

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ХИЩНОГО КЛЕЩА ФИТОСЕЙУЛЮСА

А.А. Зенкова, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.Ю. Гаврилова, аспирант

Р.Р. Колоколов, аспирант

Новосибирский государственный аграрный универси-
тет, Новосибирск, Россия

E-mail: zenkova.biolab@yandex.ru

Ключевые слова: *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, устойчивость, биологический контроль, комплексное использование

Реферат. Обыкновенный паутиновый клещ *Tetranychus urticae* Koch – опасный вредитель, который чаще других встречается на культуре огурца и повреждает еще более 200 видов растений, в том числе баклажан, перец, томат, лимон, хризантему, розу и гвоздику. Специфические условия защищенного грунта позволяют более широко использовать биологические агенты для контроля вредителей. Современная концепция биологической защиты растений включает комбинацию нескольких агентов биологической борьбы, используемых для подавления популяций вредителей. В этом исследовании было изучено влияние биологических препаратов на выживаемость хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) в лабораторных условиях. Лабораторная оценка действия биопрепаратов показала, что препараты Битоксибациллин, 1% и Фитоверм, 0,2% существенно снижают численность акарифага при выпуске его сразу после обработки. Более высокую чувствительность хищный клещ проявлял в варианте с Фитовермом, 0,2%. При выпуске акарифага после обработки растений Биовертом (1%) и штаммом гриба *Metarhizium robertsii* численность снижалась, но незначительно. Таким образом, при выпуске фитосейулюса из-за негативных последствий биопрепаратов следует тщательно регулировать сроки обработки растений и выпуска акарифага. Результаты исследований подтверждают потенциальную возможность использования биологических препаратов в сочетании с хищным клещом *Phytoseiulus persimilis* против обыкновенного паутинового клеща *Tetranychus urticae*.

EFFECTS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE PREDATORY MITE PHYTOSEIULUS

A.A. Zenkova, PhD in Agricultural Sciences

D.Yu. Gavrilova, Postgraduate student

R.R. Kolokolov, Postgraduate student

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, resistance, biological control, integrated use.

Abstract. The common spider mite *Tetranychus urticae* Koch is a dangerous pest. This pest occurs more frequently on cucumber crops than other pests and damages more than 200 other plant species, including aubergine, pepper, tomato, lemon, chrysanthemum, rose and carnation. The specific conditions of the protected environment allow greater use of biological agents for pest control. The modern concept of natural plant protection involves a combination of several birth control agents used to suppress pest populations. In this study, the authors studied the effect of biological preparations on the survival of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. A laboratory evaluation was made of the effect of the biological preparations Bitoxybacillin, 1% and Fytoverm, 0.2%. These preparations significantly reduce acariphage numbers when released immediately after treatment. The predatory mite showed higher sensitivity in the variant with Fitoverm, 0.2%. Acariphage numbers decreased, but not significantly when plants were treated with Biovert (1%) and the fungus strain *Metarhizium robertsii*. Thus, plant treatment and acariphage release should be carefully regulated when phytoseiulus is released because of the adverse effects of bio preparations. The results confirm the potential use of biological practices combined with the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* against the common spider mite *Tetranychus urticae*.

Борьба с клещами-фитофагами – одна из самых распространенных проблем в условиях закрытого грунта. Они не только повреждают листовенную часть растений, но и способствуют ухудшению качества и количества урожая. В настоящее время проблема ограничения вредоносности клещей-фитофагов является одной из наиболее актуальных в сельскохозяйственном производстве не только на территории России, но и в других странах. Самым опасным видом из распространенных в теплицах является многоядный вредитель – обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.) [1]. При массовом размножении этот фитофаг вызывает большие очаги повреждения, что впоследствии приводит к его неконтролируемому размножению.

Вспышки *Tetranychus urticae* вызываются рядом факторов, в частности применением пестицидов, неселективных по отношению к

его природным врагам. Поскольку устойчивость к акарицидам у *T. urticae* быстро распространяется, тактика биологического контроля, основанная на использовании микробиологических агентов защиты растений и естественных врагов фитофагов, имеет решающее значение для управления популяциями данного вредителя [2, 3].

Из биологических средств, регулирующих численность паутинных клещей, в теплицах применяют бактериальный препарат Битоксибациллин и препараты на основе микробных метаболитов (Фитоверм, Акарин) [4]. Грибные энтомопатогенные препараты, используемые в теплицах против сопутствующих вредителей, также оказывают влияние на паутинных клещей. Учеными из разных стран показана возможность использования грибов *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*,

Lecanicillium muscarium и др. для регуляции численности паутиных клещей [5–8]. Было выявлено, что данные грибные инфекции не только приводят к гибели самок *T. urticae*, но значительно снижают плодовитость выживших особей.

В тепличном растениеводстве возрастают также объемы применения энтомоакарифагов. Хищные фитосейидные клещи (Acari: Phytoseiidae) – это экономически важная группа клещей, которые охотятся на других клещей и мелких членистоногих [9]. Несколько видов фитосейидных клещей широко применяют для биоконтроля клещей-вредителей как альтернативу химическим пестицидам. Против паутиных клещей выпускают его специализированного акарифага – фитосейулюса *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. Из-за высокой значимости хищного клеща в биологическом контроле необходимо определить побочное влияние на его жизнедеятельность биологических препаратов [10–12]. Изучение влияния препаратов на естественных врагов клещей становится важной целью исследований, поскольку оно может помочь в оценке селективных препаратов, которые не влияют на полезных клещей. Исследования побочных эффектов препаратов на акарифагов и такие их особенности, как питание, размножение и обонятельные реакции на различную добычу, в лабораторных условиях необходимы для улучшения комплексной борьбы с паутиным клещом.

Исследования в области изучения взаимодействия биопрепарата и хищника имеют важное значение в попытке использовать комбинацию этих двух естественных групп врагов для биологического контроля вредителя.

Цель нашего исследования – провести оценку действия биологических препаратов разного спектра действия на хищного клеща фитосейулюса, чтобы проверить возможность совместного применения препаратов при од-

новременном заселении растений акарифагом для регуляции численности фитофага.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты проводили в 2021 г. в лаборатории «Разведение энтомоакарифагов» испытательного лабораторного комплекса Новосибирского государственного аграрного университета.

В качестве объектов были использованы лабораторные популяции обыкновенного паутинового клеща *Tetranychus urticae* Koch. и хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H., которые были заложены от выборки клещей, полученных из государственной коллекции Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР, г. Санкт-Петербург).

Для наработки хищного клеща фитосейулюса использована общеизвестная методика его разведения на основе триотрофа [13], адаптированная к условиям биологической лаборатории [14].

Для определения действия гриба рода *Metarhizium* на хищного клеща фитосейулюса в лабораторных экспериментах использовали штамм *Metarhizium robertsii*. Конидии смывали раствором Твина 80 с колонии культуры гриба, выращенной на среде Сабуро в чашках Петри при 26°C, для тестирования концентрацию конидий доводили 0,01%-м раствором Твина 80 до 1×10^7 спор/мл [15].

Битоксибациллин (БТБ), П – бактериальный препарат (действующее вещество – спорово-кристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis*, var. *thuringiensis*, БА-1500 ЕА/мг, титр не менее 20 млрд спор/г). *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* (патовар А) является основным действующим веществом. Также активными компонентами являются входящие в его состав токсины: дельта-эн-

дотоксин, бета-экзотоксин. Производитель – Сиббиофарм, г. Бердск [15].

Биоверт, СП – грибной препарат (действующее вещество – споры *Lecanicillium lecanii* Zimm. штамм В-80, титр не менее 106 КОЕ/г споры), производитель – Сиббиофарм, г. Бердск [15].

Фитоверм, КЭ – препарат на основе микробных токсинов (действующее вещество – Аверсектин С – 2 г/л, продуцент *Streptomyces avermitilis*), производитель – Фармбиомед, г. Москва [15].

В серии опытов хищных клещей по 10 особей помещали на обработанные биопрепаратами листья фасоли, зараженные обыкновенным паутинным клещом. Обработку листьев проводили из ручного опрыскивателя, подсушивали на воздухе в течение 20 мин. В качестве контроля использовали обработку водой.

После обработки чашки Петри с акарифагом выдерживали в постоянных условиях при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности $70 \pm 5\%$ с фотопериодом 16 : 8 (L : D). Хищников по мере необходимости кормили смесью различных стадий неинфицированного *T. urticae*.

Смертность особей фиксировали на 1, 3, 5, 7-е сутки после обработки. Наблюдения за клещами проводили под бинокулярным микроскопом МБС-10 при 16-кратном увеличении.

Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного, вариационного, корреляционного анализов с использованием пакета программ SNEDECOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований было выявлено, что при высокой численности популяции фитофага *Ph. persimilis* не может эффективно справиться с вредителем. В этом случае для эффективной защиты культуры от обыкновенного паутинного клеща возникает необходимость совместного применения акарицидов и хищника.

В результате первичной оценки установлено, что все испытанные биологические препараты при одновременном применении (выпуск акарифага в день обработки биологическими препаратами) оказались в разной

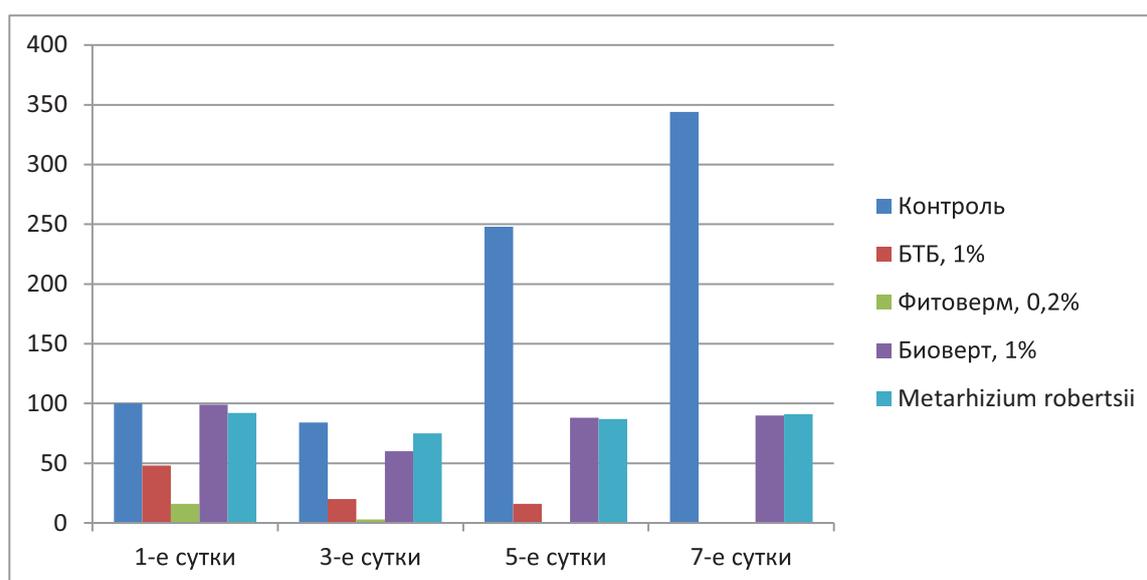


Рис. 1. Изменение численности акарифага относительно исходной, выпуск в день обработки биологическими препаратами

Fig. 1. Change in acariphagus abundance relative to baseline, release on the day of biological treatment

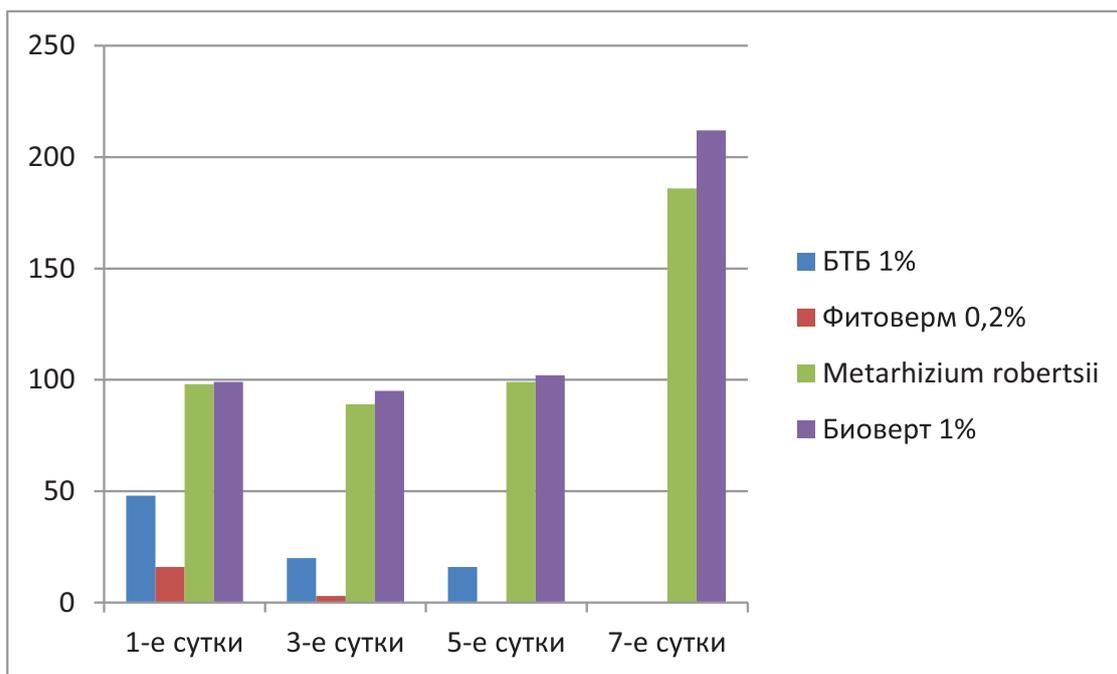


Рис. 2. Изменение численности акарифага относительно исходной, выпуск через сутки после обработки биологическими препаратами

Fig. 2. Change in acariphagus abundance relative to baseline, release one day after biological treatment

степени токсичными по отношению к фитосейулюсу (рис. 1).

В вариантах с обработкой производственными концентрациями препаратов Битоксибациллин, 1% и Фитоверм, 0,2% было обнаружено существенное снижение

численности акарифага. Более высокую чувствительность хищный клещ проявлял в варианте с Фитовермом, 0,2%. При этом под действием БТБ гибель имаго хищного клеща увеличивалась постепенно с максимумом на 7-е сутки эксперимента. В вариантах с БТБ

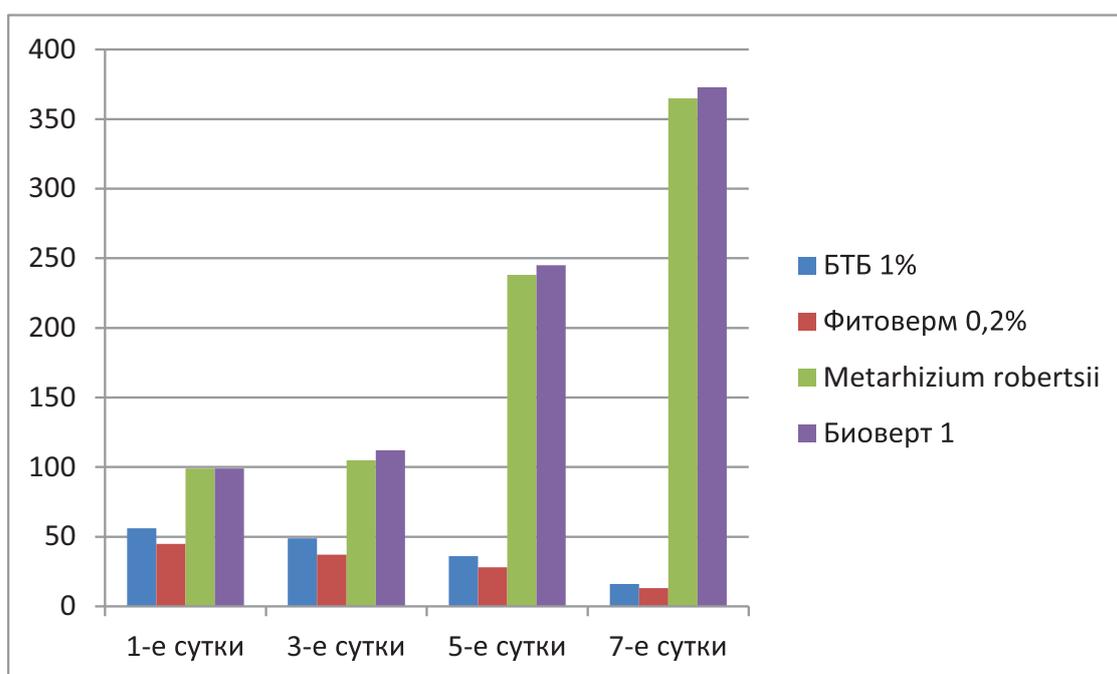


Рис. 3. Изменение численности акарифага относительно исходной, выпуск через 3 дня после обработки биологическими препаратами

Fig. 3. Changes in acariphagus abundance relative to baseline, release three days after biological treatment

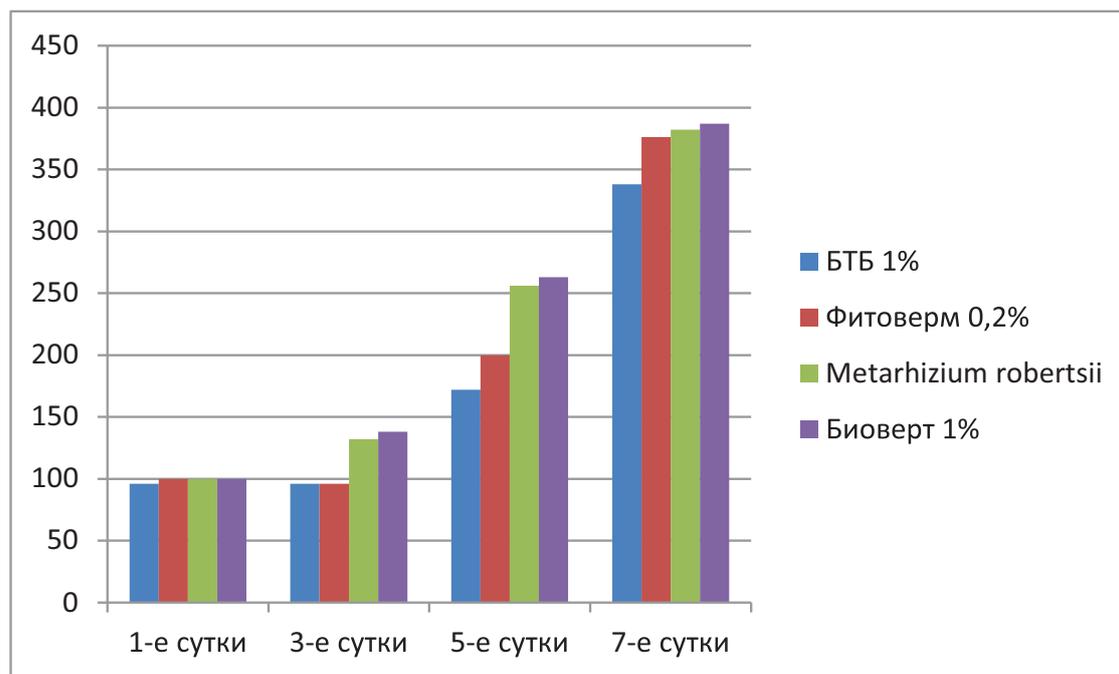


Рис. 4. Изменение численности акарифага относительно исходной, выпуск через 5 дней после обработки биологическими препаратами

Fig. 4. Changes in acariphagus abundance relative to baseline, release five days after biological treatment

и Фитовермом единичные яйца, отложенные самками после обработки, не отрождались.

При выпуске акарифага после обработки растений Биовертом (1%) и штаммом гриба *Metarhizium robertsii* численность его снизилась, но незначительно.

Длительность периода действия биопрепаратов на фитосейюлюса определяли с целью установления сроков его безопасного выпуска после обработок. Для этого проведена серия опытов с выпуском акарифага через 1, 3 и 7 суток после опрыскивания растений с вредителем микробиологическими препаратами (рис. 2–4).

В результате экспериментов установлено, что биопрепараты БТБ и Фитоверм при применении в производственных концентрациях являются токсичными для фитосейюлюса при его выпуске через 1 и 3 суток после обработки, при этом гибель акарифага под влиянием Фитоверма наступает быстрее, чем от БТБ. Безопасными для хищника являются сроки его выпуска не ранее чем через 5 дней после

применения этих препаратов в рекомендованных нормах расхода.

При выпуске акарифага на 3-и сутки после обработки растений Биовертом (1%) и штаммом гриба *Metarhizium robertsii* его численность (с учетом особей нового поколения, появившихся в период эксперимента) была на уровне контрольного варианта. При отсутствии отрицательного влияния биопрепаратов на хищного клеща самки начинали откладывать яйца уже в первые сутки после выпуска, первые единичные личинки отродились на 3-и сутки, массовое появление личинок и нимф акарифага отмечалось на 5-е сутки.

Таким образом, при выпуске фитосейюлюса на 3-и сутки после обработок Биовертом (1%) и штаммом гриба *Metarhizium robertsii* и через 5 суток после обработок Фитовермом и БТБ биопрепараты не оказывают отрицательного влияния как на выпускаемых особей, так и на их потомство.

Результаты исследований, представленные в статье, указывают на возможность совместного применения биологических пре-

паратов разного спектра действия с хищным клещом при условии выпуска хищника на защищаемые растения, предварительно обработанные биопрепаратами, не ранее 3 и 5 дней. Необходимо избегать прямых обработок хищных клещей, питающихся на растениях.

биологических препаратов разного спектра действия с хищным клещом *Phytoseiulus persimilis*.

2. Выпуск хищного клеща возможен на 3-и сутки после обработок Биовертом (1%) и штаммом гриба *Metarhizium robertsii* и через 5 суток после обработок Фитовермом и БТБ.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований указывают на возможность совместного применения

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 20-416-543001.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева И.В., Томилова О.Г., Штерншиц М.В. Паутинный клещ. Биология и меры борьбы: рекомендации. – Новосибирск, 2000. – 12 с.
2. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Резистентность в популяциях вредных насекомых и клещей к инсектоакарицидам и возможность ее реверсии // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2016. – С. 73–79.
3. Ramasubramanian T., Ramaraju K., Regupathy A. Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) – global scenario // J. Entomol. – 2005. – Vol. 2, N 1. – P. 33–39.
4. Влияние фитоверма на вредителей овощных и ягодных культур / М.В. Штерншиц, Т.В. Шпатова, А.И. Кузнецова, О.Г. Томилова, И.В. Андреева // Агрохимия. – 2006. – № 3. – С. 72–77.
5. Wei-Bing Shi, Ming-Guang Feng. Effect of fungal infection on reproductive potential and survival time of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) // Exp Appl Acarol. – 2009. – N 48. – P. 229–237.
6. Evaluation of entomopathogenic fungi for the control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the effect of *Metarhizium brunneum* on the predatory mites (Acari: Phytoseiidae) / Yagmur Oyku Dogan, Selcuk Hazir, Ayhan Yildiza, Tariq M. Butt, Ibrahim Cakmak // Biological Control. – 2017. – Vol. 111. – P. 6–12.
7. Штерншиц М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений: учебник. – СПб.: Лань, 2017. – 332 с.
8. Митина Г.В., Первушин А.Л., Чоглокова А.А. Штамм гриба *Lecanicillium muscarium* Г-033 (ВИЗР) для комплексной защиты растений от сосущих вредителей, паутинных клещей и болезней // Информационный бюллетень ВПРС МОББ издан по материалам XII сессии Генеральной Ассамблеи ВПРС МОББ (в связи с 40-летием деятельности) и докладов Международной научной конференции «Биологическая защита растений: успехи, проблемы, перспективы». – СПб., 2017. – № 52. – С. 207–211.
9. Ахатов А.К., Ижевский С.С. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба). – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 307 с.
10. Laboratory and greenhouse evaluation of the entomopathogenic fungi and garlic-pepper extract on the predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* and their effect on the spider mite *Tetranychus urticae* / S.J. Numa Vergel, R.A. Bustos, C.D. Rodriguez, R.F. Cantor // Biol Control. – 2011. – N 57. – P. 143–149.
11. Effects of *Beauveria bassiana* on predation and behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* / Weinan Sun, Xuenong Xu, Ruixia Men, Zhongren Lei // Journal of Invertebrate Pathology. – 2018. – P. 51–56.

12. Сухорученко Г.И., Козлова Е.Г., Иванова Г.П. Токсичность химических и микробиологических препаратов в отношении хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* A.-H. // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем // Материалы третьего всероссийского съезда по защите растений. – СПб., 2013. – Т. II. – С. 103–107.
13. Эколого-физиологические основы триотрофа и стратегия защиты растений // Вопросы экологической физиологии насекомых и проблемы защиты растений / И.Д. Шапиро, Н.А. Вилкова, К.В. Новожилов, К.Е. Воронин К., В.А. Шапиро. – Л., 1979. – С. 5–17.
14. Зенкова А.А., Андреева И.В. Производство и применение фитосейулюса в Сибири // Защита и карантин растений. – 2018. – № 11. – С. 12–14.
15. Зенкова А.А. Совершенствование биотехнологии хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. – акарифага паутинного клеща: дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2020. – 138 с.

REFERENCES

1. Andreeva I.V., Tomilova O.G., Shternshis M.V., *Pautinny`j kleshh. Biologiya i mery` bor`by`* (Spider mite. Biology and control measures), Novosibirsk, 2000, 12 p.
2. Kovalenkov V.G., Tyurina N.M., *Biologicheskaya zashhita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem* (Biological plant protection - the basis for stabilizing agroecosystems), Proceedings of the Conference Title, Krasnodar, 2016, pp. 73–79. (In Russ)
3. Ramasubramanian T., Ramaraju K., Regupathy A., Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) – global scenario, *J. Entomol.*, 2005, Vol. 2, No. 1, pp. 33–39.
4. Shternshis M.V., Shpatova T.V., Kuzneczova A.I., Tomilova O.G., Andreeva I.V., *Agroximiya*, 2006, No. 3, pp. 72–77. (In Russ)
5. Wei-Bing Shi, Ming-Guang Feng, Effect of fungal infection on reproductive potential and survival time of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), *Exp Appl Acarol.*, 2009, No. 48, pp. 229–237.
6. Yagmur Oyku Dogan, Selcuk Hazir, Ayhan Yildiza, Tariq M. Butt, Ibrahim Cakmak, Evaluation of entomopathogenic fungi for the control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and the effect of *Metarhizium brunneum* on the predatory mites (Acari: Phytoseiidae), *Biological Control*, 2017, Vol. 111, pp. 6–12.
7. Shternshis M.V., Andreeva I.V., Tomilova O.G., *Biologicheskaya zashhita rastenij* (Biological plant protection), Sankt-Peterburg: Izd-vo Lan`, 2017, 332 p.
8. Mitina G.V., Pervushin A.L., Chogloková A.A., *Biologicheskaya zashhita rastenij: uspexi, problemy`, perspektivy`* (Biological plant protection: successes, problems, prospects), Proceedings of the Conference Title; Informacionny`j byulleten` VPRS MOBB, Sankt-Peterburg, 2017, No. 52, pp. 207–211. (In Russ)
9. Axatov A.K., Izhevskij S.S., *Zashhita teplichny`x i oranzherejny`x rastenij ot vreditelej (morfologiya, obraz zhizni, vredonosnost`, bor`ba)* (Protection of greenhouse and greenhouse plants from pests (morphology, lifestyle, harmfulness, control)), Moscow: Tovarishhestvo nauchny`x izdanij KMK, 2004, 307 p.
10. Numa Vergel S.J., Bustos R.A., Rodriguez C.D., Cantor R.F., Laboratory and greenhouse evaluation of the entomopathogenic fungi and garlic-pepper extract on the predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* and their effect on the spider mite *Tetranychus urticae*, *Biol Control*, 2011, No. 57, pp. 143–149.
11. Weinan Sun, Xuenong Xu, Ruixia Men, Zhongren Lei, Effects of *Beauveria bassiana* on predation and behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*, *Journal of Invertebrate Pathology*, 2018. – P. 51–56.

12. Suxoruchenko G.I., Kozlova E.G., Ivanova G.P., *Fitosanitarnaya optimizaciya agroekosistem* (Phytopsanitary optimization of agroecosystems), *Materialy` tret`ego vsrossijskogo s`ezda po zashhite rastenij*, Sankt-Peterburg, 2013, T. II, pp. 103–107. (In Russ)
13. Shapiro I.D., Vilkova N.A., Novozhilov K.V., Voronin K.E., Shapiro V.A., *Voprosy` e`kologicheskoy fiziologii nasekomy`x i problemy` zashhity` rastenij*, Leningrad, 1979, pp. 5–17. (In Russ)
14. Zenkova A.A., Andreeva I.V., *Zashhita i karantin rastenij*, 2018, No. 11, pp. 12–14. (In Russ)
15. Zenkova A.A. *Sovershenstvovanie biotekhnologii hishchnogo kleshcha Phytoseiulus persimilis Ath.-H. – akarifaga pautinnogo kleshcha* (Improving the biotechnology of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Ath.-H. - spider mite acariphage), candidate's thesis, Novosibirsk, 2020, 138 p.