность хищника в 5–6 раз. Высокий темп размножения клеща обеспечивает быстрое наработка биоматериала в неограниченном количестве (Рак, Красавина, 2000).

Немаловажное значение для разработки методики массового размножения фитосейулюса имеет оптимальное соотношение хищник/жертва в сосуде. Были поставлены специальные эксперименты, в ходе которых варьировали в отдельных сосудах исходное количество паутинного клеща и фитосейулюса. Критерием эффективности системы разведения служил коэффициент размножения (КР). Исходным оптимальным соотношением хищник/жертва принято 1:15, при котором за одно поколение численность фитосейулюса увеличивается почти в три раза. Высокий темп размножения позволяет быстро получать большое количество биоматериала.

Хранение биоматериала. Для длительного хранения фитосейулюса в течение 2 месяцев наиболее подходящим субстратом оказались листья огурца, на которых в бытовом холодильнике при температуре +3 °С и влажности воздуха 80% выживаемость наиболее высокая (до 70%).

Биологические особенности культуры ПАБСИ. Важным показателем для оценки энтомофага является плодовитость и продолжительность жизни самок (табл. 10). При 12 °С все фазы развития растянуты, про-

должительность генерации составляет 14 дней, при 22 °С – 4 дня. Яйцекладку наблюдали на следующий день после копуляции. Наибольшее количество яиц самка хищника откладывает на второй день яйцекладки (4–5 шт.). Фитосейулюс за год образует 13 генераций. Хищник уничтожает паутиных клещей на разных стадиях развития, предпочитая яйца. За сутки фитосейулюс уничтожает 30–35 яиц паутиных клещей.

В условиях теплицы инсектария фитосейулюс по скорости развития в 1.7–2.0 раза опережает паутиного клеща, преимущество хищника над жертвой сохраняется независимо от температуры. В диапазоне температур 13–22 °С фитосейулюс развивается в 2.1 раза быстрее, чем паутиный клещ, то есть перепады температуры не снижают его эффективности (табл. 11).

Таблица 10

Биологические показатели жизни самок фитосейулюса

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Продолжительность жизни самки (сутки)	Яиц на 1 самку	Среднее количество яиц, шт. в сутки
12	73	35	33	0.9
14	65	24	36	1.9
16	80	14	46	2.5
20	75	10	48	3.4

Таблица 11

Продолжительность развития фитосейулюса и паутиного клеща

Средняя температура воздуха, °С	Средняя относительная влажность воздуха, %	Развитие клещей от яйца до имаго (сутки)	
		Паутиный клещ	Фитосейулюс
13.0	71.5	32.0 ± 0.2	15.0 ± 0.7
16.5	82.5	20.0 ± 1.5	12.0 ± 0.2
19.3	77.0	17.5 ± 0.7	8.5 ± 0.5
21.7	80.0	10.0 ± 0.4	5.7 ± 0.3

Фитосейулюс культуры ПАБСИ опережает по срокам развития культуры из средней полосы, особенно при понижении температуры. Так, при температуре 10.6 °С продолжительность жизни в среднем на 2 суток больше, чем у особей из Санкт-Петербурга, которые при такой

температуре не откладывают яйца, а самки культуры ПАБСИ откладывают более 12 яиц (Зуева, 2007).

При сравнении с материалами по средней полосе России (Плотников, 1969) и Молдавии (Попов, Забудская, 1980) было выявлено, что при температуре ниже 18° С фитосейулюс культуры ПАБСИ достоверно опережает в развитии более южные (рис. 6). В зоне оптимальных температур (18–21 °С) различия становятся менее значительными, выше 22 °С наблюдения не проводили. Большая скорость развития хищного клеща культуры ПАБСИ обеспечивает более высокую выживаемость при низких температурах и способность быстрее уничтожать вредителя.

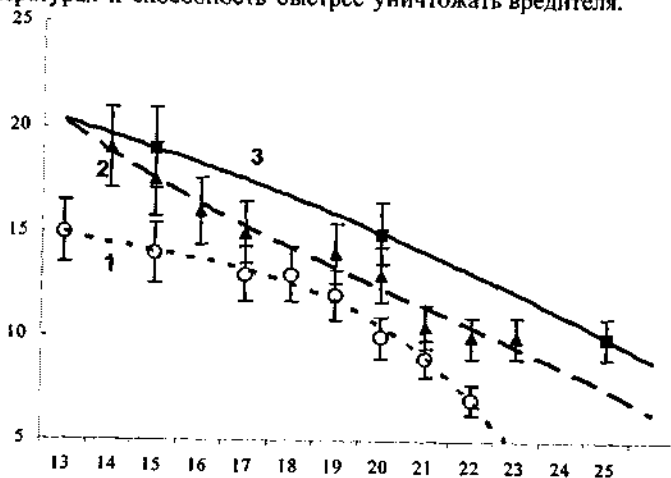


Рис. 6. Развитие фитосейулюса разного географического происхождения:
1 – культура ПАБСИ; 2 – культура из Москвы; 3 – культура из Молдавии.
По оси ординат – сутки; по оси абсцисс – температура, °С

Amblyseius mckenziei Schuster & Pritchard (=barkeri) – Амблсейус маккензи применяется для защиты растений против трипсов. Маточные культуры клеща и жертвы (мучного клеща *Acarus farris* Oud) были получены из Республиканской СТАЗР (Раменское, Московская обл.).

Для разведения мучного клеща в 2009 году нами предложен более простой и в то же время более эффективный способ разведения хищных клещей, который отличается от общепринятой методики тем, что в качестве кормового субстрата для акаруса используются *непросеянные* мучные отруби при толщине слоя отрубей 5–7 см. Ёмкости с отрубями заселяются клещами *A. farris* и *A. mckenziei* в объемном отношении 30:1

и 75:1 соответственно. Стадии выкармливания и размножения клещей осуществляются *одновременно* в течение 11–14 дней при температуре 16–25 °С и относительной влажности 65–80%.

На площади 4 м² (два термощафа) размещаются стеллажи, на которых устанавливаются поддоны с песком и кюветы. За 11 дней количество получаемого *A. mckenziei* при средней плотности 50 тыс. особей в 100 г отрубей составляет более 20 млн. особей (в расчете на 1 м² – 10 млн. особей). Это превышает выход хищника в 15–20 раз и позволяет увеличить объемы биологического материала в 4 раза при сокращении в 2 раза периода разведения клещей по сравнению с известными методиками.

Разводили амблисейуса в инсектарии без дополнительного освещения в термощафах, которые сконструированы и изготовлены по нашим требованиям: металлический каркас размером 110 х 60 х 60 см снаружи обшит оргалитом, а внутри – фольгой. Две плотно закрывающиеся зажимами дверцы сделаны из такого же материала. Щаф разделен на четыре полки для размещения разводочных ёмкостей и метеорологических приборов (термометр, термограф, гигрограф). В нижней части термощафа вмонтированы электропровода, соединенные с терморегулятором (расположен рядом на стене), с помощью которого автоматически регулируется заданный режим.

В зависимости от сезона и температуры воздуха период накопления амблисейуса увеличивается с 14 суток при 23 °С до 37 суток при 14 °С.

При разведении амблисейуса важно учитывать, что хищник и жертва занимают разные слои в кормовом субстрате: акарус предпочитает более глубокий слой отрубей (3–5 см), а амблисейус размножается в тонком верхнем слое (0.8–1.5 см), поэтому субстрат необходимо регулярно перемешивать.

Описанные изменения общепринятой методики разведения амблисейуса запатентованы (патент № 2379889 от 27.01.2010 г.). Это изобретение не требует применения дорогостоящего оборудования, является экологически чистым.

Хранение маточной культуры амблисейуса проводили в отрубях с мучным клещом при температуре 14–15 °С в ёмкостях по 0.5 л. Накопление хищника в этих условиях прекращается, а мучной клещ при наличии питательных веществ в субстрате продолжает медленно размножаться. В период хранения осуществляли постоянный (не реже 2 раз в неделю) контроль численности клещей и состояния субстрата. Через 3 недели хранения ёмкости с клещами переносили в оптимальные условия (20–25 °С), где в течение двух недель хищник накапливался

за счет размножившегося при хранении мучного клеща. После полного уничтожения акаруса использовали амблисейуса для колонизации в теплицу или помещали на дальнейшее хранение.

Биологические особенности культуры ПАБСИ. Продолжительность развития амблисейуса (табл. 12) увеличивается с понижением температуры с 6 до 28 суток, в то же время снижается плодовитость и прожорливость самок (рис. 7).

Таблица 12

**Продолжительность развития амблисейуса
при различных температурах**

Стадия развития	Продолжительность развития при разных температурах (сутки)			
	14–16 °C	17–19 °C	20–24 °C	25–27 °C
Яйцо	9.0 ± 0.2	6.8 ± 0.8	3.8 ± 0.6	2.3 ± 0.2
Личинка	5.0 ± 0.1	3.5 ± 0.2	1.8 ± 0.3	1.0 ± 0.4
Нимфа	14.5 ± 0.4	12.0 ± 0.0	6.5 ± 0.9	3.2 ± 0.2
Всего	28.5 ± 0.4	22.3 ± 0.8	12.0 ± 1.1	6.5 ± 0.5

Сформированная культура амблисейуса способна переживать снижение температуры до 14–16 °C без остановки развития личинок и нимф. Самка амблисейуса при температуре 21–28 °C уничтожает 8–10 личинок трипса в сутки, при 15–19 °C – до 1–4 личинок. В оранжерее даже при 15 °C самки амблисейуса продолжают питаться вредителем. При колонизации амблисейуса на растения положительный эффект наблюдали уже через 7 дней.

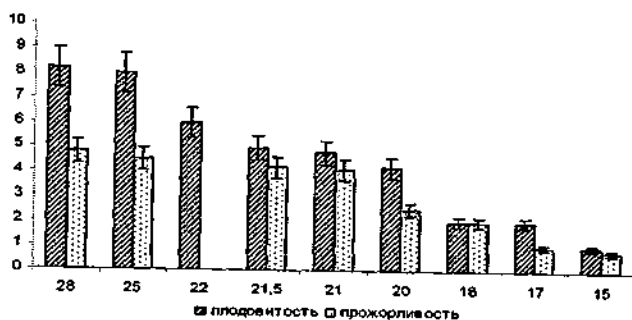


Рис. 7. Зависимость средней суточной плодовитости (яиц на самку/сутки) и прожорливости (личинок трипса в сутки) амблисейуса от температуры (°C, ось абсцисс)

Высокая пластичность амблисейуса культуры ПАБСИ в период акклиматизации определила способность переживать неблагоприятные температурные условия и продолжать развитие. Эти свойства сохраняются при дальнейшем ее содержании.

Encarsia formosa Gahan – энкарзия формоза – узкоспециализированный внутренний паразит личинок белокрылки. Маточные культуры энкарзии формоза (в стадии куколки) впервые были привезены в 1982 году из Киева (УНИИЗР), в 1983 году из Эстонии, в 1984 году из Кишинева (ВНИИ БМЗР). Эти попытки интродукции оказались неудачными – весь биоматериал погиб. Лишь в 1986 году полученные из Сочи (Слободзейская биолaborатория) и в 1987 году повторно из Кишинева популяции позволили сформировать культуру и положить начало ее разведению.

Разведение и содержание маточной культуры проводили по новой схеме наработки энтомофага взамен традиционных методик применительно к условиям разводочной теплицы в инсектарии и изолированных биокамер. В теплице инсектария при *конвейерной технологии* используются однолетние кормовые растения: фасоль, сельдерей, выращиваемые с определенным интервалом времени. Растения в теплице обновляются через 30–50 дней. Этот способ позволяет получать одновозрастной биоматериал в необходимом количестве. При *вертикальном разведении* используются многолетние растения-резерваты (табаки, лантана, физалис), на которые регулярно выпускается маточная культура белокрылки из биокамер. Растения табака – многолетники, которые используются в течение 2–3 и более лет. С этих накопителей по ярусам срезаются листья с мумиями паразита или отлавливаются имаго энкарзии экстрактором по мере накопления.

Хранение биоматериала осуществлялось в бытовом холодильнике. Переложенные фильтровальной бумагой листья табака (наиболее приемлемый объект) с паразитом на разных стадиях развития (личинки 3-го возраста, куколки, находящиеся в мумиях) складывали в ёмкости (сосуды, коробки, пакеты). Листья фасоли, огурца, табака подгнивают, сохнут, при этом большая часть материала погибает. При температуре 8–10 °С после 25–30 дней хранения отрождается 80–95% имаго энкарзии, при более низких температурах уже после 20 дней хранения – не более 15% имаго. Причем низкая температура хранения вызывает в культуре преобладание самцов.

Биологические особенности культуры ПАБСИ. Энкарзия размножается партеногенетически. Самка откладывает по одному яйцу в личин-

ку белокрылки и из каждой зараженной нимфы вылетает один паразит. Биологические показатели, определяющие темп развития культуры и ее эффективность, зависят от многих факторов: количества созревших в овариоле яиц белокрылки, наличия предпочтительной третьей стадии ее развития, вида растения-хозяина.

Особенно большое значение имеют температура и влажность воздуха. Максимальное количество яиц самка откладывает при температуре 25 °С, минимальное – при 10 °С (табл. 13). Период от момента заражения до почернения личинок белокрылки (образование мумий) в различных условиях составляет примерно половину срока преимагинального развития, т. е. от 5 до 20 дней.

Таблица 13

Биологические показатели энкарзии формоза

Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Плодовитость, шт. яиц	Длительность яйцекладки	Развитие преимагинальной стадии	Продолжительность жизни имаго
10	50–70	13	8	Сутки	
20		36	20	40	8–10
25		70	16	23	12–13
Выше 25		115	15	11–14	20–21
				10–11	14–17

Учитывая, что паразит не диапаузирует, основное внимание в исследованиях уделено плодовитости. Провели сравнение культур энкарзии ПАБСИ с петербургской, которая применяется в производственных теплицах фирмы «Лето». Эксперименты по плодовитости проводились при индивидуальном и посемейном тестировании. Это позволило оценить не только средние величины, но и пределы варьирования. Показано, что в культуре ПАБСИ отмечены сильные колебания плодовитости отдельных особей – от 2 до 57 мумий, в то время как в петербургской культуре вариабельность была существенно ниже (плодовитость колебалась от 10 до 24 мумий на самку). Культура из средней полосы отличается большей выравненностью по данному признаку. В культуре ПАБСИ часто встречаются отдельные особи с чрезвычайно высокой на фоне средних показателей плодовитостью. В результате длительного естественного отбора в условиях теплицы инсектария, именно за счет

этих отдельных экземпляров, культура в целом приобрела высокую плодовитость (Рак, Козлова, Красавина, 2002).

Для всех исследованных энтомофагов составлены и приведены в диссертации схемы формирования культур ПАБСИ в условиях инсектария и биокамер.

Глава 5. Функционирование комплекса «растения – фитофаги – энтомофаги»

Растения – тли – галлица

Биологическую эффективность галлицы афидимизы определяли на каллах (рис. 8) и других оранжевых растениях.

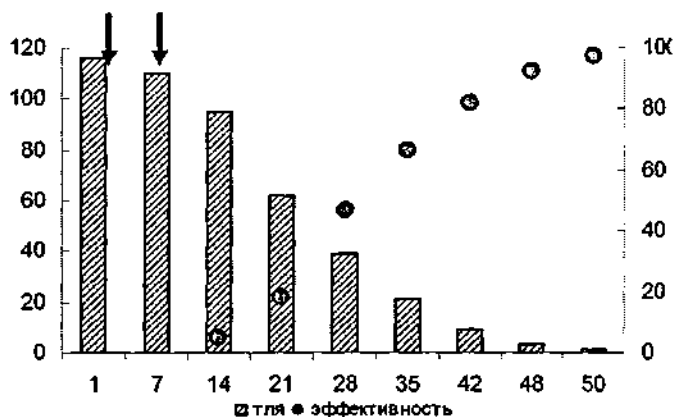


Рис. 8. Биологическая эффективность (кружки, %, правая ось ординат) галлицы афидимизы на каллах. Столбики – количество тли (особей на лист, левая ось ординат); стрелки – выпуск афидофага. Соотношение хищник/жертва 1:10

Выпуск галлицы на стадиях имаго и личинок одновременно на всех испытанных оранжевых растениях весьма эффективен. Выпущенные личинки сразу приступают к питанию тлями, а имаго – к откладке яиц, что способствует постоянному присутствию разновозрастной культуры галлицы в теплице, сдерживающей численность вредителя на низком уровне, предотвращая образование новых колоний.

Растения – тли – афидиус

Для оценки эффективности афидиуса колемани колонизацию проводили в январе и феврале в очаге тлей на растения алоказии в соотношении паразит/вредитель 1:10. Через месяц было мумифицировано 30% от общей численности вредителя. Несмотря на активную деятельность паразита, очаг тлей был уничтожен только к началу мая. Пять месяцев вредитель отсутствовал и появившиеся отдельные особи вредителя уничтожались афидиусом без дополнительных выпусков (рис. 9).

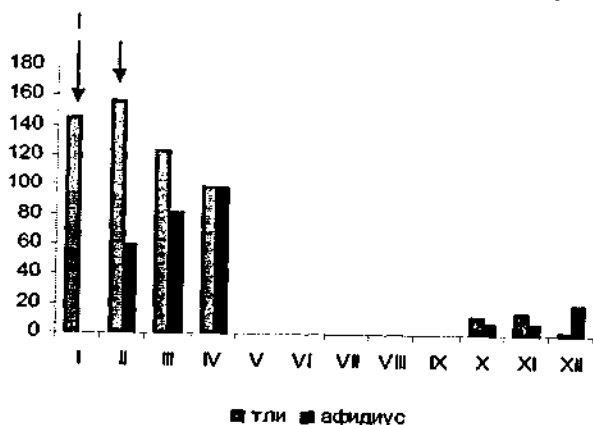


Рис. 9. Динамика численности (особей/лист) тли и мумий афидиуса колемани на алоказии; стрелки – выпуск афидофага. Соотношение паразит/жертва 1:10

Растения – паутинный клещ – фитосейулюс

Оценка биологической эффективности фитосейулюса на разных цветочных культурах показала успешность применения акарифага. Эффективность была особенно высока на многолетних растениях (розы и каллы), причем именно на этих культурах скорость подавления очагов паутинного клеща не зависела от исходной численности вредителя на растении (рис. 10). На однолетних цветочных культурах (астры, гладиолусы и георгины) фитосейулюс успешно подавлял очаги вредителя на растениях с незначительной степенью повреждения. Чем выше исходная численность вредителя в очаге, тем больше времени требуется фитосейулюсу для полного уничтожения паутинного клеща и более вероятно ухудшение качества продукции.



Рис. 10. Биологическая эффективность (кружки, %, правая ось ординат) фитосейюса на астрах. Столбики – количество паутиного клеща (тыс. особей на лист, левая ось ординат); стрелка – выпуск акарифага. Соотношение хищник/жертва 1:20

Динамика численности вредителя была одинаковой на всех растениях независимо от плотности заселения. Необходимо отметить, что при увеличении нормы выпуска акарифага вдвое срок погашения очага вредителя сокращается только на 20–30%.

Растения – трипсы – амблисейус

Трипс особенно сильно повреждает цветочные почки и цветки и меньше – листья. Биологическая эффективность амблисейуса на мелкоцветной гвоздике составила 30% на 21-е сутки после первого выпуска. В дальнейшем эффективность возрастала и на 35-е сутки достигла 71%, т. е. очаги трипса были в основном подавлены до полного распускания соцветий. Раскрывшиеся, частично поврежденные первые цветки обрывают, что не влияет затем на качество продукции (рис. 11).

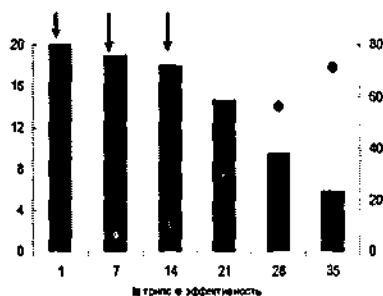


Рис. 11. Биологическая эффективность (кружки, %, правая ось ординат) амблисейуса на мелкоцветной гвоздике. Столбики – количество трипсов (особей на лист, левая ось ординат). Соотношение хищник/жертва 1:5

Растения – белокрылка – энкарзия

Колонизация энкарзии в соотношении паразит/хозяин 1:10 при двукратном выпуске (весной и летом) с интервалом 10–14 дней на цветочных культурах сдерживает численность вредителя на низком уровне (рис. 12).

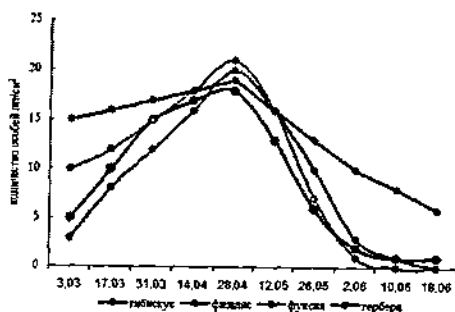


Рис. 12. Динамика численности белокрылки на цветочных культурах при выпуске энкарзии в соотношении паразит/хозяин 1:10

Колонизация энкарзии в коллекционной оранжерее показала, что темпы самостоятельного размножения паразита незначительны. Одно-разового выпуска энтомофага недостаточно, рост численности вредителя можно сдерживать только при дополнительных сезонных выпусках.

На основе оценки биологической эффективности сформированных культур ПАБСИ всех энтомофагов нами предложена стратегия управления биоценоотическим процессом:

- мониторинг численности вредителей в оранжерее и прогноз фитосанитарной ситуации;
- определение соотношений вредители/энтомофаги и сроков колонизации энтомофагов на уровнях, обеспечивающих сохранность коллекционных растений;
- в случаях полного уничтожения вредителя хищниками и паразитами внесение маточных культур фитофагов из инсектария для долгосрочной фитосанитарной стабилизации.

В табл. 14 показано, что все адаптированные культуры энтомофагов развиваются в широком диапазоне температур, причем нижний порог – от 10 до 14 °С, а верхний – 19–20 °С. Для тех же культур в средней полосе приводятся величины 25–30 °С (Павлюшин и др., 2001). Такая

холодостойкость и пластичность культур ПАБСИ обеспечивает высокую эффективность в биоценозе оранжерей с нестабильными условиями в течение года.

Таблица 14

**Оптимальные факторы функционирования системы
«растение – фитофаг – энтомофаг»**

Энтомофаги и акарифаги	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Соотношения хищник/жертва или паразит/хозяин
<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (галлица афидимиза)	10–20	65–70	Кокконы 1:10 Личинки 1:5 Имаго 1:10
<i>Aphidius colemani</i> (афидиус колемани)	14–20	70–75	Мумии 1:10, 1:20
<i>Phytoseiulus persimilis</i> (фитосейулюс персимилис)	12–20	75–80	Самки 1:10, 1:20
<i>Amblyseius mckenziei</i> (амблисейус маккензи)	14–19	65–80	Самки 1:1, 1:5
<i>Encarsia formosa</i> (энкарзия формоза)	10–20	50–70	Мумии 1:10 Самки 1:10

Применение энтомофагов культуры ПАБСИ изменило ситуацию в коллекционной оранжерее: снизилась до минимума плотность заселения вредителями; сокращены сроки появления и предупреждена возможность массового размножения фитофагов, полностью исключено использование ядохимикатов для борьбы с вредителями; снизилось количество повреждаемых растений и обеспечены нормальные условия для их роста и развития.

Глава 6. Практическое использование энтомофагов культур ПАБСИ

Культуры энтомофагов (хищная галлица афидимиза, амблисейус маккензи, фитосейулюс персимилис, афидиус колемани и энкарзия формоза) активно используются в промышленном цветоводстве и овощеводстве в тепличных хозяйствах Мурманской области и других регионов России (табл. 15). Получено более 50 актов о внедрении биоло-

гических агентов на указанных предприятиях для защиты растений от вредителей.

Таблица 15

Применение энтомофагов культур ПАБСИ

Наименование предприятия	Год	Биоагенты	Площадь тыс. м ²
Тепличный комбинат «Мурманский»	1990–1996	Фитосейулюс, галлица	255.5
Совхоз «Полярные зори», Мурман. обл.	1989–2004	Фитосейулюс, галлица, афидиус, амблисейус, энкарзия	65.4
Подсобное хозяйство Оленегорской школы-интерната, Мурман. обл.	1989–2004	Фитосейулюс, галлица, афидиус, амблисейус, энкарзия	3.5
АО «Цветы Заполярья», Мурман. обл.	1993–1996	Фитосейулюс, галлица, амблисейус, энкарзия	2.9
Подсобное хозяйство «Индустрия», г. Апатиты, Мурман. обл.	1989–2001	Фитосейулюс, галлица, афидиус, амблисейус, энкарзия	163.0
П/х «Моячегорское», Мурман. обл.	1990–1995	Фитосейулюс	6.0
Совхоз «Олкон», г. Оленегорск, Мурман. обл.	1992–1996	Фитосейулюс, галлица, амблисейус, энкарзия	10.0
Совхоз «Полярный», Мурман. обл.	1994–1995	Фитосейулюс	10.0
П/х «Ковдорский», Мурман. обл.	1990–1994	Фитосейулюс, галлица	7.0
Совхоз «Северный», Мурман. обл.	1993–1995	Фитосейулюс	3.0
г. Ревда, Мурман. обл.	1991–1992	Фитосейулюс	0.4
ПОСВИР, Мурман. обл.	1991–1992	Галлица	0.7
Десногорский тепличный комбинат, Смоленская обл.	2000–2007	Фитосейулюс, галлица, амблисейус	40.0
МУСП «Радуга», детский сад, г. Апатиты	2004–2006	Фитосейулюс, галлица, амблисейус	0.1
ФГУ «Россельхозцентр», Карелия	2010	Фитосейулюс, галлица, амблисейус	0.5

Лабораторные исследования биологических особенностей энтомофагов подтверждены их детальными испытаниями на сельскохозяйственных растениях.

Сравнение эффективности фитосейулюса культур ПАБСИ и петербургской проведено в Десногорском тепличном комбинате, Смоленск (рис. 13). Показано, что подавление паутинного клеща было наиболее эффективным при использовании хищника культуры ПАБСИ, особенно в зимний период (по скорости уничтожения вредителя эта культура опережает петербургскую при температуре 15 °C на 8–10 суток). В весеннюю вегетацию при оптимальных температурах 20–25 °C различия становятся незначительными. Эти же культуры фитосейулюса применены в Воронежском тепличном комбинате при выращивании огурца зимой с дополнительным искусственным досвечиванием. Фитосейулюс культуры ПАБСИ показал высокую (60%) эффективность уже на 6-й день после выпуска. Фитосейулюс петербургской культуры такого результата не дал даже на 22-й день после выпуска акарифага, при этом уже на 10-й день численность паутинного клеща снова нарастала. Культура ПАБСИ полностью уничтожила очаг паутинного клеща за 10 суток, биологическая эффективность составила 90%. Петербургская культура хищника вредителя полностью не уничтожила и за 26 суток.

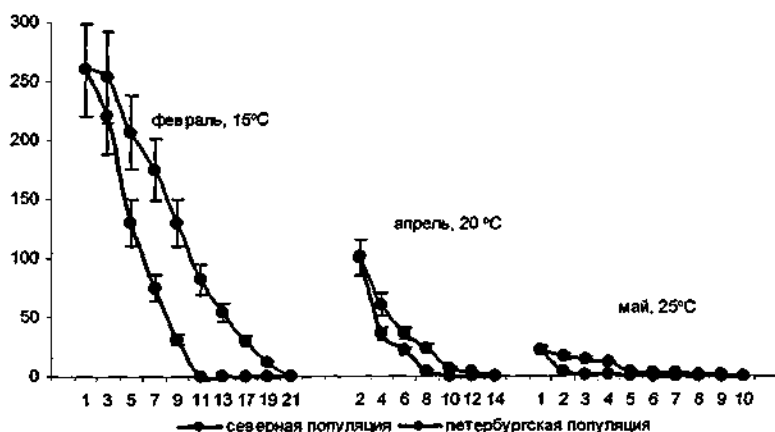


Рис. 13. Использование фитосейулюса культур ПАБСИ и петербургской в Десногорском тепличном комбинате при разных температурах. По оси ординат — вредитель, особей/лист; по оси абсцисс — сутки после выпусков энтомофагов

В Десногорском тепличном комбинате применяли галлицу афидимизу культур ПАБСИ и смоленской против тли на болгарском перце (рис. 14). При выпусках в равных соотношениях в летний период эффективность практически одинаковая. Галлица культуры ПАБСИ была активнее весь вегетационный период.

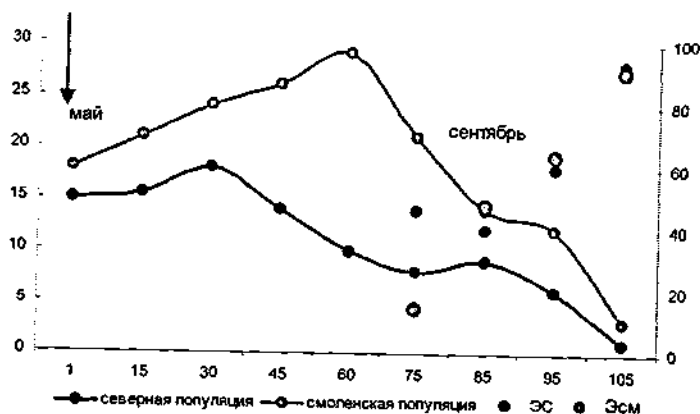


Рис. 14. Биологическая эффективность галлицы афидимизы культуры ПАБСИ (ЭС) и смоленской (Эсм) в Десногорском тепличном комбинате при выращивании болгарского перца. Численность вредителя, особей/лист (левая ось ординат); эффективность, % (правая ось ординат); по оси абсцисс – сутки после выпусков

Различия в продолжительности развития и эффективности культур энтомофагов, сформированных в условиях инсектария ПАБСИ, позволяют расширить границы их применения и перспективность использования не только для северных, но и других регионов России.

Выводы

1. Установлены трофические связи «растения – вредители», выявлены пищевые предпочтения вредителей и растения-резерваты для доминирующих видов фитофагов: тлей – *Myzodes persicae* (персиковая), *Neotyzus circumflexus* (пятнистая оранжерейная) – гибискус, инжир, бугенвиллия; *Macrosiphum rosae* (розанная) – розы; трипсов – *Parthenothrips dracaenae* (драценовый), *Heliothrips haemorrhoidalis* (оранжерейный) – лантана, кринум; белокрылки *Trialeurodes*

vaporariorum (оранжерейной) – фуксия, зеленчук; клеща *Tetranychus urticae* (паутинного) – лимон, бересклет.

2. Выявлены особенности годичной динамики развития основных фитофагов: для тлей характерен весенне-летний пик численности, для паутинного клеща – летний, для белокрылки – осенний, для трипсов численность стабильна.
3. Модифицированы традиционные и разработаны новые методы и способы разведения и применения энтомофагов для использования в специфических условиях Заполярья (совместное разведение галлицы афидимизы и афидиуса колемани на бобовой тле, разведение фитосейулюса в ёмкостях без использования полезных площадей теплиц, разведение амблисейуса на непросеянных мучных отрубях с одновременным выкармливанием хищника и жертвы). Получен патент № 2379889 на изобретение «Способ разведения клещей (*Amblyseius mckenziei*)».
4. Создана и содержится в инсектарии коллекция энтомофагов культур ПАБСИ: *Aphidoletes aphidimyza* Rond (галлица афидимиза), *Aphidius matricariae* Hal. и *A. colemani* Vier. (афидиусы), *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr (фитосейулюс персимилис), *Amblyseius mckenziei* Schuster & Pritchard (=barkeri) (амблисейус маккензи), *Encarsia formosa* Gahan (энкарзия формоза).
5. Выявлены закономерности взаимоотношений культур *Aphidoletes aphidimyza* и *Aphidius matricariae*: отсутствие конкуренции и временной сдвиг периодов массовой численности.
6. Разработаны способы индивидуального и совместного накопления хищника (*Aphidoletes aphidimyza*) и паразита (*Aphidius matricariae*) на лабораторных видах тлей (злаковой *Schizaphis graminum* и бобовой *Aphis fabae*).
7. Выявлена межвидовая конкуренция энтомофагов культур ПАБСИ *Aphidius colemani* и *A. matricariae* при их одновременном использовании в оранжерее против тлей: произошло полное вытеснение ранее акклиматизированного вида *A. matricariae*.
8. Установлено, что в течение года *Aphidius colemani* мигрирует по очагам вредителя, сохраняя устойчивые кормовые связи и способность к самовоспроизводству.
9. Сформирована сбалансированная структура основных групп организмов в системе «растения – фитофаги – энтомофаги» и обеспечено ее функционирование в условиях коллекционных оранжерей.

10. Энтомофаги культур ПАБСИ использованы при выращивании цветочных и овощных растений в Мурманской области, в Десногорском (Смоленск) и Воронежском тепличных комбинатах.
11. Разработаны технологические схемы и регламенты на производство культур ПАБСИ: галлицы афидимизы, амблисейуса маккензи, фитосейулюса персимилис, афидиуса колемани, энкарзии формозы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе проведенных исследований предлагаются методы массового разведения энтомофагов (галлицы афидимизы, фитосейулюса персимилис, амблисейуса маккензи, афидиуса колемани), обладающих холодоустойчивостью, высокой поисковой способностью (культуры ПАБСИ). Разработаны схемы и регламенты по разведению, накоплению и сохранению маточных культур.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

В журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. *Рак Н. С., Красавина Л. П., Белякова Н. А.* Применение хищного клеща фитосейулюса *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Heng. в биологической защите декоративных и овощных культур в условиях Заполярья // Энтомологическое обозрение. 2000. Т. 33. Вып. 1. С. 3–16.
2. *Рак Н. С., Красавина Л. П., Белякова Н. А., Дорохова Г. И.* Биоцено-тические основы биологической защиты цветочных и декоративных культур в условиях Заполярья // Энтомологическое обозрение. 2000. Т. 79. Вып. 3. С. 530–542.
3. *Рак Н. С., Белякова Н. А., Дорохова Г. И., Красавина Л. П.* Биологическая защита цветочных и декоративных культур в условиях Заполярья // Труды Русского энтомологического общества. 2001. Т. 72. С. 47–53.
4. *Krasavina L. P., Rak N. S.* Ecological principles of the forming the entomophages fauna in hothouses under polar conditions // Progress of plant protection in current horticulture the oretical and applied aspects. Babtai, 2003. P. 35–41.
5. *Рак Н. С., Литвинова С. В.* Биологическая эффективность северных популяций энтомофагов в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада // Научное обозрение. М.: Наука, 2006. С. 19–30.

6. Красавина Л. П., Козлова Е. Г., Зуева Л. И., Рак Н. С. Деятельность энтомофагов в новых условиях выращивания огурца в тепличных комбинатах // Защита и карантин растений. 2006. № 12. С. 21–23.
7. Рак Н. С., Литвинова С. В. Биологическая эффективность северных популяций энтомофагов в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада // Защита и карантин растений. 2007. № 11. С. 28–35.
8. Рак Н. С., Литвинова С. В. Северные (мурманские) популяции энтомофагов в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада // Информационный бюллетень Совета ботанических садов РАН. 2007. Вып. 17. С. 82–84.
9. Рак Н. С., Козлова Е. Г., Красавина Л. П. Энтомофаги в Заполярье тоже эффективны // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 19–20.
10. Рак Н. С., Литвинова С. В. Комплекс северных популяций энтомофагов для защиты оранжерейных растений от вредителей. Публ. в БД. (№ 442006000270 в БД ППР), 2008.
11. Рак Н. С., Красавина Л. П. Роль энтомофагов в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада // Защита и карантин растений. 2008. № 6. С. 28–35.
12. Напарьева М. В., Жиров В. К., Рак Н. С. Мониторинг фитопатогенных организмов и сорных растений в Мурманской области // Защита и карантин растений. 2012. № 3. С. 44.
13. Рак Н. С., Красавина Л. П. Биологическая защита тропических и субтропических растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Гавриш. 2011. № 4. С. 30–34.
14. Литвинова С. В., Рак Н. С. Кокциды – вредители тропических и субтропических растений в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. М., 2011. С. 416–419.
15. Рак Н. С., Литвинова С. В. Использование энтомофагов для контроля численности вредителей в коллекционной оранжерее Полярно-альпийского ботанического сада // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. М., 2011. С. 549–553.
16. Рак Н. С., Литвинова С. В., Карионова Л. В. Патент № 2379889 на изобретение «Способ разведения клещей амблисейус маккензи (*Amblyseius mckenziei*)». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 января 2010 года.

Монографии, основные статьи, практические рекомендации

17. **Рак Н. С., Жиров В. К., Красавина Л. П.** Биоценотические основы формирования северных популяций энтомофагов. Апатиты, 2007. 92 с.
18. **Вершинина Н. П., Рак Н. С.** Биометод в Заполярье // Интродукция и защита растений на Кольском Севере. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1992. С. 45–49.
19. **Рак Н. С., Карионова Л. В.** Трипсы – вредители оранжевых растений // Интродукционные исследования на Кольском Севере. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994. С. 123–129.
20. **Рак Н. С., Литвинова С. В., Красавина Л. П., Карионова Л. В.** Технологический регламент на производство галлицы афидимизы: Метод. указ. Апатиты, 2005. 24 с.
21. **Рак Н. С., Литвинова С. В., Карионова Л. В.** Технологический регламент на производство амблисейуса маккензи: Метод. указ. Апатиты, 2005. 23 с.
22. **Рак Н. С.** Состояние и перспективы биологического метода защиты оранжевых растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Устойчивость экосистем и проблема сохранения биоразнообразия на Севере: Матер. Междунар. конф., посвященной 75-летию Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина. Кировск, 2006. С. 310–315.
23. **Рак Н. С., Литвинова С. В., Карионова Л. В.** Технологический регламент на производство фитосейулюса персимилис: Метод. указ. Апатиты, 2008. 25 с.
24. **Литвинова С. В., Рак Н. С.** Многолетняя динамика видового состава и пищевых связей кокцид в коллекционной оранжевой Полярно-альпийского ботанического сада // Интродукция, селекция и защита растений: Матер. Междунар. науч. конф. Донецк, 2009. С. 75–79.
25. **Рак Н. С., Литвинова С. В.** Биологическое регулирование равновесия в системе триотрофа в коллекционной оранжевой Полярно-альпийского ботанического сада // Актуальные вопросы энтомологии: Тр. Ставропольского отд. русского энтомологического общества. Ставрополь, 2009. С. 271–275.
26. **Рак Н. С., Литвинова С. В.** Система биологической защиты тропических и субтропических растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Интродукция, селекция и защита растений: Матер. Междунар. науч. конф. Донецк, 2009. С. 52–57.
27. **Рак Н. С., Литвинова С. В.** Разведение и практическое использование клещей амблисейус маккензи (*Amblyseius mckenziei*) // Актуаль-

- ные вопросы энтомологии: Тр. Ставропольского отд. русского энтомологического общества. Ставрополь, 2009. Вып. 7. С. 179–184.
28. Напарьева М. В., Рак Н. С., Литвинова С. В. Биоразнообразие адвентивных видов фитопатогенных организмов и сорных растений в Мурманской области // Базы данных и информационные технологии в диагностике, мониторинге и прогнозе важнейших сорных растений, вредителей и болезней растений: Тез. докл. Междунар. науч. конф. СПб.; Пушкин: Инновационный центр защиты растений, 2010. С. 77–80.
 29. Рак Н. С., Литвинова С. В. Повышение эффективности биологической защиты растений в коллекционной оранжерее Полярно-альпийского ботанического сада // Декоративное садоводство Сибири: состояние и перспективы развития: Матер. Всерос. научно-практич. конф., посвященной 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук З. И. Лучник. Барнаул, 2010. С. 94–100.
 30. Рак Н. С., Литвинова С. В. Миграция и акклиматизация вредных организмов при интродукции растений в оранжереях Крайнего Севера России // Hortus bot. 2010. Р. 21.
 31. Рак Н. С., Красавина Л. П. Биологическая защита тропических и субтропических растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Гавриш. 2011. № 4. С. 30–34.
 32. Рак Н. С. Массовое разведение *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera, Cecidomyiidae) в Полярно-альпийском ботаническом саду // Интегрированная система защиты растений: стратегия и тактика. Матер. Междунар. научно-практич. конф., посвященной 40-летию со дня организации Института защиты растений. Минск, 2011. С. 339–343.
 33. Литвинова С. В., Рак Н. С. Кокциды – вредители тропических и субтропических растений в оранжереях Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования: Матер. Всерос. науч. конф., посвященной 80-летию со дня рождения академика Л. Н. Андреева. М., 2011. С. 416–419.
 34. Рак Н. С., Литвинова С. В. Использование энтомофагов для контроля численности вредителей в коллекционной оранжерее Полярно-альпийского ботанического сада // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования: Матер. всерос. науч. конф., посвященной 80-летию со дня рождения академика Л. Н. Андреева. М., 2011. С. 549–553.

