

УДК 574:632.7+635.9+58:005.936.2

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-143-115-120

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОАГЕНТОВ И БИОПРЕПАРАТОВ В ЗАЩИТЕ ОРАНЖЕРЕЙНЫХ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Елизавета Андреевна Варфоломеева¹, Надежда Ивановна Наумова²

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Россия, Санкт-Петербург

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

196608, Россия, г. Санкт-Петербург, Пушкин – 8, шоссе Подбельского, д.3.

E-mail: varfolomeeva.elizaveta@list.ru

В статье приведены данные многолетних исследований по определению эффективности комплекса биологизированных мер борьбы, включающих микробиологические препараты и энтомофагов, которые позволили надежно защитить декоративные растения от основных оранжерейных вредителей. Составлена таблица с указанием основных видов энтомофагов, которые успешно прошли опытные испытания в оранжереях сада. Определены виды вредителей, против которых они применяются и способ их внесения. В биологическую систему включены перспективные препараты энтомопатогенных нематод, энтомопатогенные симбиотические бактерии *Xenorhabdus* spp., штаммы грибов *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*. Внедрение разработанной биологизированной системы позволило повысить экологичность защитных мероприятий и отказаться от вынужденных перерывов в проведении экскурсий для посетителей сада после проведения обработок пестицидами, которые ранее были необходимы.

Ключевые слова: декоративные растения; биологическая защита; вредители; энтомофаги; биопрепараты

Введение

Ботанические сады во всем мире объединяет важная задача, заключающаяся в создании, пополнении и сохранении коллекций разного рода растений открытого и закрытого грунта. В Ботаническом саду Петра Великого имеется богатейшая коллекция растений, значительная часть которой представлена редкими и экзотическими видами. Растения тропических и субтропических оранжерей выращиваются с помощью особого гидротермического режима содержания. Попадая в оранжереи ботанического сада, отличные от природных условий, растения испытывают стресс, проходят процесс адаптации, теряют свой иммунитет и становятся уязвимы к вредителям и болезням. В итоге ослабшие растения теряют декоративные качества и эстетический вид. В то же время ботанический сад круглогодично открыт для приема посетителей, в связи с этим тактика защиты растений от вредителей основывается на профилактических мероприятиях и биологических средствах борьбы. Все это заставляет искать и использовать безопасные методы экологического контроля, в частности, применять в оранжереях биологическую защиту растений [13, 14]. В связи с этим, ботанические сады являются базой для изучения и отработки технологий применения энтомофагов и биопрепаратов [5]. Ботанический сад в Санкт-Петербурге, накопивший за свою многолетнюю историю значительную коллекцию экзотических и редких экземпляров растений, нуждающихся в защите от многочисленных болезней и вредителей, не исключение. Защита растений от вредителей в оранжереях базируется, прежде всего, на биологических средствах и профилактических мероприятиях, и это заставляет постоянно проводить исследования по их экологизации. [6].

Целью наших исследований было создание биологизированной защиты растений, включающей в себя комплекс эффективных энтомофагов и биологических препаратов на основе грибов и бактерий.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись тропические и субтропические растения, культивируемые в оранжереях ботанического сада Петра Великого. В оранжереях сада с 2005 г. и по настоящее время проводятся опытные наработки с целью поиска новых энтомофагов и биопрепаратов, эффективных против, как одного вида вредителей, так и от нескольких. Энтомофаги применялись методом сезонной колонизации или наводняющими выпусками. Культуры нематод из коллекции ВИЗР, различные биопрепараты и энтомофаги использовались для выпусков в оранжереи ботанического сада. Чтобы не допустить резкого нарастания численности вредителя оранжереи тщательно обследовались каждые 10 дней. Основным методом обнаружения и учета вредителей является визуальный осмотр растения, а также использование желтых клеевых ловушек [11].

В оранжереях сада наиболее опасными для растений являются вредители: *Planococcus ficus* Ben. Dov, *Pseudococcus longispinus* Targioni Tozzetti (сем. *Pseudococcidae*), *Tetranychus urticae* Koch. (сем. *Tetranychidae*), *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (сем. *Aleyrodidae*), *Frankliniella occidentalis* Perg. (сем. *Thripidae*).

Норма выпуска в очаги заселения вредителем в каждом конкретном случае подбиралась, исходя, из рекомендованного соотношения хищник-жертва, и корректировалась в зависимости от численности вредителя [2].

В защите растений существенным является вклад классического биологического контроля, лучшим его примером является применение *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. (*Hemiptera*, *Anthocoridae*) для борьбы с паутиным клещом. Его высаживали в оранжереи на растения методом сезонной колонизации и методом наводнения в очаги 2-хкратно.

Одним из опаснейших вредителей сада является *F. occidentalis* (*Thripinae*, *Thysanoptera*). Хищных клопов выпускали в оранжереи методом ранней колонизации с последующим дополнительным выпуском имаго и личинок старших возрастов, либо колонизацией на стадии имаго и личинок старших возрастов в очаги вредителя. При незначительном количестве *F. occidentalis*, использовали от 2 клопов на м² или на одно охраняемое растение, при значительном до 5-10 особей на м². На сильно заселяемых в период цветения кактусах, соотношение хищник - жертва увеличивали до 1:5, 1:10.

Особый интерес в борьбе против *F. occidentalis* представляет *Transeius montdorensis* Schiha (сем. *Phytoseiidae*). Клещей вносили на сыпучем субстрате (отруби с акаровыми клещами) в пакетированном виде. Пролонгированный эффект выпуска достигается преимущественно за счет постепенного выхода хищников из пакетов саше, где они продолжают питаться акаровыми клещами. Норма выпуска клеща – 50-100 особей на м² [12].

Биопрепараты для защиты растений ботанического сада вносились ручным опрыскивателем объемом 5 л.

Результаты и обсуждение

В результате исследований, проведенных в оранжереях сада, установлено, что *Nesidiocoris tenuis* Reuter (*Heteroptera*, *Miridae*) эффективно контролирует численность *Tr. vaporariorum*. Выпуски хищника позволили защитить на 73-94% растения *Brugmansia versicolor* Lagerh., *Cestrum nocturnum* L., *Aristolochia arborea* Linden и на 89-92% растения *Solandra maxima* (Sess et Mocino) P.S. Green и *Clerodendrum glabrum* E. Mey. Хищный

клоп сдерживал численность белокрылки на низком уровне от $6,29 \pm 1,9$ до $12,4 \pm 5,7$ особи на лист. Поэтому *N. tenuis* можно применять в виде биоинсектицида [8].

В комплекс энтомофагов был включен многоядный хищный клоп-слепняк *Macrolophus nubilus* (Miridae, Hemiptera), уничтожающий в первую очередь *Tr. Vaporariorum*. Эффективность *M. nubilus* при питании белокрылкой, по данным учета, составила 80-90% [7]. Наши наработки показали, что эффективность *M. nubilus* в оранжереях сада на растениях *Fuchsia corymbiflora* Ruiz & Pav. и *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng. через 15 дней после выпуска приблизилась к 100%.

Еще одним паразитом *Tr. vaporariorum* является *Encarsia formosa* Gah (Hymenoptera, Aphelinidae), которая активно используется в защите оранжерейных растений [15]. В результате опытного применения установлено, что наиболее благоприятным путём внедрения можно считать выпуски *E. formosa* в норме 10 особей на 1 м² с интервалом 20 дней с апреля по сентябрь (для субтропических оранжерей) и с марта по октябрь (для тропических оранжерей). Биологическая эффективность применения *E. Formosa* составила 65,1-80,5%. Такой разброс объясняется погодными условиями (затяжная и холодная весна, дождливое лето) (табл. 1).

Таблица 1

Энтомофаги для защиты растений от вредителей в Ботаническом саду Петра Великого

Энтомофаги и биопрепараты	Объект обработки, вредители	Метод и кратность обработки, за год	Количество особей на м ²
<i>Phytoseiulus persimilis</i> Ath.-Henr.	<i>T. urticae</i>	сезонная колони-зация, 2-хкратно, в очаги	50
<i>Encarsia formosa</i> Forst.	<i>T. vaporariorum</i>	сезонная колонизация, 1-кратно, в очаги	10
<i>Macrolophus nubilus</i> H.-S.	<i>T. vaporariorum</i> , <i>T. urticae</i> , <i>Th. tabaci</i> , <i>F. occidentalis</i> , <i>M. persicae</i>	сезонная колони-зация, 3-хкратно, в очаги	5
<i>Orius</i> (<i>O. majusculus</i> Reuter, <i>O. laevigatus</i> Fieber., <i>O. strigicollis</i> Popp.)	<i>F. occidentalis</i>	сезонная колони-зация, 3-4-кратно, в очаги	4
<i>Nesidiocoris tenuis</i> Reuter	<i>M. persicae</i> , <i>T. urticae</i>	сезонная колонизация 2-кратно, в очаги	соотношение хищник-жертва: 1:10, 1:20
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls.	<i>P. ficus</i> , <i>P. longispinus</i>	сезонная колонизация, 5-кратно, в очаги	5
<i>Cheilomenes sexmaculata</i> Fabr.	<i>T. vaporariorum</i> , <i>P. ficus</i>	сезонная колонизация, 2-кратно	5
<i>Transeius montdorensis</i> Schicha	<i>F. occidentalis</i> , <i>T. urticae</i> , <i>T. vaporariorum</i>	сезонная колони-зация, 4-кратно	50-100/м ²
<i>Amblyseius</i> (<i>Neoseiulus</i>) <i>cucumeris</i> Oudemans	<i>Th. tabaci</i> , <i>F. occidentalis</i>	Сезонная колонизация, 4-кратно	80-100 особей/м ²

Как показали наши исследования, *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera, Coccinellidae) показали пригодные для контроля численности *Tr. vaporariorum* и *P. ficus* результаты [1]. Биологическая эффективность достигала 95-98% против *Tr. vaporariorum*. В отношении *P. ficus* эффективность 84%. Защитный эффект наблюдался в течение двух месяцев [9].

Лучшим примером из представителей Coleoptera является применение энтомофага *Cryptolaemus montrouzieri* [10, 13]. Этот энтомофаг в оранжереях сада

показал высокую эффективность от 69,4 до 94,8%. В течение 2015-2019 гг. была достигнута сезонная колонизация в оранжереях с тропическими условиями. За сезон *C. montrouzieri* развивался в двух - трех поколениях, в зависимости от погодных условий.

В результате применения комплекса из трех видов хищных клопов (*Orius magusculus*, *Orius laevigatus*, *Orius strigicollis*) против *F. occidentalis* биологическая эффективность колебалась от 61,2 до 91,1%. В проведенных нами исследованиях данные хищные клопы использовались совместно в равных соотношениях. Подбор данных видов определялся тем, что они ликвидируют вредителей сугубо в границах своей среды обитания.

В 2021 г. мы применяли *T. montdorensis* против *F. occidentalis* для долгосрочной сезонной колонизации, в том числе превентивной. Стабильный защитный эффект после однократного внесения *T. montdorensis* наблюдался в течение 20 дней после выпуска. Биологическая эффективность составила 85,9-90% (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность применения биопрепаратов в защите растений от вредителей
в Ботаническом саду Петра Великого**

Биопрепараты	Титр	Объект обработки, вредители	Биологическая эффективность, %
<i>Lecanicillium muscarium</i> V 21 смесь	1x10 ⁷	<i>F. occidentalis</i>	85-95%
<i>Beauveria bassiana</i> Bb 17 V 21 + Г- 033 смесь	1x10 ⁷	<i>T. vaporariorum</i>	72-95%
<i>Xenorhabdus nematophilus</i> – симбиоты энтомопатогенных нематод <i>Steinernema carpocapsae</i> штамм «agriotos»	1x10 ⁹	<i>T. vaporariorum</i>	55-70%
		<i>P. longispinus</i>	65-90%
		<i>F. occidentalis</i>	32-42%
		<i>T. urticae</i>	60-92%
<i>Xenorhabdus bovienii</i> – симбиоты нематод <i>Steinernema feltiae</i> штамм SRP18-91	1x10 ⁹	<i>T. vaporariorum</i>	45-75%
		<i>F. occidentalis</i>	32-45%
Немабакт энтонем-F <i>Steinernema feltiae</i>	1 мл/1мг ² 50 тыс/ 1 горшок, двукратно	<i>F. occidentalis</i>	80,2-95%
		<i>Otiorynchus sulcatus</i> F.	91-98%

Комплекс энтомофагов, защищающий декоративные растения в Ботаническом саду от фитофагов, представлен нами в виде таблицы 1, в которой указаны какие энтомофаги, против каких вредителей они применяются, метод их применения, сроки и количество особей, которое необходимо высадить на растение для эффективной защиты.

Для корректировки численности вредителей в оранжереях сада проводилась также опытные обработки биологическими препаратами. В частности, эффективными были против *T. vaporariorum*, *T. urticae* и *F. occidentalis* микробиологические препараты спор энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* Zare & Gams (Титр не менее 10⁶ КОЕ/г споры) [3].

Среди биологических средств защиты растений энтомопатогенные нематоды представляют одну из наиболее перспективных групп микроорганизмов для борьбы с вредными насекомыми. В течение нескольких лет в оранжереях сада также проводили испытания экологически безопасного биологического препарата Энтонем-F на основе энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* (Filipjev). Препарат Энтонем-F

нарабатывается на основе вида нематод, заражающего вредителей в ходе попадания личинок нематод в тело насекомых, после чего личинки выпускают в кровь насекомых симбиотические бактерии рода *Xenorhabdus*. На 2-3 сутки насекомое, заселенное нематодами, погибает. Хозяин погибает от повреждения внутренних органов нематодами и от токсинов симбиотических бактерий [4]. Данные по применению биопрепаратов представлены в таблице 2.

Выводы

Таким образом, в ботанических садах экологически предпочтительным методом защиты ценных видов декоративных растений является применение энтомофагов (биологическая эффективность применения колебалась от 60 до 95%) и микробиологических препаратов (биологическая эффективность колебалась от 35 до 92%).

Как показали наши многолетние исследования, применение биологического метода защиты позволяет сохранять здоровье растений, их декоративный вид и проводить мероприятия по защите без риска для здоровья посетителей Ботанического сада.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141-4

Список литературы

1. Варфоломеева Е.А., Поликарпова Ю.Б. Опыт применения хищной коровки *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera, Coccinellidae) для борьбы с вредителями в оранжерее // Проблемы и перспективы интегрированной защиты плодовых, декоративных, лесных культур и винограда юга России. – 2016. – С.29-30.
2. Варфоломеева Е.А., Белякова Н.А. Энтомофаги в защите коллекционных растений в оранжереях ботанических садов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 1. – С. 20-22.
3. Варфоломеева Е.А., Митина Г.В. Энтомопатогенные грибы в защите субтропических культур Ботанического сада Петра Великого БИН РАН // Тезисы для Международной научной конференции «Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России», 2018. – С. 31-32.
4. Данилов Л.Г., Айрапетян В.Г., Нащекина Т.Ю. Биологические препараты на основе энтомопатогенных нематод // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 32-33.
5. Доброхотов С.А., Анисимов А.И., Белякова Н.А., Максимова Л.Г., Орлова Г.О. На пути к экологическому земледелию // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 19-22.
6. Каверин А.В., Кирюшкин А.В., Массеров Д.А. Экологизация сельскохозяйственной науки и производства – сельскохозяйственная экология - сельскохозяйственная экология (в свете научного исследования Н.Ф. Реймерса) // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 2. – С. 102-106.
7. Красавина Л.П., Козлова Е.Г. Сравнительная оценка разных методов применения клопа (*Macrolophus tubilis* H.-S.) на огурце // Защита и карантин растений. – 2014. – № 8. – С.39-41.
8. Пазюк И.М. Особенности клопа *Nesidiocoris tenuis* Reuter (*Miridae*) при питании тепличной белокрылкой // Вестник защиты растений. – 2008. – № 3. – С. 65-70.

9. Поликарпова Ю.Б., Варфоломеева Е.А. Перспективы использования *Cheilomenes sexmaculata* Fabr. (Coccinellidae, Coleoptera) для борьбы с вредителями древесных растений в оранжереях ботанических садов // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике. Красноярск. – 2016. – С. 182-184.

10. Поликарпова Ю.Б., Варфоломеева Е.А. Применение *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Coleoptera, Coccinellidae) для снижения численности мучнистых червецов на различных тропических растениях // Информационный бюллетень ВПРС МОББ 52. – 2017. – С. 231-235.

11. Поликарпова Ю.Б., Варфоломеева Е.А. О возможности совместного использования желтых клеевых ловушек и масла семян нима для контроля численности белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Hemiptera, Aleyrodidae) в оранжереях // Труды Ставропольского отделения РЭО: матер. XII международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы энтомологии», 2019. – С. 120-124.

12. Попов Д.А., Варфоломеева Е.А., Белякова Н.А. Оптимизация применения фитосеидного клеща *Transeius montdorensis* на декоративных культурах // Защита растений. – 2021. – № 12. – С. 11-14.

13. Joop C. van Lenteren, Bolckmans K., Kohl Ju., Ravensberg W.J., Urbaneja A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities // BioControl. – 2018. – № 63. – P. 39-59. DOI: 10.1007/s10526-017-9801-4

14. Joop C. van Lenteren. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake // BioControl. – 2012. – № 57. – P. 1-20. – [Электронный ресурс] – URL: <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>

15. Louise E.M. Vet, J.C. van Lenteren The parasite host relationship between *Encarsia formosa* Gah. (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* Westw., (Homoptera, Aleyrodidae) // Journal of Applied Entomology. – 1981. – № 91. – P. 327-348. – [Электронный ресурс] – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1981.tb04488.x>

Статья поступила в редакцию 05.04.2022 г.

Varfolomeeva E.A., Naumova N.I. Use of biological agents and preparations in the protection of greenhouse plants from pests in Peter the Great Botanical garden // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 143. – P. 115-120

The article presents the data of many years of research to determine the complex of effective biological control measures, including entomophages, which made it possible to protect ornamental plants from the main pests in the greenhouses of the garden. A table has been compiled indicating the main types of entomophages that have successfully passed experimental tests in the greenhouses of the garden. It is indicated against which pests they are used and the method of their application. The biological system also includes some biological preparations, in particular, promising preparations of entomopathogenic nematodes, entomopathogenic symbiotic bacteria *Xenorhabdus* spp., strains of fungi *Lecanicillium muscarium*, *Beauveria bassiana*. The introduction of the developed biologized system made it possible to increase the environmental friendliness of protective measures and to refuse forced breaks in conducting excursions for garden visitors after pesticide treatments that were previously necessary.

Key words: ornamental plants; biological protection; pests; entomophages; biological products